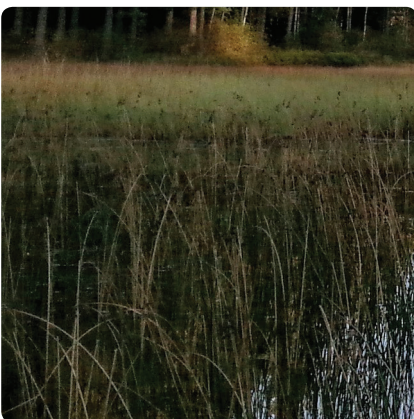


# Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel

En sammantagen bild av förekomsten i miljön  
Redovisning av ett regeringsuppdrag

RAPPORT 6709 • MARS 2016





# Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel

en sammantagen bild av  
förekomsten i miljön

Redovisning av ett regeringsuppdrag

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: CM Gruppen AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00 Fax: 010-698 10 99

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6709-0

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2016

Tryck: CM Gruppen AB, Bromma 2016

Omslag (foto): Maria Linderöth

# Förord

På uppdrag av Regeringen ger Naturvårdsverket i denna rapport en samlad bild av förekomsten av högfluorerade ämnen och bekämpningsmedelsrester med fokus på yt- och grundvatten i Sverige utifrån dagens kunskapsläge, en bedömning av vilka risker dessa innebär för hälsa och miljö, samt ger förslag på/pekar på fortsatta steg för att åtgärda de brister som finns avseende kunskap om förekomsten i miljön samt kontroll och begränsning av flödet till miljön.

Analysen bygger dels på en sammanställning av tidigare uppmätta halter i miljön, dels på nya mätningar av halter i yt- och grundvatten, samt på en kartläggning av källor till PFAS i miljön inriktad på källor till yt- och grundvatten. Samtliga dessa underlag har tagits fram inom ramen för uppdraget.

Det dataunderlag som sammanställts eller tagits fram inom uppdraget kommer att så långt möjligt tillgängliggöras via bland annat olika offentliga databaser. Det är angeläget att dataunderlaget används vidare på lokal, regional och nationell nivå för att begränsa riskerna med dessa ämnesgrupper.

Uppdraget har genomförts tillsammans med Havs- och vattenmyndigheten, Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket och Sveriges geologiska undersökning. Samverkan har även skett med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Statens geotekniska institut, Jordbruksverket, länsstyrelserna, Generalläkaren, Försvarsmakten, vattenmyndigheterna, Swedavia, Svenskt Vatten, med flera. Sveriges geologiska undersökning har särskilt bidragit i vissa analyser. Länsstyrelserna har särskilt bidragit i arbetet med de nya mätningarna. Vi vill tacka alla för ett gott samarbete!

Arbetet har på Naturvårdsverket genomförts av Maria Linderöth, Anna Hellström, Karl Lilja, Anna Nordin, Jenny Hedman samt Karin Klingspor (projektledare) mellan januari 2015 och mars 2016.

Naturvårdsverket mars 2016



# Innehåll

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>14</b>
<b>FÖRKORTNINGAR</b>	<b>21</b>
<b>1. INLEDNING</b>	<b>22</b>
1.1. Uppdraget	22
1.2. Avgränsningar	22
1.3. Genomförande	23
1.3.1. Upplägg av utredningsarbetet	23
1.3.2. Organisation och förankring	34
1.3.3. Fortsatt hantering och användning av data	34
<b>2. KONTROLL OCH ÖVERVAKNING</b>	<b>35</b>
2.1. Yt- och grundvatten är viktiga spridningsvägar	35
2.2. Statligt finansierad nationell och regional miljöövervakning	35
2.3. Övrig regional och kommunal miljöövervakning	36
2.4. Miljöbalkens allmänna hänsynsregler och verksamhetsutövarnas ansvar att övervaka och kontrollera	36
2.5. Samordnad recipientkontroll	38
2.6. Kontroll av dricksvatten	38
2.7. Skyddade områden	38
2.8. Annan datainsamling	38
<b>3. HÖGFLUORERADE ÄMNER - PFAS</b>	<b>39</b>
3.1. Allmänt om PFAS	39
3.1.1. Vad som avses med PFAS	39
3.1.2. Användning och hantering av kunskap över åren	39
3.2. Problematiska egenskaper	41
3.2.1. Persistenta, bioackumulerande och toxiska	41
3.2.2. Spridning i till yt- och grundvatten	42
3.2.3. Halter i människa	43
3.3. Källor till PFAS i miljön	44
3.3.1. Kända och potentiella källor samt spridningsvägar	44
3.3.2. Geografisk spridning av kända och potentiella källor	46
3.3.3. Uppskattning av mängder	47

3.4.	Halter av PFAS i miljön	49
3.4.1.	Sammanfattning av halter av PFAS i miljön	49
3.4.2.	Bedömningsgrunder	53
3.4.3.	Tidigare uppmätta halter	55
3.4.4.	Nya mätningar under 2015	68
3.5.	Risk för hälsa och miljö	79
3.5.1.	Sammanfattande bedömning av risk för hälsa och miljö	79
3.5.2.	Bedömning av risk för människors hälsa	81
3.5.3.	Bedömning av risk för miljön	87
3.6.	Åtgärder PFAS	88
3.6.1.	Utgångspunkter för urval av åtgärder	88
3.6.2.	Åtgärder för att bättre kontrollera och begränsa människors exponering och vad som kommer ut i miljön	89
3.6.3.	Åtgärder för att få bättre kunskap om vilka halter som finns i miljön	96
3.6.4.	Konsekvenser av förslagen	99
<b>4.</b>	<b>VÄXTSKYDDSMEDEL</b>	<b>100</b>
4.1.	Allmänt om växtskyddsmedel	100
4.1.1.	Vad som avses med växtskyddsmedel	100
4.1.2.	Användning och hantering över åren	100
4.2.	Problematiska egenskaper	102
4.2.1.	Egenskaper	102
4.2.2.	Spridning till yt- och grundvatten	102
4.2.3.	Riskbedömning och godkännande	102
4.3.	Källor till växtskyddsmedel i miljön	103
4.4.	Halter av växtskyddsmedel i miljön	105
4.4.1.	Sammanfattning av halter av växtskyddsmedel i miljön	105
4.4.2.	Bedömningsgrunder	107
4.4.3.	Tidigare uppmätta halter	108
4.4.4.	Nya mätningar under 2015	116
4.5.	Risk för hälsa och miljö	123
4.5.1.	Bedömning av risk för miljön	123
4.5.2.	Bedömning av risk människors hälsa	123
4.6.	Åtgärder växtskyddsmedel	124
4.6.1.	Utgångspunkter för urval av åtgärder	124
4.6.2.	Åtgärder	125

4.6.3. Konsekvenser av förslagen	128
<b>5. KÄLLFÖRTECKNING</b>	<b>130</b>
<b>BILAGA 1 SAMRÅDSAKTÖRER</b>	<b>141</b>
<b>BILAGA 2 OLIKA TYPER AV PFAS</b>	<b>142</b>
<b>BILAGA 3 PFAS-ÄMNEN I SAMMANSTÄLLNINGEN AV TIDIGARE UPPMÄTTA HALTER</b>	<b>143</b>
<b>BILAGA 4 ANALYSERADE PFAS I DEN NYA MÄTNINGEN 2015</b>	<b>148</b>
<b>BILAGA 5 VÄXTSKYDDSMEDEL I SAMMANSTÄLLNINGEN OCH I DE NYA MÄTNINGARNA</b>	<b>149</b>
<b>BILAGA 6 KÄLLOR TILL PFAS I MILJÖN</b>	<b>154</b>



# Sammanfattning

## Uppdrag

Naturvårdsverket fick i regleringsbrevet för 2015 i uppdrag av regeringen att genomföra en screening av förekomsten av miljögifter, bland annat högfluorerade ämnen och bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten, analysera resultatet, samt vid behov föreslå åtgärder. Uppdraget ska redovisas senast 1 april 2016. Naturvårdsverkets kostnader för föreslagna åtgärder ingår i redovisat budgetunderlag för åren 2017-2019.

Ämnesgrupperna högfluorerade ämnen (PFAS) och växtskyddsmedel omfattas i uppdraget. Med screening avses i detta sammanhang både sammanställning av redan befintliga, dvs. tidigare uppmätta, haltdata och nya mätningar av halter i miljön.

Syftet är att ge en bild över föroreningssituationen och risk för människa och miljö. Utredningen bidrar till arbetet att nå miljökvalitetsmålen Giftfri miljö, Grundvatten av god kvalitet, Levande sjöar och vattendrag, Hav i balans samt levande kust och skärgård samt generationsmålet.

## Genomförande

Uppdraget har genomförts i följande delar:

- Framtagande av underlagsmaterial
  - sammanställning av tidigare uppmätta halter av PFAS (cirka 5 600 prover) och växtskyddsmedel (cirka 21 700 prover) i miljön
  - nya mätningar av halter av PFAS och växtskyddsmedel i yt- och grundvatten
  - kartläggning av källor till PFAS
- Analys av resultat
- Förslag till åtgärder
- Datahantering

De nya mätningarna av halter av PFAS som gjorts i yt- och grundvatten omfattar cirka 500 prover, varav i grundvatten cirka 160, i ytvatten cirka 290 (varav 10 bakgrundsjöar), i lakvatten från deponier cirka 10, i vatten från avloppsreningsverk cirka 10, samt 10 övriga prover. Av proverna i yt- och grundvatten var cirka 170 stycken i vattentäkter.

De nya mätningarna av halter av växtskyddsmedel omfattar totalt cirka 230 prover, varav cirka 155 i ytvatten (år och sjöar) och 72 stycken i grundvatten (54 enskilda brunnar och 18 vattenverk).

Uppdraget har genomförts tillsammans med Havs- och vattenmyndigheten, Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket och Sveriges geologiska undersökning. Samverkan har även skett med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Statens geotekniska institut, Jordbruksverket, länsstyrelserna, Generalläkaren, Försvarsmakten, vattenmyndigheterna, Swedavia, Svenskt Vatten, m.fl.

### **En god grund för det fortsatta arbetet**

Sammantaget ger screeningen en god grund för det fortsatta arbetet med att bättre kontrollera och begränsa människors exponering och vad som kommer ut i miljön samt att få bättre kunskap om vilka halter som finns i miljön avseende PFAS och växtskyddsmedel. Det är angeläget att framtagna dataunderlag används vidare på lokal, regional och nationell nivå för att begränsa riskerna med dessa ämnesgrupper.

## **Högfluorerade ämnen - PFAS**

PFAS-ämnen har använts sedan tidigt 1950-tal i många olika produkter och industriella processer på grund av deras fett-, vattenavstötande och filmbildande egenskaper samt deras temperaturbeständighet. Idag används cirka 3 000 olika PFAS-ämnen.

PFAS är hälso- och miljöfarliga då flera av dem bioackumuleras och är toxiska. Deras persistens i kombination med relativt hög lättrorlighet och vattenlöslighet innebär unika egenskaper jämfört med många andra miljögifter.

### **Risk för negativa effekter i anslutning till punktkällor**

*PFAS-ämnen är vitt spridda i miljön* och finns i ytvatten över hela Sverige, men halterna är generellt mycket låga i områden med enbart atmosfärisk deposition. PFAS-ämnen hittas i grundvatten men främst i förorenade områden.

Uppmätta halter i miljön visar att det finns risk för att människor och miljö exponeras för PFAS i halter som kan ge negativa effekter. Exponering sker både via vatten och via fisk.

Prover som tagits på *fisk* i närheten av punktkällor visar att fisken kan innehålla halter av ämnet PFOS<sup>1</sup> som i många fall är så höga att det kan finnas behov av lokala kostråd. På många av dessa lokaler är halterna dessutom så höga att det också finns risk för att predatorer påverkas när de äter fisken. Även i ytvatten är halterna av PFOS ibland så höga att det finns risk för att vattenlevande organismer påverkas.

Totalt har PFAS analyserats i råvatten eller *dricksvatten* från 35 % (660 stycken) av landets allmänna vattentäkter. I drygt 140 (22 %) av de allmänna vattentäkter

---

<sup>1</sup> PFOS, perfluoroktansulfat, är ett av cirka 3 000 olika PFAS-ämnen som finns på marknaden idag.

vars vatten analyserats uppmättes medelhalter av PFAS<sub>7</sub><sup>2</sup> över 1 nanogram per liter. I de flesta av dessa 144 vattentäkter var halterna betydligt lägre än den halt då Livsmedelsverket rekommenderar att åtgärder vidtas för att minska PFAS-exponering (90 nanogram per liter), men ändå förhöjda jämfört med halterna i bakgrundsområden. I ett tiotal allmänna vattentäkter översteg halterna av PFAS<sub>7</sub> vid åtminstone något tillfälle åtgärdsgränsen 90 nanogram per liter. Av dessa framkom en i den nya screeningen inom detta uppdrag medan övriga var kända sedan tidigare. Endast i ungefär hälften av fallen har PFAS-förening bekräftats i senare analyser. Vidare uppmättes halter över åtgärdsgränsen i två enskilda vattentäkter i den nya screeningen. Samtliga täkter med bekräftade halter över 90 nanogram per liter ligger i anslutning till flygplats med brandövningsplats eller brandövningsplats. Totalt kan cirka 300 000 människor ha exponerats för PFAS<sub>7</sub>-halter över 90 nanogram per liter via dricksvatten från allmänna vattentäkter vid åtminstone något tillfälle. Hur många människor som exponerats via vatten från enskilda vattentäkter, som till exempel enskild brunn, är okänt. Att dricka PFAS-förorenat vatten orsakar inte akuta hälsoproblem men misstänks kunna öka risken för påverkan på sköldkörteln, blodfetter och immunförsvaret efter intag av höga halter under lång tid.

#### **Mätningar saknas i närheten av kända potentiella punktkällor**

Inom uppdraget har totalt resultaten från cirka 6 000 mätningar av PFAS i miljön sammanställts. Av dessa kom cirka 500 från den nya screening av PFAS i ytvatten och grundvatten som Naturvårdsverket och länsstyrelserna genomförde inom uppdraget. Trots detta har endast en mindre andel av landets brandövningsplatser undersökts med avseende på förorening av PFAS i omgivande miljö. PFAS-halter är också dåligt undersökta i anslutning till andra möjliga punktkällor, såsom större bränder, avloppsreningsverk, avfallshanteringsanläggningar och industrier från vilka spridning till miljön kan ske. De få mätningar som finns i närheten av avfallsanläggningar och bränder tyder på att även dessa lokalt kan leda till risk för negativa effekter på människa och miljö.

I drygt 1 200 allmänna vattentäkter har inga PFAS-analyser gjorts. Bland dessa finns ett 20-tal vattentäkter som ligger mindre än 1 kilometer från närmaste kända möjliga PFAS-källa. Närheten till källa innebär inte att täkten nödvändigtvis är förorenad, men andelen vattentäkter med mätbara PFAS-halter har visat sig vara högre inom 1 km från möjlig PFAS-källa än längre ifrån. PFAS förekommer dock även i täkter långt från kända punktkällor.

Enskilda brunnar kan även kontamineras vid omgivande markförorening. Knappt 50 000 dricksvattenkonsumenter får sitt vatten från enskild brunn som ligger inom

---

<sup>2</sup> Summan av de 7 PFAS-ämnena som ingår i Livsmedelsverkets åtgärdsgräns samt hälsobaserade riktvärde för dricksvatten.

ett par kilometer från en möjlig PFAS-källa. Hur många av dessa brunnar som är påverkade är okänt.

### **Nyare typer av PFAS finns också i miljön**

PFOS är i vissa typer av prover (till exempel hos djur högt upp i näringskedjan som säl, utter och mink) det dominerande PFAS-ämnet. I andra fall (till exempel i ytvatten, grundvatten, lakvatten) är det andra typer av PFAS som förekommer i högst halter, vanligtvis mer kortkedjiga PFAS, däribland fluortelomeren 6:2 FTSA<sup>3</sup>, vilket kan spegla en förändrad användning.

I det sammanställda underlaget har totalt knappt ett 40-tal olika PFAS-ämnen analyserats, men toxiciteten är inte tillräckligt undersökt för att gränsvärden ska kunna fastställas för flertalet. Risken för människa och miljö har därför bara bedömts utifrån halterna av PFOS respektive PFAS<sub>7</sub>, vilket kan innebära att risken för negativa effekter underskattats. Bristen på information om halter i miljön av de PFAS-ämnen som inte har mätts, innebär också en möjlig underskattning av risk för hälsa och miljö.

### **Många potentiella källor till PFAS i miljön**

Över 2 000 potentiella lokala källor har identifierats i denna sammanställning. Användning av brandsläckningsskum är den största direkta punktkällan medan avloppsreningsverk och avfallshantering sannolikt är betydande sekundära punktkällor. Andra potentiella källor är bland annat olika typer av industriell verksamhet. Atmosfärisk deposition bidrar troligtvis totalt sett med en stor del av belastningen av PFAS till den svenska miljön.

Mängden PFAS som tillförts miljön finns uppskattad för några källor, oftast mycket grova uppskattningar från ett litet dataunderlag. För de flesta källor saknas tillräcklig kunskap för att kunna göra ens en grov uppskattning.

### **Möjliga åtgärder för att minska risker för människors hälsa och miljön samt för att få bättre kunskap om PFAS**

Följande åtgärder och åtaganden har Naturvårdsverket bedömt som möjliga efter avstämning med berörda myndigheter.

- ✓ MINSKA MÄNNISKORS EXPONERING VIA LIVSMEDEL
- ✓ BEGRÄNSA UTSLÄPP OCH SPRIDNING FRÅN PUNKTKÄLLOR
- *Förstärka tillsynsvägledning kring PFAS och andra farliga ämnen i miljön.*
  - Vägledning för flygplatser med avseende på PFAS
  - Vägledning om PFAS vid återvinning av avfall i anläggningsarbeten
  - Vägledning om PFOS/PFAS för förorenade områden

---

<sup>3</sup> Fluortelomerer är substanser framställda genom en process kallad telomerisering.

- *Utveckling av tekniker för hantering av PFAS-föroreningar*
- *Begränsa användningen av PFAS-haltigt brandsläckningsskum*
  - Lagt förslag om nationella regler för PFAS i brandsläckningsskum
  - Utredning om anmälningsplikt för användning av alla typer av brandsläckningsskum
  - Informations- och utbildningsinsats riktad mot Räddningstjänsten
  - Utvärdering och utveckling av alternativa släckmetoder
- *Begränsa användningen av PFAS-haltigt brandsläckningsskum till havs*
- *Begränsa PFAS i utgående avloppsvatten*
  - Utredning av förutsättningar för avancerad rening
  - Krav på verksamheter anslutna till kommunala avloppsledningsnät
  - Gränsvärde för PFOS i slam för spridning på jordbruksmark
- *Åtgärder internationellt för begränsning av användning och utsläpp i industriell verksamhet*
  - Uppföljning av användningen av PFOS enligt undantag i Stockholmskonventionen
  - Verka genom industriemissionsdirektivet
- ✓ **MINSKA ANVÄNDNINGEN AV PFAS**
- *Minska användningen av PFAS i varor och kemiska produkter samt i industriella processer*
- *Förbättra informationen om innehåll av PFAS i varor och kemiska produkter*
- ✓ **SAMVERKAN OCH VÄGLEDNING I SAMARBETE MED ANDRA MYNDIGHETER**
- ✓ **UTÖKAD NATIONELL MILJÖÖVERVAKNING**
- *Utökad miljöövervakning av organiska miljögifter, bland annat PFAS, i ytvatten*
- *Övervakning av organiska miljögifter, bland annat PFAS och bekämpningsmedel, i grundvatten*
- *Screening av mindre väl kända PFAS*
- *Analys av oxiderbara prekursorer samt organiskt fluor*
- *Utredning avseende övervakning av PFAS i luft och deposition*
- ✓ **FÖRBÄTTRAD HANTERING AV MILJÖDATA**
- *Långsiktigt kvalitetssäkrat och stabilt datavärdskap.*

## **Växtskyddsmedel**

Växtskyddsmedel har använts mycket länge för att skydda växter vi odlar eller ta bort oönskat ogräs i syfte att förbättra skörden. År 2014 såldes cirka 2 500 ton växtskyddsmedel (verksamma ämnen) i Sverige. Totalt finns cirka 250 kemiska växtskyddsmedel på den svenska marknaden idag, innehållande cirka 130 verksamma ämnen. Även om mängderna som använts blivit betydligt mindre så behandlas en ungefär lika stor areal med växtskyddsmedel idag som i början av 1980-talet.

Växtskyddsmedel innehåller olika verksamma ämnen. De har varierande egenskaper vad gäller polaritet, persistens, rörlighet i miljön och giftighet. Eftersom växtskyddsmedel är framtagna för att påverka levande organismer kan de också utgöra en risk för icke- målorganismer.

Läckage av växtskyddsmedel till miljön kan ske dels vid spridning, dels vid annan hantering, som t.ex. påfyllning och rengöring av spridningsutrustning. Punktkällor med stora koncentrerade utsläpp har minskat och en större del av läckaget sker idag sannolikt genom mer diffus spridning.

Människor kan exponeras för växtskyddsmedel vid användning av produkterna, genom maten och genom dricksvattnet. Risken för exponering är störst vid yrkesverksam användning.

### **Halterna i ytvatten är desamma nu som 2002**

Summahalten av växtskyddsmedel i ytvatten har legat relativt konstant runt 1 mikrogram per liter sedan 2002. Även andelen prover där minst ett växtskyddsmedel överskrider sitt riktvärde till skydd för vattenlevande organismer har varit relativt oförändrad och legat runt 41 %. Vi vet inte tillräckligt mycket om orsaken till detta eller vad som behövs för att åtgärda det läckage som sker idag. I ytvatten hittas främst växtskyddsmedel som är tillåtna att använda idag.

### **Halterna i grundvatten har sjunkit och där finns mest förbjudna ämnen**

Halterna och andelen prov som överskrider gränsvärdet för dricksvatten i grundvatten har sjunkit sedan 1990-talet. I 12 % av råvattnen och i 6 % av övriga grundvattenprover från 2011-2013 överskreds gränsvärdet för dricksvatten. I grundvatten hittas främst rester av idag förbjudna ämnen som bland annat användes för att utrota ogräs på läckagebenägna/genomsläppliga marker som grusade ytor.

### **Ett begränsat antal växtskyddsmedel förekommer oftast**

Ett begränsat antal av de cirka 140 analyserade ämnena hittas mest frekvent i ytvatten över sina detektionsgränser och sina riktvärden. En tiondel av de analyserade ämnena 2002-2014 har hittats i fler än 50 % av proverna och tio ämnen har hittats över riktvärdet i 3-24 % av proverna. Av dessa ämnen ingick åtta i tillåtna produkter under mätperioden.

I grundvatten står BAM (2,6-dibensamid), som är en nedbrytningsprodukt av ett ogräsmedel som är förbjudet idag, för cirka 55 % av alla fynd 2010-2014 och för cirka 82 % av alla fynd över gränsvärdet för dricksvatten. Andra vanligt förekommande ämnen är atrazin, som är ett idag förbjudet ogräsmedel, och dess nedbrytningsprodukter, samt bentazon, som är ett ogräsmedel med relativt liten användning idag.

### **Låg risk för exponering av växtskyddsmedel från allmänna vattentäkter**

Andelen prov med något ämne som överskrider gränsvärdet i dricksvatten från ytvatten eller grundvatten är låg. Det vanligast förekommande ämnet är BAM (2,6-dibensamid). Av idag använda växtskyddsmedel är bentazon det ämne som oftast påträffas.

### **Viss risk för exponering av växtskyddsmedel från enskilda brunnar**

I enskilda brunnar hittas växtskyddsmedel generellt oftare än i råvatten och dricksvatten från allmänna vattentäkter. En orsak kan vara att ytvatten förorenar brunnarna eller att de innehåller vatten från grundare grundvatten. I 11 (20 %) av de 54 brunnar som ingick i screeningen 2015 överskreds dricksvattengränsvärdet för enskilt ämne och i 6 (11 %) brunnar överskreds gränsvärdet för summahalter. Inga av halterna bedömdes utgöra någon risk för hälsan varken akut eller på lång sikt. Fler av brunnarna hade dock otjänligt vatten på grund av förekomst av bakterier.

### **Lagstiftningen har reviderats**

Lagstiftningen om växtskyddsmedel har relativt nyligen reviderats. Ett nytt direktiv om hållbar användning kom till genom den tematiska strategin för en hållbar användning av bekämpningsmedel i EU:s sjätte miljöhandlingsprogram. År 2011 ersatte en ny förordning om prövning av växtskyddsmedel det tidigare direktivet.

### **Möjliga åtgärder för att minska risker för människors hälsa och miljön samt för att få bättre kunskap om växtskyddsmedel**

Följande åtgärder och åtaganden har Naturvårdsverket bedömt som möjliga efter avstämning med berörda myndigheter.

- *Fördjupad analys av "problemämnena" i ytvatten*
- *Vägledningsinsats kring växtskyddsmedel*
- *Övervakningsinsatser (screening) av växtskyddsmedel utanför jordbruksmark*
- *Utveckling av riktvärden*
- *Övervakning i grundvatten*
- *Forskning och kunskap*

# Summary

## Mission

The Swedish Environmental Protection Agency was in 2015 commissioned by the government to conduct a screening for the presence of hazardous substances, including highly fluorinated substances and pesticides, in surface water and groundwater, to analyse the results and if necessary propose measures. The costs for the Swedish EPA for measures proposed in this assignment are included in a proposed budget for the years 2017-2019.

The assignment covers the substance groups highly fluorinated substances (PFAS) and plant protection products. In this context screening includes both the compilation of already existing (i. e. previously measured) data on concentrations of these substance groups in the environment, as well as new measurements.

The aim is to give a picture of where the substances occur and their risk to humans and the environment. This work contributes to the efforts to achieve the environmental objectives A non-toxic environment, Good-quality groundwater, Flourishing Lakes and Streams, A Balanced Marine Environment, Flourishing Coastal Areas and Archipelagos as well as the generational goal (which means that the basic conditions for solving the environmental problems we face are to be achieved within one generation).

## Implementation

The assignment was carried out in the following parts:

- Development of background material
  - Compilation of data on previously measured levels of PFAS (about 5,600 samples) and pesticides (about 21,700 samples) in the environment.
  - New measurements of PFAS and pesticides in surface water and groundwater.
  - Identification of sources of PFAS.
- Analysis of results
- Development of proposals for measures
- Data management

The new measurements of PFAS in surface water and groundwater conducted in this assignment cover approximately 500 samples. The samples consisted of approximately 160 groundwater samples, 290 surface water samples (including samples from 10 reference lakes), 10 samples of landfill leachate, about 10 samples of effluent water from sewage treatment plants and 10 other samples.

Approximately 170 of the surface water and groundwater samples came from water supplies.



The new measurements of pesticides conducted in this study cover a total of about 230 samples, including 155 in surface waters (rivers and lakes) and 72 groundwater samples (from 54 wells and 18 water production plants).

The assignment has been carried out together with the Swedish Agency for Marine and Water Management, the Swedish Chemicals Agency, the National Food Agency in Sweden and the Geological Survey of Sweden.

Cooperation has also taken place with the Swedish Civil Contingencies Agency, the Swedish Geotechnical Institute, the Swedish Board of Agriculture, the County Administrative Boards, the Surgeon General, the Swedish Armed Forces, the Swedish Water Authorities, Swedavia, The Swedish Water & Wastewater Association, amongst others.

### **A good basis for further work**

The results of the assignment will serve as a good basis for future work to better control and limit human exposure to and environmental discharges of PFAS and plant protection products, as well as surveys to further increase the knowledge of the environmental levels of PFAS and plant protection products. It is therefore urgent that the compiled data is used on the local, regional and national level to limit the risks of these substance groups.

## **Highly fluorinated substances - PFAS**

PFAS have been used since the early 1950's in various products and industrial processes because of their fat and water repellent properties, their film forming properties, as well as their temperature resistance. Today about 3000 various PFAS are in use.

PFAS are hazardous to human health and the environment as many of them bioaccumulate and are toxic. They are persistent pollutants, but also relatively water soluble and mobile. These properties are unique compared to many other environmental pollutants.

### **Risk for adverse effects especially in areas affected by point sources**

*PFAS are widespread in the environment* and are found in surface water throughout Sweden, but in areas with only atmospheric deposition the levels are generally very low. PFAS substances are found in groundwater but mainly in contaminated areas.

Measured concentrations in the environment show that humans and the environment risk exposure to PFAS at levels that may cause adverse effects. Exposure occurs both through water and through fish.

*Fish* sampled in the vicinity of point sources may contain the substance PFOS<sup>4</sup> at levels which in many cases are so high that there may be a need for local dietary advice. Moreover, in many of these areas, the levels in fish are so high that there is also a risk that fish eating predators are affected. Even in surface water,

---

<sup>4</sup> PFOS, perfluorooctane sulphonate, one of approx. 3000 different PFAS on the market

concentrations of PFOS are sometimes at levels posing a risk for adverse effects on aquatic organisms.

PFAS have been analysed in raw water or *drinking water* from 35% (660 units) of the public water supplies in Sweden. In 144 (22%) of the public water supplies from which the water has been analysed measured average concentrations of PFAS<sub>7</sub><sup>5</sup> were higher than 1 nanogram per litre. In most of these 144 water supplies, levels were significantly lower than the level over which the National Food Agency recommends that measures should be taken to reduce exposure to PFAS (90 nanograms per litre). Levels were, however, still elevated compared to levels found in background areas. In around ten public water supplies the levels of PFAS<sub>7</sub> exceeded 90 nanograms per litre at least at one occasion. One of these water supplies was identified in the new screening performed within this assignment, whereas the rest were already known. PFAS contamination has been confirmed by subsequent analyses only in about half of the cases. Furthermore, in the new screening, concentrations above 90 nanograms per litre were also found in two private water supplies. All the water supplies with confirmed levels above 90 nanograms per litre are located close to either an airport with a fire training site or a fire training site. A total of approximately 300 000 people may have been exposed to PFAS<sub>7</sub> concentrations of 90 nanograms per litre in drinking water from public water supplies at least at some occasion. The number of people that have been exposed via water from private water supplies, such as private water wells, is unknown. Drinking PFAS-contaminated water will not cause acute health problems but may increase the risk of adverse effects on the thyroid, blood lipids and the immune system following exposure to high levels for a prolonged period of time.

#### **Shortage of measurements close to known potential point sources**

Within the assignment the results of about 6000 measurements of PFAS in the environment have been compiled. Of these, about 500 are a result of the new screening of PFAS in surface water and groundwater conducted within this assignment by the Swedish Environmental Protection Agency and the County Administrative Boards. Despite this, only a small proportion of Sweden's fire training sites have been investigated for environmental contamination of PFAS. PFAS levels are also poorly investigated in connection with other possible point sources, such as major fires, sewage treatment plants, waste treatment plants and industries from which environmental discharges can occur. The few existing measurements of PFAS in the vicinity of waste treatment plants and fires suggest that these sources also can cause a local risk for adverse effects on human health and the environment.

For more than 1 200 public water supplies, no results of PFAS analyses are available. Among these, there are some 20 water supplies located less than 1 kilometer from the nearest known potential source of PFAS. The proximity to a

---

<sup>5</sup> Sum of the 7 PFAS included in the action limit and health based limit values derived by the National Food Agency in Sweden.

source does not necessarily entail that the supply is polluted, but the proportion of water supplies with measurable PFAS levels have been shown to be higher within 1 km of a potential source of PFAS. PFAS occur, however, also in water supplies far from known point sources.

Private water wells can be contaminated due to the contamination of the surrounding soil. Around 50,000 drinking water consumers get their water from private wells located within a few kilometers from a potential source of PFAS. The number of these wells that are contaminated is unknown.

### **Newer types of PFAS also occur in the environment**

PFOS is in some types of samples (e.g. in animals higher in the food chain such as seals, otters and mink) the dominant PFAS. In other cases (for example in surface water, groundwater and leachate water) other types of PFAS are present in the highest concentration, usually more short-chained PFAS including the fluorotelomer 6: 2 FTSA. This may reflect a change in use.

In total there are results on measurements of almost 40 different PFAS, but for the majority the toxicity is not sufficiently investigated in order for quality standards to be established. The risk for human health and the environment has therefore only been assessed based on the levels of PFOS and PFAS<sub>7</sub>, which may mean that the risk of adverse effects is underestimated. The lack of information on environmental concentrations of those PFAS that have not been measured may possibly also lead to an underestimation of the risk to human health and the environment.

### **Many potential sources of PFAS in the environment**

Over 2000 potential local sources have been identified in the compilation of data carried out in this assignment. Use of fire extinguishing foam is the largest direct point source, while wastewater treatment and disposal and treatment of waste are likely to be significant secondary point sources. Other potential sources include various types of industrial activities. Atmospheric deposition probably contributes significantly to the load of PFAS in the Swedish environment.

For some sources the amount of PFAS released to the environment is estimated; the estimates are generally very rough, based on a small data set. For most sources knowledge is not sufficient for making even a rough estimate.

### **Possible measures to reduce risks to human health and the environment and to increase knowledge of PFAS**

Following consultation with relevant authorities, the Swedish Environmental Protection Agency recommends the following potential measures and commitments.

- ✓ REDUCE HUMAN EXPOSURE THROUGH FOOD
- ✓ RESTRICT THE RELEASE AND DISTRIBUTION FROM POINT SOURCES
  - *Strengthen regulatory guidance on PFAS and other hazardous substances in the environment.*

- Guidance for airports in terms of PFAS
- Guidance on PFAS in the use of waste in construction works
- Guidance on PFOS / PFAS for contaminated sites
- *Development of techniques for handling of PFAS contamination*
- *Limit the use of PFAS-containing firefighting foam*
  - Existing proposal on national legislation for PFAS in firefighting foam
  - Investigation on the need for notification of use of all types of firefighting foam
  - Information and education efforts directed to Emergency Services
  - Evaluation and development of alternative fire extinguishing methods
- *Limit the use of PFOS containing firefighting foams at sea*
- *Minimise levels of PFAS in effluent wastewater*
  - Investigation of conditions for advanced treatment of wastewater
  - Requirements for operations connected to municipal sewage systems
  - Quality standard for PFOS in sludge for spreading on agricultural land
- *International measures to limit the use in and emissions from industrial activities*
  - Follow-up of the use of PFOS under the exemptions listed in the Stockholm Convention
  - Take action through the Industrial Emissions Directive where relevant
- ✓ REDUCE THE USE OF PFAS
- *Reduce the use of PFAS in articles and chemical products as well as industrial processes*
- *Improve information on the content of PFAS in articles and chemical products*
- ✓ COLLABORATION AND GUIDANCE IN COOPERATION WITH OTHER AUTHORITIES
- ✓ ENHANCED NATIONAL ENVIRONMENTAL MONITORING
- *Extended monitoring of organic pollutants, including PFAS, in surface water*
- *Monitoring of organic contaminants, including PFAS and pesticides in groundwater*
- *Screening of the less well-known PFAS*
- *Analysis of oxidisable precursors and organic fluorine*
- *Investigation regarding monitoring of PFAS in air and atmospheric deposition*
- ✓ IMPROVED HANDLING OF ENVIRONMENTAL DATA
- *Long-term, quality-assured data hosting and management.*

## Plant protection products

Plant protection products have been used for a long time to protect the crops we grow, or to remove unwanted weeds in order to improve the harvest. In 2014, about 2500 tons of pesticides (active substances) were sold in Sweden. In total there are about 250 chemical plant protection products on the market today in Sweden,

containing approximately 130 active substances. Although the amounts used have decreased considerably about the same area is treated with pesticides today as in the early 1980s.

Plant protection products contain different active substances. These substances have different characteristics in terms of polarity, persistence, mobility in the environment and toxicity. Since pesticides are designed to affect living organisms, they can also pose a risk to non-target organisms.

Release of pesticides into the environment may occur through the direct application of the pesticides, but also when filling or cleaning the application equipment. The number of point sources with large concentrated releases has decreased and today a greater part of the leakage is likely to occur through diffuse dispersion.

People can be exposed to pesticides through the use of plant protection products, as well as through the consumption of food or drinking water. The risk of exposure is greatest for those working closely with the application of pesticides.

### **The concentrations in surface waters are the same now as in 2002**

Total content of pesticides in surface water has remained relatively constant at around 1 microgram per litre since 2002. The percentage of samples in which at least one active substance exceeds its reference value for the protection of aquatic organisms has been relatively stable at around 41 %. We do not know enough about the cause of this to take appropriate measures. In surface water it is mainly pesticides that are currently in use that are found to be present.

### **The concentrations in groundwater have decreased and mainly prohibited substances are found**

The levels and the proportion of groundwater samples exceeding the limit for drinking water have decrease since the 1990s. In 12% of raw water samples and in 6% of other groundwater samples taken between 2011 and 2013, the limit for drinking water was exceeded. In groundwater it is mainly residues of now banned substances that are found to be present. These substances were for instance used to eradicate weeds on permeable soils like gravel surfaces.

### **A limited number of plant protection products occur most frequently**

A limited number of the 140 analysed substances are found frequently in surface water above the analytical detection limits and their guideline values. One tenth of the substances analysed between 2002 and 2014 have been found in more than 50% of the samples and ten substances have been found over their guideline value in 3-24% of the samples. Of these, eight substances were included in the plant protection products authorised for use during the measurement period.

In groundwater samples from 2010 to 2014, BAM (2,6-dibensamid), which is a degradation product of an herbicide that is banned today, was found in around 55% of all samples with detected pesticides and in 82% of all samples exceeding the limit for pesticides in drinking water. Other common substances are atrazine, which is now a banned herbicide, its degradation products, as well as bentazone, which is a herbicide with relatively limited use today.

### **Low risk of exposure to pesticides from public water supplies**

The percentage of surface water and groundwater samples with levels of pesticides exceeding the limit in drinking water is low. The most common substance is BAM (2,6-dibensamid). Of substances in use in current plant protection products bentazone is the most often encountered.

### **Risk of exposure to pesticides from private wells**

Pesticides are in general found more often in private water wells than in the raw water and drinking water from public water supplies. One reason may be that surface runoff water is contaminating the wells or that they contain water from shallower groundwater. The drinking water limit for a single substance was exceeded in 11 (20%) of the 54 wells included in the screening during 2015. The drinking water limit for total pesticides was exceeded in 6 (11%) wells. The levels were not considered to pose a risk to human health, either in the short or long-term. Some of the wells, however, had unsafe water due to the presence of bacteria.

### **The legislation has been revised**

The legislation on plant protection products has relatively recently been revised. A new directive on the sustainable use of plant protection products came about as a result of the thematic strategy on the sustainable use of pesticides in the EU Sixth Environment Action Programme. In 2011 a new regulation on the evaluation of plant protection products replaced the former directive.

### **Possible measures to reduce risks to human health and the environment and to increase knowledge of plant protection products**

Following consultation with relevant authorities, the Swedish Environmental Protection Agency recommends the following potential measures and commitments.

- *In-depth analysis of "substances of concern" in surface waters*
- *Guidance on plant protection products*
- *Monitoring efforts (screening) of plant protection products outside agricultural areas (such as greenhouses)*
- *Development of guideline values*
- *Monitoring of groundwater*
- *Research and knowledge*

## Förkortningar

ng	nanogram, dvs. miljarddels gram
mg	mikrogram, dvs. miljondels gram
AA	Annual Average, årsmedelvärde
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CKB	Kompetenscentrum för Kemiska Bekämpningsmedel
EFSA	European Food Safety Authority, europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet
EQS	Environmental Quality Standard
MKN	miljökvalitetsnorm
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
PFAS	per- och polyfluorerade alkylsyror, samlingsnamn för per- och polyfluorerade organiska ämnen. <i>Se bilaga 2 för olika typer av PFAS.</i>
PFAS <sub>x</sub>	summan av de antal PFAS som är aktuellt i den enskilda skrivningen. X=antal PFAS.
RPD	Regionala Pesticid databasen
SFÄ	särskilda förorenande ämnen
SGI	Statens geotekniska institut
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SKL	Sveriges Kommuner och Landsting
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
SMP	Svenska Miljörapporteringsportalen
TDI	tolerabelt dagligt intag

# 1. Inledning

## 1.1. Uppdraget

Naturvårdsverket fick i regleringsbrevet för 2015<sup>6</sup> i uppdrag av regeringen att genomföra en screening av förekomsten av miljögifter, bland annat högfluorerade ämnen och bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten.

*”Naturvårdsverket ska tillsammans med Havs- och vattenmyndigheten, Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket och Sveriges geologiska undersökning samt efter hörande av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap och andra berörda myndigheter genomföra en screening av förekomsten av miljögifter, bl. a. högfluorerade ämnen och bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten. En analys av resultatet av screeningen samt vid behov förslag till vidare åtgärder ska redovisas till Regeringskansliet (Miljö- och energidepartementet) senast den 1 mars 2016.”*

Redovisningsdatum har under uppdragets gång ändrats till senast den 1 april 2016. Kostnader som behöver finansieras för förslag till åtgärder i den slutliga redovisningen ska dock redovisas i Naturvårdsverkets budgetunderlag för 2017-2019 senast 1 mars 2016.

Syftet med uppdraget är att ge en samlad bild av var föroreningarna finns i yt- och grundvatten och hur allvarliga de är för hälsa och miljö, samt vid behov föreslå åtgärder. Redovisningen ska utgöra ett underlag till regeringen i arbetet med att begränsa riskerna med dessa ämnesgrupper.

Med screening avses i detta sammanhang både sammanställning av redan befintliga, dvs. tidigare uppmätta, haltdata och nya mätningar av halter i miljön.

## 1.2. Avgränsningar

Uppdraget har avgränsats till att omfatta *ämnesgrupperna* högfluorerade ämnen och bekämpningsmedelsrester i samråd med de i uppdraget utpekade myndigheterna och efter avstämning med regeringskansliet. Andra ”miljögifter” omfattas således inte.

Både PFAS och bekämpningsmedel är ämnesgrupper som kan vara skadliga för människors hälsa och miljön till följd av sina egenskaper. Människor kan exponeras för PFAS och bekämpningsmedel som når ytvatten och grundvatten i huvudsak via intag av dricksvatten som beretts från yt- eller grundvatten eller via intag av fisk som levt i kontaminerat ytvatten. Organismer i miljön exponeras för PFAS-ämnen och bekämpningsmedel i ytvatten antingen direkt via omgivande

<sup>6</sup> Regeringsbeslut I:10 (m2014/2972/(delvis), M2014/2973/S, M2014/545/S m.fl.)  
Naturvårdsverkets ärendenummer för uppdraget: NV-00305-15.



vatten eller genom intag av fisk och andra vattenlevande organismer. Det är viktigt att begränsa användning och spridning av dessa ämnesgrupper, liksom för ett stort antal andra ämnesgrupper, för att nå flera av miljökvalitetsmålen och generationsmålet.

*Med högfluorerade ämnen avses* i detta uppdrag i princip alla per- och polyfluorerade ämnen som omfattas av OECD:s definition (OECD 2013) kompletterat med ytterligare ett antal perfluorerade ämnen som Kemikalieinspektionen bedömt som extremt persistenta och som har liknande användningsområden. Det innebär cirka 3 000 ämnen i omsättning på världsmarknaden idag (Kemikalieinspektionen 2015a).

*Med bekämpningsmedel avses* i detta uppdrag växtskyddsmedel, biocider omfattas således inte.

*Sammanställningen av tidigare uppmätta halter*, av såväl högfluorerade ämnen som växtskyddsmedel, omfattar yt- och grundvatten samt för högfluorerade ämnen de övriga matriser i vattenmiljön som haltdata hittats för.

*De nya mätningarna* som har genomförts omfattar förekomst av ovan nämnda ämnesgrupper i yt- och grundvatten, dvs. de matriser som preciseras i uppdraget. Det har inte varit möjligt att göra nya mätningar i andra matriser till följd av uppdragets tidsram i kombination med när under året prover lämpligen bör tas.

Förslag till *åtgärder* har framför allt utvecklats med syfte att bättre kontrollera och begränsa människors exponering och vad som kommer ut i miljön, samt att få bättre kunskap om vilka halter som finns i miljön av de aktuella ämnesgrupperna.

Vissa *ytterligare avgränsningar* framgår av kapitel 1.3.1.

## 1.3. Genomförande

### 1.3.1. Upplägg av utredningsarbetet

En sammanställning av så mycket information som möjligt om halter av högfluorerade ämnen och växtskyddsmedel i miljön och möjliga källor i Sverige kompletterat med nya mätningar, bör ge en bättre uppfattning om problemets omfattning, riskerna för människors hälsa och miljö, samt åtgärdsbehovet. Sammanställningen bör också kunna utgöra ett underlag för vidare miljöarbete på länsstyrelser, kommuner och nationella myndigheter.

Uppdraget har genomförts i följande delar:

- Framtagande av underlagsmaterial  
- sammanställning av tidigare uppmätta halter av PFAS och växtskyddsmedel i miljön

- nya mätningar av halter av PFAS och växtskyddsmedel i yt- och grundvatten
- kartläggning av källor till PFAS
- Analys av resultat
- Förslag till åtgärder
- Datahantering

### **Sammanställning av tidigare uppmätta halter av PFAS i miljön**

Uppgifter om individuella mätdata för halter av högfluorerade ämnen som uppmätts i miljön på uppdrag av myndigheter eller verksamhetsutövare har samlats in och sammanställts.

Data har inhämtats mellan 2015-04-20 och 2015-08-10 från nationella databaser, samt genom enkäter och förfrågningar till verksamhetsutövare, branschorganisationer, forskare, länsstyrelser och övriga myndigheter. Ambitionen var att sammanställa alla tillgängliga analysresultat för perfluorerade och polyfluorerade substanser och breda sökningar och efterfrågan av data har därför gjorts.

Sammanställningen av tidigare uppmätta halter av PFAS i svensk miljö omfattar i stort sett samtliga matriser i den svenska miljön: ytvatten, grundvatten, luft, mark, sediment, regn, snö, biota<sup>7</sup> (fisk samt däggdjur och fåglar som lever av fisk omfattas, däremot inte halter i annan biota). Även data för råvatten och dricksvatten har tagits med i sammanställningen.

Sammanställningen omfattar drygt 5 600 prover från 1 401 lokaler huvudsakligen undersökta under tidsperioden 2000-2015<sup>8</sup>.

Ett 40-tal olika PFAS-ämnen har analyserats minst en gång i någon matris. Antal prover per matris framgår av figur 1.

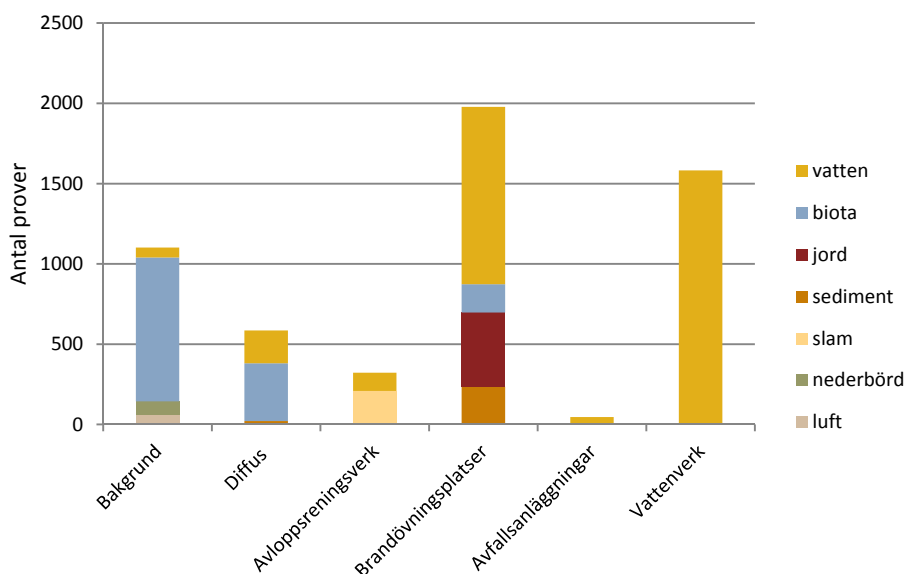
Sammanställningen av tidigare uppmätta halter har genomförts av Länsstyrelsen i Skåne län på uppdrag av Naturvårdsverket, se Boström G. (2015a).

---

<sup>7</sup> Den levande växt- och djurvärlden som finns inom ett område.

<sup>8</sup> Det gjordes få analyser av PFAS-ämnen före år 2000 och prover tagna före år 2000 har främst ingått i nya analyser av äldre provbankat biotamaterial. Analyser av det äldre provbankade materialet ingår i de tidstrendsstudier som utförts av Naturhistoriska riksmuseet och som också beskrivs i sammanställningen.

Med provbankat material avses material som förvarats i miljöprovbanken vid Naturhistoriska Riksmuseet sedan insamlingstillfället.



Figur 1. Antal prover per påverkanskälla och matris som har ingått i sammanställningen av tidigare uppmätta halter av PFAS.

För att kunna relatera uppmätta halter i miljön till identifierade källor har haltdata så långt möjligt kompletterats med koordinater i de fall dessa saknats.

Data har sedan analyserats för att identifiera skillnader mellan olika påverkanskällor och olika matriser samt överskridanden av gräns- och riktvärden. PFAS-ämnen som i data har angetts som –oat eller –sulfonat har slagits ihop med motsvarande karboxylsyra respektive sulfonsyra vid beräkningarna av fyndfrekvenser och deskriptiv statistik. Grenade och linjära varianter av samma substans har också slagits ihop och analyserats tillsammans.

### Nya mätningar av halter av PFAS i yt- och grundvatten

Inom regeringsuppdraget har nya mätningar genomförts i ett stort antal prover. De nya mätningarna har fokuserat på yt- och grundvatten. Fisk är också en relevant matris när det gäller PFAS då konsumtion av fisk är en viktig exponeringsväg för människa och predatorer. Provtagning av fisk bör göras standardiserat avseende val av till exempel art, ålder och reproduktionscykel. Eftersom provtagning bör ske under sensommar-höst för de arter som övervakas löpande, och det till följd av tidsplanen för genomförandet av regeringsuppdraget inte var möjligt, har nya mätningar i fisk inte inkluderats.

Vid planeringen av screeningen gjordes avvägningar för att kunna belysa ett så stort antal PFAS som möjligt; möjligheten av att erhålla låga kvantifieringsgränser för bedömning av resultaten i relation till gräns- och riktvärden, samt att få en stor geografisk spridning på proverna för att få en så heltäckande bild av föroreningsituationen som möjligt.

Planeringen för och genomförande av nya mätningar, t.ex. när det gäller val av provtagningslokaler, har behövt genomföras parallellt med sammanställningen av tidigare uppmätta halter samt kartläggningen av potentiella källor till PFAS till följd av uppdragets tidplan. Det har därför inte varit möjligt att beakta de delarna av regeringsuppdraget vid framtagandet av mätprogrammet.

De nya mätningarna har genomförts i nära samarbete med länsstyrelserna dels för att beakta regional och lokal kunskap, dels för att rent praktiskt kunna möjliggöra genomförandet av en relativt omfattande provtagning på kort tid.

Provlokaler för provtagning har prioriterats bland förslag från länsstyrelserna utvalda utifrån kännedom om potentiella påverkanskällor, resultat från tidigare mätningar, samt kunskap om eventuella pågående aktiviteter avseende PFAS. Prioritering har gjorts för att få med lokaler med olika typ av påverkan; brandövningsplatser, flygplatser, deponier, avloppsreningsverk, industrier, etc. Efter prioritering utifrån länsstyrelsernas förslag kompletterades provtagningsprogrammet med ett antal allmänna vattentäkter föreslagna av Sveriges geologiska undersökning (SGU), 10 bakgrundssjöar som ingår i den nationella miljöövervakningen (Programområde Sötvatten, delprogram Trendstationer Sjöar<sup>9</sup>), samt nio lakvatten från deponier då inventeringen av källor identifierade en brist på data för lakvatten. Länsstyrelserna fick också ta kompletterande prover som analyserades på egen bekostnad.

Provtagningen organiserades med hjälp av kontaktpersoner på respektive länsstyrelse som såg till att provtagningarna genomfördes. Totalt togs 501 prover, 362 prover finansierade av Naturvårdsverket och 139 prover finansierade av länsstyrelserna.

Institutionen för vatten och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet fick uppdraget att genomföra de kemiska analyserna då de hade kapacitet att analysera ett stort antal prover avseende 26 olika PFAS med jämförelsevis låga detektionsgränser (Ahrens, L. et al 2016).

Den geografiska spridningen av samtliga lokaler där vatten- eller biotaprover tagits antingen i tidigare undersökningar eller under screeningen 2015 framgår av figur 2 och 3.

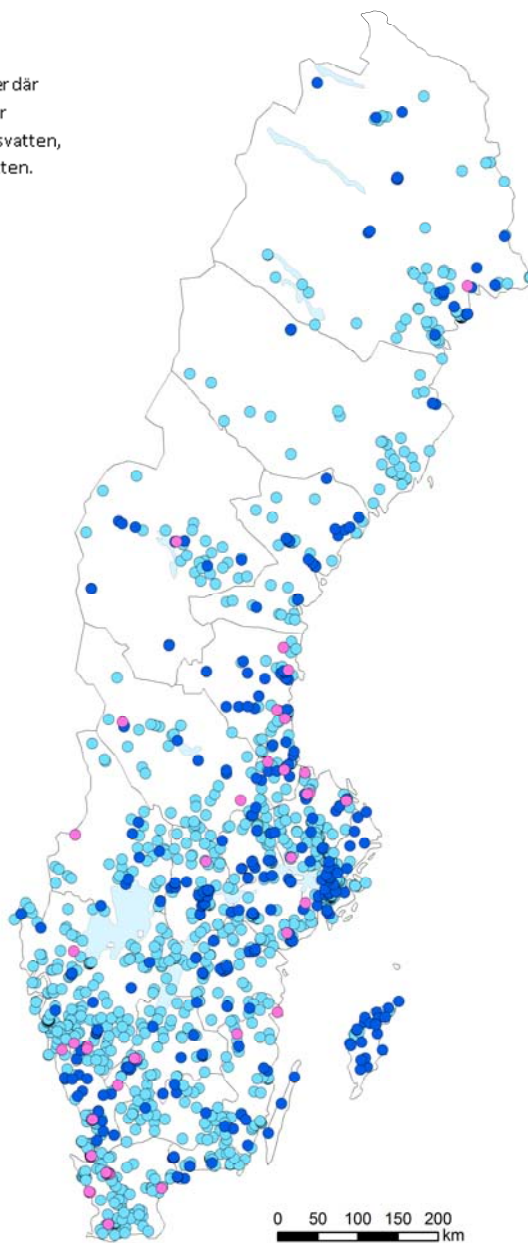
---

<sup>9</sup> För en utförlig beskrivning, se <https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/miljoovervakning/miljoovervakningens-programomrade-sotvatten/delprogram-trendstationer-sjoar.html>

## Provtagningslokaler för PFAS i vatten

- Prover tagna inom regeringsuppdraget\*
- Prover tagna både inom och utanför regeringsuppdraget\*
- Övriga prover

Kartan visar geografisk spridning av provtagningslokaler för vattenprover där PFAS analyserats. Proverna omfattar ytvatten, grundvatten, rå- och dricksvatten, lakvatten, avloppsvatten och dagvatten.

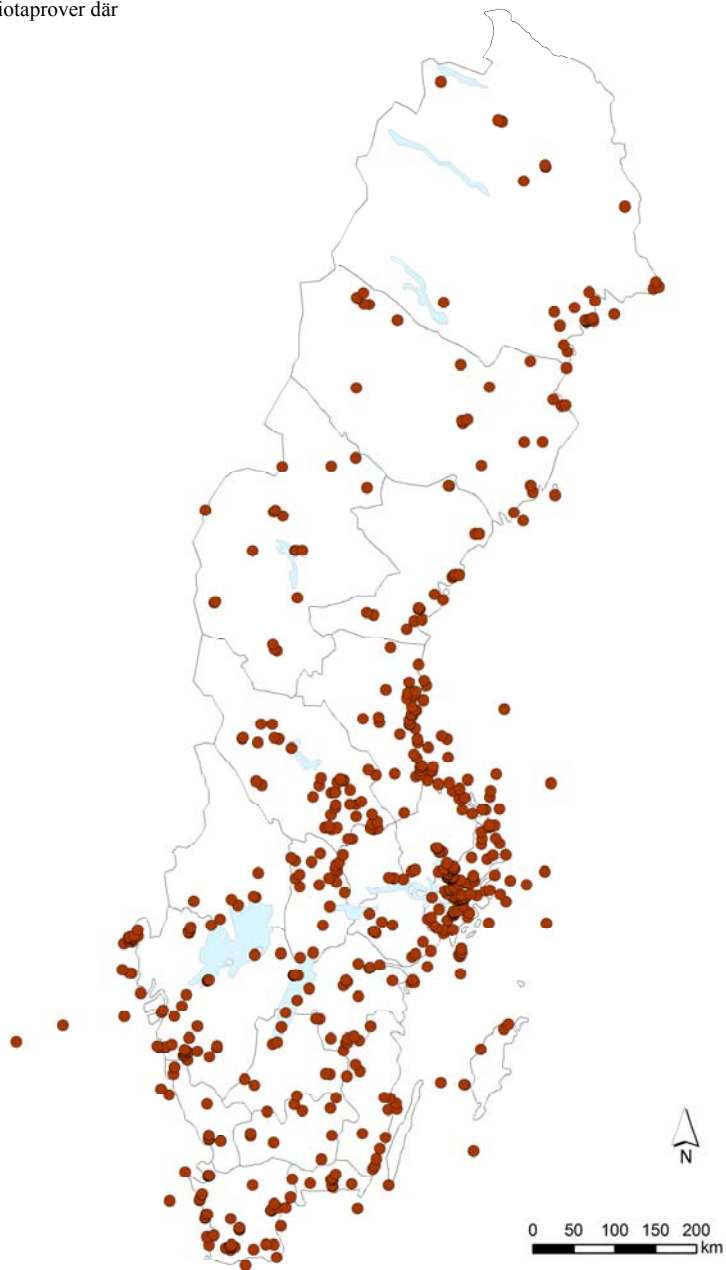


\*Regeringsuppdraget om screening av förekomsten av miljögifter (NV-00305-15)

Figur 2. Den geografiska spridningen av provtagningslokalerna för PFAS i vatten. Karta: SGU.

### Provtagningslokaler för biota

Kartan visar geografisk spridning av provtagningsplatser för biotaprover där mätdata för PFAS finns.



Figur 3. Den geografiska spridningen av provtagningslokalerna för PFAS i biota. Karta: SGU.

### Sammanställning av tidigare uppmätta halter av växtskyddsmedel

Sammanställningen av tidigare uppmätta halter av växtskyddsmedel bygger på två tidigare sammanställningar av mätningar i yt- och grundvatten samt en ny sammanställning av regionala ytvattendata.

Sedan 2002 pågår undersökningar av halter av växtskyddsmedel i ytvatten i fyra jordbruksintensiva områden inom den nationella miljöövervakningen, se figur 4.



Figur 4. Provtagningsplatser inom övervakningsprogrammet för växtskyddsmedel: typområden med provtagning i jordbruksbäckar (O 18, E 21, N 34 och M 42), åar (Vege å och Skivarsån), samt nederbördsstationer (Vavihill och Aspvreten) och luftprovtagning (Vavihill). Källa: Lindström, B. et al. 2015.

Undersökningarna utförs av Institutionen av vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), på uppdrag av Naturvårdsverket och ingår i programområde Jordbruksmark. En sammanställning och analys av data och trender från den nationella miljöövervakningen av växtskyddsmedel i jordbruksmark åren 2002 till 2012, samt en fördjupad beskrivning av områdena, hade nyligen publicerats när Naturvårdsverket fick detta regeringsuppdrag (Lindström, B. et al., 2015). En sammanställning av grundvattendata för åren 1986-2014 hade även publicerats av kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB) på SLU och Havs- och vattenmyndigheten (Larsson, M. et al., 2014). För att komplettera data från den nationella miljöövervakningen gjordes en sammanställning av regionala data från ytvattenmätningar av växtskyddsmedel från 1983 till 2014 (Boström, G. 2015b).

Källorna till grundvattendata och regionala ytvattendata har varit den regionala databasen för bekämpningsmedel (RPD), SGU:s vattentäktsarkiv och kompletterande regionala prov. RPD har varit i bruk sedan 1996 och innehåller data från 1983 och framåt. Databasen har som ambition att samla alla analysdata

för bekämpningsmedel som gjorts runt om i Sverige och innehåller därmed en mycket stor mängd data. Proverna har tagits i vatten regionalt och lokalt av olika instanser; kommuner, privatpersoner, länsstyrelser, vattenverk, vattenvårdsförbund osv med olika syften såsom undersökningar av misstänkt förorening, miljöövervakning och dricksvattenkontroll. Dessa prover är dessutom tagna i olika vattentyper; grundvatten, ytvatten, infiltrerat ytvatten osv.

### **Nya mätningar av halter av växtskyddsmedel i yt- och grundvatten**

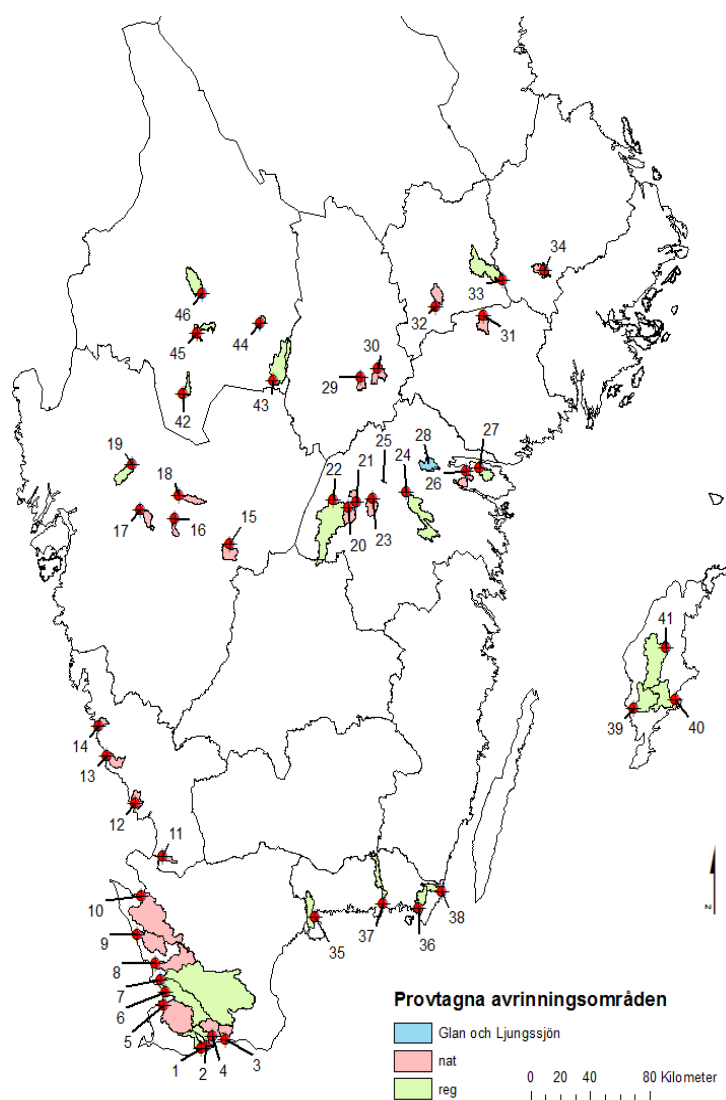
Den av Naturvårdsverket finansierade provtagningen i ytvatten fokuserades på avrinningsområden med stor andel åkermark (>40 %) och avrinningsområden främst mellan 20-100 km<sup>2</sup>. Proverna togs i ytvatten under maj-oktober med ett momentanprov per månad i avrinningsområdets utlopp. Länsstyrelserna gavs möjlighet att komplettera med regionalt finansierade prover och la till ytterligare avrinningsområden.

Provtagningen organiserades av SLU med hjälp av kontaktpersoner på respektive länsstyrelse. Totalt analyserades 157 ytvatten prover, 81 prover finansierade av Naturvårdsverket, 8 prover av CKB och 68 prover av länsstyrelserna.

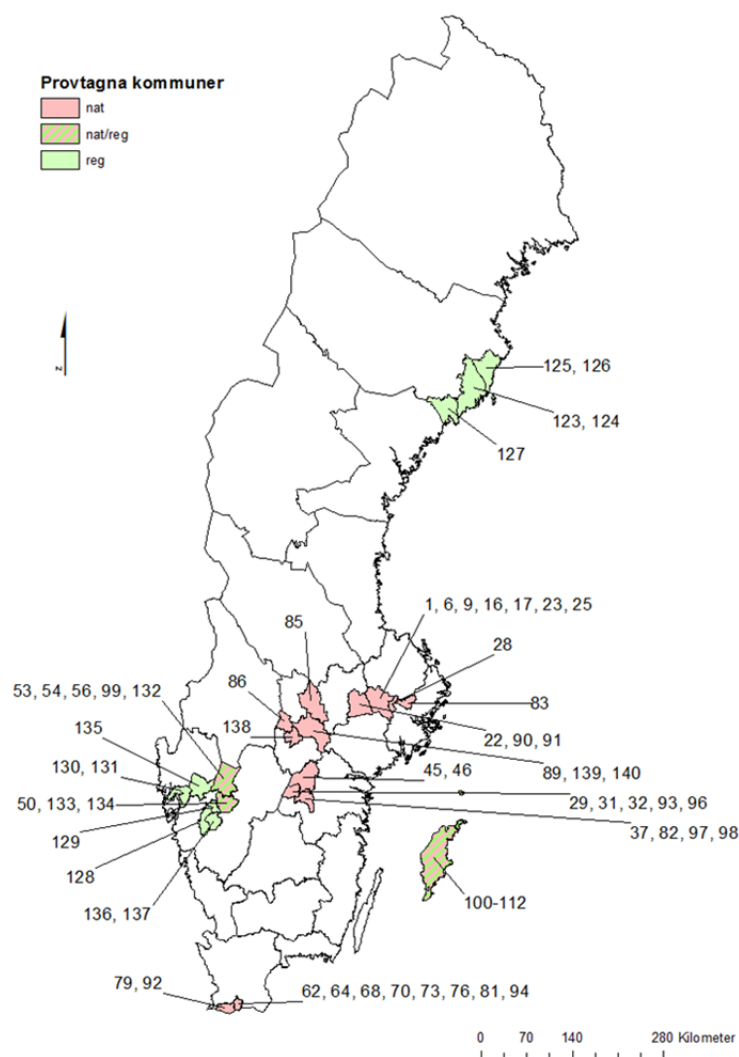
För den av Naturvårdsverket finansierade provtagningen av grundvatten gjordes provtagningarna i enskilda brunnar eftersom tidigare resultatsammanställningar har pekat på att brunnar riskerar att förorenas av bekämpningsmedel i större utsträckning än annat grundvatten (Larsson, M. et al., 2014 och 2013). I Västra Götaland, Västerbotten och på Gotland, togs prover på inkommande grundvatten till vattenverk inom de regionalt finansierade proverna. Ett prov togs per lokal och inkluderade 54 enskilda brunnar och 18 vattenverk. Kemiska analyser av bekämpningsmedel utfördes av laboratoriet för organisk miljökemi vid SLU och omfattade en stor andel av alla växtskyddsmedel som används eller har använts i Sverige. I ytvatten analyserades 131 substanser och i grundvatten analyserades 108 substanser. Resultaten jämfördes med gränsvärden och riktvärden för dricksvatten och grundvatten samt riktvärden till skydd för vattenlevande organismer i ytvatten. (Boström, G. et al 2016).

Den geografiska spridningen av provlokaler framgår av figur 5 och 6.





Figur 5. Den geografiska spridningen av de vattendrag som provtagits för bekämpningsmedel inom regeringsuppdraget och de prover som analyserats på länsstyrelsernas bekostnad. De röda prickarna visar provtagningslokalen. Rosa avrinningsområden visar de vattendrag som ingått i regeringsuppdraget och gröna avrinningsområden visar vattendrag som endast ingått i den regionala förtätningen. De blå fälten (nr 25 och 28) visar sjöarna Glan och Ljungssjön i Östergötland där råvatten till vattenverk provtagits inom den regionala förtätningen. Siffrorna vid varje provtagningspunkt är löpnummer för att kunna identifiera vattendragen, se vidare underlagsrapport. Källa: Boström, G. et al 2016.



Figur 6. Den geografiska spridningen över kommuner där grundvatten provtagits för bekämpningsmedel inom regeringsuppdraget och de prover som analyserats på länsstyrelsernas bekostnad. Siffrorna vid varje kommun är löpnummer för att kunna identifiera lokalerna, se vidare underlagsrapporten. Källa: Boström, G. et al 2016.

### Kartläggning av källor till PFAS

Inom uppdraget har en sammanställning av kunskapsläget över potentiellt viktiga källor till PFAS i miljön (mark, vatten, luft) genomförts. Syftet var att dels få en sammantagen bild av vilka dessa källor är och storlek på utsläpp, dels var i landet de finns och få en uppfattning av korrelationen till uppmätta halter i miljön. Arbetet har skett i två delar:

- Kartläggning, och så långt möjligt, kvantifiering av flöden av PFAS från användning av varor/produkter till miljön och
- Geografisk kartläggning av relevanta källor av PFAS till miljön

Kartläggningen omfattar pågående och historiska utsläpp. Huvudsakliga underlag har varit utdrag ur länsstyrelsernas databas över förorenade områden ("EBH-

stödet”), länsstyrelsernas portal för tillståndspliktiga verksamheters miljörapportsrapportering (SMP, Svenska Miljörapporteringsportalen), Forsvarsmaktens rapporter gällande militära flygplatser med brandövningsplatser, samt vetenskaplig litteratur, där Kemikalieinspektionens kartläggning av användningen av högfluorerade ämnen (Kemikalieinspektionen 2015a) utgjort en viktig utgångspunkt.

Där så har varit möjligt har använda mängder kvantifierats, liksom nuvarande och historiska utsläpp till miljön eller till utsläppsnoder (t.ex. reningsverk) från olika typkällor. Detta har gjorts med hjälp av bland annat uppmätta koncentrationer av PFAS i brandsläckningsskum, hushållsdamm, avloppsvatten, lakvatten, deposition samt reningsverksslam. En bedömning av vilka avfallsflöden som sannolikt är mest relevanta när det gäller PFAS-flöden, samt en geografisk kartläggning av de källor som identifierats som mest betydande, har gjorts.

Kartläggningen har genomförts av IVL Svenska Miljöinstitutet (Hansson K et al. 2016, IVL 2016).

### **Analys av resultat**

Ovan nämnda underlag har analyserats av Naturvårdsverket i nära samverkan med berörda myndigheter och aktörer (se kapitel 1.3.2).

SGU har särskilt bidragit till analyserna av relationen mellan möjliga PFAS-föroreningskällor och vattentäkter, vattenskyddsområden, enskilda brunnar samt haltmätningar. SGU har också tagit fram kartor.

### **Åtgärder**

De förslag till åtgärder och de åtaganden som lyfts fram har haft sin utgångspunkt i tidigare kunskap och den nya kunskap som kommit fram genom detta uppdrag. Åtgärder och åtaganden har tagits fram och identifierats i nära samverkan med berörda myndigheter och aktörer (se kapitel 1.3.2).

### **Datahantering**

Under uppdragets genomförande har en tillfällig databas upprättats för att lagra insamlade haltdata för PFAS vid SGU. För att kunna göra utvärderingar av haltdata i förhållande till potentiella föroreningskällor behövs uppgifter om provtagningsplatsernas lägen. Det har medfört att ett stort antal lägesuppgifter för vattentäkter har hanterats inom projektet. Sådana lägesuppgifter är sekretessbelagda. Eftersom SGU sedan tidigare har erfarenhet av att hantera känsliga uppgifter om vattentäkter, så har uppdragets tillfälliga databas upprättats hos SGU på uppdrag av Naturvårdsverket.

### 1.3.2. Organisation och förankring

Uppdraget har genomförts tillsammans med Havs- och vattenmyndigheten, Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket och Sveriges geologiska undersökning. Samverkan har även skett med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Statens geotekniska institut, Jordbruksverket, länsstyrelserna, Generalläkaren, Försvarmakten, vattenmyndigheterna, Swedavia, Svenskt Vatten och Avfall Sverige. Transportstyrelsen och Försvarets materielverk har också bjudits in till samråd men inte deltagit. Se bilaga 1. Naturvårdsverket har även presenterat och diskuterat uppdraget med Myndighetsnätverket för högfluorerade ämnen, Nätverksmöten för högfluorerade ämnen, Växtskyddsrådet, Säkert Växtskydd och Dricksvattenutredningen.

Uppdraget har på Naturvårdsverket genomförts i projektförmedling med en intern styrgrupp bestående av chefer för enheten för farliga ämnen och avfall, sektionen för miljöfarlig verksamhet, sektionen för miljöfarlig verksamhet och kretslopp, sektionen för klimatklivet och förorenade områden, samt enheten för regeringsuppdrag och remisser.

### 1.3.3. Fortsatt hantering och användning av data

Efter uppdragets genomförande kommer det dataunderlag som har sammanställts eller tagits fram inom ramen för uppdraget att förmedlas till relevant datavärdskap<sup>10</sup> i de fall uppgiftslämnaren godkänt detta. Dessutom kommer en Excel-fil med rådata tillgängliggöras via nedladdning.

Det är angeläget att dataunderlaget används vidare på lokal, regional och nationell nivå för att begränsa riskerna med dessa ämnesgrupper.

---

<sup>10</sup> Datavärdskap innebär ett uppdrag att ansvara för leveranskontroll, lagring och presentation av data från miljöövervakningen.

## 2. Kontroll och övervakning

En tämligen omfattande kontroll och övervakning av miljöfarliga ämnen i akvatiska miljöer sker i Sverige idag. Många olika aktörer är inblandade, från lokal till nationell nivå, och syftet med inhämtandet av uppgifter varierar. Nedan beskrivs översiktligt dels viktiga spridningsvägar, dels hur data om miljögifter i den svenska miljön samlas in och var informationen lagras. PFAS och växtskyddsmedel kan ingå i miljöövervakningen på samtliga nivåer.

### 2.1. Yt- och grundvatten är viktiga spridningsvägar

När regn (eller snö) faller på markområden där bekämpningsmedel eller produkter innehållande PFAS har använts infiltrerar nederbörden så småningom i marken och vidare ner till grundvattnet. Föroreningarna transporteras sedan med grundvattnet vidare till ytvattendrag. En mindre andel av nederbörden transporteras direkt till ytvattendrag genom ytavrinning. Både ytvatten och grundvatten av god kvalitet är viktiga resurser för samhället då de utgör grunden för vår dricksvattenproduktion. Ungefär en fjärdedel av allt råvatten som de kommunala vattenverken använder för att producera dricksvatten kommer ifrån naturligt grundvatten, ytterligare en fjärdedel från konstgjort grundvatten (ytvatten som får infiltrera till grundvattnet innan det pumpas upp som råvatten) och cirka hälften kommer från ytvatten (Svenskt Vatten 2015). Cirka 85 % av Sveriges befolkning får sitt dricksvatten från kommunala vattenverk, medan ungefär 150 000 personer är anslutna till vattenföreningar eller motsvarande som i huvudsak använder grundvatten. Utöver det har en miljon permanentboende och ungefär lika många fritidsboende sin dricksvattenförsörjning från egen brunn och hämtar således sitt vatten från grundvatten (SGU 2015). Grundvattnet kan dessutom påverka kvaliteten på ytvatten i grundvattenmagasinets utströmningsområde. Omsättningen i djupare grundvattenmagasin är generellt sett långsam och nedbrytningen av eventuella föroreningar i grundvatten är betydligt långsammare än i ytvatten. Om ett grundvattenmagasin blir förorenat kan det därför ta lång tid och medföra stora kostnader innan vattnet är användbart igen.

### 2.2. Statligt finansierad nationell och regional miljöövervakning

Naturvårdsverket har tillsammans med Havs- och vattenmyndigheten det övergripande ansvaret för planering och drift av den statligt finansierade nationella miljöövervakningen, samt ett samordningsansvar för den statligt finansierade regionala övervakningen. Både nationell och regional miljöövervakning organiseras inom tio programområden och övervakning av miljögifter sker som en integrerad del i flera av dessa.

Syftet med den nationella och regionala miljöövervakningen är att ge en övergripande bild av miljötillståndet i Sverige och sker främst i form av trendövervakning i ett relativt fåtal punkter i bakgrundsområden. Även enstaka eller återkommande mätkampanjer som kompletterar trendövervakningen, såsom screening för att kartlägga spridning och upptäcka nya ämnen samt provbankning för senare analys, görs inom ramen för miljöövervakningen.

Data från den nationella och regionala miljögiftsövervakningen lagras i dag hos ett antal datavärddar på uppdrag av Naturvårdsverket eller Havs- och vattenmyndigheten och är publikt tillgängliga. Det ingår i datavärdarnas uppdrag att ta emot data även från regionala och kommunala undersökningar liksom från annan miljöövervakning som t.ex. samordnad recipientkontroll, men det är inte alltid data rapporteras till datavärd. Resultat och samlad bedömning av tillståndet med avseende på miljögifter publiceras regelbundet dels i mer populärvetenskapliga skrifter såsom Havet, Sötvatten och Gifter och Miljö, dels i mer specialiserade sakrapporter.

## 2.3. Övrig regional och kommunal miljöövervakning

Utöver den statligt finansierade regionala miljöövervakningen sker miljöövervakning och kontroll av en rad olika aktörer på regional och kommunal nivå. Kommunerna har ofta andra behov och prioriteringar än de som styr nationell respektive regional miljöövervakning. Med utgångspunkt i att det finns 290 kommuner med varierande storlek, resurser och miljöproblem, är en generell beskrivning av den kommunala miljöövervakningen omöjlig att göra. En del kommuner bedriver en omfattande övervakning av det lokala miljötillståndet, medan de flesta mindre kommuner i stort sett helt saknar långsiktiga miljöövervakningsprogram. En stor del av den miljöövervakningsliknande verksamheten bedrivs i kortsiktiga projekt och inte enligt något fastställt miljöövervakningsprogram liknande länsstyrelsernas regionala program. Länsstyrelserna har i uppgift att samordna regional och lokal/kommunal miljöövervakning. Data kan rapporteras till nationell datavärd men det görs inte alltid.

## 2.4. Miljöbalkens allmänna hänsynsregler och verksamhetsutövarnas ansvar att övervaka och kontrollera

De allmänna hänsynsreglerna i miljöbalkens 2 kap. omfattar alla och är grunden för alla miljökrav som miljöbalken ställer. Syftet med reglerna är att förebygga negativa effekter och att miljöhänsynen ska öka. Det är den som bedriver verksamhet, som gör eller tänker göra något som kan befaras få inverkan på människors hälsa eller miljön, som fortlöpande ska planera och kontrollera sin verksamhet för att motverka eller förebygga sådana verkningar. Kunskapsregeln

understryker vikten av att i förväg klargöra konsekvenserna för miljön av ett visst handlande för att förebygga skador. Enligt försiktighetsprincipen ska åtgärder vidtas redan vid misstanke om negativ påverkan på människors hälsa och miljön. Vid yrkesmässig verksamhet ska bästa möjliga teknik användas, dvs. teknik som är tillgänglig och ekonomiskt försvarbar i förhållande till miljönyttan.

Med grund i de allmänna hänsynsreglerna samt krav på egenkontroll i miljöbalkens 26 kap. 19 § ska en verksamhetsutövare visa att tillräckliga kunskaper finns för att uppfylla miljöbalkens krav och upprätthålla ett väl fungerande miljöarbete<sup>11</sup>. De som utövar miljöfarlig verksamhet har en skyldighet att undersöka verksamhetens effekt på miljön, t.ex. i ytvatten, grundvatten, luft och mark. Information om alla verksamheters påverkan på miljön och data från deras egenkontroller finns i dag inte enhetligt samlat eller lagrat och inga generella krav om att rapportera in centralt/regionalt finns. För vissa verksamheter ställs dock krav på inlämning av årlig miljörapport till tillsynsmyndigheten (26 kap. 20 § miljöbalken). Det gäller de verksamheter som bedriver tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet, är förelagda att ansöka om tillstånd för miljöfarlig verksamhet eller omfattas av bilaga 1 till förordning (EG) 166/2006 om upprättande av ett europeiskt utsläppsregister över utsläpp och överföringar av föroreningar. Denna rapportering sker till Svenska Miljörapporteringsportalen (SMP).

Syftet med miljörapporten är bland annat att ge tillsynsmyndigheten ett bra underlag för tillsyn av verksamheten. Den ger också verksamhetsutövaren en bild av hur väl denna följer villkoren för verksamheten och kan stärka egenkontrollen. Från miljörapporterna hämtar Naturvårdsverket också uppgifter till ett antal internationella rapporteringar. Miljörapporten kan även tillgodose informationsbehov hos andra intressenter, exempelvis allmänheten och finansiella aktörer.

När en anläggning skickat in en elektronisk miljörapport med hjälp av SMP sänds hela miljörapporten till länsstyrelsens system för miljöskydd, MiljöReda, om tillsynsmyndighet är länsstyrelsen. Är tillsynsmyndighet kommun eller generalläkare sänds miljörapport som ett e-postmeddelande till aktuell tillsynsmyndighet. Miljörapporten behandlas och arkiveras därefter hos tillsynsmyndigheten.

Tillsynsmyndigheternas uppgift är att både bedriva tillsyn som stöd i genomförandet av egenkontrollen och att kontrollera att bestämmelser följs. Naturvårdsverket vägleder myndigheter och verksamhetsutövare i tillämpningen av miljöbalken och hur miljöövervakning ska gå till.

---

<sup>11</sup> Är verksamheten tillstånds- eller anmälningspliktig omfattas den också av särskilda regler: Förordningen (1998:901) om verksamhetsutövarens egenkontroll (FVE), NFS (2000:15k) om genomförande av mätningar och provtagningar i vissa verksamheter, NFS (2001:2) om egenkontroll.

## 2.5. Samordnad recipientkontroll

När en recipient utsätts för påverkan från många olika aktörer kan dessa enas om samordnad recipientkontroll. Området kan t.ex. vara ett län, ett vattendrag eller ett kustområde. Samordnad recipientkontroll ska inte i första hand beskriva vilken påverkan enskilda anläggningars utsläpp har, utan hur den samlade påverkan ser ut. Vanligtvis administreras och finansieras den samordnade övervakningen av frivilliga vattenvårdsorganisationer. Deras målsättning är att värna om god miljö kvalitet och att ge underlag för effektiva åtgärdsprogram. Medlemmarna består främst av kommuner och företag som släpper ut miljöstörande ämnen. Data kan rapporteras till nationell datavärd men det görs inte alltid/sällan.

## 2.6. Kontroll av dricksvatten

Dricksvattenproducenterna ansvarar för att kontrollera att dricksvattnet är säkert att dricka och håller god kvalitet (SLVFS 2001:30<sup>12</sup>). Cirka 85 % av Sveriges befolkning får dricksvatten från kommunala vattenverk, vilka kan variera mycket i storlek. Övriga är privata vattenverk, ofta relativt små, som försörjer bland annat samfälligheter, livsmedelsföretag, offentliga och kommersiella anläggningar med dricksvatten. Cirka 1 - 1,5 miljoner personer har helt eller delvis enskild dricksvattenförsörjning till exempel från en egen brunn. Vid enskild vattenförsörjning är det brunnsägaren själv som ansvarar för att säkerställa att dricksvattnet håller god kvalitet.

## 2.7. Skyddade områden

Vattenförvaltningen ställer krav på övervakning av vatten i skyddade områden, vilket inkluderar vattenskyddsområden. Regler som rör skydd av vattentäkter finns i miljöbalken.

## 2.8. Annan datainsamling

Uppgifter om halter av miljögifter i yt- och grundvatten tas även fram i olika forskningsprojekt och i verksamhetsutövers egna undersökningar, med mera.

---

<sup>12</sup> SLVFS 2001:30. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. Ändrad genom SLVFS 2011:3, SLVFS 2013:4 och SLVFS 2015:3.



## 3. Högfluorerade ämnen - PFAS

I kapitlet ges inledningsvis en beskrivning av vad som avses med PFAS, hur de använts, hur kunskap kring PFAS hanterats, samt vilka problem PFAS innebär för människors hälsa och miljön. Halter av PFAS i miljön beskrivs utifrån sammanställda tidigare uppmätta halter och nya mätningar av PFAS i miljön. Vidare görs en bedömning av riskerna för människors hälsa och miljön. Därefter beskrivs källor till PFAS i svensk miljö. Slutligen anges ett antal möjliga åtgärder för att minska risker för människors hälsa och miljön samt för att få bättre kunskap om PFAS.

### 3.1. Allmänt om PFAS

#### 3.1.1. Vad som avses med PFAS

PFAS står för per- och polyfluoralkylerade substanser och är ett samlingsnamn för en lång rad per- och polyfluorerade organiska ämnen som alla är baserade på fluoratomer bundna till kolatomer. Kolen bildar en kolkedja som kan vara helt eller delvis fluorerad. Ett ämne vars kolkedja är fullständigt fluorerad kallas ”perfluorerad” och ett ämne med kolkedja som är delvis fluorerad ”polyfluorerad”. Kolkedjans längd kan variera för olika högfluorerade ämnen. Därutöver finns oftast en funktionell (vattenlöslig) grupp kopplad till den fluorerade kolkedjan. Eftersom den funktionella gruppen kan utgöras av en lång rad olika grupper öppnar det upp för en enorm utvecklingspotential för denna ämnesgrupp. Olika typer av PFAS beskrivs kortfattat i bilaga 2. Kemikalieinspektionens kartläggning av användningen av högfluorerade ämnen visar att fler än 3 000 kommersiella högfluorerade ämnen troligtvis finns i omlopp på världsmarknaden, varav de flesta är polymerer (Kemikalieinspektionen 2015a). I denna kartläggning finns också en mer ingående beskrivning av ämnesgruppen PFAS och dess olika undergrupper.

#### 3.1.2. Användning och hantering av kunskap över åren

PFAS-ämnen, och särskilt ämnet PFOS<sup>13</sup>, har använts sedan tidigt 1950-tal i många olika produkter och industriella processer på grund av deras både fett- och vattenavstötande samt filmbildande egenskaper (Ahrens et al. 2014). Några välkända användningsområden för PFAS-ämnen är som impregneringsmedel till textilier (t.ex. ”Scotchguard”), ”non-stick”-beläggningar i t.ex. stekpannor (”Teflon”), i rengöringsmedel som polish och vax samt i skidvalla. Ett annat stort användningsområde för PFAS är i brandsläckningsskum där ämnena används för sina filmbildande egenskaper samt för deras höga temperaturbeständighet. Detta användningsområde har på senare tid fått stor uppmärksamhet, mycket på grund av att det visat sig att användning av brandsläckningsskum innehållande PFAS har lett till förorening av grundvatten och dricksvatten i Sverige.

---

<sup>13</sup> perfluoroktansulfonat

Till en början hittades PFOS i blod från människor som arbetade med tillverkningen av PFOS i USA. När man gick över till att leta efter halter i miljön hittades PFOS i nästan alla djur som provtogs, även i arktiska områden. De första screeningstudierna i Sverige på uppdrag från Naturvårdsverket gjordes 2001 och omfattade mätningar av PFAS i fisk, sediment, sedimenterande material, ytvatten, utgående avloppsvatten, lakvatten samt luft. Tydligt förhöjda halter uppmättes i fisk från urban miljö. Även i lakvatten syntes tydligt förhöjda halter. I samband med denna studie gjordes även analys av kranvatten från Stockholms universitet, men PFOS och PFOA<sup>14</sup> kunde inte detekteras. Därefter gjordes ytterligare studier med fokus på PFAS i biota, bland annat en retrospektiv tidsserie i sillgrissleägg, som visade att halterna ökat kraftigt från slutet av 60-talet till slutet av 90-talet. År 2002 påbörjades mätningarna i humant blod inom den nationella miljöövervakningen främst utifrån risken för exponering via intag av fisk (Naturvårdsverket 2005). Ytterligare studier gjordes också av PFAS i marina toppredatorer.

Utifrån PFOS PBT<sup>15</sup>-egenskaper och bevisen för långväga transport lämnade Kemikalieinspektionen 2004 förslag på förbud och begränsningar riktade mot gruppen PFOS och PFOS-relaterade ämnen (Kemikalieinspektionen 2004a). Kemikalieinspektionen uttryckte även oro för människors exponering för PFAS-ämnen men då främst via intag av fisk. År 2009 togs PFOS och relaterade ämnen upp som långlivade organiska föreningar (POPs<sup>16</sup>) under Stockholmskonventionen<sup>17</sup> och det blev förbjudet att använda PFOS och PFOS-relaterade ämnen i varor och kemiska produkter (med vissa undantag). Förbud att använda kvarvarande lager av PFOS-innehållande brandsläckningsskum inträdde dock först 2011.

Även om PFAS-ämnen i dricksvatten uppmärksammats redan tidigare på andra håll i världen var det först i slutet av 00-talet som det upptäcktes att yt- och grundvatten i anslutning till brandövningsplatser och flygplatser på flera orter i Sverige kontaminerats av PFAS-ämnen, troligen till följd av användningen av PFAS-innehållande brandsläckningsskum. Detta är särskilt allvarligt då grundvattnet använts för dricksvattenförsörjning och i flera fall har vattentäkten fått stängas. Enligt svaren på Livsmedelsverkets enkät till kommunala dricksvattenproducenter under 2014 (Livsmedelsverket 2014a) riskerade över 3 miljoner människor att dricka PFAS-förorenat vatten i Sverige. För att bedöma problemets omfattning och ge förslag på åtgärder, är det angeläget att göra en kartläggning av källor till PFAS, undersöka ämnesgruppens spridning i miljön samt bedöma risken för människors hälsa och miljön.

---

<sup>14</sup> Perfluoroktansyra

<sup>15</sup> Ett ämne med PBT-egenskaper är Persistent Bioackumulerbart och Toxiskt

<sup>16</sup> Persistent Organic Pollutants

<sup>17</sup> En global miljö- och hälsoskyddskonvention för att skydda människors hälsa och miljön från långlivade organiska föroreningar (POPs). Se även <http://chm.pops.int/default.aspx>

## 3.2. Problematiska egenskaper

Problemen med PFAS i den svenska miljön beror, förutom på att flera av dem kan bioackumuleras och är toxiska, också på ämnenas unika egenskaper jämfört med många andra miljögifter. PFAS kännetecknas av persistens i kombination med relativt hög lättrorlighet och vattenlöslighet.

### 3.2.1. Persistenta, bioackumulerande och toxiska

Som nämns ovan är PFAS-ämnena en omfattande ämnesgrupp som kan delas in i flera undergrupper, och det enskilda PFAS-ämnets egenskaper beror bland annat på vilka funktionella grupper det innehåller och hur lång kolkedja det består av. Förenklat kan man dock säga att högfluorerade ämnen antingen är persistenta eller bryts ned till andra PFAS som är persistenta. Att ämnena är persistenta innebär att PFAS är väldigt långlivade i miljön och förorenade områden kan därför fortsätta att förorena omgivande jordlager, grundvatten, vattendrag och fauna trots att användningen är avslutad sedan länge. Brandövningsplatser har i tidigare undersökningar visat sig vara viktiga punktkällor till PFAS till miljön (Norström et al. 2015). PFAS har även visat sig kunna spridas långa sträckor i atmosfären. Trots att alla PFAS-ämnena är syntetiskt framställda och inte förekommer naturligt så har PFAS hittats i otillgängliga miljöer, till exempel i arktiska isbjörnar, sälar och späckhuggare (Kemikalieinspektionen 2009, Gebbink et al 2016), samt i snö och ytvatten i arktiska områden (Greenpeace 2015).

De höga halterna av PFOS i olika typer av predatorer, som utöver ovan nämnda även inkluderar fjällrävar, havsörn och mink, bekräftar också att PFOS bioackumuleras i miljön (Kemikalieinspektionen 2004a). Den högsta biokoncentrationsfaktor<sup>18</sup> som uppmätts för PFOS i laboratorieförsök är 2 796 (EU 2011). Bioackumulationsfaktorn<sup>19</sup> är positivt korrelerad med kolkedjelängd för sulfonsyror och karboxylsyror som undersöktes (Labadie & Chevreuil 2011). Generellt gäller att sulfonsyror bioackumulerar i högre grad än karboxylsyror med samma kolkedjelängd. Kortkedjiga karboxylsyror med 7 kol eller färre uppfyller inte kriteriet för att bedömas som bioackumulerande enligt REACH (Conder et al. 2008). Nyare typer av PFAS-ämnena med färre antal fluorerade kolatomer i kedjan, som t.ex. 6:2 FTS, är mindre bioackumulerande än de perfluorerade ämnena (Hoke et al. 2015).

Toxicitetsstudier på försöksdjur har visat att PFAS kan orsaka störningar i fettmetabolismen, levertoxicitet, reproduktionsstörningar och effekter på immunförsvaret (Glynn et al. 2013). Även om den toxiska mekanismen är oklar bedömer Livsmedelsverket (Glynn et al. 2013) också att liknande effekter kan uppkomma hos människa vid tillräckligt höga koncentrationer. PFOS, det mest

<sup>18</sup> Biokoncentrationsfaktorn är ett mått på i vilken grad en förening ackumuleras i en organism jämfört med omgivande vatten.

<sup>19</sup> Bioackumulationsfaktorn är ett mått på i vilken grad en förening ackumuleras i en organism jämfört med omgivande miljö. Ackumulation kan ske via intag av föda eller direktkontakt.

studerade PFAS-ämnet, har visat sig ha negativa hälsoeffekter på däggdjur i en rad olika studier. En studie av möss och råttor som utsattes för PFOS under graviditeten gav negativa effekter på modern samt fosterskador på avkomman (Thibodeaux et al. 2003). Andra studier av råttor och möss har kunnat påvisa potentiell neurotoxicitet (Wang et al. 2010) och beteendestörningar har observerats hos djur som exponerats i tidiga utvecklingsstadier (Mariussen 2012). De neurotoxiska effekterna var dock subtila och uppträdde vid relativt höga PFAS-koncentrationer då man också kunde förvänta sig andra toxiska effekter. PFOA har visat sig kunna orsaka olika typer av cancer i råttor, bland annat i levern (Glynn et al. 2013).

### 3.2.2. Spridning i till yt- och grundvatten

Trots PFAS-ämnenas vattenavstötande egenskaper är de relativt vattenlösliga, vilket t.ex. gör att de vid en markförorening i viss utsträckning rör sig med markvattnet. Förekomst av högfluorerade ämnen i grundvatten till följd av förorening från användning av brandsläckningsskum har uppmärksammats i den vetenskapliga litteraturen sedan snart två decennier. Levine m.fl. (1997), Moody & Field (1999), Moody et al. (2003) och Schultz m.fl. (2004) rapporterar om kontaminering av grundvatten vid brandövningsplatser på militära flygbaser i USA. Även risk för kontaminering, samt förekomst, av högfluorerade ämnen i dricksvatten har uppmärksammats i den vetenskapliga litteraturen sedan lång tid tillbaka. Harada et al. (2003), Saito et al. (2003) och Saito et al. (2004) rapporterar kontaminering av ytvatten som används för dricksvattenproduktion samt av kranvatten i Japan. Skutlarek et al. (2006) rapporterar kontaminering av ytvatten, råvatten samt dricksvatten i Tyskland och konstaterar att uppmätta halter i dricksvattnet är i samma storleksordning som i råvattnet vilket visar på att tillämpad vattenrening inte är effektiv när det gäller högfluorerade ämnen. Att traditionell dricksvattenrening inte är effektiv när det gäller bland annat högfluorerade ämnen konstateras även av Loos et al. (2007) som rapporterar halter i dricksvatten av samma storleksordning som i ytvatten från råvattenkällan sjön Maggiore i norra Italien.

I Sverige genomfördes de första screeningundersökningarna avseende PFAS 2001-2003. I samband med dessa uppmättes förhöjda halter i ytvatten i anslutning till Räddningstjänstens verksamhet vid Rosersbergsviken. År 2003 genomförde SGU en screening av bland annat PFOS och PFOA (Aastrup et al. 2010). Syftet med denna studie var att se i vilken utsträckning organiska miljögifter förekommer i grundvatten i områden utan lokala punktkällor. Detta, tillsammans med undersökningens höga kvantifieringsgränser för PFOS och PFOA, innebar att dessa ämnen inte detekterades. När ytterligare en screening av grundvatten gjordes 2006 analyserades inte PFAS. År 2008 deltog SGU i EU-projektet FATE-GROWS (Aastrup et al. 2010). Inom detta projekt provtogs 6 lokaler med olika typ av påverkan och samtliga 7 analyserade PFAS detekterades i något prov. År 2005 genomfördes en screening där PFAS i ytvatten och fisk i anslutning till mark som förorenats genom brandsläckningsskumsanvändning vid Landvetter flygplats

uppmärksammades (Woldegiorgis et al. 2006). Senare kunde också höga halter (26 000-33 000 ng/l) konstateras i grundvatten i anslutning till samma flygplats (Woldegiorgis et al. 2010). År 2011 upptäcktes PFAS-förorening i grundvatten och dricksvatten vid F18 i Tullinge (Filipovic 2015) och senare har PFAS-förorening upptäckts i dricksvatten i Uppsala och Ronneby med användning av brandsläckningsskum som troligaste orsak. På vissa håll har vattentäkterna fått stängas och alternativ för dricksvattenförsörjningen har behövt utredas till merkostnader för berörda kommuner och verksamhetsutövare. Kunskapen om att man blivit exponerad för PFAS-ämnen genom dricksvattnet har också lett till oro hos allmänheten. I dagsläget genomför flera verksamhetsutövare undersökningar för att utreda PFAS-kontaminering i anslutning till flygflottiljer, flygplatser och brandövningsplatser där brandsläckningsskum har använts.

Det är nödvändigt för alla dricksvattenproducenter att utföra en faroanalys, vilket bland annat innebär att kemiska faror ska inventeras och noteras (Livsmedelsverket, 2014b). Enligt svaren på en enkät från Livsmedelsverket från 2014 bedömdes 109 av landets kommunala dricksvattenanläggningar ligga i riskzonen för PFAS-kontaminering (Livsmedelsverket 2014a). Dessa anläggningar levererar vatten till cirka 3,4 miljoner konsumenter. I majoriteten av fallen bedömdes halterna av PFAS för närvarande inte utgöra en hälsorisk eftersom PFAS-halterna är låga. Trots att de flesta av dessa anläggningar redan hade gjort en faroanalys var det bara 20 % som redan tidigare hade identifierat risken för PFAS-kontaminering.

### **3.2.3. Halter i människa**

Människor exponeras för högfluorerade ämnen via luft, mat, vatten samt vid användning av produkter innehållande högfluorerade ämnen (Lau 2015). Hur stort upptaget i kroppen är beror på exponeringsvägen. Högfluorerade ämnen har ett högt upptag genom mag-tarmkanalen, dvs. när de intas genom föda och dricksvatten, samt via inandning. Upptaget genom huden antas däremot vara lågt. Vilken källa och exponeringsväg som är mest betydelsefull varierar för olika högfluorerade ämnen. Långkedjiga ämnen bioackumuleras i högre utsträckning än kortkedjiga, vilket innebär att mat är en stor källa till dessa, och då framförallt animaliska livsmedel som fisk och kött (Haug et al. 2010, Vestergren et al. 2012). Exponeringen för kortkedjiga högfluorerade ämnen utgörs istället av en kombination av mat, framförallt grönsaker, dricksvatten och inandning av hushållsdamm (Vestergren et al. 2012). I områden med förorenat dricksvatten är dricksvattnet den dominerande källan (Vestergren och Cousins 2009).

PFAS lagras i kroppen, men orsakar inga akuta hälsoproblem. Att dricka vatten med mycket höga halter av PFAS under lång tid misstänks dock kunna öka risken för påverkan på sköldkörteln, blodfetter och immunförsvaret. Kunskapen om hur PFAS kan påverka människor och natur på lång sikt är dålig och ytterligare forskning behövs.

På uppdrag av Naturvårdsverket samlar Livsmedelsverket regelbundet in serumprover från förstföderskor i Uppsala för analys av miljöföroreningar. Sedan 2002 ingår PFAS-ämnena i dessa analyser. Halterna av olika PFAS-ämnena har också analyserats retrospektivt i samlingsprover från perioden 1997-2014 (Glynn et al. 2015). Halterna av PFOS och PFOA är sjunkande och låg 2014 på 5,6 respektive 1,4 ng/g blod. Halten av långkedjiga karboxylsyror ökade med runt 3 % per år men ökningen tycks dock plana ut i slutet av undersökningsperioden, vilket antyder att exponeringen av Sveriges befolkning för dessa PFAS-ämnena inte längre ökar. Befolkningen i Uppsala utsattes fram till 2012 för förhöjda halter av den mycket bioackumulerbara sulfonsyran PFHxS i dricksvattnet. Detta har resulterat i ökade blodhalter hos förstföderskor under studieperioden (cirka 6 % per år), men liksom för de långkedjiga ämnena så tycks ökningen plana ut efter 2010.

Livsmedelsverket har också sammanställt resultaten från olika andra mätningar av PFAS-ämnena i blod från den svenska normalbefolkningen under perioden 1987-2010 (Glynn et al. 2013). Medelhalterna av PFOS varierade mellan cirka 6 och 43 ng/ml blod (helblod, serum eller plasma), där de högsta halterna uppmättes i den grupp som regelbundet åt fisk från sjöar i närheten av Landvetter flygplats.

Betydligt högre halter har uppmätts i serum från befolkningen i Ronneby som druckit vatten från vattenverket i Brantafors. Arbets- och miljömedicin vid Lunds universitet har under drygt ett års tid tagit prover och analyserat halterna av PFAS-ämnena. Medelhalterna av PFOS i serum låg inledningsvis på strax under 400 ng/ml serum och har nu sjunkit till knappt 350 ng/ml (Lunds universitet u.å.). Även halterna av övriga PFAS-ämnena minskar. Flera studier planeras av samma forskare för att följa upp hur PFAS-exponeringen påverkat människors hälsa. Bland annat kommer man att följa alla som bott i Ronneby sedan 1980 (sammanlagt cirka 65 000 människor) i olika vårdregister.

### 3.3. Källor till PFAS i miljön

En sammanställning av befintlig kunskap om källor och spridningsvägar av PFAS till miljön (vatten, mark, luft) har genomförts inom ramen för detta uppdrag (Hansson K. et al. 2016). Sammanställningen baseras till stor del på de användningsområden för PFAS, fram till avfallsledet, som Kemikalieinspektionen identifierat (Kemikalieinspektionen 2015a).

Här ges en sammanfattande beskrivning av kända och potentiella källor, spridningsvägar och uppskattade mängder av PFAS som sprids till miljön från olika källor. En mer utförlig beskrivning av källorna finns i bilaga 6 samt i underlagsrapporten (Hansson K. et al. 2016).

#### 3.3.1. Kända och potentiella källor samt spridningsvägar

PFAS kan tillföras miljön från tillverkning av PFAS (har aldrig funnits i Sverige), tillverkning av varor och kemiska produkter som innehåller PFAS, industriella

processer där PFAS används, användning av varor och kemiska produkter som innehåller PFAS, samt från avfallsledet. Dessutom tillförs svensk miljö PFAS från utländska källor via atmosfärisk deposition.

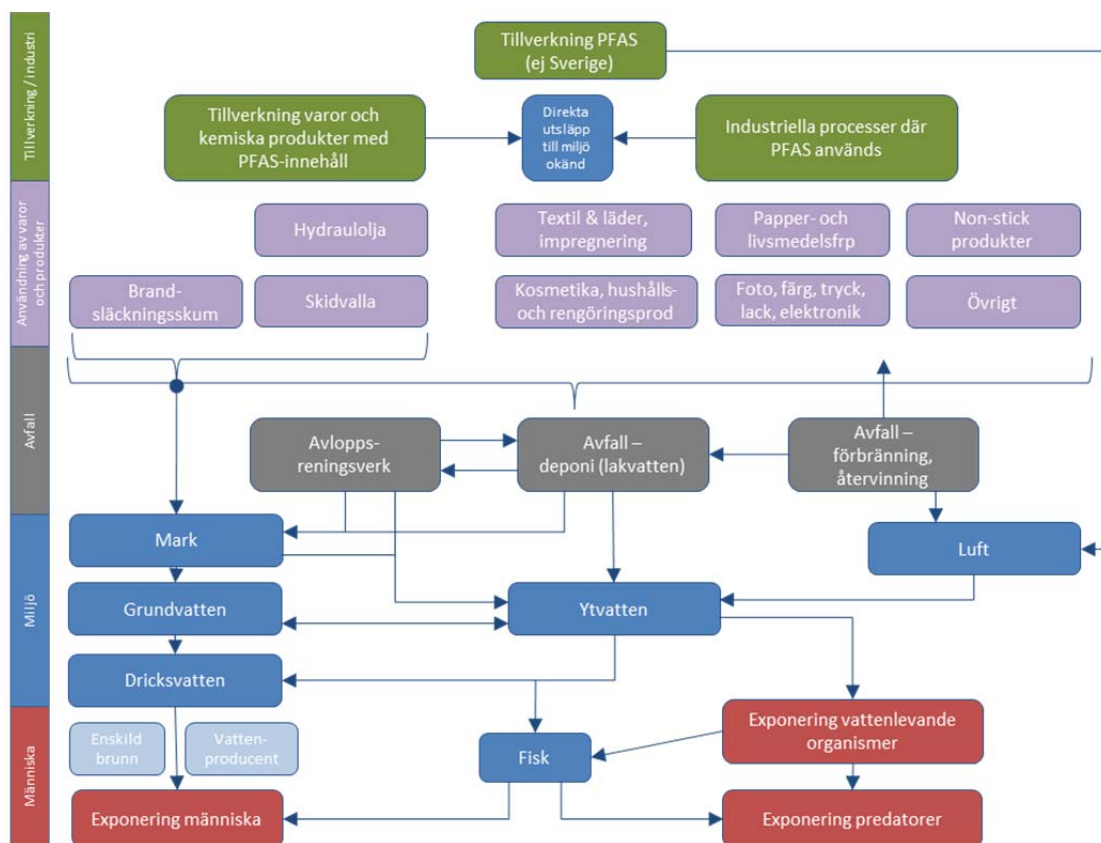
Anläggningar där tillverkning av varor och kemiska produkter som innehåller PFAS<sup>20</sup> sker (t.ex. brandsläckningsskum, textil, rengöringsmedel) och anläggningar där PFAS används i industriella processer (t.ex. metallbearbetning) kan vara direkta källor till PFAS i miljön. Även användning av vissa produkter (t.ex. brandsläckningsskum, hydraulolja och skidvalla) kan medföra direkta utsläpp till miljön. Sannolikt är utsläpp av PFAS via avfallsledet (avloppsreningsverk, anläggningar för avfallshantering) under och efter användning av PFAS-innehållande varor och kemiska produkter en betydande, så kallad sekundär, källa till PFAS i miljön.

Spridningsvägar i miljön och exponering av människor och djur sker främst via mark, yt- och grundvatten.

Se figur 7 för en schematisk bild över flöden och spridningsvägar.

---

<sup>20</sup> Kemikalieinspektionen har identifierat ett antal områden där högfluorerade ämnen används (Kemikalieinspektionen 2015a). Det betyder inte att alla varor och kemiska produkter inom dessa användningsområden innehåller högfluorerade ämnen.



Figur 7. Flöden av högfluorerade ämnen från tillverkning och användning i varor och kemiska produkter till miljön, samt exponeringsvägar för människa och miljö.

### 3.3.2. Geografisk spridning av kända och potentiella källor

Över 2 000 kända eller potentiella lokala källor (objekt) av PFAS till den svenska miljön har identifierats och kartlagts geografiskt. Både historiska och aktiva omfattas. (IVL 2016) Se figur 8.

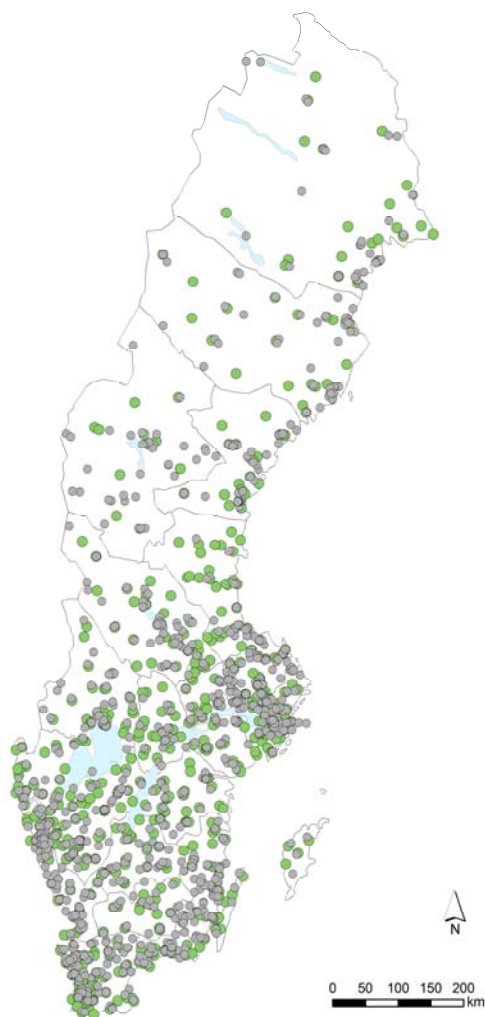


### Möjliga och bekräftade föroreningskällor till PFAS-utsläpp

- Misstänkta föroreningskällor (ingen rapporterad utsläppsmängd)
- Föroreningskällor med kända utsläpp

Kartan visar geografisk spridning av föroreningskällor där utsläpp av PFAS misstänks eller har bekräftats.

Merparten av föroreningskällorna med kända utsläpp utgörs av större bränder och avloppsreningsverk. Övriga föroreningskällor som visas i kartan är brandövningsplatser, flygplatser, industrier, deponier och anläggningar för farligt avfall.



Figur 8. Kända och potentiella källor till PFAS. Källa: IVL 2016.

### 3.3.3. Uppskattning av mängder

En uppskattning av vilka mängder PFAS och PFOS som släpps eller har släppts ut till miljön från olika källor har gjorts. Det ska noteras att alla angivna siffror är mycket grova uppskattningar och i många fall extrapolerade från ett mycket litet dataunderlag. Den sammanlagda mängden gäller för hela landet och kan *inte* kopplas till effekter av ett utsläpp lokalt. Antalet PFAS-ämnen som uppskattningarna av mängder har gjorts utifrån (summa-PFAS) varierar mellan 2 och 15 och kan därför inte jämföras rakt av. Sammantaget påvisar redogörelsen en mycket stor brist på data om utsläppsmängder samt en viss brist på kunskap om källor. Mer detaljer om källorna och underliggande data presenteras i bilaga 6 samt i Hansson K. et al. (2016).

Användningen av PFAS-haltigt brandsläckningsskum för övning och olycksbränder är den största lokala källan till svensk miljö över tid. Användningen av PFAS-innehållande brandsläckningsskum ger upphov till mycket höga punktutsläpp som förorenar mark, yt- och grundvatten. Cirka 50 000 liter PFAS-innehållande brandsläckningsskum används årligen i Sverige (Kemikalieinspektionen 2016a). Eftersom PFAS-innehållet i skummet inte framgår är beräkningar av hur mycket PFAS detta motsvarar idag osäkra. De ackumulerade utsläppen från cirka 1970- till 2000-talet vid brandövningsplatser i anslutning till flygplatser (28 stycken) uppskattas till cirka 1 600 kg PFAS (varav cirka 380 kg PFOS) vid civila flygplatser<sup>21</sup> och cirka 9 700 kg (varav cirka 2 300 kg PFOS) vid militära flygplatser<sup>22</sup>. Beroende på lokala förhållanden kan cirka hälften av de utsläppta mängderna finnas kvar i marken (Norström et al. 2015). Det kan ta flera hundra år innan bakgrundshalt nås i de förorenade områdena om inga åtgärder vidtas (Norström et al. 2015, Forsvarsmakten 2014b). Vid övriga brandövningsplatser (295 stycken) har inte mängderna kunnat uppskattas. Utsläpp av PFAS i samband med användning av brandsläckningsskum vid alla av Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps registrerade olycksbränder (drygt 9 000 stycken) uppskattas till cirka 660 kg (varav PFOS cirka 150 kg) mellan 1998-2014. (Hansson K. et al. 2016).

Den viktigaste transportvägen av PFAS från samhället (användning och slutlig hantering av varor och kemiska produkter) ut i miljön är sannolikt via avloppsreningsverk och anläggningar för avfallshantering, som lokalt kan utgöra betydande punktkällor. PFAS-haltigt avfall och avloppsvatten från industri kan också spridas den vägen. Utsläpp av PFAS till miljön från avloppsreningsverk (336 stycken) uppskattas till i genomsnitt cirka 70 kg/år (varav PFOS cirka 20 kg) via utgående vatten och cirka 5 kg/år via slam sedan cirka år 2004. Halten i utgående avloppsvatten har ökat sedan 2009, troligtvis till följd av en stadig ökning av högfluorerade ämnen i konsumentprodukter. Totala utsläpp av PFAS från deponi (365 stycken) via lakvatten uppskattas till cirka 70 kg/år (varav PFOS cirka 4 kg/år), varav cirka 8 kg PFAS sprids till miljön och resten avgår till avloppsreningsverk. Det finns inga uppskattade utsläppsmängder av PFAS till miljön från andra delar av avfallshanteringen (Hansson K. et al. 2016).

PFOS används för viss typ av metallbearbetning och fram till 2013 uppskattas cirka 40 kg/år släppas ut via luft och avloppsvatten. Direkta utsläpp från andra industriella verksamheter i Sverige är okänd. (Hansson K. et al. 2016).

Atmosfäriskt nedfall av PFAS över hela Sveriges yta, troligtvis till störst del med ursprung utanför Sverige, uppskattas till mellan cirka 650-1 700 kg/år (varav PFOS cirka 25-30 kg). (Hansson K. et al. 2016).

<sup>21</sup> Totalt 38 kg PFOS vid två flygplatser (Arlanda, Malmö) mellan cirka 1980-2008 (i.e. 38 på varje). 38 kg PFOS = 160 kg PFAS. Antal civila flygplatser = 10. (Hansson K. et al. 2016).

<sup>22</sup> 540 kg PFAS vid en flygplats (Tullinge) 1970-1990. 540 kg PFAS = 130 kg PFOS. Antal militära flygplatser = 18. (Hansson K. et al. 2016).

## 3.4. Halter av PFAS i miljön

### 3.4.1. Sammanfattning av halter av PFAS i miljön

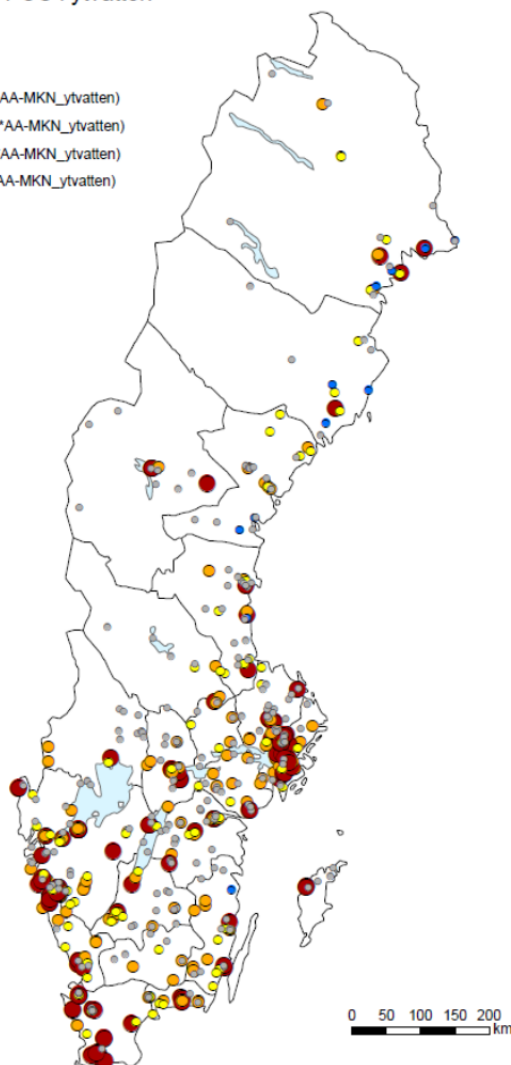
PFAS-ämnen är vitt spridda i vattenmiljön och hittas i samtliga undersökta matriser. Fyndfrekvenserna är högst i fiskätande däggdjur och sjöfågelägg och de allra högsta halterna har hittats i minklever. PFAS-ämnen hittas i ytvatten och fisk även från områden med enbart atmosfärisk deposition men halterna är betydligt högre i mer påverkade områden. PFAS-ämnen hittas även i grundvattnet men främst i förorenade områden. PFAS hittas också i råvatten och dricksvatten företrädesvis i områden med identifierade risker för PFAS-förorening.

Den sammanlagda bilden av tidigare och nyare analyser bekräftar att PFAS-ämnen hittas i ytvatten över hela Sverige (se figur 9). Halterna är dock generellt mycket låga eller inte möjliga att detektera i områden med enbart atmosfärisk deposition.

Resultaten från screeningen genomförd 2015 presenteras i mer detalj i kapitel 3.4.4.

### Medelhalter av PFOS i ytvatten

- Ej detekterat
- <0,13 ng/l (<0,2\*AA-MKN\_ytvatten)
- 0,13-0,65 ng/l (0,2-1\*AA-MKN\_ytvatten)
- 0,65-6,5 ng/l (1-10\*AA-MKN\_ytvatten)
- >6,5 ng/l (>10\*AA-MKN\_ytvatten)



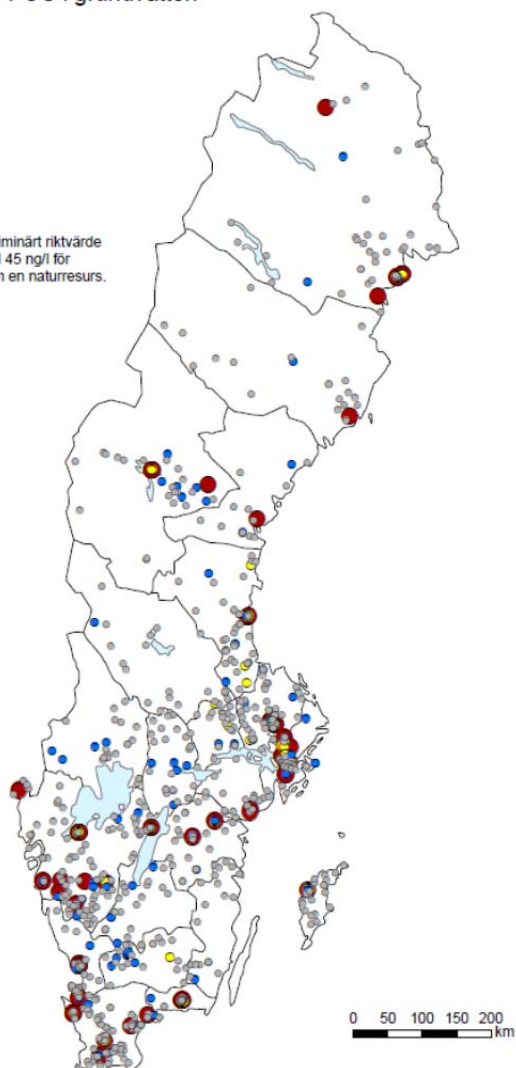
Figur 9. Geografisk spridning av uppmätta halter av PFOS i ytvatten. Orange och röda prickar innebär att halten överstiger MKN<sub>ytvatten</sub>. Karta: SGU.

PFAS-ämnen hittas också i grundvatten men främst i förorenade områden, se figur 10.

### Medelhalter av PFOS i grundvatten

- Ej detekterat
- 0-10 ng/l
- 10-45 ng/l
- 45-90 ng/l
- >90 ng/l

SGI har tagit fram ett preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten till 45 ng/l för skydd av grundvatten som en naturresurs.



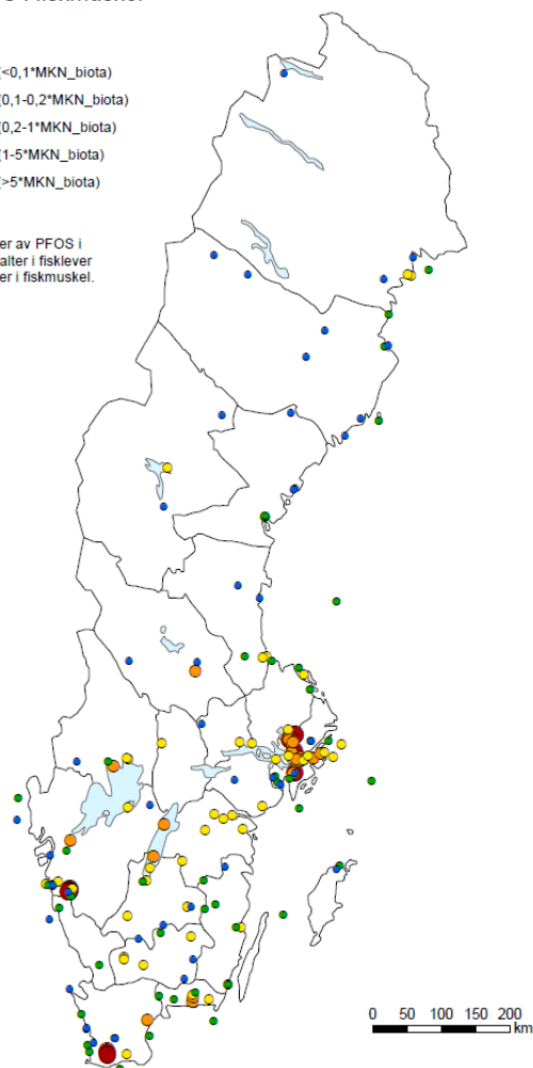
Figur 10. Geografisk spridning av uppmätta halter av PFOS i grundvatten. Karta: SGU.

De allra högsta halterna av PFAS-ämnen i fisk hittas i anslutning till punktkällor, på de flesta andra håll ligger halterna under gränsvärdet för humankonsumtion. Se figur 11.

### Halter av PFOS i fiskmuskel

- <0,9 ng/g vv (<0,1\*MKN<sub>biota</sub>)
- 0,9-1,8 ng/g vv (0,1-0,2\*MKN<sub>biota</sub>)
- 1,8-9,1 ng/g vv (0,2-1\*MKN<sub>biota</sub>)
- 9,1-45,5 ng/g vv (1-5\*MKN<sub>biota</sub>)
- >45,5 ng/g vv (>5\*MKN<sub>biota</sub>)

Kartan visar medelhalter av PFOS i fiskmuskel per lokal. Halter i fisklever har omvandlats till halter i fiskmuskel.



Figur 11. Geografisk spridning av uppmätta halter av PFOS i fiskmuskel (medelhalter per lokal och år). Halter i lever har omvandlats till motsvarande muskelhalter. Orange och röda prickar innebär att halten överstiger MKN<sub>biota</sub>. Karta: SGU.

Totalt har PFAS-ämnena nu analyserats i råvatten eller dricksvatten från åtminstone 660 av landets 1 893 allmänna vattentäkter (i bruk 2015). För de vattentäkter med PFAS-mätningar som det finns koordinater för beskrivs avståndet till närmaste kända potentiella PFAS-källa i tabell 1. Andelen med medelhalter av PFAS<sub>7</sub> över 1 ng/l ligger mellan 18 och 63 % beroende på avstånd till föroreningskälla, andelen ökar ju närmre källan vattentäkten ligger. Men det förekommer också höga halter i vattentäkter långt från identifierade potentiella källor.

**Tabell 1. Halter av PFAS<sub>7</sub> i allmänna vattentäkter i förhållande till närmaste kända potentiella PFAS-föroreningskälla; brandövningsplats, deponi, flygplats eller anläggning för farligt avfall. I denna sammanställning har industrier och avloppsreningsverk uteslutits eftersom de förmodligen är av mindre risk för (grund)vattentäkter.**

Medelvärde av summan kvantifierade PFAS <sub>7</sub> (ng/l)	Avstånd till närmaste kända föroreningskälla						Antal vattentäkter
	<500	500-1 000	1 000-2 000	2 000-5 000	5 000-10 000	>10 000 m	
<1	3	6	21	80	107	295	512
1-10	1	0	9	21	25	51	107
10-45	2	1	1	3	4	10	21
45-90	1	0	0	0	1	2	4
90-900	1	1	2	1	2	2	9
>900 ng/l	0	0	0	0	0	1	1
Antal vattentäkter	8	8	33	105	139	361	654

### 3.4.2. Bedömningsgrunder

Nedan beskrivs kortfattat bakgrunden till de bedömningsgrunder som använts för att bedöma risken med PFAS<sub>7</sub> respektive PFOS för människor och miljö. För övriga PFAS saknas vedertagna bedömningsgrunder även om Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) fastställt ett tolerabelt dagligt intag (TDI) för PFOA (EFSA 2008).

#### Ytvatten och fisk

PFOS ingår bland de ämnen som är prioriterade enligt ramdirektivet för vatten och för vilka en miljö kvalitetsnorm (MKN) fastställts (som ska användas för att fastställa en vattenförekomst<sup>23</sup> kemiska status). Miljö kvalitetsnormen ska vara skyddande för både människors hälsa och miljön. För PFOS utgår miljö kvalitetsnormen från EFSA:s TDI på 0,15 µg/kg/dag och är fastställt för fisk (MKN<sub>biota</sub>) till 9,1 µg/kg våtvikt (2013/39 EU, HVMFS 2015:4<sup>24</sup>). Det innebär att det bedöms som säkert för människor att äta fisk som innehåller lägre halter PFOS (metodiken för framtagandet av en sådan hälsobaserad norm är dock under

<sup>23</sup> "Enligt Vattendirektivet är en ytvattenförekomst "en avgränsad och betydande vattenförekomst som till exempel en sjö, ett magasin, en å, flod eller kanal, ett vatten i övergångszon eller en kustvattensträcka" och en grundvattenförekomst "en avgränsad volym grundvatten i en eller flera akviferer". En vattenförekomst tillhör en typ, har en status (vattenkvalitet) och bedöms utsättas för en specificerad nivå av påverkan. Ett vattendrag eller en sjö kan bestå av flera vattenförekomster. Se vidare <https://www.havochvatten.se/funktioner/ordbok/ordbok/u---o/ordbok-u-o/2013-03-14-vattenforekomst.html>

<sup>24</sup> Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.

diskussion inom EU). Omräknat till vattenfas blir denna norm 0,65 ng/l för inlandsvatten och 0,13 ng/l för andra ytvatten (AA-MKN<sub>yvatten</sub><sup>25</sup>).

Miljö kvalitetsnormen för fisk gäller för muskelvävnad. Inom den svenska miljöövervakningen mäts dock PFAS-ämnen vanligtvis i lever. Naturhistoriska riksmuseet har tagit fram omräkningsfaktorer från muskel till lever för abborre, sill/strömming och tånglake (Faxneld et al. 2014). De omräknade gränsvärdena är 155 µg PFOS/kg våtvikt i lever av abborre och sill/strömming respektive 55 µg PFOS/kg våtvikt i lever av tånglake.

PFOS toxicitet har även bedömts med avseende på risk för sekundär förgiftning samt giftighet för vattenlevande organismer. Halterna av PFOS i fisk bör inte överskrida 33 µg/kg våtvikt för skydd av predatorer medan halterna i vatten bör ligga under 0,23 µg/l (0,023 µg/l i marina vatten) för att pelagiska organismer ska skyddas (EU 2011).

### **Dricksvatten**

Det finns idag inga rättsligt bindande gränsvärden för PFAS i dricksvatten. Enligt 7 § i Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) om dricksvatten får dricksvattnet inte innehålla ämnen i sådana halter att de kan utgöra en risk för människors hälsa. Livsmedelsverket har därför fastställt en åtgärdsgräns respektive ett hälsobaserat riktvärde som gäller för summan av sju PFAS-föreningar (PFBS, PFHxS, PFOS, PFPeA, PFHxA, PFHpA och PFOA). Då toxikologiska data saknas för flertalet av dessa föreningar har man utgått från toxiciteten hos PFOS, som bedömts vara den mest toxiska, och riskerna har antagits vara additiva (Livsmedelsverket, u. å.).

Åtgärdsgränsen är satt till 90 ng/l och ska tillämpas av dricksvattenproducenter och kontrollmyndigheter för att avgöra om förekomsten av PFAS i dricksvattnet kan utgöra en hälsofara. Om åtgärdsgränsen överskrids i dricksvatten ska producenten snarast vidta åtgärder för att sänka halten av PFAS.

Det hälsobaserade riktvärdet är 900 ng/l vatten. 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. Foster och mycket små barn är extra känsliga för påverkan. Det är därför viktigt att de får i sig så små mängder som möjligt av ämnet. Livsmedelsverket bör vid ett överskridande kontaktas för en individuell riskvärdering.

Livsmedelsverket har i början av mars 2016 uppdaterat rekommendationerna om riskhanteringsåtgärder för dricksvatten. Uppdateringen innebär att åtgärdsgränsen och riktvärdet för PFAS i dricksvatten är samma som tidigare. Skillnaden är att den totala halten PFAS ska beräknas som summan av 11 PFAS i stället för som tidigare summan av 7 PFAS. Detta innebär att nu även 6:2 FTS, PFBA, PFNA och PFDA

---

<sup>25</sup> Miljö kvalitetsnorm för ytvatten uttryckt som årsmedelvärde (AA = Annual Average).



ska inkluderas i summan av PFAS-ämnen (Livsmedelsverket 2016). Vidare har beräkning av summaparametern förenklats genom att endast halter av uppmätta PFAS summeras, tidigare inkluderades halva kvantifieringsgränsen för de PFAS som ej kvantifierats. Eftersom beskedet om uppdateringen kom i detta uppdrags slutskede har vi inte kunnat ta hänsyn till uppdateringen i bedömningen.

### **Grundvatten**

SGI har tagit fram ett preliminärt riktvärde för skydd av grundvatten på 45 ng PFOS/l (Pettersson et al. 2015). Det skyddsobjekt som huvudsakligen påverkar det preliminära riktvärdet för grundvatten är skyddet av grundvatten som potentiell dricksvattenresurs, men även intaget av grundvatten som dricksvatten samt skyddet av ytvatten respektive våtmark. Nivån för skydd av grundvatten som en naturresurs är satt till en halt som motsvarar halva värdet av Livsmedelsverkets åtgärdsgräns för PFAS.

### **Mark**

SGI har tagit fram ett preliminärt riktvärde för känslig respektive mindre känslig markanvändning (Pettersson et al. 2015). För känslig markanvändning är det preliminära riktvärdet 0,003 mg/kg torrsubstans. Riktvärdet styrs av skyddet av markmiljö.

För mindre känslig markanvändning är det preliminära riktvärdet 0,020 mg/kg torrsubstans. Detta preliminära riktvärde styrs av skyddet av grundvatten.

### **Osäkerheter gällande TDI**

Sedan TDI-värdet för PFOS togs fram 2008 har ytterligare data presenterats som tyder på att PFOS (och även PFOA) är mer toxiskt än vad man tidigare trott. USA:s Naturvårdsverk (US EPA<sup>26</sup>) och ATSDR<sup>27</sup> har sammanställt dagens kunskaper avseende kopplingen mellan PFOS/PFOA och hälsoeffekter (US EPA, 2014 a, b; ATSDR, 2015). Deras förslag är att TDI-värdet för PFOS sänks 5 gånger, från 150 till 30 ng/kg/dag och att TDI-värdet för PFOA sänks 70 gånger, från 1 500 till 20 ng/kg/dag. Om en sådan sänkning skulle genomföras skulle de av ovanstående gräns- och riktvärden som baseras på TDI-värdet behöva sänkas.

#### **3.4.3. Tidigare uppmätta halter**

Sammanställningen av tidigare uppmätta halter av PFAS i svensk miljö (Boström, G. 2015a) omfattar mätningar av PFAS i stort sett samtliga matriser i den svenska miljön. Totalt är det ett knappt 40-tal PFAS-ämnen som analyserats åtminstone vid ett tillfälle under perioden 2000-2015 (se bilaga 3). Nedan redovisas tidigare uppmätta halter av PFAS-ämnen i yt- och grundvatten, liksom råvatten och dricksvatten, biota och jord. Halter i dagvatten, utgående vatten från avloppsreningsverk och deponilakvatten redovisas kortfattat nedan medan

<sup>26</sup> United States Environmental Protection Agency

<sup>27</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry

mätningar i andra matriser redovisas i Boström, G. (2015a). Tidigare uppmätta halter har använts som underlag för beräkningar av PFAS-utsläpp från potentiella källor till PFAS-föroreningar (t.ex. luft, nederbörd, lakvatten och avloppsvatten), se kapitel 3.34 och Hansson K. et al. (2016).

Provtagningslokalerna har klassificerats i en av tre kategorier - bakgrund, diffus eller punktkälla - med utgångspunkt från indelningen i IVL:s screeningdatabas eller den bedömning som gjorts i ursprungsundersökningen. I de fall nya bedömningar har gjorts inom ramen för detta uppdrag har en lokal bedömts som bakgrundslokal om den enda kända källan är atmosfärisk deposition, som punktkälla om mätningarna gjorts i direkt anslutning till en känd källa och som diffus i övriga fall, t.ex. när mätningar gjorts i urban miljö eller i en recipient med påverkan från många olika kända källor. Punktkällan har angivits som brandövningsplats oavsett om det är en separat brandövningsplats, eller en brandövningsplats lokaliserad till en verksamhet, t.ex. flygplats eller industri. Det saknas dock i stor utsträckning mätningar gjorda i anslutning till andra kända möjliga punktkällor än flygplatser och brandövningsplatser.

PFAS-analyserna i detta underlag är inte alltid helt jämförbara, bland annat eftersom analyserna gjorts i olika syften, av olika laboratorier, med olika detektionsgränser. Antalet PFAS-ämnen som analyserats har också varierat mycket. Av denna anledning är det inte möjligt att dra så långtgående slutsatser av t.ex. PFAS-mönstret i de olika matriserna.

### **Ytvatten**

PFAS-ämnen hittas i över 80 % av alla analyserade ytvattenprover oavsett påverkanskälla. Högst är halterna i anslutning till förorenade markområden (se figur 12). Den enda undersökningen av ytvatten i anslutning till en avfallsanläggning tyder på att sådana kan ge direktutsläpp av PFAS till miljön. PFOS dominerar fynden utanför bakgrundslokaler. En fluortelomersulfonat, som är vanlig i nyare former av brandsläckningsskum påträffas i mer än hälften av alla ytvattenprover.

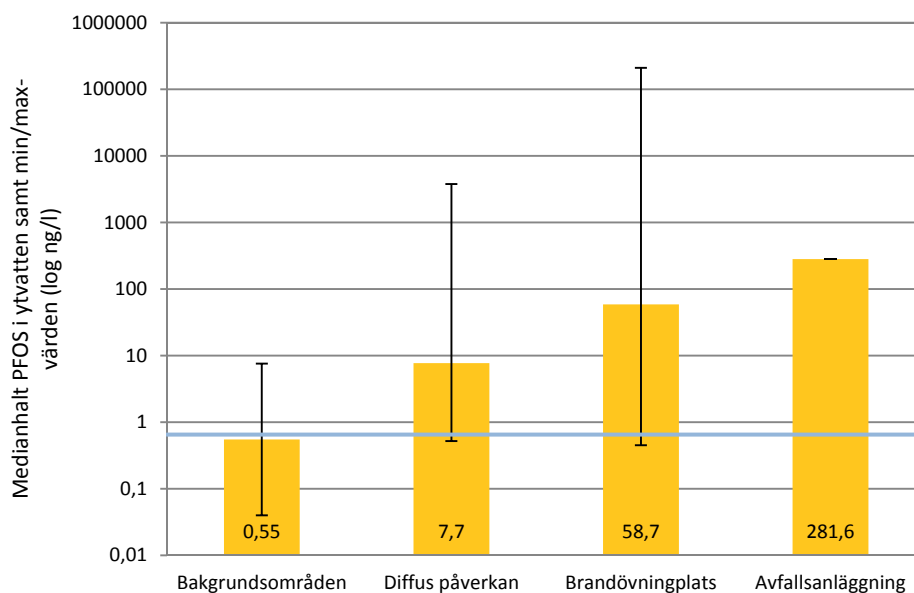
I bakgrundsområden (60 lokaler) återfinns 14 st av analyserade PFAS-ämnen. Variationen i medelhalter är inte så stor mellan olika PFAS-ämnen men halterna förefaller vara något högre av mer kortkedjiga PFAS samt en fluortelomersulfonat jämfört med PFOS. Median- respektive medelhalt av PFOS är 0,55 respektive 1,5 ng/l. Årsmedelvärdena är i 33 % av fallen högre än AA-MKN för PFOS (0,65 ng/l), inte i något fall överskrider halterna de halter som bedöms leda till effekter för pelagiska organismer. Medelhalten av summan av de 10 PFAS-ämnen<sup>28</sup> (PFAS<sub>10</sub>) som analyserats i ytvatten från alla områden utom avfallsanläggningen är 13,5 ng/l.

<sup>28</sup> Dessa 10 PFAS omfattar PFOS, PFOA, PFHxS, PFHxA, PFHpA, PFNA, PFDA, PFBS, 6:2 FTSA och FOSA.

I områden med diffus påverkan (34 lokaler) har betydligt färre antal PFAS-ämnen analyserats än i bakgrundsområden och vid punktkällor, och endast 10 olika ämnen har detekterats. PFOS dominerar både när det gäller fyndfrekvens och uppmätta halter följt av PFOA och kortkedjiga PFAS, det är dock få långkedjiga PFAS som analyserats. Median- respektive medelhalt av PFOS är 7,7 respektive 42,3 ng/l. I 84 % av fallen är medelvärdena per lokal och år högre än AA-MKN för PFOS, och i cirka 3 % av fallen överskrider halterna även de halter som bedöms påverka vattenlevande organismer. Medelhalten av summan av PFAS10 är 99,5 ng/l.

I ytvatten vid brandövningsplatser (214 lokaler) har 18 av analyserade PFAS-ämnen återfunnits. Även här återfinns PFOS i högst halter följt av kortkedjiga PFAS och den fluortelomersulfonat som förekommer i nyare brandsläckningsskum, 6:2 FTSA. Median- respektive medelhalt av PFOS är 58,7 respektive 1 207 ng/l. I 89 % av fallen är medelvärdena per lokal och år högre än AA-MKN för PFOS och i cirka 24 % av fallen överskrider halterna även de halter som bedöms påverka vattenlevande organismer. Medelhalten av PFAS10 är 3 193 ng/l.

Ytvatten har också analyserats i anslutning till en avfallsanläggning. Medelhalten av PFOS var 281,6 ng/l dvs. långt över AA-MKN för PFOS. Även PFOA, PFHxS och PFHxA hittades i halter mellan 14,6 och 60,2 ng/l.



Figur 12. Medianhalter samt max- och min-värden av PFOS i ytvatten från områden med olika typer av påverkan (prover tagna 2000-2015). Även områden där påverkan beskrivs som diffus kan vara påverkade av utsläpp från brandövningsplats eller flygplats. Den blå linjen anger AA-MKN för ytvatten (0,65 ng/l).

## Grundvatten

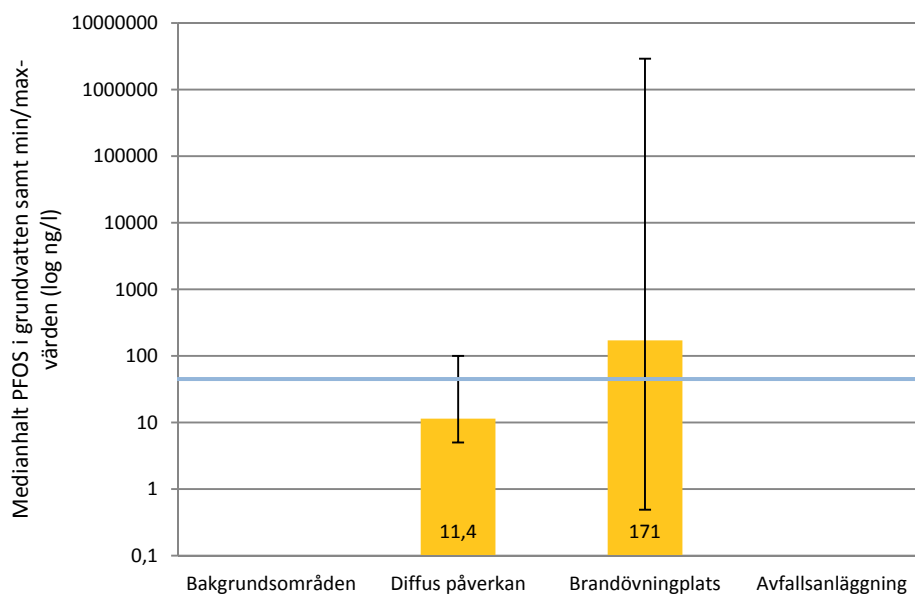
PFAS-ämnen hittas oftare och i högre halter i grundvatten i anslutning till brandövningsplatser och flygplatser än i områden med mer diffus förorening (se figur 13). Tillförlitliga data från bakgrundsområden och deponier saknas.

I sammanställningen av tidigare uppmätta halter data saknas grundvattenprover från områden som bedömts som bakgrundslokaler. År 2003 gjordes dock en screening vid 14 källor då PFOS analyserades men inte hittades (Aastrup och Lewin Pihlblad 2004). Detektionsgränsen var så hög (1 000 ng/l) att inga slutsatser om förekomsten av PFOS kan dras från denna undersökning.

PFAS-ämnen hittas i knappt 40 % av analyserade grundvattenprover från områden med diffus förorening (53 lokaler). Median- respektive medelhalter för PFOS i dessa prover är 11,4 respektive 23,5 ng/l. Vid ett par lokaler där PFAS kunde detekteras översteg dock halterna det preliminära riktvärdet för grundvatten (45 ng/l). Medelhalten för PFAS<sub>7</sub> är 209,6 ng/l vilket ligger över åtgärdsgränsen (90 ng/l) för PFAS<sub>7</sub>, men endast 6 av de 7 ämnena har analyserats.

I anslutning till brandövningsplatser hittas PFAS-ämnen i nästan 80 % av grundvattenproverna (271 lokaler). Median- respektive medelhalter för PFOS är 171 respektive 24 463 ng/l. I 66 % av proverna där PFOS detekterats överskrider halterna riktvärdet för grundvatten. Medelhalten för PFAS<sub>7</sub> på 43 927 ng/l ligger både över åtgärdsgränsen respektive det hälsobaserade riktvärdet i dessa prover.

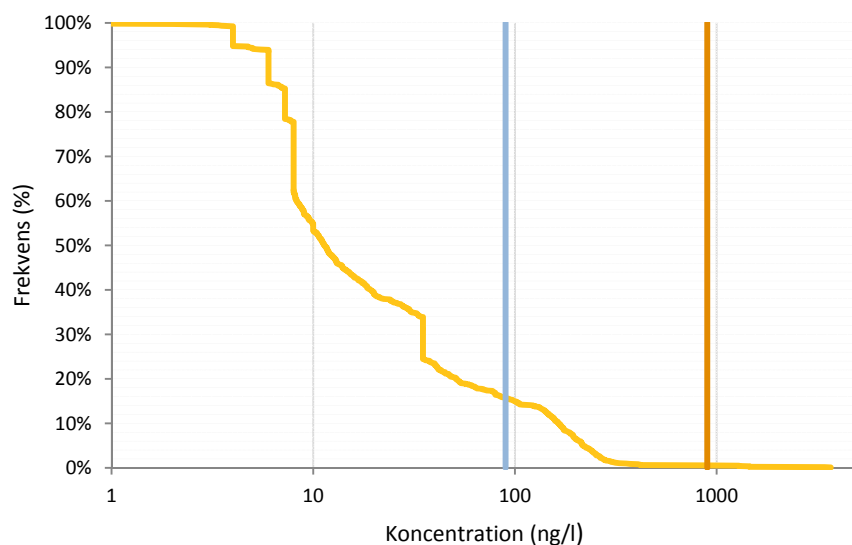
Få undersökningar av grundvatten på avfallsanläggningar eller deponier finns tillgängliga. I dessa prover på totalt 6 olika lokaler har endast PFOA detekterats. Detektionsgränsen var dock i fyra av dessa fall så hög (10 000 ng/l) att inga slutsatser om förekomsten av PFOS kan dras.



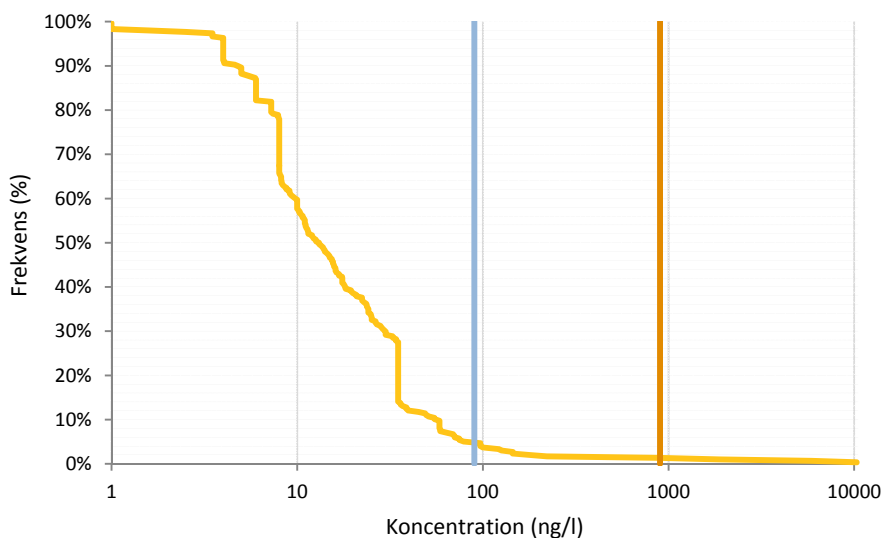
Figur 13. Medianhalter samt max- och min-värden av PFOS i grundvatten från områden med olika typer av påverkan (prover tagna 2000-2015). Även områden där påverkan beskrivs som diffus kan vara påverkade av utsläpp från brandövningplats eller flygplats. Den blå linjen anger det preliminära riktvärdet för grundvatten (45 ng/l). Ett fåtal mätningar finns från bakgrundsområden respektive avfallsanläggningar, PFOS kunde inte detekteras i dessa undersökningar, men detektionsgränsen överstiger vida det preliminära riktvärdet för grundvatten.

### Råvatten och dricksvatten

I sammanställningen ingår analyser av PFAS-ämnena i drygt 1 500 prover på råvatten eller dricksvatten som gjorts fram till och med 2014. Fyndfrekvensen av PFAS i råvatten och dricksvatten är drygt 20 %. PFAS<sub>7</sub>-halter över åtgärdsgränsen 90 ng/l hittades i 16 % av råvattenproverna och 14 % av dricksvattenproverna. I 6 % av råvattenproverna var halterna också högre än det hälsobaserade riktvärdet på 900 ng/l medan 0,5 % av dricksvattenproverna hade så höga halter (se figur 14 och 15).



Figur 14. Omvänd kumulativ fördelning av summakoncentrationer av PFAS<sub>7</sub> i råvatten till dricksvattenproduktion på vattenverk (N=1283). Den blå linjen markerar åtgärdsgränsen 90 ng/l och den orangea linjen visar åtgärdsgränsen 900 ng/l för 7 PFAS. 201 prover (cirka 16 %) har en koncentration över eller lika med 90 ng/l och 6 prover (cirka 0,5 %) har en koncentration över eller lika med 900 ng/l.



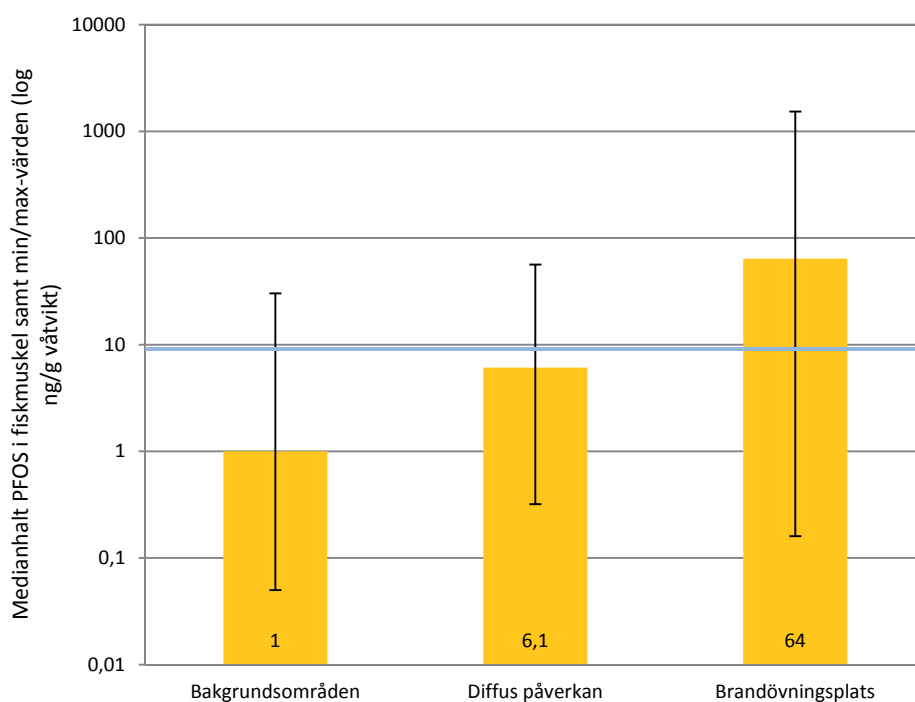
Figur 15. Omvänd kumulativ fördelning av summakoncentrationer av PFAS<sub>7</sub> i dricksvatten från vattenverk (N=298). Den blå linjen markerar åtgärdsgränsen 90 ng/l och den orangea linjen visar åtgärdsgränsen 900 ng/l för 7 PFAS. 14 prover (cirka 5 %) har en koncentration över eller lika med 90 ng/l och 3 prover (cirka 1 %) har en koncentration över eller lika med 900 ng/l.

Av de grundvattenprover som tagits i anslutning till brandövningsplatser så kommer ett mindre antal (22 stycken) från enskilda brunnar (rapporteringsgräns mellan 1-10 ng/l). Endast i fem fall hittades kvantifierbara halter av PFAS. Summahalterna av PFAS<sub>7</sub> (inklusive 0,5 ggr kvantifieringsgränsen) i dessa fem brunnar varierade mellan 1,4 och 103 ng/l. De tre brunnar med högst halter (27-103 ng/l) låg 0-1,6 km från respektive brandövningsplats.

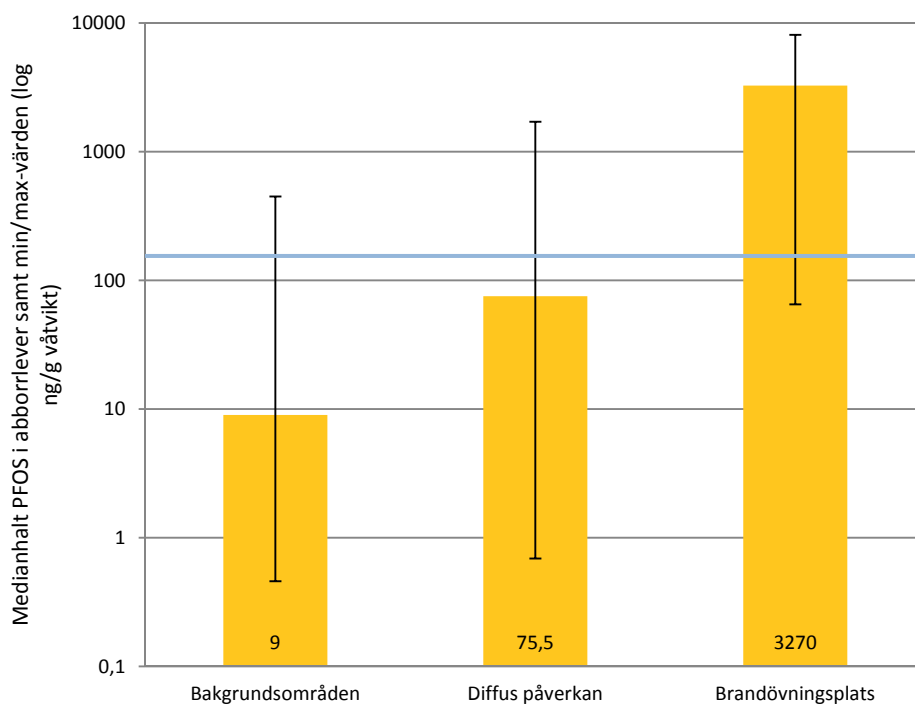
## Fisk

PFAS-ämnen hittas i nästan samtliga fiskprover oavsett närheten till och typ av påverkanskälla. Högst frekvens överskridanden av gränsvärdet ses i områden med markförorening. (Se figur 16 och 17.)

MKN<sub>biota</sub> för PFOS överskrids i ett fåtal prover från det som i den ursprungliga undersökningen bedömts som bakgrundsområden, men dessa kommer samtliga från lokaler som snarare är att betrakta som diffust (eller direkt) påverkade av föroreningar (Åsundaön i Vänern, Lilla Värtan samt Fysingen i närheten av Rosersberg). I fisk provtagen i närheten av brandövningsplatser överskrider medelhalterna per lokal och år MKN<sub>biota</sub> för PFOS i drygt 60 % av fallen. Även på lokaler som bedömts som diffust påverkade är halterna av PFOS förhöjda i fisk. I drygt 30 % av fallen överskrids MKN<sub>biota</sub> för PFOS. En närmare analys visar dock att majoriteten av dessa lokaler också ligger, om inte i direkt anslutning, så åtminstone i närheten av en brandövningsplats eller en flygplats där avrinning från denna antingen är bekräftad eller kan misstänkas. Analyser av PFAS i fisk saknas i direkt anslutning till andra punktkällor än flygplatser och brandövningsplatser.



Figur 16. Medianhalter samt max- och min-värden av PFOS i fiskmuskel från områden med olika typer av påverkan (prover från 2000-2015). Även områden där påverkan beskrivs som diffus kan vara påverkade av utsläpp från brandövningsplats eller flygplats. Den blå linjen anger MKN<sub>biota</sub> (9,1 ng/g vv).

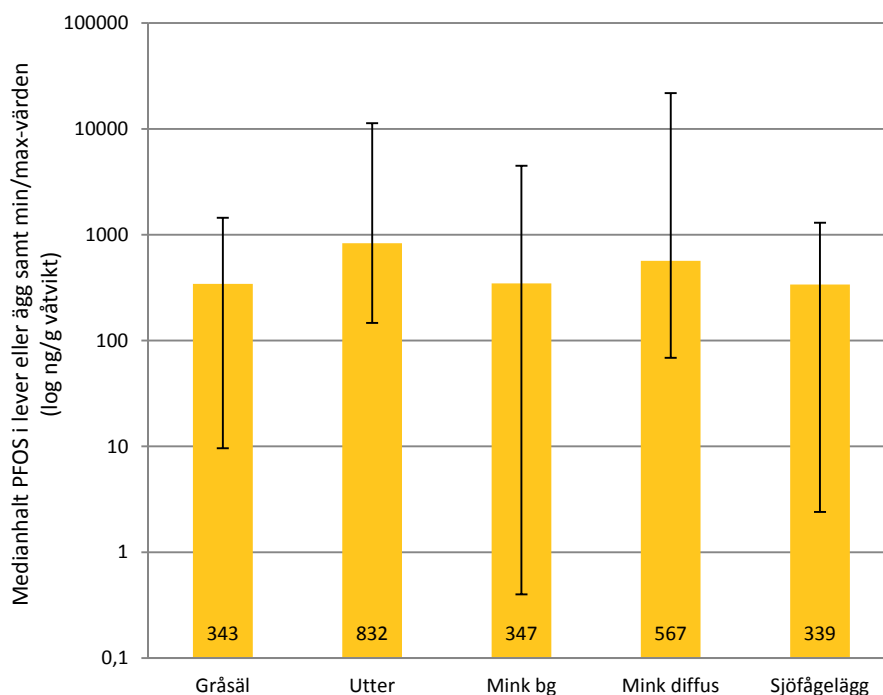


Figur 17. Medianhalter samt max- och min-värden av PFOS i abborrlever från områden med olika typer av påverkan (prover från 2000-2015). Även områden där påverkan beskrivs som diffus kan vara påverkade av utsläpp från brandövningsplats eller flygplats. Den blå linjen anger  $MKN_{biota}$  omvandlat till abborrlever (155 ng/g vv).

### Övrig biota

Data har också sammanställts från mätningar i däggdjur och fågel som lever av fisk, såsom gråsäl, utter, mink, sillgrissla, strandskata, fisktärna och ejder (se figur 18). PFAS-ämnen har påträffats i nästan 100 % av analyserade prover. Typiskt för dessa prover är att medelhalterna av PFOS är betydligt högre (cirka 10-100 ggr) än övriga analyserade PFAS-ämnen (8-16 stycken). Medelhalterna av PFOS ligger i bakgrundsområden i storleksordningen 300-800 ng/g vv (i lever eller ägg). De högsta halterna påträffas i utter (maxhalt drygt 11 000 ng/g vv). Mink från påverkade områden kan ha ännu högre halter (maxhalt drygt 21 000 ng/g vv).

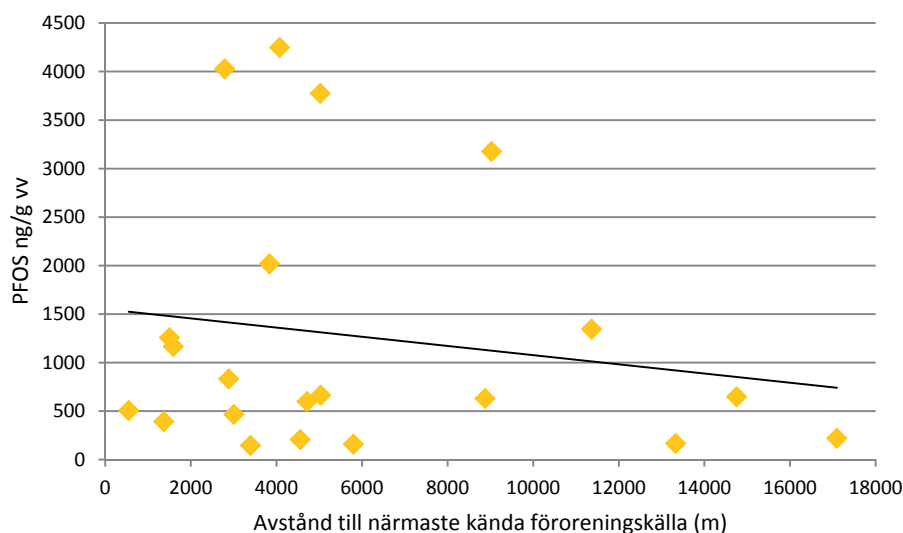




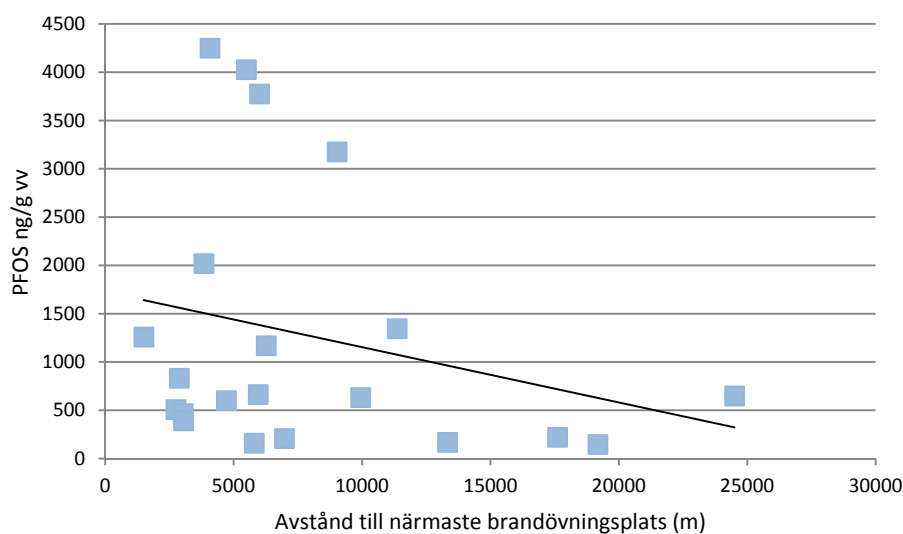
Figur 18. Medianhalter samt max- och min-värden av PFOS i lever respektive ägg från olika typer av fiskätande djur (prover från 2000-2015). Mink från både bakgrundslokaler och mer påverkade områden har analyserats. Övriga djur bedöms komma från bakgrundsområden såtillvida att de inte bedöms representera exponering för urban miljö eller en punktkälla.

Samtliga uttrar uppges ha samlats in i områden utan direkt koppling till en potentiell föroreningskälla. Utifrån angivna koordinater för fynd/fångstplats (i de fall uppgifter om detta finns) har en analys gjorts av PFOS-halterna i förhållande till avståndet till närmaste kända potentiella PFAS-källa respektive avstånd till närmaste brandövningsplats (se figur 19 och 20).

Halterna varierar en hel del, vilket är väntat då ingen hänsyn tagits till biologiska faktorer som kön, ålder, längd och vikt eller vilken föda djuret ätit. Dessutom innebär ett vattendrags närhet till en källa inte automatiskt att det är förorenat och därmed att uttrarnas föda är det. Även om uttrarna visserligen är revirhävdande kan reviren omfatta upp till 20 km längs ett vattendrag. Det förefaller dock finnas ett svagt samband med avstånd från potentiell källa, dvs. halterna är högre ju närmre en potentiell källa uttern påträffats.

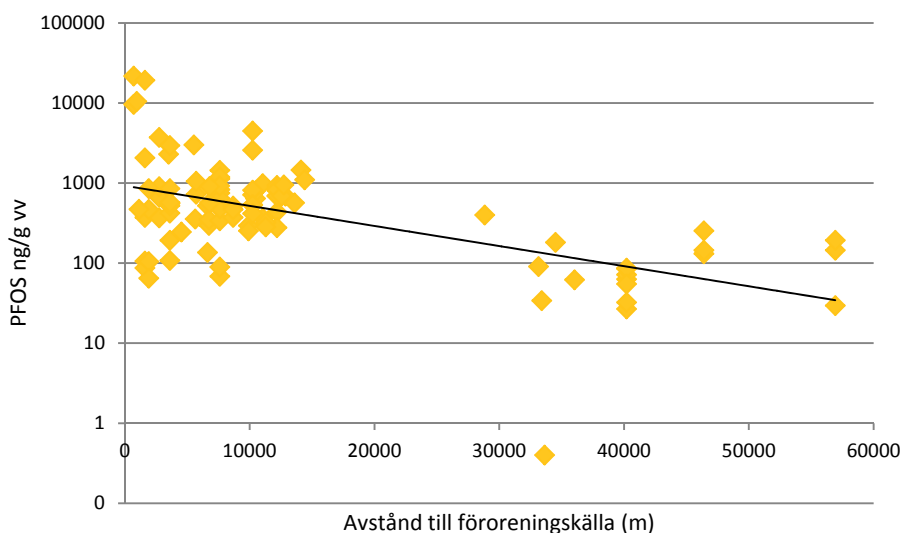


Figur 19. Figuren visar relationen mellan halten av PFOS i utterlever och avståndet till närmaste kända potentiella föroreningskälla (avloppsreningsverk, flygplats, brandövningsplats, industri eller deponi). Ingen hänsyn har tagits till biologiska faktorer som t.ex. kön och ålder.

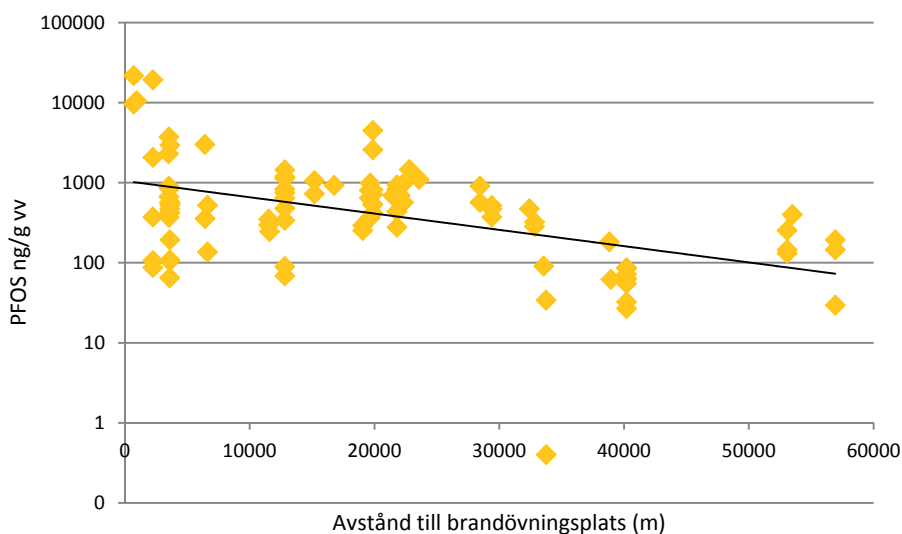


Figur 20. Figuren visar relationen mellan halten av PFOS i utterlever och avståndet till närmaste kända brandövningsplats. Ingen hänsyn har tagits till biologiska faktorer som t.ex. kön och ålder.

Även för minkar ser det trots stora variationer i halter ut att finnas ett samband mellan PFOS-halter och avståndet till närmaste kända potentiella PFAS-källa respektive avstånd till närmaste brandövningsplats (se figur 21 och 22). Minkarna kommer från både bakgrundsområden och vad som bedömts som mer påverkade områden vilket avspeglas i figur 21. Minkarna vistas huvudsakligen i ett hemområde men det är betydligt mindre än uttrarnas revir och omfattar cirka 3 km längs ett vattendrag.



Figur 21. Figuren visar relationen mellan halten av PFOS i minklever (från hanar) och avståndet till närmaste kända potentiella föroreningskälla (avloppsreningsverk, flygplats, brandövningsplats, industri eller deponi). Ingen hänsyn har tagits till biologiska faktorer som ålder, längd och vikt.



Figur 22. Figuren visar relationen mellan halten av PFOS i minklever (från hanar) och avståndet till närmaste brandövningsplats. Ingen hänsyn har tagits till biologiska faktorer som ålder, längd och vikt.

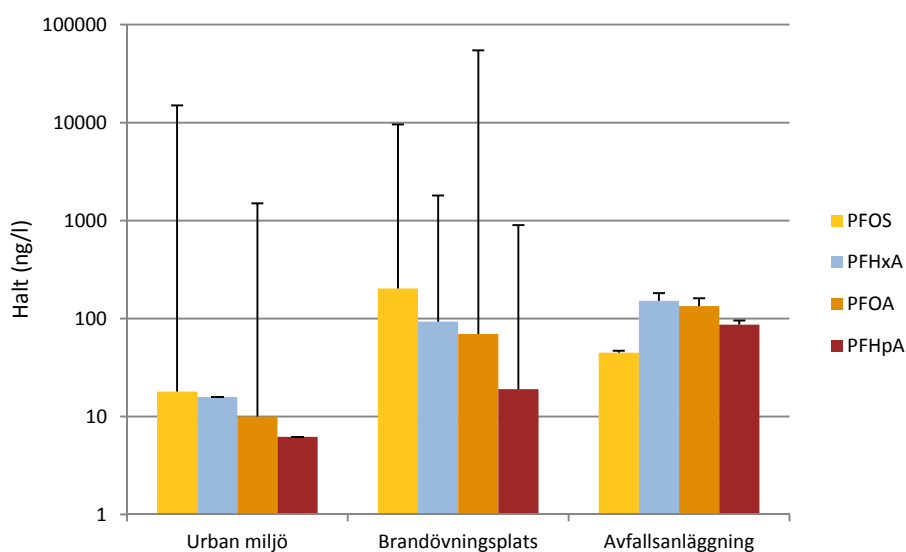
### Tidstrender i marin och limnisk miljö

För samtliga undersökta PFAS-ämnen skiljer sig tidstrenden (2004 till 2013) i fisk från marin miljö mellan olika lokaler. På vissa lokaler ökar halterna, på andra minskar de och på åter andra syns ingen trend. Den längsta analyserade tidstrenden (1968-2013) har tagits fram för sillgrissleägg från Stora Karlsö. Samtliga analyserade PFAS-ämnen visar en uppåtgående trend sett över hela tidsperioden, men under den senaste tioårsperioden minskar PFOS-halterna (Bignert et al. 2015). Även i limnisk miljö skiljer sig tidstrenden för de undersökta PFAS-ämnena i fisk

för det mesta åt vid de två undersökta lokalerna. Perfluoroktansulfonamid (FOSA), ett ämne som bryts ned till PFOS, tycks dock minska under senare år både i norr och söder (Nyberg et al. 2015).

### Dagvatten

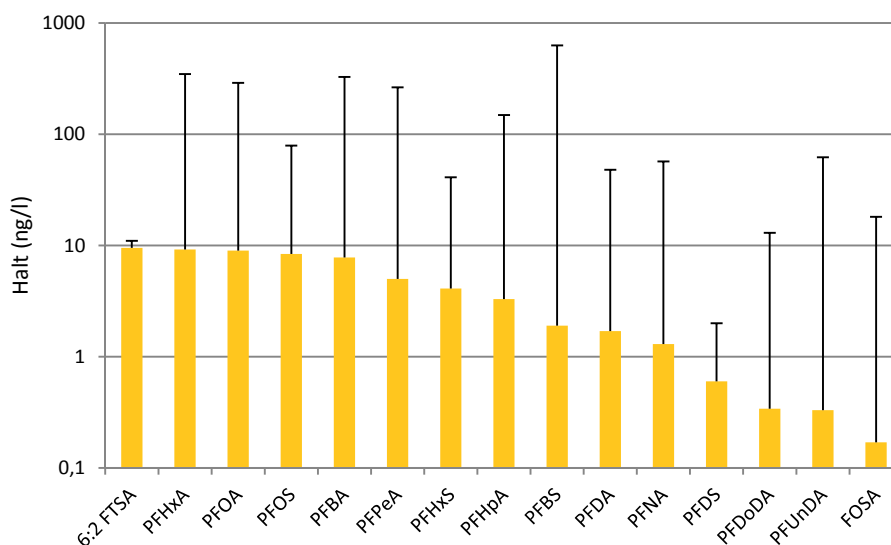
Endast ett fåtal PFAS-ämnen har hittills analyserats i dagvatten i urban miljö (11 lokaler), det är bara PFOS och PFOA som analyserats i mer än ett prov. Vid brandövningsplatser har betydligt fler dagvattenanalyser gjorts och något PFAS-ämne hittas i stort sett alltid. Ett par prov finns från dagvatten i anslutning till en sorteringsyta på en avfallsanläggning, även där hittades relativt höga halter PFAS.



Figur 23. Medianhalter samt maxvärden för de fyra PFAS-ämnena som mätts i dagvatten från olika typer av områden.

### Avloppsvatten

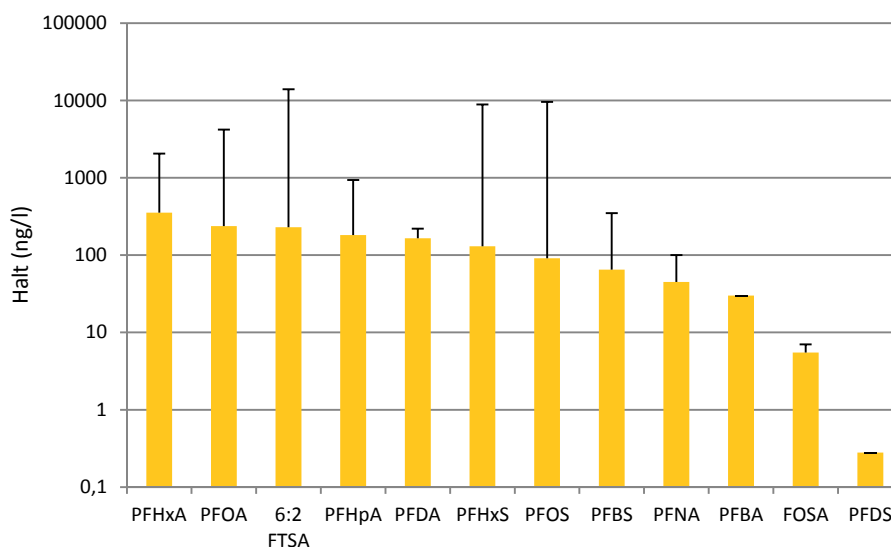
PFAS analyseras sedan 2010 årligen i utgående vatten från de nio reningsverk som ingår i den nationella miljöövervakningen, delprogram Miljögifter i urban miljö. Utöver det finns mätningar av PFAS i ytterligare ett tiotal reningsverk. Alla PFAS som analyserats i utgående avloppsvatten från reningsverk har någon gång kunnat detekteras. PFOS har den högsta fyndfrekvensen men även PFHxS och FOSA har fyndfrekvenser över 80 %. Medianhalterna ligger för de flesta ämnena mellan 1 och 10 ng/l men maxhalterna för flera PFAS ligger på 100 – 600 ng/l (se figur 24).



Figur 24. Medianhalter samt maxvärden för de PFAS-ämnen som detekterats i utgående vatten (20 lokaler). Huvuddelen av proverna är från perioden 2010-2014.

### Lakvatten från deponi

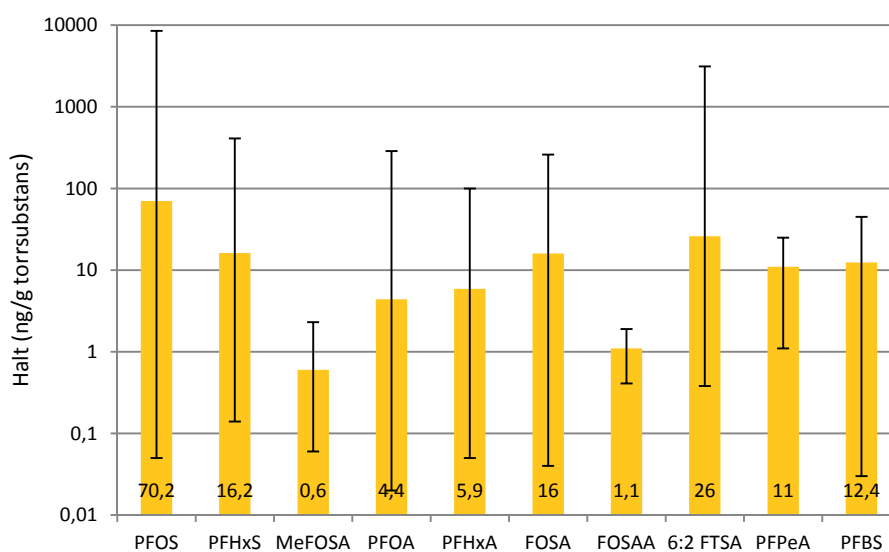
Det vanligaste är att endast analys av PFOS och PFOA ingått i de lakvattenkaraktäriseringar som gjorts vid avfallsanläggningar. Men 6:2 FTSA och PFHxS hittades i alla prover där de analyserats och fyndfrekvenserna för flera andra PFAS, främst PFOA, PFHpA, PFOS och PFNA är höga. Medianhalterna ligger med några undantag på något tiotal till några hundra ng/l (se figur 25).



Figur 25. Medianhalter samt maxvärden för de PFAS-ämnen som detekterats i lakvatten från deponi (18 lokaler).

## Jord

PFAS-ämnen har enbart analyserats i jordprover i anslutning till brandövningsplatser och flygplatser. PFOS har den klart högsta fyndfrekvensen och förekommer också i högst halter (maximalt 8 520 ng/g torrsubstans). Såväl medel- som medianhalten av PFOS överskrider det preliminära riktvärde som SGI tagit fram för känslig markanvändning (3 ng/g torrsubstans) samt mindre känslig markanvändning (20 ng/g torrsubstans) (Pettersson et al. 2015). Även flera andra PFAS-ämnen förekommer frekvent i högre halter än 3 ng/g torrsubstans (se figur 26).



Figur 26. Medianhalter samt max- och minvärden av de 10 vanligast förekommande PFAS-ämnena i jord från brandövningsplatser.

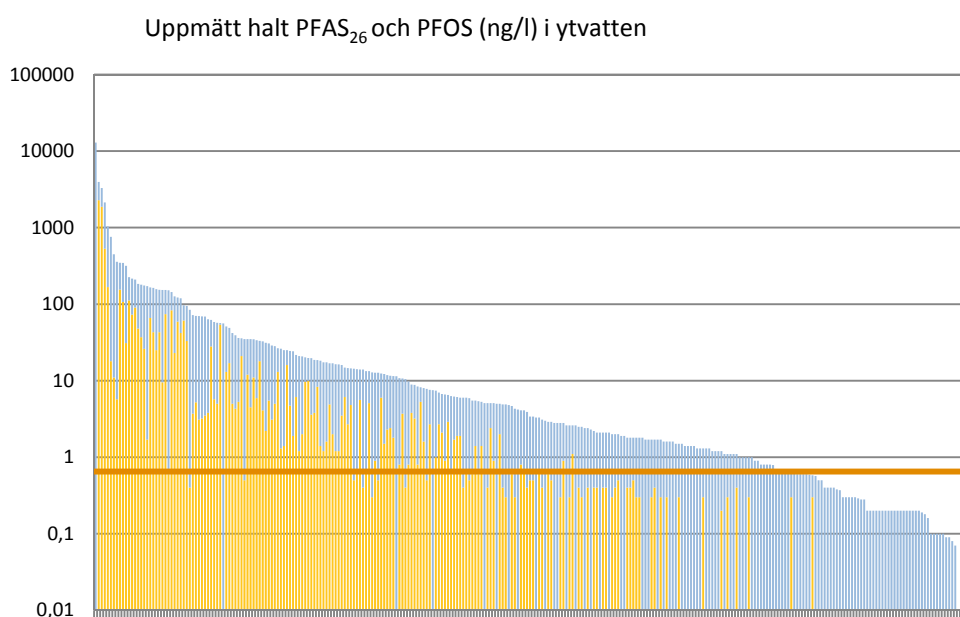
### 3.4.4. Nya mätningar under 2015

Under 2015 har ytterligare cirka 500 analyser av PFAS-ämnen gjorts i yt- och grundvatten (inklusive råvatten) samt i några utgående avloppsvatten, lakvatten och dagvatten runt om i Sverige inom ramen för detta uppdrag. Huvuddelen av analyserna gjordes i vattendrag, sjöar och grundvatten i närheten av möjliga PFAS-källor. Dessa kompletterades med analyser från sjöar med enbart atmosfärisk deposition. Styrkan i dessa analyser är att de utförts av samma laboratorium med samma metod, vilket bland annat underlättar identifieringen av eventuella mönster i PFAS-sammansättningen.

Resultaten från dessa mätningar presenteras kort nedan under respektive underrubrik samt mer utförligt i Ahrens, L. et al (2016). De 26 stycken PFAS som analyserats i de nya mätningarna 2015 framgår av bilaga 4.

## Ytvatten

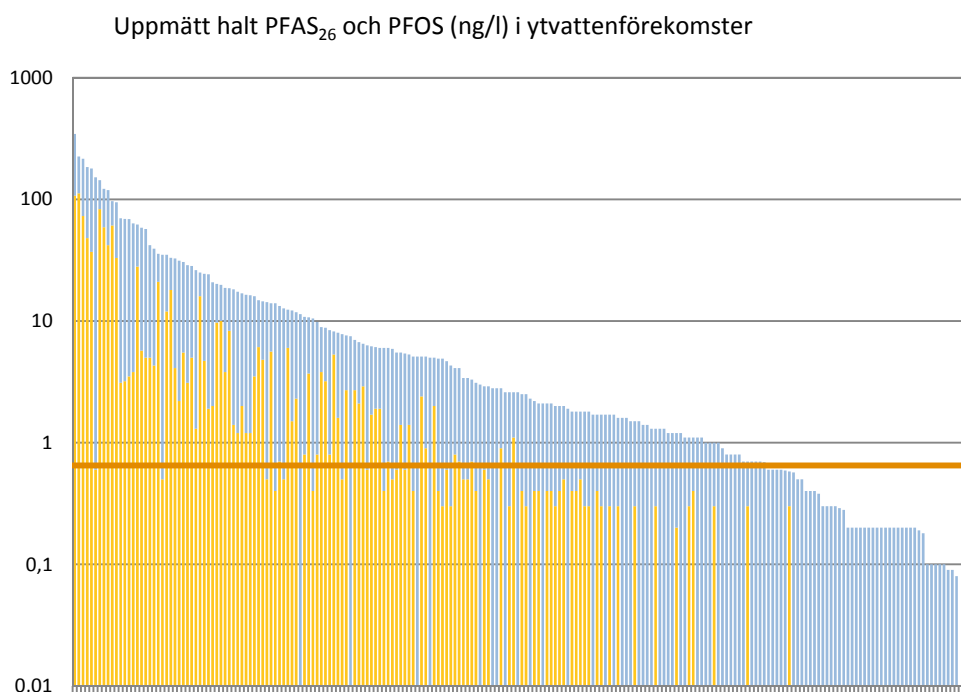
PFAS analyserades i 289 ytvattenprover och kunde detekteras i 284 av dessa, dvs. i 98 % av proven. 21 av dessa ytvattenprover kom från ytvatten som utgör ytvattentäkter, se nedan för ytterligare presentation av prover från vattentäkter. Uppmätta halter av PFAS<sub>26</sub> var i intervallet 0,07-13 000 ng/l, se figur 27. PFOS detekterades i 171 prover vilket innebär en fyndfrekvens på 59 % och uppmätt halt varierade mellan 0,21 och 2 300 ng/l. I 54 av dessa prover kunde PFOS detekteras men halten var under kvantifieringsgränsen 0,7 ng/l. I samtliga prover där PFOS kunde kvantifieras (40 %) överskred uppmätt halt vattenförvaltningens AA-MKN<sub>ytvatten</sub> på 0,65 ng/l.



Figur 27. Uppmätt halt PFAS<sub>26</sub> och PFOS (ng/L) i 289 ytvattenprover i screeningen 2015. Stapelns höjd anger total halt PFAS<sub>26</sub>, gul-färgad del anger halt PFOS, blå-färgad del anger halt övriga PFAS. Orange linje anger AA-MKN<sub>ytvatten</sub> för PFOS, 0,65 ng/l. Observera att skalan är logaritmisk.

De ytvattenprover som innehöll högst halter kom från diken, bäckar och andra mindre vattendrag, dvs. ytvatten som inte räknas som ytvattenförekomster enligt vattenförvaltningen.

I de vatten som räknas som ytvattenförekomster detekterades PFOS i 58 % av proven (124 av 215 prov) och uppmätta halter var av storleksordningen 0,21-112 ng/l, se figur 28. Uppmätt halt var över kvantifieringsgränsen och därmed även över AA-MKN<sub>ytvatten</sub> i 35 % av proven (i 75 av 215 prover) från ytvattenförekomster. PFOS kunde inte detekteras i åtta av de tio bakgrundssjöarna som i två av sjöarna kunde PFOS detekteras, men inte kvantifieras.

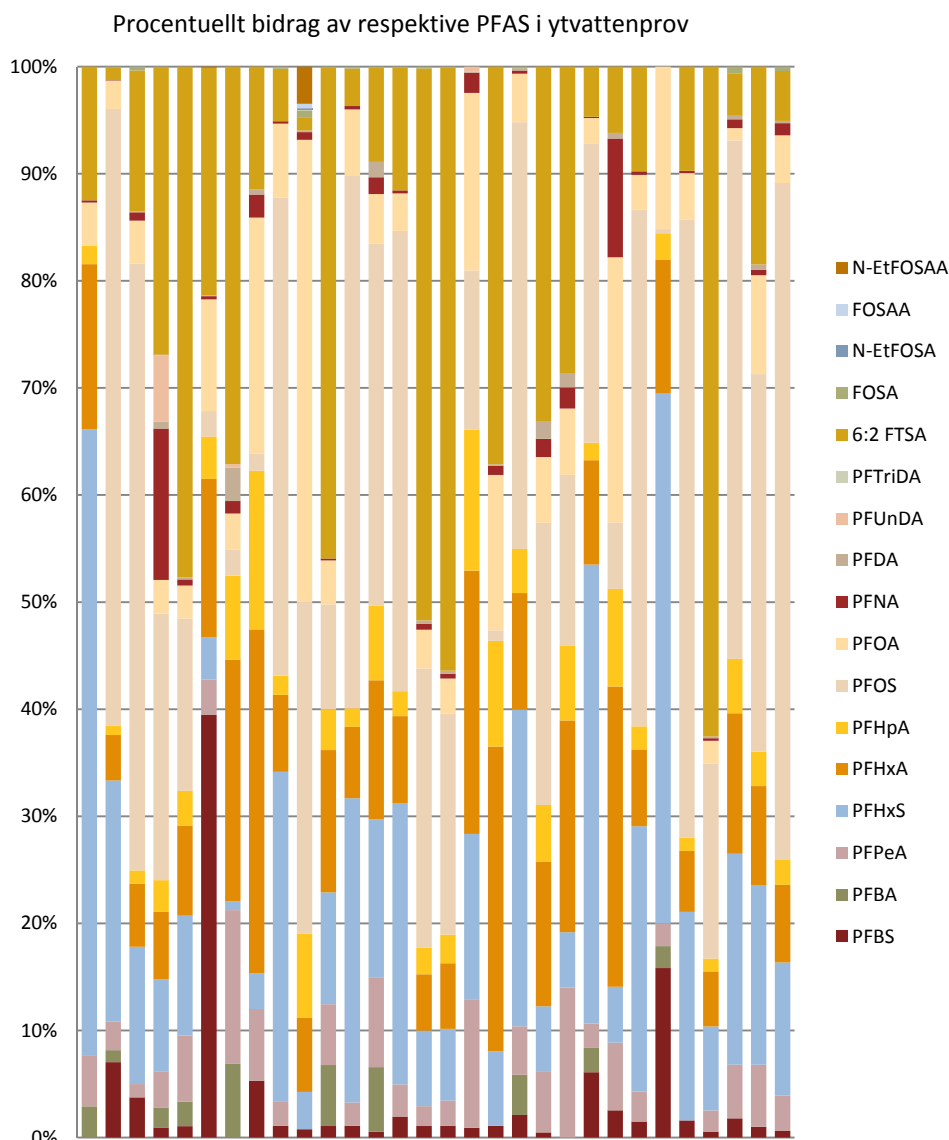


Figur 28. Uppmätt halt PFAS<sub>26</sub> och PFOS (ng/L) i 215 ytvattenprover från provlokaler som utgör vattenförekomster under ramdirektivet för vatten i screeningen 2015. Stapelns höjd anger total halt PFAS, Gul-färgad del anger halt PFOS, blå-färgad del anger halt övriga PFAS. Orange linje anger AA-MKN<sub>ytvatten</sub> för PFOS, 0,65 ng/l. Observera att skalan är logaritmisk.

I figur 29 nedan presenteras det relativa bidraget av respektive PFAS till halt PFAS<sub>26</sub> för de 30 ytvattenprov för vilka högst halt uppmättes i de nya mätningarna 2015 (uppmätt halt PFAS<sub>26</sub> var i dessa prov 97-13 000 ng/l). Det relativa bidraget av PFOS varierade mellan 0-63 % och uppmätt halt mellan < 0,21-2 300 ng/l. Detta visar att även andra PFAS än PFOS förekommer i höga halter i ytvatten. Framförallt bidrog PFAS med färre än åtta perfluorerade kol<sup>29</sup> till uppmätta totalhalter PFAS, men även PFOA och PFNA (med åtta respektive nio perfluorerade kol) förekom i höga halter i en del prov. I ett prov återfanns även relativt hög halt PFUnDA (11 perfluorerade kol).

<sup>29</sup> PFBA, PFBS, PFPeA, PFHxA, PFHxS, PFHpA och 6:2 FTSA.





Figur 29. Sammansättning av PFAS i de 30 ytvattenprover med högst halt PFAS<sub>26</sub> i screeningen 2015, ordnade utifrån avtagande uppmätt halt.

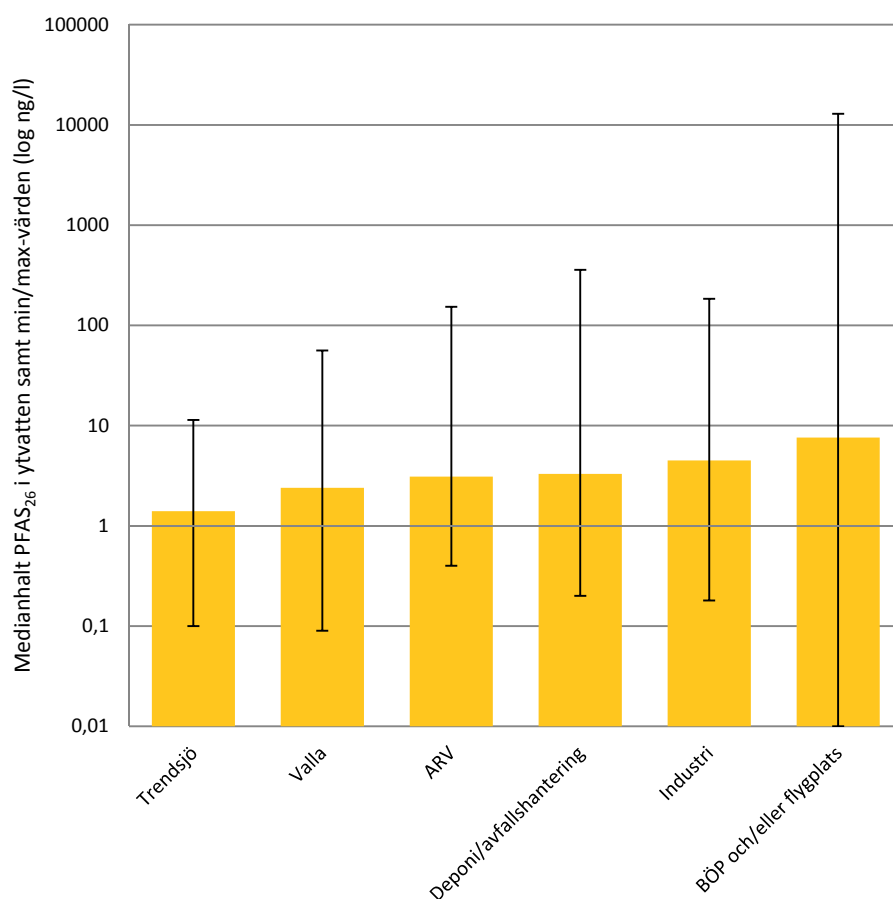
### Potentiella påverkanskällor för ytvattenproverna

I figur 30 nedan presenteras resultaten för PFAS<sub>26</sub> utifrån potentiell påverkanskälla som legat till grund för prioriteringen av provplatser. I många fall har det funnits flera potentiella källor, t.ex. deponi/avfallshantering och brandövningsplats. Resultat för dessa prover presenteras då både i kategorin deponi/avfallshantering och i kategorin brandövningsplats. Antal prov i varje kategori varierar stort; från bakgrundsjöar har 10 prover tagits (för dessa är den enda kända potentiella påverkanskällan atmosfärisk deposition), 5 prov har skidvalla som potentiell påverkanskälla, 19 avloppsreningsverk (varav tre även med brandövningsplats som potentiell källa), 24 deponi/avfallsanläggning (varav 12 med ytterligare potentiell påverkanskälla), 60 industri (varav 32 med ytterligare potentiell påverkanskälla), och 150 med den potentiella källan brandövningsplats och/eller flygplats (varav 42

med ytterligare potentiell påverkanskälla). Det faktum att det rör sig om potentiella källor, att antal prov i de olika kategorierna varierar stort, att det varierar hur proverna tagits i relation till de potentiella källorna avseende avstånd och ytvattens karaktär vad det gäller vad det gäller storlek, strömningsförhållanden etc., gör att man bör vara försiktig med att dra alltför långtgående slutsatser utifrån jämförelserna.

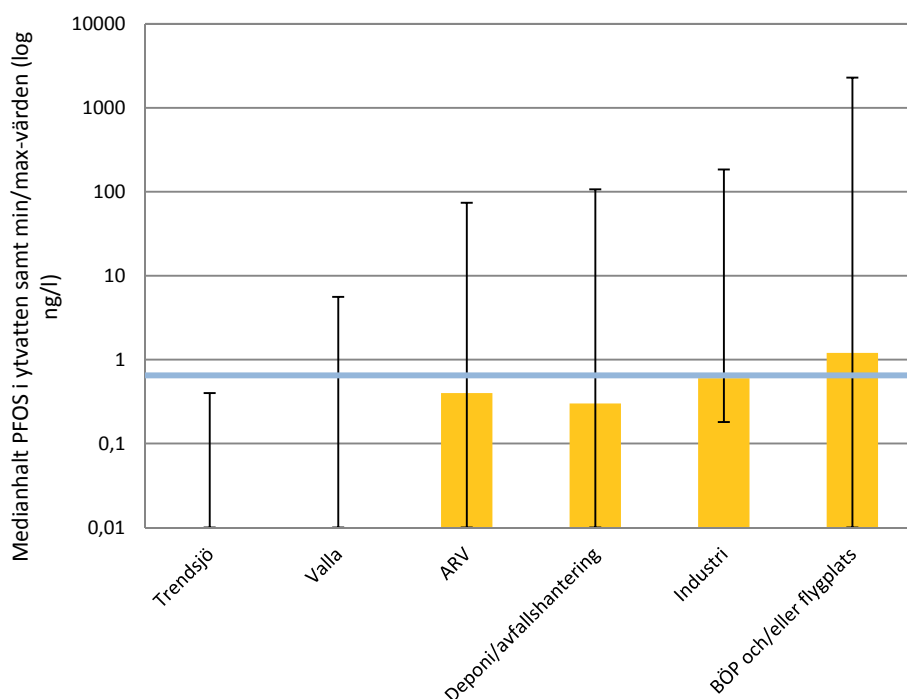
Uppmätta medianhalter PFAS<sub>26</sub> för prov från samtliga kategorier av potentiell påverkanskälla är låga, mellan 1,4 och 7,6 ng/l, vilket visar att det för en stor del av provplatserna inte förelåg någon påverkan från de potentiella påverkanskällorna. Detta skulle dels kunna bero på att många av de potentiella källorna inte utgör några källor till PFAS i miljön, eller att provtagningsplatsen eller provtillfället inte fångat upp utsläppet från den potentiella källan.

Maximalt uppmätta halter PFAS<sub>26</sub> varierade mellan 11 och 13 000 ng/l.



Figur 30. Medianhalter samt max- och min-värden för PFAS<sub>26</sub> i ytvattenprover kategoriserade utifrån olika typ av potentiell påverkan.

I figur 31 och tabell 2 nedan presenteras resultaten för PFOS utifrån potentiell påverkanskälla som legat till grund för prioriteringen av provplatser. För samtliga kategorier av potentiell påverkan, utom för trendsjöarna, fanns det provplatser där uppmätt halt överskred vattenförvaltningens AA-MKN<sub>yvtvatten</sub> på 0,65 ng/l. Maximalt uppmätt halt varierade mellan 0,21 ng/l (i två trendsjöar detekterades PFOS men halt var under kvantifieringsgränsen) och 2 300 ng/l för de olika kategorierna. Detektionsfrekvensen varierade mellan 20 % och 72 % medan andelen överskridanden av AA-MKN<sub>yvtvatten</sub> (0,65 ng/l) var 0 % till 55 %.



Figur 31. Medianhalter samt max- och min-värden för PFOS i ytvattenprover kategoriserade utifrån olika typ av potentiell påverkan. Blå linje anger AA-MKN<sub>yvtvatten</sub>, 0,65 ng/l.

Tabell 2. Detektionsfrekvens samt andel överskridanden av AA-MKN för PFOS i ytvattenprov kategoriserade utifrån potentiell påverkanskälla.

Potentiell källa	Antal prov	Detektionsfrekvens	Andel över AA-MKN
Trendsjö	10	20 %	0 %
Valla	5	20 %	20 %
Avloppsreningsverk	19	63 %	47 %
Deponi/avfallshantering	24	54 %	42 %
Industri	60	72 %	50 %
BÖP* och/eller flygplats	150	71 %	55 %

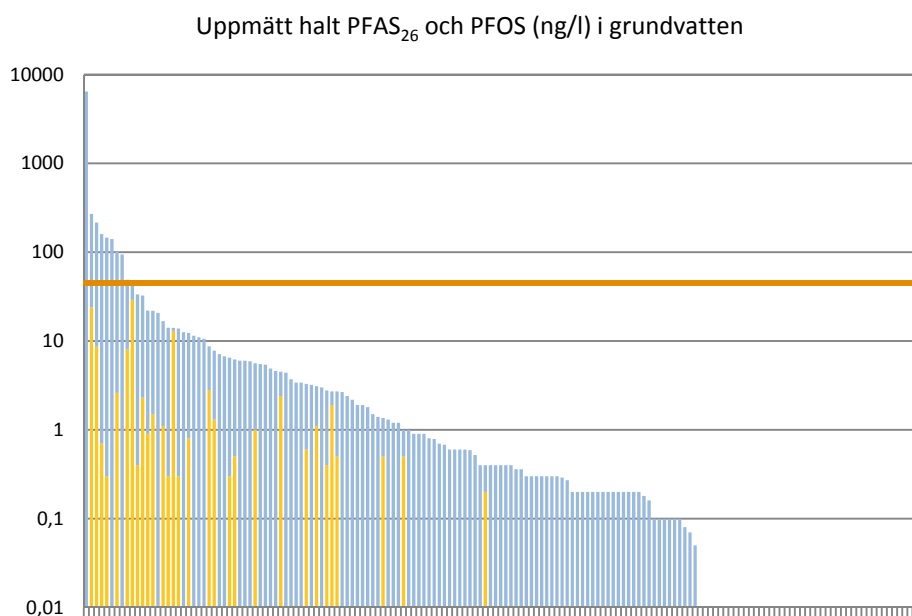
\* brandövningsplats

## Grundvatten

PFAS analyserades i 163 prover från grundvatten och kunde detekteras i 120 av dessa, dvs. i 73 % (se figur 32). Som högst uppmättes 6 400 ng/l av PFAS<sub>26</sub>.

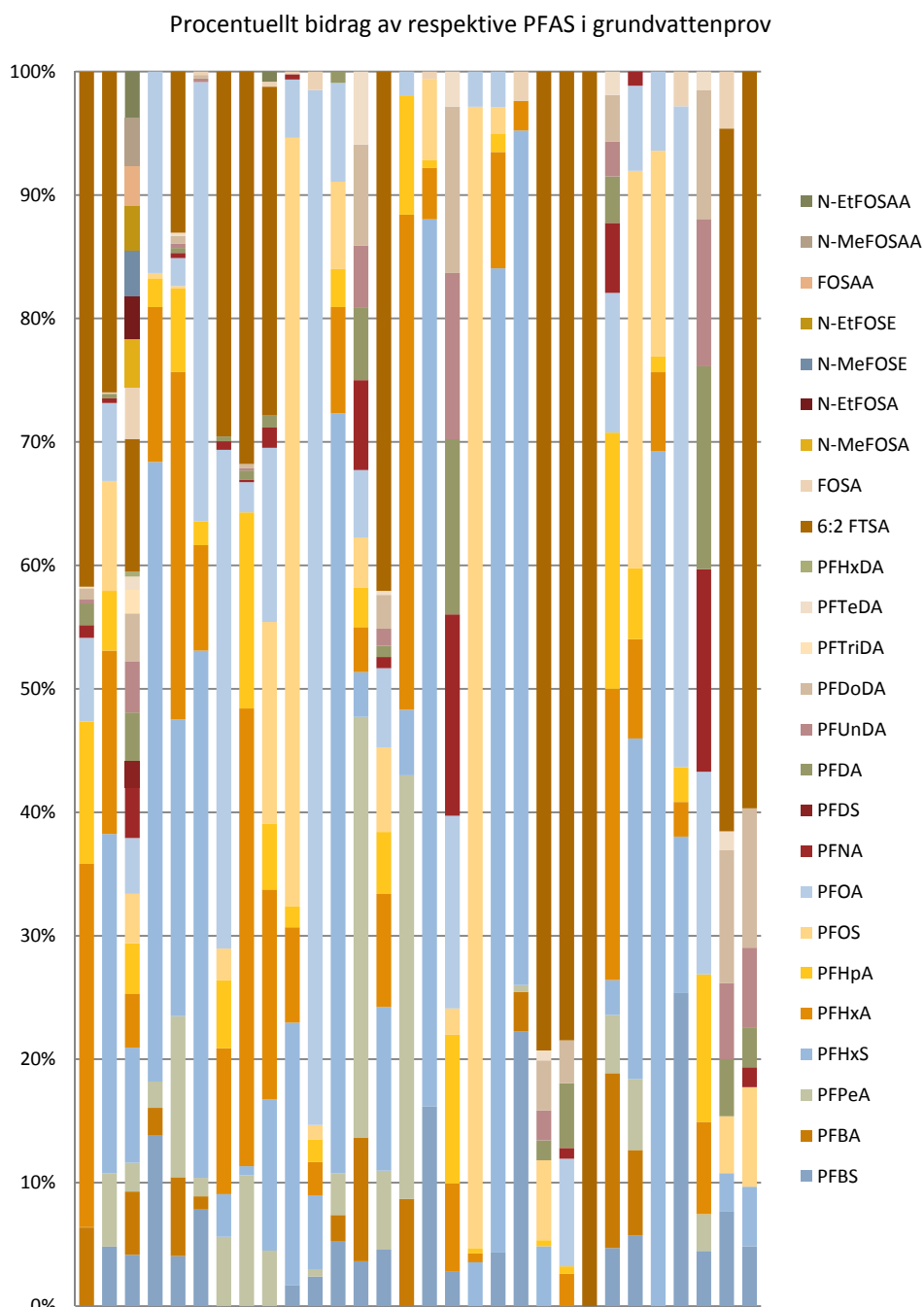
153 av dessa grundvattenprover kom från grundvatten som utgör grundvattentäkter, se nedan för ytterligare presentation av prover från vattentäkter.

PFOS kunde detekteras i 30 prov (dvs. i 18 % av proven). Högsta uppmätta halt PFOS var 29 ng/l vilket är lägre än SGI:s preliminära riktvärde på 45 ng/l. I de grundvattenprov som innehöll höga PFAS-halter utgjordes större delen alltså av andra PFAS än PFOS.



Figur 32. Uppmätt halt PFAS (ng/l) i 163 grundvattenprover i screeningen 2015. Stapelns höjd anger total halt PFAS<sub>26</sub>, gul-färgad del anger halt PFOS, blå-färgad del anger halt övriga PFAS. orange linje anger SGI:s preliminära riktvärde för skydd av grundvatten för PFOS, 45 ng/l. Observera att skalan är logaritmisk.

I figur 33 nedan presenteras det relativa bidraget av respektive PFAS till halt PFAS<sub>26</sub> för de 30 grundvattenprov för vilka högst halt uppmättes (uppmätt halt PFAS<sub>26</sub> var i dessa prov 11-6 400 ng/l). Det relativa bidraget av PFOS varierade mellan 0-92 %. Detta visar att även i grundvatten förekommer höga halter av andra PFAS än PFOS.



Figur 33. Sammansättning av PFAS i de 30 grundvattenprover med högst halt PFAS<sub>26</sub> i screeningen 2015, ordnade utifrån avtagande uppmätt halt.

### Potentiella påverkanskällor för grundvattenproverna

Prioriteringen av provplatser för grundvatten gjordes dels utifrån potentiella påverkanskällor som identifierats av länsstyrelserna, men även utifrån behovet att få en bättre bild av påverkan på grundvatten som används för dricksvattenproduktion. Därför inkluderades även ett stort antal vattentäkter föreslagna av länsstyrelserna där potentiella påverkanskällor inte angivits som

prioriteringsgrund (53 stycken finansierade inom regeringsuppdraget och 34 finansierade av länsstyrelser). Vidare kompletterades screeningen med ytterligare grundvattentäkter föreslagna SGU (26 stycken). Dessa valdes ut utifrån storlek på vattenuttag, samt beaktande av bland annat potentiella riskfaktorer identifierade av vattentäktens huvudman samt information om markanvändning. 31 provplatser prioriterades utifrån potentiell påverkan från brandövningsplats och/eller flygplats, 11 utifrån potentiell industriell påverkan och 8 utifrån annan typ av potentiell påverkan (flygfält, deponi, efterbehandlingsobjekt, skidvalla med mera).

Då potentiell påverkanskälla inte angetts för huvudelen av grundvattenproverna som istället prioriterats utifrån att de utgör dricksvattenkälla och då större delen av provlokalerna för vilka möjlig påverkan angivits hör till kategorin brandövningsplats och/eller flygplats, bör resultaten inte användas för att avskriva tänkbara påverkanskällor för grundvatten.

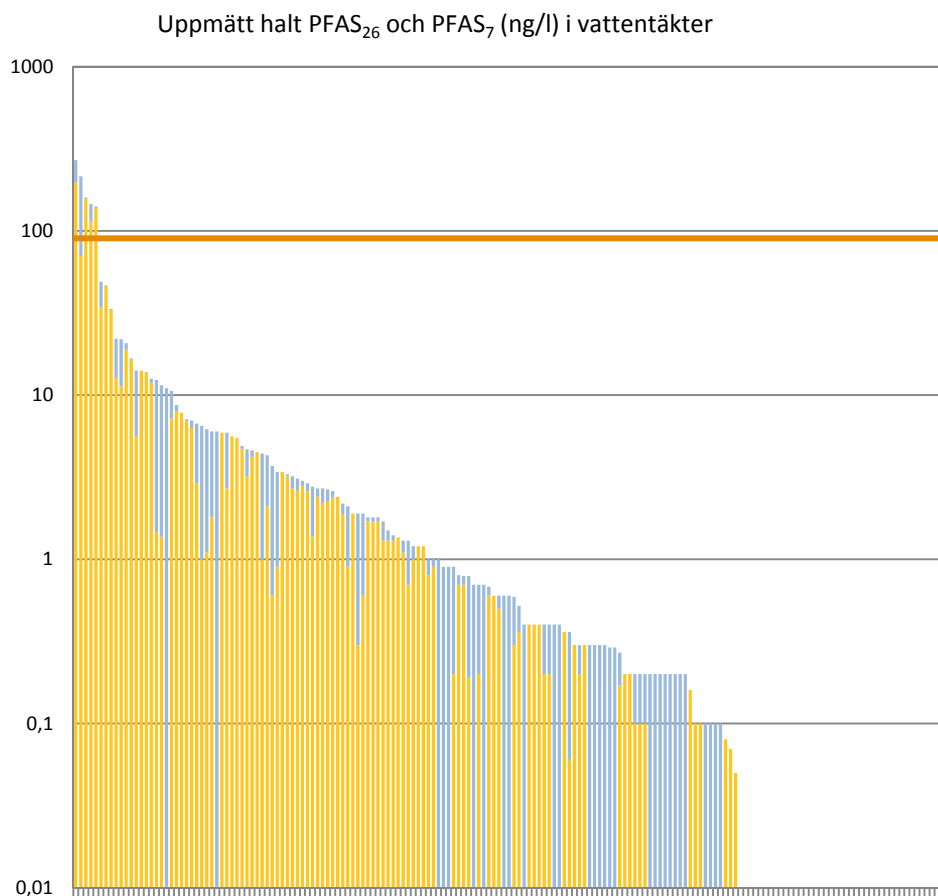
Högst halt, 6 400 ng/l PFAS<sub>26</sub>, uppmättes i ett prov prioriterat utifrån potentiell påverkan från en brandövningsplats. Brandövningsplats och/eller flygplats utgjorde även den mest frekvent angivna potentiella påverkanskällan för de prover där en halt PFAS<sub>26</sub> över 10 ng/l uppmätts.

### **Vattentäkter**

PFAS analyserades i 173 prover från vattentäkter; 153 från grundvattentäkter och 21 från ytvattentäkter. Huvuddelen av dessa utgör allmänna vattentäkter. PFAS kunde detekteras i 111 av proven från grundvattentäkter och i samtliga 21 prov från ytvattentäkter. Uppmätt halt PFAS<sub>26</sub> var som högst 270 ng/l och PFAS<sub>7</sub> 200 ng/l, se figur 34. I 15 prov var halt PFAS<sub>7</sub> över 10 ng/l.

I prov från fyra vattentäkter har halter av PFAS<sub>7</sub> över åtgärdsgränsen 90 ng/l uppmätts. Provtagning av dessa fyra vattentäkter hade prioriterats utifrån närhet till brandövningsplats och/eller flygplats. För två av dessa vattentäkter genomfördes provtagning vid två tillfällen, i början av juni samt i slutet av juli. Halter över åtgärdsgränsen 90 ng/l uppmättes endast i proverna tagna i början av juni för dessa lokaler.

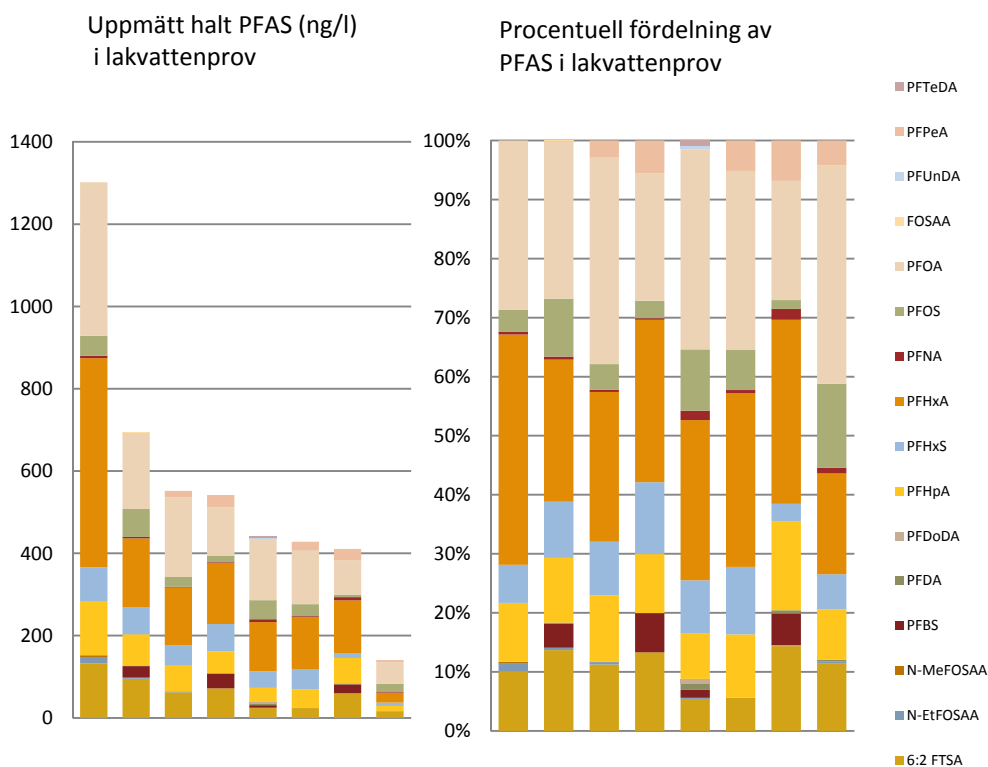
Vattentäkterna utgörs av två allmänna vattentäkter (varav en reservvattentäkt), samt två enskilda vattentäkter. Det hälsobaserade riktvärdet på 900 ng/l överskreds inte i något prov.



Figur 34. Uppmätt halt PFAS<sub>26</sub> och PFAS<sub>7</sub> (ng/l) i 173 prov från vattentäkter. Stapelns höjd anger total halt PFAS<sub>26</sub>, gul-färgad del anger halt PFAS<sub>7</sub>, blå-färgad del anger halt övriga PFAS. orange linje anger Livsmedelsverkets åtgärdsgräns, 90 ng/l. Observera att skalan är logaritmisk.

### Lakvatten från deponi

PFAS analyserades i nio lakvattenprov inom screeningen 2015. I åtta av dessa påträffades kvantifierbara halter av PFAS. Halt PFAS<sub>26</sub> var i intervallet 140-1 300 ng/l, se figur 35. Sammansättningen av kvantifierade PFAS visar relativt god överensstämmelse mellan de olika lakvattenproven. PFOS bidrog som mest med 14 % till totalhalten PFAS (cirka 1,5–14 %, medel 5,7 %).

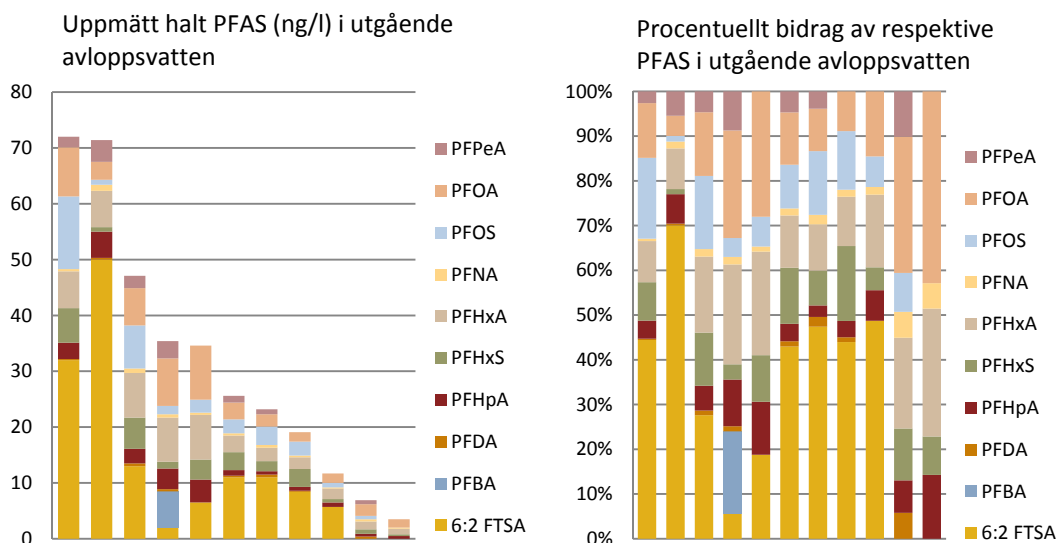


Figur 35. Uppmätt halt, samt procentuell fördelning, av PFAS i lakvattenprover i screeningen 2015. PFAS som ej har kvantifierats i något prov visas ej i figuren.

### Utgående avloppsvatten

PFAS analyserades i prov från 12 avloppsvatten från kommunala reningsverk genom regional förtätning av screeningen. I 11 av dessa prover påträffades kvantifierbar halt. Uppmätt halt PFAS<sub>26</sub> var i intervallet 3,5–72 ng/l, se figur 36. Sammansättningen av PFAS i de olika proven var relativt lik. PFOS bidrog som mest med 18 % till totalhalten PFAS.





Figur 36. Uppmätt halt, samt procentuell fördelning, av PFAS i prov av utgående avloppsvatten i screeningen 2015. PFAS som ej har kvantifierats i något prov visas ej i figuren.

## 3.5. Risk för hälsa och miljö

Gränsvärden och riktvärden för olika matriser finns bara fastställda för PFOS samt för dricksvatten för summan av sju PFAS-ämnen. En bedömning av risken för hälsa och miljö med PFAS har därför bara kunnat göras för detta ämne och denna ämnesgrupp.

### 3.5.1. Sammanfattande bedömning av risk för hälsa och miljö

Uppmätta halter i miljön visar att det finns risk för att människor och miljö exponeras för PFAS i halter som kan ge negativa effekter. Människor kan exponeras både via dricksvatten och via fisk. Intag av dricksvatten utgör förmodligen den största risken för människors hälsa i områden med förorenade vattentäkter. Runt 300 000 människor kan ha exponerats för PFAS-halter över 90 ng/l<sup>30</sup> via dricksvatten från allmänna vattentäkter. Hur många människor som exponeras via vatten från enskild brunn är okänt.

En stor brist är att riskbedömningen bara har kunnat utgå ifrån bedömningsgrunder för PFOS (samt för dricksvatten PFAS<sub>7</sub>), som dessutom eventuellt är baserade på en underskattning av toxiciteten. I det sammanställda underlaget har totalt knappt ett 40-tal olika PFAS-ämnen analyserats, men toxiciteten är inte tillräckligt undersökt för att gränsvärden ska kunna fastställas för flertalet. Detta innebär att risken för negativa effekter kan ha underskattats. PFOS är i vissa matriser (säl,

<sup>30</sup> Den summahalt av PFAS då Livsmedelsverket rekommenderar att åtgärder vidtas för att minska exponeringen för PFAS.

utter, mink) det helt dominerande PFAS-ämnet, medan det i andra fall (t.ex. ytvatten, grundvatten, lakvatten) är andra typer av PFAS som förekommer i högst halter, vanligtvis antingen mer kortkedjiga PFAS eller fluortelomerer, vilket kan spegla en förändrad användning. Dessutom tillkommer bristen på information om halter i miljön av alla de PFAS-ämnena som inte mätts vilket talar för en ytterligare underskattning av risk för hälsa och miljö.

De sammanställda resultaten visar att cirka 35 % av landets knappt 1 900 allmänna vattentäkter har analyserat PFAS i sitt råvatten eller dricksvatten. Av dessa hade knappt 40 medelhalter av PFAS<sub>7</sub> över 10 ng/l och i ett drygt tiotal av dessa hade maximala halter uppmätts över 90 ng/l åtminstone vid något tillfälle. I knappt 20 av vattentäkterna med medelhalter av PFAS<sub>7</sub> över 10 ng/l hade ingen risk för PFAS-förorening identifierats i vattenproducentens faroanalys. Detta kan bero på att källorna till PFAS är okända i anslutning till dessa vattentäkter och eller att det därför behövs ytterligare information om föroreningskällor i tillrinningsområdet. Det saknas också analysresultat från ett 20-tal vattentäkter trots att en risk för PFAS-förorening pekats ut i faroanalysen, det är dock möjligt att analyser gjorts efter att data till sammanställningen samlats in.

Den högsta risken för negativa effekter på människa och miljö har identifierats i anslutning till områden förorenade av brandsläckningsskum. I detta underlag utgörs dessa områden i huvudsak av brandövningsplatser samt flygplatser med brandövningsplats. Endast en mindre andel av landets brandövningsplatser har undersökts med avseende på förorening av PFAS i omgivande miljö. Hur risken ser ut i anslutning till områden där större bränder har bekämpats går inte att bedöma, då både mätningar i miljön och uppgifter om brändernas lokalisering i stor utsträckning saknas. Det finns dock all anledning att tro att PFAS sprids till grundvatten och dricksvatten även vid enskilda insatser, vilket även bekräftas av de enstaka analyser som finns. I Hamre i Hudiksvalls kommun uppmättes efter en brandutryckning under 2015 kraftigt förhöjda halter av högfluorerade ämnen i lokala dricksvattenbrunnar. Summan av PFAS<sub>7</sub> uppgick till 2 176 ng/l och överskred då det hälsobaserade riktvärdet. De högsta halterna utgjordes av de kortkedjiga högfluorerade ämnena 6:2 FTSA som förekom i upp till 6 500 ng/l. (Turås och Åhs, 2015).

Även på lokaler som bedömts som diffust påverkade (urban miljö eller flera olika påverkanskällor) utgör halterna av PFOS i fisk och ytvatten ibland en risk för negativa effekter på människa och miljö. Många av dessa lokaler visar sig vid närmare analys dock också ligga i närheten av brandövningsplats eller flygplats varför påverkan från någon av dessa möjliga källor inte kan uteslutas. Mer detaljerade analyser behöver därför göras för att identifiera källor i anslutning till dessa lokaler. På platser som enbart är påverkade av atmosfärisk deposition bedöms PFOS-halterna i ytvatten och fisk i dagsläget generellt inte utgöra någon risk för människors hälsa eller miljön och på många platser kan PFOS inte ens detekteras. Det förekommer dock enstaka platser utan kända källor där halterna är

höga. Generellt är kemisk status god med avseende på PFOS i ytvatten i dessa bakgrundsområden.

Inom ramen för regeringsuppdraget har ett antal andra möjliga direkta eller indirekta PFAS-källor utöver brandövningsplatser, flygplatser och bränder identifierats som t.ex. användning av konsumentprodukter, avfallshanteringsanläggningar, deponier, avloppsreningsverk och industrier som använder eller använt PFAS. Mätningar i miljön i direkt anslutning till dessa källor finns i något enstaka fall med i denna sammanställning. För de flesta av dessa möjliga källor saknas dock mätningar i miljön i direkt anslutning till dem och en bedömning av deras eventuella bidrag till risk för människa och miljö kan därför inte göras. Nyligen utförda mätningar i anslutning till en större avfallshanteringsanläggning visar på mycket höga halter i renat lakvatten, i fisk och i ytvatten och understryker ytterligare detta behov (EKOKEM 2016 och Sweco Environment AB 2016). Analyser av PFAS saknas i ett 20-tal vattentäkter som ligger inom 1 km från närmaste kända möjliga PFAS-källa. Även enskilda brunnar kan kontamineras vid omgivande markförorening, knappt 50 000 dricksvattenkonsumenter kan beräknas få sitt vatten från enskild brunn som ligger inom ett par km från en möjlig PFAS-källa.

Jämförelser mot olika bedömningsgrunder ger skillnader i utfall. Det är därför viktigt att förstå vem eller vilka ett gränsvärde är satt att skydda och vilken matris som är den mest lämpliga att utgå ifrån vid bedömning av risk. Resultatet av bedömningen av risken för människors hälsa blir olika om man gör bedömningen utifrån halter av PFOS i ytvatten respektive fisk trots att båda normen för ytvatten och den för fisk är satt för att skydda människors hälsa via intag av fisk.

Ytterligare faktorer som påverkar bedömningen är att dataunderlaget utgörs av mätningar under en lång tidsperiod under vilken analysmetoderna förbättrats. Detektionsgränserna varierar därför mellan olika analyser.

### **3.5.2. Bedömning av risk för människors hälsa**

Människor kan exponeras för PFAS-ämnen som når ytvatten och grundvatten i huvudsak via intag av dricksvatten som beretts från yt- eller grundvatten eller via intag av fisk som levt i kontaminerat ytvatten. Sammanställningen av PFAS-halter i svensk miljö perioden 2000-2015 och de nya analyser som gjorts under 2015 (se kapitel 3.4.3 och 3.4.4) har identifierat en risk för påverkan av PFAS-ämnen på människors hälsa på vissa platser i Sverige. Denna risk är som störst vid konsumtion av fisk och dricksvatten i anslutning till bekräftade punktkällor. Risken för påverkan på människors hälsa förefaller vara liten vid konsumtion av fisk och vatten från områden med enbart atmosfärisk belastning.

#### **Risk för exponering via dricksvatten**

Majoriteten av Sveriges befolkning får sitt dricksvatten helt eller delvis via kommunala dricksvattenanläggningar. De 1 891 anläggningar som var i bruk 2014

försörjer cirka 8 miljoner människor med dricksvatten (Livsmedelsverket 2014a). Dricksvattenanläggningarna tar sitt råvatten från allmänna vattentäkter. Under 2015 fanns 1 893 täkter i bruk.

I och med den föreliggande screeningen har råvattnet från eller dricksvattnet producerat från 660 av dessa vattentäkter i (dvs. cirka 35 %) analyserats med avseende på PFAS. I 36 av dessa vattentäkter var medelhalterna av PFAS<sub>7</sub> högre än 10 ng/l. Vid minst ett tillfälle överskreds åtgärdsgränsvärdet i 13 av vattentäkterna och i fyra täkter även det hälsobaserade gränsvärdet. Detta var i samtliga fall utom ett känt redan innan de nya mätningar som gjordes 2015.

Sex av de tretton vattentäkterna där högst PFAS-halter påträffats ligger i anslutning till en flygplats eller brandövningsplats. Dessa täkter eller delar av dem har stängts eller renas idag. Av de övriga sju vattentäkterna har PFAS-förorening senare avskrivits i sex fall eftersom senare mätningar visat på betydligt lägre halter PFAS eller för att kontaminering av tidigare prov verifierats genom omanalys. I ett fall har man inte gått vidare med källspårning eller ytterligare mätningar för att tükten inte används.

Uppgifterna om antalet personer som får sitt dricksvatten från respektive vattentäkt varierar i olika källor, men runt cirka 300 000 människor bedöms vid något tillfälle ha kunnat exponeras för halter av PFAS<sub>7</sub> över 90 ng/l. Att dricka vatten med höga halter av PFAS ger inga akuta hälsoproblem men intag under lång tid misstänks kunna öka risken för påverkan på sköldkörteln, blodfetter och immunförsvaret.

Även på andra håll har PFAS-kontaminering avskrivits till följd av att uppföljande mätningar visat på låga halter. Sveriges Kommuner och Landsting (SKL) genomförde sommaren 2015 en enkät riktad till de kommuner som tidigare svarat att de hade påverkat dricksvatten i Livsmedelsverkets enkät. På frågan om hur många anläggningar som verkligen var påverkade av PFAS och/ eller PFOS svarade man ja gällande 72 anläggningar (av de ursprungliga 109). 57 % hade inte vidtagit någon åtgärd mot föroreningen beroende på att halterna var låga eller för att man inväntade fler provserier (SKL 2015). Analysresultat kan dock variera både mellan årstider och beroende på vilken pumpnings- och uttagsregim som råder vid vattenverket vid tiden för provtagning. Strömningsförhållanden i vattenmagasinet förändras också beroende på ur vilken uttagsbrunn pumpning sker. Om en PFAS-förorening observerats i vattentükten vid ett tillfälle kan därför en förorening inte avskrivas baserat på att en enstaka uppföljande mätning visar på låga halter såvida inte kontaminering av det tidigare provet verifierats.

I drygt 1 200 allmänna vattentäkter har ingen analys av PFAS-ämnena gjorts. Av dessa är 23 stycken vattentäkter där risk för PFAS-förorening identifierats i vattenproducentens faroanalys. Totalt har medelhalter av PFAS<sub>7</sub> över 10 ng/l identifierats i 17 fall där man i faroanalysen inte angett någon risk för påverkan av PFAS. Det kan därför finnas behov av PFAS-mätningar i ytterligare täkter där det

ännu inte gjorts några mätningar. I de flesta fall (81 %) där man uppgett att det inte finns någon risk för påverkan av PFAS, men där man ändå gjort mätningar, har dock också uppmätta halter varit lägre än 1 ng/l. Se tabell 3.

**Tabell 3. Uppmätta maxhalter av PFAS i kommunala vattentäkter för vilka det i Livsmedelsverkets enkät från 2014 (Livsmedelsverket 2014a) angetts att risk för påverkan av PFAS finns respektive inte finns eller där man inte tagit ställning.**

Antal vattentäkter	PFAS <sub>7</sub> -halter <sup>1</sup>						Ej analys <sup>2</sup>	Antal vattentäkter
	<1 ng/l	1-10 ng/l	10-45 ng/l	45-90 ng/l	90-900 ng/l	>900 ng/l		
Ja - risk för påverkan	16	44	15	5	5	2	23	110
Nej - inte uppgett risk för påverkan	458	84	13	3	4	2	1209	1773
Saknar ställningstagande	9						1	10
<b>Antal vattentäkter</b>	<b>483</b>	<b>128</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>1233</b>	<b>1893</b>

<sup>1</sup> Haltfördelningen visar den maximala halten PFAS<sub>7</sub>.

<sup>2</sup> Beräkningen av antalet vattentäkter för vilka ingen risk har uppgivits och för vilka det inte finns någon analys utgår från det totala antalet vattentäkter i Vattentäcksarkivet (1893 vattentäkter, dvs. exklusive nedlagda).

### Vattentäkter i riskzonen

En analys har gjorts av avståndet till olika möjliga kända källor till PFAS-förorening för landets allmänna vattentäkter (tabell 4 och 5). En analys av avstånd till område där större brand bekämpats med PFAS-innehållande skum har inte kunnat göras då det i de flesta fall saknas koordinater för dessa bränder. Avloppsreningsverk har också uteslutits eftersom de förmodligen är av mindre risk för grundvattentäkter då deras utsläpp sker till ytvatten. Att en föroreningskälla ligger nära en vattentäkt innebär inte att vattentäkten är eller riskerar att bli förorenad utan det beror t.ex. på strömningsriktning, hydrauliska samband och om, var och hur PFAS-utsläpp skett. Likaså är det svårt att sätta en övre avståndsgräns för spridning då man t.ex. vid Tullinge flygplats hade höga halter PFOS 4 km från brandövningsplatsen.

Analysen visar att högre summahalter av PFAS<sub>7</sub> är vanligare om vattentäkten ligger maximalt 1-2 km från en potentiell känd föroreningskälla (se tabell 4). Det förekommer dock också enstaka objekt med höga summahalter som ligger långt ifrån kända föroreningskällor, vilket i vissa fall kan bero på att föroreningarna faktiskt sprider sig långt under vissa förutsättningar medan det för andra är angeläget att gå vidare med källspårning. För flera av dessa finns det också osäkerheter gällande analysresultaten eftersom senare analyser inte kunnat verifiera PFAS-föroreningen.

**Tabell 4. Avstånd till närmsta föroreningskälla för vattentäkter där analys av PFAS gjorts<sup>1,2</sup>. Föroreningskällorna omfattar brandövningsplats, flygplats, deponi eller anläggning för farligt avfall. I denna sammanställning har industrier och avloppsreningsverk uteslutits eftersom de förmodligen är av mindre risk för (grund)vattentäkter.**

Medelvärde av kvantifierade PFAS <sub>7</sub> (ng/l)	Avstånd från känd potentiell PFAS-föroreningskälla (m)						Antal vattentäkter
	<500	500-1 000	1 000-2 000	2 000-5 000	5 000-10 000	>10 000	
<1	3	6	21	80	107	295	512
1-10	1		9	21	25	51	107
10-45	2	1	1	3	4	10	21
45-90	1				1	2	4
90-900	1	1	2	1	2	2	9
>900						1	1
Antal vattentäkter	8	8	33	105	139	361	654
Andel > 1 ng/l	63 %	25 %	36 %	24 %	23 %	18 %	22 %
Andel > 10 ng/l	50 %	25 %	9 %	4 %	5 %	4 %	5 %
Andel > 45 ng/l	25 %	13 %	6 %	1 %	2 %	1 %	2 %

<sup>1</sup> Samtliga analysresultat har dock inte kunnat kopplas till en vattentäkt.

<sup>2</sup> Det saknas koordinater för sex vattentäkter för vilka avstånd till närmaste källa därför inte har kunnat beräknas.

36 vattentäkter ligger inom 1 km från brandövningsplats, flygplats, deponi eller anläggning för farligt avfall och i 16 av dessa har analys av PFAS skett (se tabell 5).

**Tabell 5. Antal vattentäkter vid olika avstånd till närmsta kända föroreningskälla<sup>1</sup>. Föroreningskällorna omfattar brandövningsplats, flygplats, deponi eller anläggning för farligt avfall. I denna sammanställning har industrier och avloppsreningsverk uteslutits eftersom de förmodligen är av mindre risk för (grund)vattentäkter. Analysen har gjorts för samtliga vattentäkter i bruk 2015.**

Allmänna vattentäkter (m)	Avstånd från känd potentiell PFAS-föroreningskälla (m)						Antal vattentäkter
	<500	500-1 000	1 000-2 000	2 000-5 000	5 000-10 000	>10 000	
Vattentäkt m analys	8	8	33	105	139	361	654
Totalt antal vattentäkter	16	20	66	272	389	1130	1893
Andel med analys	50 %	40 %	50 %	39 %	36 %	32 %	35 %

<sup>1</sup> Samtliga analysresultat har dock inte kunnat kopplas till en vattentäkt.

För att skydda viktiga vattentäkter (både allmänna och övriga) mot föroreningar kan länsstyrelser och kommuner fastställa vattenskyddsområden. Inom området gäller då ett förstärkt skydd och särskilda föreskrifter som till exempel kan handla

om hantering av kemikalier och förbud mot motorbåtstrafik. Totalt sett finns i Sverige 1 632 vattenskyddsområden registrerade i VIC Natur<sup>31</sup>.

En analys har gjorts av hur många av dessa som innehåller möjliga PFAS-föroreningskällor (i detta fall brandövningsplats, flygplats deponi/anläggning för farligt avfall samt avloppsreningsverk) samt där en möjlig känd källa ligger inom 500 m från vattenskyddsområdet (se tabell 6). Totalt sett finns det 21 vattenskyddsområden där en brandövningsplats eller flygplats ligger inom vattenskyddsområdet.

**Tabell 6. Antal potentiella kända PFAS-föroreningskällor per vattenskyddsområde respektive inom 500 från vattenskyddsområdet. Tabellen är uppdelad efter typ av potentiell PFAS-källa, i detta fall brandövningsplats, flygplats deponi/anläggning för farligt avfall samt avloppsreningsverk (ARV).**

Antal vattenskyddsområden fördelat på typ av föroreningskälla				
Antal kända föroreningskällor inom vattenskyddsområdet	Brandövningsplats	Flygplats	Deponi/anl. farligt avfall	ARV
1-2	13	7	11	12
≥3	1	0	2	2
Ingen	1618	1625	1619	1618
Antal föroreningskällor inom 500 m	Brandövningsplats	Flygplats	Deponi/anl. farligt avfall	ARV
1-2	21	9	28	57
≥3	3	0	3	2
Ingen	1608	1623	1601	1573

### Enskilda brunnar i riskzonen

Ungefär 1,2 miljoner permanentboende och ungefär lika många fritidsboende får sitt dricksvatten från enskilda brunnar eller från en vattenförening/samfällid vattentäkt eller motsvarande. I sammanställningen av tidigare uppmätta halter finns resultat från analys av PFAS-ämnen från ett fåtal enskilda brunnar i anslutning till identifierade förorenade områden. Halterna i dessa låg i något fall över åtgärdsvärdet 90 ng/l. Nyare resultat har dock visat att betydligt högre halter kan förekomma. I prover tagna från enskilda brunnar vid Lulnäsudden i närheten av F21 hade 13 av 32 prover PFAS<sub>7</sub>-halter mellan åtgärdsgränsen och 900 ng/l och 12 prover hade halter över 900 ng/l. Den högsta halten var 2 246 ng/l (NIRAS 2015). I samband med den nya screeningen provtogs fem enskilda brunnar. Endast i en av dessa, en beredskapsbrunn, återfanns PFAS<sub>7</sub>-halter över åtgärdsgränsen 90 ng/l.

<sup>31</sup> Databasen VIC Natur innehåller alla beslut om skyddad natur.

I tabell 7 nedan redovisas en uppskattning av hur många personer som försörjs av en enskild vattentäkt (eller ett mindre antal samfällda) som är belägen inom ett visst avstånd från en känd föroreningskälla. Precis som för de allmänna vattentäkterna så innebär närheten till en föroreningskälla inte att vattentäkten är eller riskerar att bli förorenad utan det beror t.ex. på strömningsriktning, hydrauliska samband och om, var och hur PFAS-utsläpp skett. För vattenbrunnar (cirka 106 000) ur Brunnsarkivet<sup>32</sup> har en analys gjorts av avstånd till närmsta kända möjliga föroreningskälla med undantag för större bränder. Brunnarna i arkivet utgörs enbart av bergborrade brunnar men här har antagits att grävda brunnar har samma geografiska fördelning i relation till föroreningskällorna som bergborrade enskilda brunnar. Antalet personer med olika typ av vattenförsörjning har bestämts utifrån en bearbetning av data från miljöhälsoenkäterna från 1999, 2003 samt 2007 (Resultat från miljöhälsoenkäterna publiceras av Socialstyrelsen och Karolinska Institutet i Miljöhälsorapporter). Enligt sammanställningen nedan (tabell 7) uppskattas totalt knappt 19 000 personer få sitt dricksvatten från en enskild (eller samfällad) brunn som ligger närmare än 2 km från en brandövningsplats. De enskilda brunnar på Lulnäsudden som förorenats med PFAS ligger cirka 1 300 – 2 000 m från flygplatsen Kallax brandövningsplats. För att ta reda på hur många dricksvattenkonsumenter som är faktiskt drabbade behöver mer detaljerade analyser, plats specifika undersökningar och analyser av PFAS i brunnsvattnet göras.

**Tabell 7. Beräknat antal personer med vattenförsörjning från egen brunn eller vattenförening som bor i närheten av känd potentiell PFAS-föroreningskälla.**

	Antal personer			
	<500 m	<1 km	<2 km	<1 mil
Brandövningsplats (BÖP)	1 000	4 600	18 500	377 000
Deponi eller anläggning för farligt avfall	900	5 200	21 200	452 000
Flygplats	10	510	3 500	106 000
Industrier	500	2 600	8 900	175 000
BÖP, Deponier inkl anl för farligt avfall eller flygplats	1 900	10 000	39 700	621 000
BÖP, Deponier inkl anl för farligt avfall, flygplats eller industri	2 300	12 500	47 300	651 000

### **Risk för exponering via fisk**

För den enskilda individen riskerar fisk med förhöjda halter att ge ett stort bidrag till den totala exponeringen för PFAS-ämnen, i synnerhet i de områden där dricksvattnet inte är påverkat. Risken är förstås kopplad till hur mycket fisk individen äter och hur pass förhöjda halterna är, i vissa sjöar har medelhalter i

<sup>32</sup> Brunnsarkivet finns vid SGU och tar emot och lagrar information om brunnar enligt lagen om uppgiftsskyldighet (SFS 1975:424, SFS 1985:245).



fisken uppmätts som ligger 60 gånger över gränsvärdet för PFOS i fisk. I vissa fall skulle det därför kunna finnas behov av att utarbeta lokala kostråd.

Gränsvärdet för PFOS i fisk ( $MKN_{biota}$ ) överskrider vid ett fåtal lokaler från det som ursprungligen bedömts som bakgrundsområden. Dessa kommer samtliga från lokaler som snarare är att betrakta som diffust (eller direkt) påverkade (Åsundaön i Vänern, Lilla Värtan samt Fysingen i närheten av Rosersberg). I fisk provtagen i närheten av brandövningsplatser överskrider medelhalterna per lokal och år gränsvärdet för PFOS i drygt 60 % av fallen. Även i områden med mer diffusa påverkanskällor, som t.ex. avloppsreningsverk, är halterna av PFAS förhöjda i fisk och i drygt 30 % av fallen överskrider gränsvärdet för PFOS. Andelen av lokalerna där  $MKN_{biota}$  överskrider är lägre än andelen överskridanden av gränsvärdet för ytvatten ( $AA-MKN_{ytvatten}$ ) trots att båda är framtagna för att skydda människor från negativa effekter vid konsumtion av fisk. Detta beror troligvis på att gränsvärdet för vatten är omräknat från  $MKN_{biota}$  vilket introducerar osäkerheter. Om gränsvärdet för ytvatten överskrider bör man därför gå vidare med analyser i fisk för att mer korrekt kunna bedöma risken för negativa effekter på människors hälsa via intag av fisk.

Gränsvärdet i fisk ( $MKN_{biota}$ ) bygger på antagandet att en person som väger 70 kg konsumerar 115 g av fisk/fiskprodukter per dag och att max 10 % av det dagliga intaget av PFOS får komma från fisk. Livsmedelsverket har utfärdat kostråd för konsumtion av insjöfisk, som abborre, beroende på dess höga kvicksilverinnehåll; gravida och ammande bör bara äta sådan fisk 2-3 ggr per år och andra max en gång i veckan (Livsmedelsverket u.å). Om kostråden följs innebär detta att även det dagliga intaget av fisk som riskerar att vara PFAS-kontaminerad reduceras betydligt och betydelsen av enstaka intag av fisk som överskrider gränsvärdet för PFOS minskar.

Men trots det finns det anledning att vara försiktig. På den lokal där fisken innehöll som mest PFOS var medelhalten 559 ng/g vv. För att nå upp till TDI för PFOS på 150 ng/kg kroppsvikt och dag skulle en person som väger 70 kg kunna äta endast knappt 19 g fisk per dag innan det maximala intaget uppnåtts. Detta förutsätter att ingen annan PFOS-exponering sker. Om enbart 10 % av TDI får nås genom intag av fisk så skulle man bara kunna äta knappt 2 g fisk om dagen av fisk som fiskats i denna sjö. För att ta reda på om man behöver vara försiktig med att äta fisk från vissa sjöar krävs således platsspecifik kunskap om PFAS-halterna.

### 3.5.3. Bedömning av risk för miljön

Organismer i miljön exponeras för PFAS-ämnena i ytvatten antingen direkt via omgivande vatten eller genom intag av fisk. När det gäller PFOS har predatorer bedömts som mest känsliga, dvs. fåglar och däggdjur som äter PFOS-innehållande fisk (EU 2011).

Halterna av PFOS i fiskmuskel överskrider inte  $MKN_{\text{biota}}^{33}$  för sekundär förgiftning vid någon av bakgrundslokalerna men vid 7 % av lokalerna i diffust förorenade områden och i knappt 60 % av lokalerna i anslutning till brandövningsplatser (inklusive flygplatser). Detta tyder på att risken för påverkan av PFOS på däggdjur och rovfågel i dagsläget är låg i bakgrundsområden och områden med diffus påverkan men relativt hög för stationära predatorer som lever av fisk i anslutning till förorenade områden. Eftersom däggdjur och fåglar äter hela fisken bör en jämförelse egentligen göras mot halter av PFOS i helkropp. Omvandlingsfaktorer saknas men halterna är troligen högre i helkropp eftersom PFOS snarare anrikas i lever och blod än i muskel (Murakami et al. 2011).

Halterna av PFOS i ytvatten är vid någon enstaka lokal i områden som bedömts som diffust förorenade och i ungefär en fjärdedel av lokalerna i anslutning till brandövningsplatser så höga att det även finns risk för att vattenlevande organismer påverkas.

Eftersom PFAS-ämnena är så persistenta och halterna i grundvatten på sina håll är mycket höga finns det risk att halterna i grundvattenberoende ekosystem kommer att stiga med tiden.

## 3.6. Åtgärder PFAS

### 3.6.1. Utgångspunkter för urval av åtgärder

Nedan följer de utgångspunkter som Naturvårdsverket bedömt vara relevanta vid val av de åtgärder och åtaganden, inklusive redan pågående arbete, som förs fram i uppdraget. Åtgärderna har som syfte att bättre kontrollera och begränsa människors exponering och vad som kommer ut i miljön samt att få bättre kunskap om vilka halter som finns i miljön. Åtgärder och åtaganden är avstämde med berörda myndigheter.

#### **Risk för människors hälsa och miljön**

Sammanställningen av PFAS-halter i svensk miljö och den sammanvägda bedömningen av risk för hälsa och miljö har identifierat en risk för människors hälsa vid konsumtion av fisk och dricksvatten i anslutning till bekräftade punktkällor, en risk för negativa effekter på däggdjur och rovfåglar som lever av fisk från förorenade områden samt en risk för negativa effekter på vattenlevande organismer i dessa områden.

#### **Betydande utsläpp från punktkällor**

Den största källan till direkta punktsläpp är användningen av PFAS-innehållande brandsläckningsskum. Användningen har också resulterat i PFAS-förorenade områden som är betydande källor till miljön och som kan kopplas till

---

<sup>33</sup>  $QS_{\text{biota}}$  för sekundär förgiftning finns framräknat i samma rapport som ligger till grund för  $MKN_{\text{biota}}$  för human konsumtion men är inte lagligt bindande.

överskridande av gränsvärden till skydd för människa och miljö. Andra punktkällor är avloppsreningsverk och anläggningar för avfallshantering. Industrier där PFAS används i någon del av produktionen är potentiella punktkällor. För att begränsa miljö- och hälsoriskerna bör åtgärder som riktar sig mot minskade utsläpp från kända punktkällor utvecklas.

### **Behov av ökad kunskap om källor, mängder och halter**

Uppgifter sammanställda inom ramen för det här uppdraget visar att trots en betydande mängd data om halter i miljön så finns det kunskapsluckor. Det finns ett behov av att utöka kunskapen om källor, tillförda mängder, halter, samt typ av PFAS till den svenska miljön för att bland annat uppfylla vatten- och havsmiljödirektiven, för att kunna vidta ytterligare riktade åtgärder som begränsar spridningen, samt för att kunna följa trender avseende användningen av nya icke-reglerade PFAS.

### **Stora samhällsekonomiska kostnader om inga åtgärder vidtas**

Spridning av PFAS till mark, yt- och grundvatten kan innebära stora samhällsekonomiska kostnader när t.ex. dricksvattentäkter som förorenats av högfluorerade ämnen måste ersättas, råvattnet renas eller mark inte kan bebyggas.

## **3.6.2. Åtgärder för att bättre kontrollera och begränsa människors exponering och vad som kommer ut i miljön**

### **MINSKA MÄNNISKORS EXPONERING VIA LIVSMEDEL**

Förorenat dricksvatten utgör den största risken för människors hälsa med avseende på PFAS. I cirka 65 % av alla allmänna vattentäkter har ingen analys av PFAS-ämnen gjorts. Den faroanalys som alla dricksvattenproducenter ska genomföra har visat att man i flera fall inte angivit någon risk där förhöjda halter PFAS senare har uppmätts, vilket kan bero på svårighet att identifiera källor. Det kan därför finnas behov av PFAS-mätningar i ytterligare täkter där det ännu inte gjorts några mätningar. Analysresultat kan också variera i tid och rum till följd av en rad olika faktorer och där en risk identifierats eller ett förhöjt värde uppmätts bör inte risken avskrivas utan grundligare undersökningar.

Mot bakgrund av vad som tidigare redovisats om det stora antalet brandövningsplatser, inklusive förekomst av s.k. spontana övningsplatser och andra potentiella punktkällor, i kombination med ämnens lättörlighet i grundvatten, är det sannolikt att det också kan finnas ett stort antal enskilda vattentäkter med förhöjda PFAS-halter i landet. Det är i första hand vattentäkter i jord och som ligger i grundvattnets strömningsriktning från föroreningskällan som är i riskzonen, på motsvarande sätt som för de allmänna vattentäkter där PFAS detekterats. Utan systematiska undersökningar är det inte möjligt att uppskatta hur många enskilda brunnar som kan vara påverkade.

Fisk är en annan exponeringsväg för människa. Om gränsvärdet för ytvatten överskrids bör den lokala kontrollmyndigheten gå vidare med analyser i fisk för att mer korrekt kunna bedöma risken för negativa effekter på människors hälsa.

Livsmedelsverket har nyligen, 7 mars 2016, uppdaterat rekommendationerna om riskhanteringsåtgärder för dricksvatten och fisk som är förorenat av PFAS. Uppdateringen innebär bland annat att den totala halten PFAS ska beräknas som summan av 11 PFAS i stället för som tidigare summan av 7 PFAS vid jämförelse med åtgärdsgräns och riktvärde för PFAS i dricksvatten. Åtgärdsgränsen och riktvärdet är de samma som tidigare. Rekommendationerna riktar sig till dricksvattenproducenter, lokala kontrollmyndigheter och enskilda brunnsgärdare. Syftet med de åtgärder som rekommenderas är dels att snabbt minska exponeringen av PFAS från förorenat dricksvatten, dels att långsiktigt minimera intaget av PFAS från dricksvatten och fisk. Det är upp till de lokala kontrollmyndigheterna att utreda behovet av lokala kostråd.

### **BEGRÄNSA UTSLÄPP OCH SPRIDNING FRÅN PUNKTKÄLLOR**

#### **Förstärka tillsynsvägledning kring PFAS och andra farliga ämnen i miljön**

Tillämpningen av miljöbalkens allmänna hänsynsregler, kravet på egenkontroll och fungerande tillsyn är central för att komma till rätta med problematiken kring negativa effekter av PFAS och andra farliga ämnen i miljön. Naturvårdsverket bedömer att det finns ett behov av stärkt tillsynsvägledning på detta område.

Naturvårdsverket avser att ytterligare förstärka tillsynsvägledningen kring PFAS och andra farliga ämnen i miljön. Vägledningen ska omfatta verksamhetsutövarens ansvar avseende krav på kunskap och egenkontroll enligt miljöbalken, däribland verksamhetsutövarens ansvar avseende recipientkontroll, samt ansvar för förorenade områden. Denna insats kommer inte bara begränsa och kontrollera utsläpp från punktkällor utan även öka kunskapen om förekomsten av ämnena. Exempel på verksamheter som kan beröras är avfallsanläggningar, avloppsreningsverk, industrier och brandövningsplatser.

Nedan följer exempel på vägledningsinsatser.

#### *Vägledning för flygplatser med avseende på PFAS*

Naturvårdsverket kommer att uppdatera Handbok (2008:1) med allmänna råd för flygplatser med avseende på PFAS och brandövningsplatser och hanteringen av även andra kemiska produkter på flygplatser.

Det är upp till tillsynsmyndigheten att ställa relevanta krav på hur en brandövningsplats ska se ut. Krav på särskilt omhändertagande eller rening av släckvatten med avseende på PFAS är i stort sett obefintliga i dagens tillstånd. En genomgång av gällande villkor 2015 i miljötillstånden för Sveriges alla större flygplatser (51 stycken), visar att problematiken gällande PFOS endast omnämns för 2 flygplatser (Stockholm Arlanda och Visby) och då genom krav på att

verksamhetsutövaren Swedavia ska utreda förekomst och spridning samt möjlighet att samla upp och hantera stora mängder dagvatten där PFOS finns.

#### *Vägledning om PFAS vid återvinning av avfall i anläggningsarbeten*

Naturvårdsverket planerar att se över vägledningen om återvinning av avfall i anläggningsarbeten, däribland Handbok 2010:1. Naturvårdsverket kommer att överväga behovet av att hantera problematiken med PFAS i detta arbete som en av flera föroreningar som förekommer i detta sammanhang.

#### *Vägledning om PFOS/PFAS för förorenade områden*

Naturvårdsverket har i samarbete med Statens Geologiska Institut (SGI) under 2016 startat en vägledningsinsats för förorenade områden. Detta för att tydliggöra för tillsynsmyndigheterna (länsstyrelserna, kommuner, Generalläkaren) vilka effekter PFOS/PFAS har på hälsa och miljö, och hur tillsynsmyndigheterna kan bidra till att avhjälpa föroreningskador och minska spridningen till mark, yt- och grundvatten genom tillämpningen av miljöbalken. Effekten förväntas bli en ökad kunskap om PFOS/PFAS och ansvarsförhållanden och därmed ökade förutsättningar för tillsynsmyndigheterna att bedriva operativ tillsyn. Genom en vägledningsinsats ökar också möjligheterna för de operativa tillsynsmyndigheterna att via tillsynen få en bättre uppfattning om vilka platser som kan vara förorenade. Naturvårdsverket förstärker också länsstyrelsernas tillsyn på förorenade områden med sakanslaget för sanering. Även förstärkningen av tillsynen förbättrar förutsättningarna till ökad kunskap om källor. Det finns en stor efterfrågan på vägledning om detta och det är angeläget att få en bättre uppfattning av föroreningsbilden, behovet av sanering och att åtgärder vidtas för att begränsa spridningen där så är relevant.

#### **Utveckling av tekniker för hantering av PFAS-föroreningar**

Statens geotekniska institut (SGI) har på uppdrag av regeringen ett specifikt ansvar för forskning samt teknik- och kunskapsutveckling när det gäller sanering och återställning av förorenade områden i landet. Under 2016-2019 ska SGI tillsammans med forskare från Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) genomföra ett forskningsprojekt som syftar till att ta fram nya och innovativa tekniker för att behandla jord och grundvatten förorenade med PFAS genom anslag från Vinnova. Naturvårdsverket följer det arbetet och kommer att bidra till kunskapsspridning till operativa tillsynsmyndigheter.

Det finns ett behov av att utveckla tekniker för sanering av mark och vatten förorenad av PFAS. Verksamhetsutövaren är ansvarig att tillämpa bästa möjliga och tillgängliga teknik. För att driva på utvecklingen krävs att verksamhetsutövare påbörjar åtgärdsutredningar och upphandling av olika lösningar; här kan även innovationsupphandlingar, samverkan mellan verksamhetsutövare och pilotprojekt vara lämpliga. Särskilt de offentliga verksamhetsutövarna bör gå före.

### **Begränsa användningen av PFAS-haltigt brandsläckningsskum**

Naturvårdsverket anser att det finns ett behov av åtgärder för att minska spridning av PFAS från pågående användning av brandsläckningsskum. PFOS och PFOA i brandsläckningsskum har ersatts av kortkedjiga högfluorerade ämnen såsom 6:2 FTSA och kortkedjiga PFCA (Kemikalieinspektionen 2015a). Dessa anses ha en lägre toxicitet och bioackumuleras inte i lika stor utsträckning som de långkedjiga (Gannon et al. 2015), men har dock gemensamt att de är extremt persistenta och förväntas inte försvinna ur miljön inom överskådlig tid.

Naturvårdsverket avser dock inte att inom ramen för detta uppdrag föreslå någon åtgärd om detta med hänvisning till att resultat från bland annat följande lagt förslag och pågående aktiviteter bör inväntas:

#### *Lagt förslag om nationella regler för PFAS i brandsläckningsskum*

Kemikalieinspektionen la i januari 2016 ett förslag om nationella regler för högfluorerade ämnen i brandsläckningsskum till regeringen (Kemikalieinspektionen 2016a). Förslaget går i korthet ut på att begränsa utsläppen av alla typer av högfluorerade ämnen från brandsläckningsskum genom att endast tillåta användning om alla restprodukter (släckvatten och andra skumvätskeblandningar) samlas upp och destrueras. Undantag föreslås för vissa situationer.

#### *Utredning om anmälningsplikt för användning av alla typer av brandsläckningsskum*

Kemikalieinspektionen har, i samarbete med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, påbörjat en utredning om det är lämpligt och genomförbart att föreslå anmälningsplikt för användning av alla typer av brandsläckningsskum. (Kemikalieinspektionen 2016a). Naturvårdsverket medverkar i detta inom ramen för myndighetssamarbetet för PFAS.

#### *Informations- och utbildningsinsats riktad mot Räddningstjänsten*

Påbörjad informations- och utbildningsinsats av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap och Kemikalieinspektionen riktad mot Räddningstjänsten för att tydliggöra rekommendationer om användning av PFAS-innehållande skum och förtydliga risker och ansvar. Bland annat planeras ett antal utbildningstillfällen för Räddningstjänsten samt en informationsbroschyr. Naturvårdsverket medverkar i detta inom ramen för myndighetssamarbetet för PFAS.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) kommer att rekommendera att brandsläckningsskum inte ska användas överhuvudtaget och framför allt inte där det finns andra alternativ. Hantering av släckvatten (restprodukt vid brandsläckning) är en fråga som har hög prioritet i MSB:s arbete och släckmetoder rekommenderas som ger upphov till inget eller ringa släckvatten, som exempelvis vattendimma.

#### *Utvärdering och utveckling av alternativa släckmetoder*

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har under 2015 utvärderat olika alternativa släckmetoder tillsammans med Örebro universitet och kommer att fortsätta detta även under 2016. Innehållet i fluorfria B-skum och alternativ till skum i stort kommer att utredas. En ansökan om detta har lämnats till Vinnova tillsammans med Örebro och Lunds tekniska högskola.

Även om utvecklingen av alternativa metoder för släckning av bränder har kommit igång så återstår ytterligare utveckling och tester för att säkerställa att gällande säkerhetskrav uppfylls i skarpa lägen. Det kan finnas bränder och situationer där brandsläckningsskum med högfluorerade ämnen fortfarande krävs för att erhålla tillräcklig släckverkan.

#### **Begränsa användningen av PFAS-haltigt brandsläckningsskum till havs**

Berörda myndigheter bör överväga att verka för att begränsa användningen av PFAS-innehållande skum till havs och Sverige bör överväga att verka för detta genom de internationella samarbetsorganen HELCOM, OSPAR och IMO.

PFAS-innehållande skum används vid brandövning och släckning av bränder till havs vid Forsvarsmaktens marina verksamhet och troligen också av Kustbevakningen och rederier i motsvarande situationer. På fartygen sker ingen uppsamling utan släckvattnet släpps direkt ut i havet (Kemikalieinspektionen 2016a).

#### **Begränsa PFAS i utgående avloppsvatten**

Utgående vatten från avloppsreningsverk är identifierade som punktutsläpp av PFAS till miljön. Utsläppet bidrar till en diffus påverkan lokalt, både i vattenrecipient och i mark där slam från avloppsreningsverk sprids. Åtgärder för att minska utsläpp av PFAS från avloppsreningsverk kan göras uppströms för att minska tillförseln till avloppsreningsverket och/eller genom utökad reningsteknik.

#### *Utredning av förutsättningar för avancerad rening*

Naturvårdsverket planerar att genomföra en konsultstudie med uppdrag att utreda förutsättningarna för användning av avancerad rening i syfte att från avloppsvatten avskilja PFAS, läkemedelsrester och andra oönskade ämnen. Studien ska innefatta olika reningstekniker och förutsättningar att ställa krav på att de används, t.ex. i vilken utsträckning det kan anses rimligt att nyttja tekniken. Vid denna bedömning ska nyttan av reningstekniken jämföras med kostnaderna och annan miljöpåverkan som nyttjandet av den medför.

#### *Krav på verksamheter anslutna till kommunala avloppsledningsnät*

Det finns en trend mot att koppla bort industriell verksamhet och lakvatten från de kommunala avloppsledningsnäten, något som Naturvårdsverket stödjer. Då detta sker måste det bortkopplade vattnet vid behov renas lokalt.

Ett ökande antal avloppsreningsverk ansluter sig till den nationella certifieringen Revaq<sup>34</sup> som arbetar för att minska flödet av farliga ämnen till avloppsreningsverk samt att skapa en hållbar återföring av växtnäring (Svenskt Vatten 2016a). Verksamheter som är anslutna till ett Revaq-certifierat avloppsreningsverk har krav på att redovisa sin kemikalieanvändning genom en utökad kemikalieförteckning samt handlingsplan för utfasning enligt Kemikalieinspektionens Prioriteringsguide PRIO<sup>35</sup> där PFOS finns med. Enligt reglerna för Revaq-certifiering ska bortkoppling av lakvatten från reningsverk alltid vara huvudalternativet. Idag är 43 reningsverk anslutna till Revaq som tillsammans renar över hälften av landets avloppsvatten (Svenskt Vatten 2016b).

#### *Gränsvärde för PFOS i slam för spridning på jordbruksmark*

Naturvårdsverket har inom regeringsuppdraget Hållbar återföring av fosfor föreslagit en skärpning av föreskriften SNFS 1994:2<sup>36</sup> genom att införa ett gränsvärde för högsta tillåtna halt av bland annat PFOS i slam som ska tillföras åkermark från avloppsreningsverk. Syftet var att halterna av oönskade persistenta ämnen i jordbruksmark ska minska över tid. Kravet skulle enligt förslaget träda i kraft 2015 med successiva skärpningar 2023 och 2030. Regeringen har ännu inte fattat beslut i ärendet. På sikt bör det övervägas att även inkludera andra PFAS. Oavsett hur regelverket utformas är det viktigt att följa utvecklingen av PFOS i denna fraktion.

#### **Åtgärder internationellt för begränsning av användning och utsläpp i industriell verksamhet**

Kunskapen är bristfällig om både användning och eventuella utsläpp av PFAS från industriella processer i Sverige. Kemikalieinspektionens kartläggning 2015 (Kemikalieinspektionens 2015) visade på svårigheterna att identifiera både hur och var olika PFAS-ämnen används. Samtidigt kunde de redogöra för en lång rad kända användningsområden. Det finns ett behov av att utreda hur mer information om användning och utsläpp i industriell verksamhet kan erhållas samt hur användning och utsläpp kan begränsas, vilket delvis kan ske genom följande.

#### *Uppföljning av användningen av PFOS enligt undantag i Stockholmskonventionen*

Naturvårdsverket har fått regeringens uppdrag att, i samråd med Kemikalieinspektionen och Havs- och vattenmyndigheten, uppdatera den svenska genomförandeplanen för Stockholmskonventionen senast november 2017. I samband med det kan det finnas ett behov av att klargöra hur användningen av PFOS enligt de särskilda undantagen följs upp så att mängden PFOS som släpps ut i miljön minimeras i enlighet med konventionens villkor. Till exempel så ska enligt krav på bästa tillgängliga teknik, PFOS inom hårdförkromning endast användas i så

<sup>34</sup> Bakom Revaq står Svenskt Vatten, LRF, Livsmedelsföretagen, Svensk Dagligvaruhandel i samarbete med Naturvårdsverket

<sup>35</sup> Endast kemikalier som når avloppet är obligatoriska att redovisa, inventering av riskminskningsämnen är frivillig.

<sup>36</sup> Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket



kallade slutna system. Det kravet behöver dock följas upp med avseende på potentiella utsläpp till miljön eftersom upp till 20 % troligtvis släpps ut från processen via ventilationsluft eller avloppsvattnet<sup>37</sup>. Även hanteringen av slam och själva ytbehandlingsbadet som avfall behöver tydliggöras. Avfallet hanteras idag generellt genom att läggas på deponi för farligt avfall (Naturvårdsverket 2012).

#### *Verka genom industriemissionsdirektivet*

Industriemissionsdirektivet (IED, 2010/75/EU) är det huvudsakliga instrumentet för att kontrollera utsläpp från industri inom EU. Det görs främst genom referensdokument för bästa tillgängliga teknik (BREF-dokument) som tas fram för cirka 30 olika industrisektorer. I BREF-dokumenterna redovisas vad som anses vara bästa tillgängliga teknik för att uppnå en hög skyddsnivå för miljön, bland annat i form av bindande så kallade BAT-slutsatser med bland annat bindande utsläppsgränsvärden. Inga BREF-dokument eller BAT-slutsatser som hittills publicerats innehåller dock information om särskilt farliga ämnen, identifierade t.ex. i REACH eller EU:s vattendirektiv, förutom ”traditionella” ämnen så som dioxiner och metaller. Det gör det svårare för både tillsynsmyndigheter och verksamhetsutövare att kontrollera utsläpp av de ämnena. Sverige har för avsikt att stötta andra medlemsstater och Norge att få till stånd mätkrav för PFOS/PFAS, samt andra relevanta ämnen, i vattenutsläppsflöden från avfallsbehandling med syfte att på sikt minimera sådana ämnen i grund- och ytvatten.

Naturvårdsverket överväger att starta ett projekt med syfte att verka för att kartlägga användningen av farliga ämnen, inklusive PFAS, i anläggningar som omfattas av IED. I de fall där användning av särskilt farliga ämnen identifieras, kan Sverige genom arbetet med att utveckla IED inom EU, i möjligaste mån verka för substitution eller utsläppsbegränsningar där utsläpp överstiger satta gränsvärden alternativt anses utgöra en risk för människa eller miljö. Naturvårdsverket har tillsammans med flera andra länder i Östersjöregionen påbörjat ett samarbete för att gemensamt ta fram kunskap om användningen av farliga kemikalier inom industrin samt utveckla en strategi för att minska användningen av och utsläppen av dessa genom IED BREF-arbetet. Högfluorerade ämnen ingår i projektet.

---

<sup>37</sup> Sveriges nationella rapport till Stockholmskonventionen 2014: <http://ers.pops.int/ERS-Extended/FeedbackServer/fsadmin.aspx?fscontrol=respondentReport&surveyid=64&voterid=45738&eadonly=1&nomenu=1>

och Guidance on best available techniques and best environmental practices for the use of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (draft 2012).  
<http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortheuseofPFOS/tabid/3170/Default.aspx>

## **MINSKA ANVÄNDNINGEN AV PFAS**

### **Minska användningen av PFAS i varor och kemiska produkter samt i industriella processer**

På uppdrag av regeringen inom ramen för handlingsplanen för en giftfri vardag 2015–2017 arbetar Kemikalieinspektionen med att ta fram ett nationellt åtgärdsprogram för högfluorerade ämnen. I åtgärdsprogrammet ingår bland annat att verka för att företag frivilligt ersätter högfluorerade ämnen med mindre farliga ämnen och material och att verka för att en handlingsplan initieras inom EU. Större delen av kemikalielagstiftningen är reglerad på EU-nivå och ett aktivt arbete för att begränsa användningen av PFAS sker inom EU och internationellt. Även om reglering på internationell nivå tar lång tid är det ett mycket viktigt arbete för att på sikt minska användningen och spridningen av PFAS i miljön.

### **Förbättra informationen om innehåll av PFAS i varor och kemiska produkter**

En förbättrad information om innehållet av PFAS i varor och kemiska produkter ända från tillverkningsledet krävs för att kunna kvantifiera, följa och i vissa fall reglera, PFAS-flöden från användning via avfall och ut till miljön. Frågan om förbättrad information drivs framför allt av Kemikalieinspektionen och inom SAICM (Strategic Approach to International Chemicals Management) men handlar då inte om specifika ämnen.

## **SAMVERKAN OCH VÄGLEDNING I SAMARBETE MED ANDRA MYNDIGHETER**

År 2014 bildade Kemikalieinspektionen tillsammans med Livsmedelsverket ett myndighetsnätverk med Naturvårdsverket, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Havs- och vattenmyndigheten, Sveriges Geologiska Undersökning och Statens Geotekniska Institut med syfte att samordna de centrala myndigheternas arbete avseende PFAS. Även ett nätverk för alla intresserade samhällsaktörer med syftet att vara ett forum för informationsutbyte angående PFAS bildades samma år. Naturvårdsverket fortsätter det pågående samarbetet med andra myndigheter för att ge samlad vägledning om PFAS, bland annat planeras gemensamma utbildnings- och informationsinsatser, samt att aktivt delta i nätverken.

### **3.6.3. Åtgärder för att få bättre kunskap om vilka halter som finns i miljön**

## **UTÖKAD NATIONELL MILJÖÖVERVAKNING**

### **Utökad miljöövervakning av organiska miljögifter, bland annat PFAS, i ytvatten**

För att Sverige ska uppfylla vatten- och havsmiljödirektivens krav, och för att öka kunskapen om spridningen i miljön som underlag för att vidta åtgärder för att begränsa skada av bland annat PFAS på hälsa och miljö, behövs utökad miljöövervakning av organiska miljögifter, bland annat PFAS, i *ytvatten*. Detta behov har uppmärksamrats tidigare (bl.a. Naturvårdsverket 2014) och har stärkts

av resultaten från detta regeringsuppdrag. Idag saknas löpande nationell miljöövervakning av organiska miljögifter i *vattenfas* i ytvatten.

Naturvårdsverket avser genomföra denna miljöövervakning inom ramen för ansvaret för nationell miljöövervakning av miljögifter. Utformningen behöver göras i samarbete med Havs- och vattenmyndigheten och samordnas med de förändringar Havs- och vattenmyndigheten har för avsikt att göra framöver. Havs- och vattenmyndigheten har initierat ett projekt för att optimera övervakningsprogrammen enligt vattenförvaltningens behov och den föreslagna åtgärden bör samordnas med detta.

### **Övervakning av organiska miljögifter, bland annat PFAS och bekämpningsmedel, i grundvatten**

För att uppfylla vattenförvaltningens krav, och för att öka kunskapen om spridningen av miljögifter i *grundvatten*, behövs övervakning av organiska miljögifter, bland annat PFAS och bekämpningsmedel, i grundvatten. Detta behov har uppmärksamats tidigare (bl.a. Naturvårdsverket 2012 och 2014, SGU 2006) och har stärkts av resultaten från detta regeringsuppdrag. Idag saknas i stort sett löpande nationell miljöövervakning av miljögifter i grundvatten och tillräcklig kunskap för val av miljöfarliga ämnen att mäta.

Naturvårdsverket avser genomföra denna miljöövervakning inom ramen för ansvaret för nationell miljöövervakning av miljögifter. Utformningen av ett eventuellt nytt delprogram, eller utökningar av delprogram, behöver göras i samarbete med Havs- och vattenmyndigheten och Sveriges geologiska undersökning samt samordnas med de förändringar Havs- och vattenmyndigheten har för avsikt att göra framöver. Havs- och vattenmyndigheten har nyligen initierat ett projekt för att optimera övervakningsprogrammen enligt vattenförvaltningens behov och den föreslagna åtgärden bör samordnas med detta.

Åtgärden bör genomföras i två steg:

- 1) En riskbaserad screening av grundvatten som inkluderar både PFAS-ämnen och bekämpningsmedel men också andra organiska miljögifter.
- 2) Med utgångspunkt från resultaten från screeningen en, jämfört med idag, utökad löpande miljöövervakning av grundvatten, både nationellt och regionalt finansierad samt övervakning finansierad av verksamhetsutövare.

### **Screening av mindre väl kända PFAS**

Trender avseende förändringar i PFAS-kedjans utformning har konstaterats (Kemikalieinspektionen 2015a), t.ex. förändringar mot kortare kolkedjor, grenade och cykliska molekyler, syrebryggor i perfluorkedjan, samt substitution mot andra halogener eller väteatomer på en eller flera perfluorkol. De olika formerna av högfluorerade ämnen har olika fysiska och kemiska egenskaper som påverkar hur de sprids i miljön. Det finns därför anledning att bevaka denna utveckling och inom

framtida screeningundersökningar undersöka vilken betydelse utvecklingen har för ämnens spridning och förekomst inom miljön.

Naturvårdsverket avser att inom miljöövervakningens screeningprogram, och efter samråd med Kemikalieinspektionen, följa de förändringar som sker när det gäller användning av olika högfluorerade ämnen, samt identifiera ämnen/ämnesgrupper för riktade screeningundersökningar.

### **Analys av oxiderbara prekursorer samt organiskt fluor**

De PFAS som mäts löpande idag utgör endast en liten del av de PFAS som förekommer i varor och kemiska produkter. Analys av oxiderbara prekursorer och organiskt fluor är två metoder som kan tillämpas för att få en bättre bild av halter av PFAS som grupp i miljön. Dessa analyser ger två olika mått på hur stor mängd PFAS som finns i ett prov, samt hur mycket som utgörs av de PFAS som regelbundet analyseras. Oxiderbara prekursorer har analyserats i mycket begränsad omfattning hittills i den nationella miljöövervakningen (analyseras 2015 i rötägg från havsörn samt i vikare). Organiskt fluor har inte analyserats inom den nationella miljöövervakningen.

Naturvårdsverket avser analysera oxiderbara prekursorer och organiskt fluor inom ramen för ansvaret för nationell miljöövervakning av miljögifter.

Ett lämpligt nästa steg när det gäller oxiderbara prekursorer och ett första steg när det gäller organiskt fluor är att analysera provbankat avloppslam för att få en bild av hur belastningen från urban miljö sett ut över tid. Detta kan genomföras genom analys av provbankat avloppslam från ett urval reningsverk.

### **Utredning avseende övervakning av PFAS i luft och deposition**

Atmosfäriskt nedfall förefaller kunna utgöra ett betydande bidrag till av PFAS till den svenska miljön sett över hela landet. Detta bygger dock på ett fåtal mätningar och platser, varför det bör utredas om en utökad övervakning av PFAS i luft och deposition är motiverad.

Naturvårdsverket avser utreda detta inom ramen för ansvaret för nationell miljöövervakning i luft.

Utökade mätningar är inte bara av relevans för att förbättra kunskapsunderlaget för svensk miljö. Mätningar i luft är även av betydelse för Arktis-arbetet. Idag mäts endast PFOS och PFOA vid en station inom den nationella miljöövervakningen med resultat som avviker jämfört med andra undersökningar (Hansson K. et al. 2016). Det bör utredas bland annat om fler PFAS bör analyseras och om PFAS bör mätas i luft och deposition vid fler lokaler.

## **FÖRBÄTTRAD HANTERING AV MILJÖDATA**

### **Lågsiktigt kvalitetssäkrat och stabilt datavärdskap**

Inom Naturvårdsverket pågår sedan 2 år ett arbete med för att utveckla datavärdskapet för bland annat miljögifter. Syftet är att öka samordningen och skapa bättre förutsättningar för långsiktigt säker rationell lagring av och tillgänglighet till våra datalager. Behovet av detta har stärkts av erfarenheterna inom uppdraget om screening av PFAS och bekämpningsmedel. Avsikten är t.ex. att säkerställa kapacitet och kvalitet vid utbyte av information mellan bland annat nationella datavärddar. Målet är att det huvudsakliga arbetet med detta ska vara genomfört 2017.

### **3.6.4. Konsekvenser av förslagen**

Det finns en risk för människors hälsa vid konsumtion av fisk och dricksvatten i anslutning till bekräftade punktkällor av högfluorerande ämnen. För att begränsa miljö- och hälsoriskerna bör därför åtgärder som riktar sig mot minskade utsläpp från kända punktkällor utvecklas. Om inga åtgärder vidtas för att förebygga fortsatt tillförsel av högfluorerade ämnen till miljön kvarstår risken att ytterligare dricksvattentäkter kommer att förorenas.

#### **Nyttan med föreslagna åtgärder**

Föreslagna åtgärder bedöms minska risken att dricksvattentäkter förorenas av högfluorerade ämnen. Det är svårt att ange nyttan av denna minskade risk men exempel på kostnader som tidigare uppstått för rening av PFAS-förorenat dricksvatten är cirka 10 miljoner kronor per år för Uppsala dricksvattentäkt (Uppsala Vatten 2015b) eller cirka 40 000 kronor i månaden för nödvatten för 10 hushåll (Borås Energi och Miljö 2015). Behöver man byta vattentäkt kan det bli betydligt dyrare. Exploatering av ny vattentäkt i Ronneby har till exempel uppskattats till cirka 30 miljoner kronor (Ronneby Miljö & Teknik 2015).

#### **Kostnader för föreslagna åtgärder**

Föreslagna åtgärder får i första hand konsekvenser för statliga myndigheters eget arbete med PFAS-relaterade frågor. I de allra flesta fall ingår de föreslagna åtgärderna redan i myndigheternas befintliga verksamheter och ansvarsområden. De kostnader som uppstår med anledning av åtgärderna bedöms rymmas inom respektive myndighets befintliga budget och åtgärderna har inte kostnadsbedömts specifikt. Naturvårdsverkets kostnader för föreslagna åtgärder ingår bland annat i den ökning av 1:2-anslaget Miljöövervakning m.m. som föreslås i Naturvårdsverkets budgetunderlag till regeringen för åren 2017-2019. Kostnader för andra aktörer i samhället än statliga myndigheter bedöms inte uppkomma med anledning av förslagen.

## 4. Växtskyddsmedel

I kapitlet ges inledningsvis en beskrivning av vad som avses med bekämpningsmedel och särskilt växtskyddsmedel, hur de använts, hur kunskap kring växtskyddsmedel hanterats, samt vilka problem växtskyddsmedel innebär för människors hälsa och miljön. Därefter beskrivs kortfattat källor till växtskyddsmedel i svensk miljö. Halter av växtskyddsmedel i miljön beskrivs utifrån sammanställda tidigare uppmätta halter och nya mätningar i miljön. Vidare görs en bedömning av riskerna för människors hälsa och miljön. Slutligen anges ett antal möjliga åtgärder för att minska risker för människors hälsa och miljön samt för att få bättre kunskap om växtskyddsmedel.

### 4.1. Allmänt om växtskyddsmedel

#### 4.1.1. Vad som avses med växtskyddsmedel

Växtskyddsmedel är bekämpningsmedel med den gemensamma nämnaren att de skyddar växter vi odlar eller tar bort oönskat ogräs. Växtskyddsmedel används främst i syfte att förbättra skörden av jordbruks-, skogsbruks- och trädgårdsprodukter genom att skydda mot skadedjur, svampangrepp eller mot konkurrerande växter. De används yrkesmässigt även inom andra områden som längs järnvägar, på golfbanor och i urban miljö om än i mindre mängd. Det finns även växtskyddsmedel som är godkända för privat användning.

Växtskyddsmedel delas in i grupper beroende på användningsområde - ogräsmedel, svampmedel, insektsmedel, tillväxtreglerare och avskräckande medel. Den verksamma beståndsdelen utgörs av kemiska ämnen (oftast syntetiska ämnen men även t.ex. växtoljor förekommer) eller mikroorganismer.

Biocidprodukter är bekämpningsmedel som används för att förebygga eller motverka att djur, växter eller mikroorganismer, däribland virus, orsakar skada eller olägenhet för människors hälsa eller skada på egendom. Exempel på biocidprodukter är träskyddsmedel, desinfektionsmedel, konserveringsmedel, insektsmedel, råttbekämpningsmedel och båtbottnfärger. Biocidprodukter kan liksom växtskyddsmedel påverka icke målorganismer om de kommer ut i miljön och de kan även ha en roll i ökningen av antibiotikaresistenta bakterier.

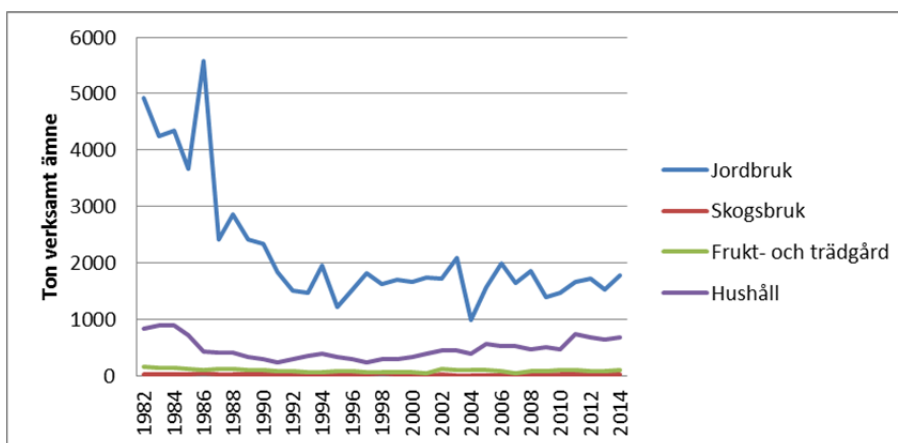
#### 4.1.2. Användning och hantering över åren

Människan har länge använt sig av kemikalier för att motverka skadeangrepp av olika slag. Ett tidigt sätt att skydda trä från svampangrepp var exempelvis att måla med Falu rödfärg, som bland annat innehåller koppar och zink som motverkar svamptillväxt. På slutet av 1800-talet användes även en del kemikalier som växtskyddsmedel i jordbruket i Sverige, till exempel koppar- och svavelpreparat mot svampangrepp i frukt och potatis. Man använde också naturens egna gifter, exempelvis nikotin, mot insektsangrepp. Användningen av växtskyddsmedel i

jordbruket tog fart runt mitten av 1900-talet. Riskerna för hälsa och miljö uppmärksammades dock inte till en början.

Under andra världskriget ökade kunskaperna om syntetiska kemikalier snabbt genom forskning kring kemiska stridsmedel. Många av de tidiga insektsmedlen var till exempel organiska fosforföreningar som är närbesläktade med nervgaser. Antalet medel och användningen ökade sedan kraftigt efter kriget. Användningen av växtskyddsmedel i Sverige ökade till mitten av 1970-talet, största ökningen stod ogräsmedel för. Ogräsmedel är fortfarande de mest använda växtskyddsmedlen.

Sedan 1980-talet har man arbetat för att minska användningen av kemiska bekämpningsmedel. Priset på bekämpningsmedel höjdes genom avgifter och skatter och den försålda mängden till jordbruket minskade kraftigt under en tioårsperiod från början av 1980-talet (se figur 37). Därefter har mängden förbrukade bekämpningsmedel legat på en ganska konstant nivå, med toppar inför väntade prishöjningar och dalar därefter. På grund av att de medel som används idag är verksamma vid lägre koncentrationer kan dock en mindre dos räcka till att behandla en lika stor areal som tidigare, eller till och med större. I motsats till vad man kan tro har inte arealen som behandlas med bekämpningsmedel minskat. I slutet av 80-talet och början av 90-talet minskade även den behandlade arealen men den har därefter ökat. Idag behandlas en ungefär lika stor areal som i början av 1980-talet.



Figur 37. Försåld mängd kemiska bekämpningsmedel per år angivet i ton verksamt ämne för jordbruk, skogsbruk, frukt- och trädgård och hushåll. Statistiken beräknas som bekämpningsmedel eftersom vissa verksamma ämnen används i både växtskyddsmedel och biocidprodukter. Inom jordbruk, skogsbruk samt frukt- och trädgård är det växtskyddsmedel som används och inom hushållen är huvuddelen växtskyddsmedel. Källa: Kemikalieinspektionen 2014a.

## 4.2. Problematiska egenskaper

### 4.2.1. Egenskaper

Växtskyddsmedel är mycket olika sinsemellan till följd av innehållet av olika verksamma ämnen. De har varierande egenskaper vad gäller polaritet, persistens, rörlighet i miljön och framförallt påverkan på olika organismer (toxicitet för människor och andra organismer).

I Sverige och övriga EU-länder har de mest långlivade ämnena bytts ut mot sådana som bryts ner lättare och därför inte finns kvar i miljön lika länge. Även de mest toxiska ämnena har fasats ut, men gamla (utfasade) ämnen kan fortfarande hittas i miljön om de hamnat i jordar eller sediment med låg temperatur, syrefattiga förhållanden och låg mikrobiell aktivitet. Det är inte ovanligt att vissa av de nyare ämnena har en högre akut giftighet än många av de gamla, mer långsamt nedbrytbara bekämpningsmedlen, exempelvis DDT. Det beror främst på att de moderna bekämpningsmedlen har en mer specifik verkningsmekanism mot sina målorganismer för att kunna appliceras i lägre doser. Fördelen är att en mindre mängd av substansen kan användas för att behandla samma areal, men samtidigt kan de orsaka stor skada om de når miljöer där andra organismer än målorganismen exponeras. Vattenlevande organismer kan exempelvis vara mycket känsliga redan vid låga koncentrationer (CKB 2015).

### 4.2.2. Spridning till yt- och grundvatten

Växtskyddsmedel sprids aktivt i miljön och det finns risk att de hamnar utanför avsett område vid spridning och att det sker läckage till ytvatten eller grundvatten. Växtskyddsmedel är framtagna för att påverka levande organismer och kan därför utgöra en risk även för icke målorganismer.

Även användning utanför växtproduktion kan orsaka problem med växtskyddsmedel. Till exempel har totalbekämpningsmedel mot ogräs använts för att hålla rent på grusade ytor. Fram till slutet av 80-talet användes ett preparat som innehöll ämnena atrazin och diklobenil. Dessa ämnen eller deras nedbrytningsprodukter är fortfarande de som man oftast hittar i grundvatten vilket visar att föroreningar som når grundvattnet kan orsaka problem under lång tid.

### 4.2.3. Riskbedömning och godkännande

De verksamma ämnena i växtskyddsmedel riskbedöms och godkänns på EU-nivå<sup>38</sup>. För att ett växtskyddsmedel ska få släppas ut på den svenska marknaden och användas i Sverige ska produkten godkännas av Kemikalieinspektionen. På nationell nivå ska den sammansatta produkten och det eller de användningsområden som ansökan omfattar riskbedömas, men varken riskbedömningen av det verksamma ämnet på EU-nivå eller den som görs på

---

<sup>38</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1107/2009 om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden.



nationell nivå kan täcka in alla situationer. Den nationella bedömningen kan t.ex. inte ta hänsyn till att flera användare av samma ämne kan orsaka läckage till samma recipient. För att inte orsaka skada på miljö och människors hälsa krävs också att det godkända medlet hanteras på ett säkert sätt och i godkännandet anges användningsvillkor för växtskyddsmedlet. I dessa regleras bland annat användningsområde och dos men de kan även omfatta försiktighetsåtgärder vid spridning. Generella regler om spridning och viss övrig hantering av växtskyddsmedel finns i Naturvårdsverkets föreskrift SNFS 2015:2.

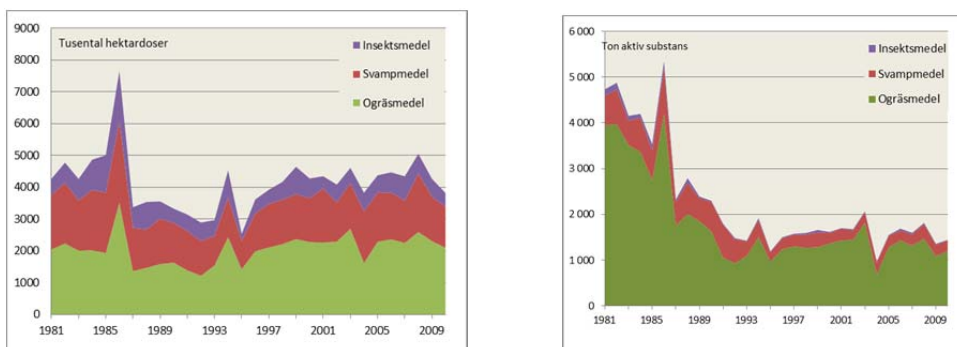
### 4.3. Källor till växtskyddsmedel i miljön

Växtskyddsmedel används främst inom jord-, skogs- och trädgårdsbruk, men även av privatpersoner. År 2014 såldes 1775 ton växtskyddsmedel till jordbruket, 100 ton till frukt- och trädgårdsodling, 17 ton till skogsbruket varav 6 ton är avskräckande medel mot vilt, samt 608 ton till hushåll varav 363 ton är mossmedel (järnsulfat) (Kemikalieinspektionen 2014a). Andra användningsområden för växtskyddsmedel är t.ex. golfbanor, järnvägar och ogräsbekämpning i urban miljö.

Sverige har ett system med behörighetsklasser för kemiska bekämpningsmedel. Behörighetsklassen visar vem som får använda ett kemiskt bekämpningsmedel. Medel i klass 1 och 2 får bara användas yrkesmässigt. Medel i klass 3 får användas av alla. Kemikalieinspektionen beslutar vid godkännandet av ett medel vilken behörighetsklass det ska tillhöra utifrån flera faktorer. Det kan vara koncentrationen av det verksamma ämnet, förpackningens storlek, användningsområdet, appliceringsmetoden eller om medlet är i fast form, gas eller vätska. Det kan också bero på vilken behörighetsklass ansökan om godkännande gäller för. Därför kan medel med samma verksamma ämne i vissa fall hamna i olika behörighetsklasser. Klassningen innebär att privatpersoner endast har tillgång till produkter med lägre risk än yrkesmässiga användare av växtskyddsmedel.

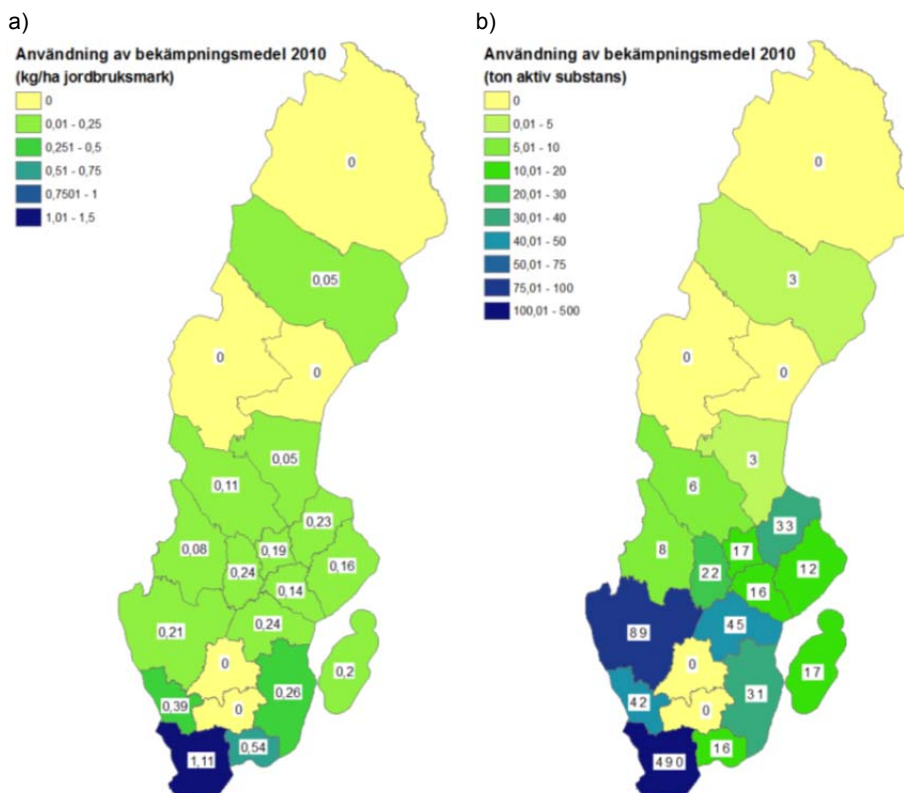
Som ett mått på den faktiska användningen av växtskyddsmedel inom jordbruket kan man använda statistiken på försålda mängder och antal hektardoser<sup>39</sup> per år. I figur 38 visas antal hektardoser (figur 38 a) och ton aktivt ämne växtskyddsmedel (figur 38 b) som sålts till jordbruket 1981–2010 fördelat på insektsmedel, svampmedel och ogräsmedel. Antalet hektardoser försålda till jordbruket har hållit en relativt konstant nivå från början av 1980-talet, medan totalt försåld mängd aktiv substans har minskat kraftigt till ungefär en fjärdedel av den använda mängden under början av perioden. Detta beror bland annat på ett medvetet rådgivningsarbete inriktat mot att anpassa doserna efter behov snarare än efter generella rekommendationer, vilket inneburit lägre mängder per hektar. En annan anledning till minskade mängder är att vissa nyare produkter är aktiva i lägre koncentrationer (det vill säga man behöver inte lika stora doser för att få samma effekt).

<sup>39</sup> Antal hektardoser är ett mått på hur många hektar som kan besprutas med den försålda mängden, om man använder en rekommenderad dos.



Figur 38 a och b. Antal tusental hektardoser (a) respektive antal ton aktiv substans (b) försålda växtskyddsmedel i jordbruket 1981–2010 fördelat på insektsmedel, svampmedel och ogräsmedel. Källa: SCB et al., 2012.

Intensivt odlad jordbruksmark finns i södra Sverige. Norr om Uppland finns inga avrinningsområden med mer än 40 % åkermark. Användningen av växtskyddsmedel räknat i kg är högre i län med områden som har hög andel åkermark. Skåne hade 40 % jordbruksmark av länets areal år 2010, Halland 20 %, Västra Götaland 18 %, Östergötland 18 % och Gotland 26 %. Allra intensivast, räknat som kg per hektar, är användningen i Skåne, se figur 39.



Figur 39. Karta över Sveriges län med (a) användningen av växtskyddsmedel inom jordbruket per areal av jordbruksmark (kg aktiv substans/ha) under 2010, (b) användningen av växtskyddsmedel inom jordbruket (ton aktiv substans) under 2010. I län där 0 anges finns för få observationer för att göra en säker uppskattning. Källa: SCB 2011.

Läckage av växtskyddsmedel till miljön kan ske dels vid spridning, dels vid annan hantering som t.ex. påfyllning och rengöring av spridningsutrustning. Den största risken för läckage till yt- och grundvatten är sannolikt felaktig hantering som att sprida för mycket, på fel plats eller vid fel tillfälle, t.ex. vid regn, för nära vatten, på genomsläpplig mark, nära dräneringsbrunn eller att spridningsutrustningen fylls på eller rengörs på olämpligt ställe som t.ex. på lätt genomsläpplig mark eller hårdjord mark med hög risk för ytavrinning. Sedan 80-talet har utbildning och rådgivning om säker hantering av växtskyddsmedel ökat och 1997 kom även föreskrifter om spridning av bekämpningsmedel.

## 4.4. Halter av växtskyddsmedel i miljön

Den nationella miljöövervakningen av växtskyddsmedel, liksom de nya mätningar som är gjorda inom ramen för detta uppdrag, är fokuserad på användningen i jordbruksmark. Jordbruksmark har prioriterats eftersom jordbruket står för den allra största användningen av växtskyddsmedel.

### 4.4.1. Sammanfattning av halter av växtskyddsmedel i miljön

I den screeningen av växtskyddsmedel i ytvatten som genomfördes under 2015 inom ramen för detta uppdrag var andelen prov som överskred riktvärdet lägre än i den nationella miljöövervakningen där intensivt odlade områden provtas med täta intervall under odlingssäsongen. Det indikerar att den nationella miljöövervakningen representerar områden med hög risk med avseende på läckage av växtskyddsmedel. I enskilda brunnar hittas idag huvudsakligen otillåtna växtskyddsmedel och en sannolik riskfaktor är otäta brunnar. Andelen fynd av växtskyddsmedel i råvatten från ytvatten och dricksvatten från de kommunala vattenverken är låg.

I huvudsak är det ogräsmedel som hittas i både yt- och grundvatten. Det kan förklaras med att ogräsmedel är de växtskyddsmedel som används i störst mängd.

#### Ytvatten

Halterna växtskyddsmedel i ytvatten har sjunkit mellan perioderna 1983-2001 och 2002-2014. Inga större förändringar av halterna av har dock skett sedan den nationella miljöövervakningen startade 2002. Andelen prov som överskrider riktvärdet till skydd för vattenlevande organismer har legat runt 41 % under perioden 2002-2014 och summahalterna har legat runt 1 µg/l per år. Ingen tydlig tidstrend framgår heller för andelen prov med summahalter över detektionsgränsen i regionala ytvattenprover under perioden 1983-2014. Det är ett begränsat antal ämnen som hittas mest frekvent i ytvatten. Vi vet idag inte tillräckligt mycket om orsaken till eller vad som behövs för att åtgärda det läckage som sker idag.

Fyndfrekvenserna i ytvatten är generellt sett högre inom den nationella miljöövervakningen än för de regionala data som sammanställts. Det kan förklaras

av att den nationella miljöövervakningen generellt sett har lägre detektionsgränser och att den sker i områden med mycket hög jordbruksintensitet, medan regionala data är från områden med varierande andel jordbruksmark. Inom den nationella miljöövervakningen tillämpas dessutom samlingsprov över en vecka, vilket ökar chansen att hitta ett ämne jämfört med den vanligaste provtagningsmetoden i övrig provtagning som är momentan provtagning.

### **Grundvatten**

I grundvatten hittas främst rester av idag förbjudna ämnen som bland annat användes för att utrota ogräs på läckagebenägna/genomsläppliga marker som grusade ytor.

I alla typer av grundvattenprover är BAM (2,6-dibensamid), som är en nedbrytningsprodukt av ett idag otillåtet ogräsmiddel, det ämne som oftast hittas och med en fyndfrekvens runt 25-40 %. Därutöver hittas ett fåtal andra förbjudna ämnen varav atrazin och dess nedbrytningsprodukter är vanligast. Bentazon är det ämne som oftast hittas av idag använda växtskyddsmedel och med en fyndfrekvens på 3-18 %.

Halterna och andelen prov som överskrider gränsvärdet för dricksvatten har sjunkit i grundvatten sedan 1990-talet. I 12 % av råvattenproverna och i 6 % av övriga grundvattenprover från 2011-2013 överskreds gränsvärdet för dricksvatten. I de 18 råvatten från grundvatten som ingick i 2015 års screening överskred bentazon dricksvattengränsvärdet i ett av proven.

Av de enskilda brunnar som ingick i 2015 års screening överskreds gränsvärde för dricksvatten i ca 20 % (11 stycken). I ca 11 % överskreds gränsvärdet för summahalt.

I färdigt dricksvatten från grundvatten överskred BAM gränsvärdet för enskilt ämne i cirka 5 % av proverna perioden 1987-2014. Bentazon hittades i 2,6 % av proverna och i cirka 0,5 % överskreds gränsvärdet.

Av idag använda växtskyddsmedel är bentazon det som oftast hittas i grundvattenprover. Användningen av bentazon har minskat sedan början på 1990-talet och idag finns endast en godkänd produkt. Halterna i grundvatten kan därför härstamma från äldre användning. I ytvattenprover i den nationella miljöövervakningen och i den nya screeningen av ytvatten är bentazon dock det ämne som har högst fyndfrekvens, vilket tyder på läckage från dagens användning åtminstone till ytvatten.

#### 4.4.2. Bedömningsgrunder

##### Ytvatten

För att bedöma möjlig påverkan på vattenlevande organismer av olika växtskyddsmedel i ytvatten jämförs de påträffade halterna inom miljöövervakningen med riktvärden för växtskyddsmedel. Ett riktvärde anger den högsta halten av det aktuella verksamma ämnet i ytvatten som inte förväntas ge några negativa effekter på vattenlevande organismer. Riktvärden för växtskyddsmedel i Sverige introducerades av Kemikalieinspektionen 2004 då 100 ämnen fick riktvärden. År 2007 uppdaterades 18 av dessa (Kemikalieinspektionen 2015b). Idag finns det också miljökvalitetsnormer (MKN) framtagna för de växtskyddsmedel som finns bland de prioriterade ämnena inom EU:s ramdirektiv för vatten<sup>40</sup>. För ytterligare ett tiotal växtskyddsmedel finns bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen (SFÄ) i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten<sup>41</sup>. De växtskyddsmedel som fortfarande saknar riktvärde från Kemikalieinspektionen, av EU bestämda miljökvalitetsnormer eller bedömningsgrunder för SFÄ, jämförs inom den nationelle miljöövervakningen med riktvärden som beräknats särskilt för miljöövervakningen (Kreuger och Andersson 2011, Andersson et al. 2009). Värt att notera är att fortsatta och fördjupade studier av växtskyddsmedels toxicitet för vattenlevande organismer både kan höja och sänka riktvärdet och därmed ändra bedömningen. De aktuella riktvärdena framgår av bilaga 5.

##### Dricksvatten

Gränsvärdet för bekämpningsmedel i färdigt dricksvatten är en halt på 0,1 µg/l för enskilda ämnen och en summahalt av bekämpningsmedel på 0,5 µg/l i ett vattenprov enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten<sup>42</sup>. Samma halter gäller som riktvärden för grundvatten enligt SGU:s föreskrifter om miljökvalitetsnormer och statusklassificering<sup>43</sup>. Gränsvärdet är generellt, det vill säga alla ämnen har samma värde, utom för de mycket toxiska och långlivade ämnena aldrin, dieldrin, heptaklor och heptaklorepoxid där gränsvärdet är 0,03 µg/l (Livsmedelsverket 2014b). Aldrin och dieldrin har varit förbjudna i Sverige sedan 1970, och heptaklor och heptaklorepoxid har aldrig varit tillåtna för användning som bekämpningsmedel i Sverige.

Gränsvärdena är inte baserade på ämnenas giftighet för människor, utan bygger mer på tankesättet att bekämpningsmedel inte ska finnas i dricksvatten. När

<sup>40</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

<sup>41</sup> Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten

<sup>42</sup> Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten.

<sup>43</sup> Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter (SGU-FS 2013:2) om miljökvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten.

gränsvärdena beslutades var det vanligt att detektionsgränsen för analys av enskilda ämnen var 0,1 µg/l. Analysmetoderna har nu förbättrats och detektionsgränserna generellt sänkts vilket gör att växtskyddsmedel oftare påträffas (har en högre fyndfrekvens) men i låga halter. Det behöver därmed inte vara farligt att dricka av vatten som överskrider gränsvärdet. Kunskapsläget är visserligen begränsat med avseende på långtidseffekter och kombinationseffekter, speciellt för människor, men Livsmedelsverket bedömer att det vid 0,1 µg/l finns en god säkerhetsmarginal till halter där risk för akuta eller kroniska effekter kan förekomma (Livsmedelsverket 2014b).

#### 4.4.3. Tidigare uppmätta halter

Sammanställningen av tidigare uppmätta halter av växtskyddsmedel omfattar ytvattendata för cirka 140 ämnen från nationell miljöövervakning av växtskyddsmedel i jordbruksmark 2002-2012 (1 193 prov) (Lindström et al. 2015), regionala ytvattendata från perioden 1983-2014 med olika ursprung och framtagna med olika syfte (4 492 ytvattenprov och 3 338 dricksvattenprov) (Boström 2015b) och grundvattendata från perioden 1986-2014 med olika ursprung såsom vattenverk, enskilda brunnar, regional miljöövervakning, med mera (12 715 prover) (Larsson et al. 2014). Ämnena som omfattas av sammanställningen framgår av bilaga 5.

#### Ytvatten - sammanställning av nationell miljöövervakning 2002-2012

I den nationella miljöövervakningen<sup>44</sup> mäts växtskyddsmedel i bäckar i fyra mindre avrinningsområden, i två år i jordbruksdominerade områden i Skåne, Halland, Östergötland och Västergötland. Summahalter, fyndfrekvenser och andelen riktvärdesöverskridanden är relativt oförändrade sedan programmet startades 2002.

#### Fyndfrekvenser

Av de 140 ämnen som analyserats under hela eller delar av 10-årsperioden har en tiondel påträffats i fler än 50 % av proverna. Av dessa är 12 ogräsmedel och 2 svampmedel. Cirka hälften av ämnena har påträffats i färre än 2 % av proverna eller inte alls. De ämnen som påträffats oftast under 2002-2012 var ogräsmedlen bentazon (100 % av alla prover), glyfosat (i 89 % av alla prover), isoproturon<sup>45</sup> (i 76 % av alla prover), MCPA (i 75 % av alla prover) och metazaklor<sup>46</sup> (i 65 % av alla prover). De fyra sistnämnda ämnena hör till de tio mest använda är också de som har använts mest under tidsperioden, räknat till mängd och/eller areal, vilket delvis kan förklara varför de påträffas i de flesta proven. Detta gäller dock inte för bentazon som har en relativt liten användning och endast ingår i en produkt idag. Halterna och andelen fynd av dessa ämnen visar ingen tydlig minskande trend

<sup>44</sup> Undersökningarna utförs av Institutionen av vatten och miljö, SLU, på uppdrag av Naturvårdsverket och ingår i programområdena Jordbruksmark (delprogram Pesticider) och Luft (delprogram Pesticider i neder-börd och luft).

<sup>45</sup> Inga godkända produkter på den svenska marknaden sedan 2014.

<sup>46</sup> Inga godkända produkter på den svenska marknaden sedan 2015

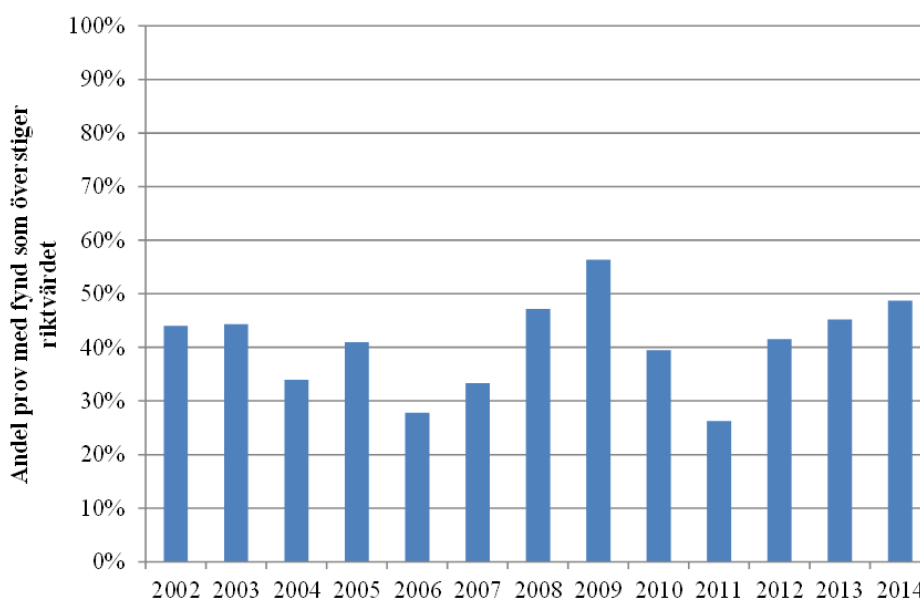
under perioden. Andra ämnen som förekom i mer än 60 % av proverna var fluroxipyr, BAM, mekoprop och klopyralid. Av dessa är det endast BAM som härstammar från ett växtskyddsmedel som varit förbjudet under perioden. Alla ämnen med fyndfrekvens över 60 % är ogräsmedel. Av de 17 ämnen som förekom i mer än 40 % av proverna var 2 stycken svampmedel och övriga ogräsmedel.

### Summahalter

Halterna av växtskyddsmedel i ytvatten uppvisar generellt inga tydliga trender sedan år 2002. Summahalten (medianen av den sammanlagda halten per prov) ligger runt 1,0 µg/l trots att antalet substanser per prov ökat efter 2009. Detta beror i viss utsträckning på att huvuddelen av summahalten utgörs av ett fåtal ämnen och att halterna av dessa ämnen har legat relativt konstant under perioden. Vilket även avspeglas i fyndfrekvensen (se ovanstående stycke). Även summahalterna för åarna och bäckarna är relativt lika trots att de skiljer sig både i provtagningsmetodik, andel åker, storlek på avrinningsområde och vattenföring.

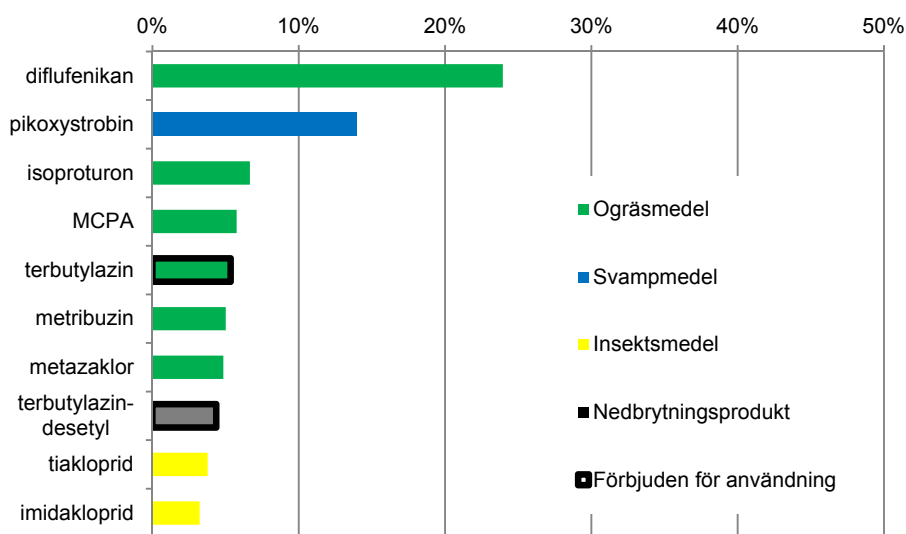
### Överskridanden av riktvärden

I medeltal påträffades 13 ämnen per prov 2002-2008 och 22 ämnen 2009-2012, varav proverna från Skånes typområde och åarna hade fler ämnen jämfört med de andra områdena. Ökningen mellan perioderna kan bero på att det skedde två större sänkningar av detektionsgränsen 2004 respektive 2009. Andelen ytvattenprov med halter av ett eller flera växtskyddsmedel över sina respektive riktvärden har trots det legat relativt konstant på runt 41 % sedan 2002 (se figur 40).



Figur 40. Procentuell andel av ytvattenproverna där minst en substans tangerar eller överskrider sitt riktvärde. Resultaten inkluderar ytvattenprover från de fyra bäckarna i typområdena samt åarna, 2002-2014. Fram till och med 2008 räknades spårvärden med endast om substansens detektionsgräns var lika med eller över riktvärdet. Det nya riktvärdet från 2015 för diflufenikan (0,01µg/l) har använts i beräkningarna. Källa: SLU 2016.

Ogräsmedlet diflufenikan<sup>47</sup> är vanligt förekommande (i 50 % av alla prover) och påträffades oftast över riktvärdet (i 25 % av alla prover) (se figur 41), men med stor variation mellan områdena (2 % i Östergötland, 68 % i Skivarpsån i Skåne). Andra ämnen som påträffades över riktvärdet var svampmedlet pikoxystrobin (i 14 % av alla prover) samt ogräsmedlen isoproturon (i 7 % av alla prover), MCPA (i 6 % av alla prover), metribuzin, metazaklor<sup>48</sup> och terbutylazin. Därutöver har även insektsmedlen imidaklopid och tiaklopid påträffats relativt frekvent i halter över riktvärdet. Pikoxystrobin och tiaklopid blev godkända för användning efter att undersökningsprogrammet startade och har därför bara analyserats sedan 2008 respektive 2009.



Figur 41. Andel ytvattenprov (bäckar och åar) med halter över riktvärdet för enskilda ämnen, 2002-2012. Figuren inkluderar de tio ämnen som påträffas oftast över riktvärdet och varit med i analyserna minst två år under 2002-2012. Källa: Lindström et al. 2015.

## Ytvatten - sammanställning av regionala mätningar 1983-2014

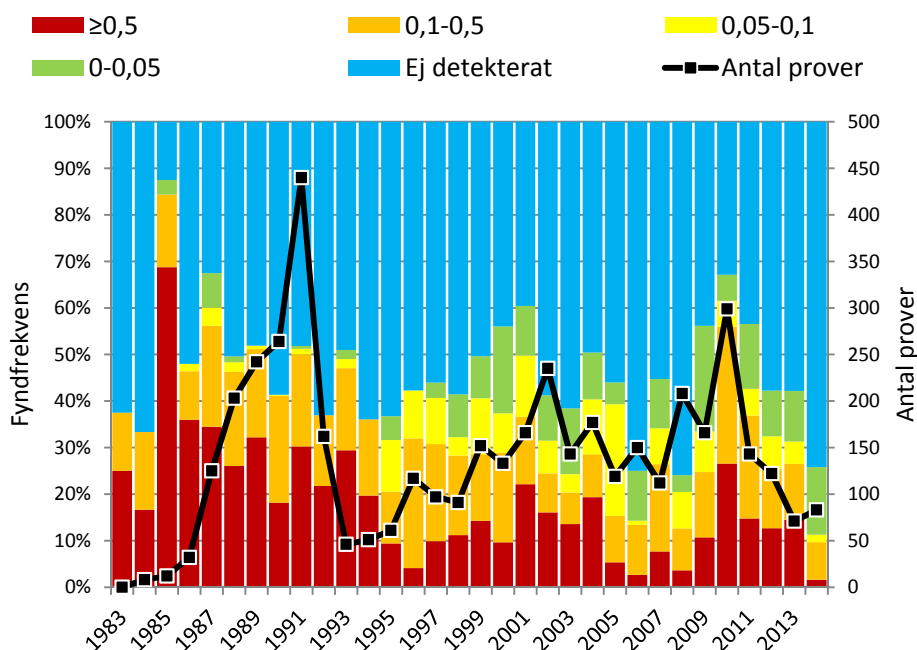
### Summahalter

Den totala andelen prov med summahalter av växtskyddsmedel över detektionsgränsen i ytvatten är relativt oförändrad under perioden 1983-2014 även om mellanårsvariationen är stor (se figur 42). Men summahalter över 0,05 µg/l har minskat under perioden 1983-2014 i ytvatten. Den ökande andelen prover med summahalter under 0,1 µg/l under senare år kan bero på att halterna i miljön har sjunkit men kan också bero på att man på grund av lägre detektionsgränser nu även hittar de lägre halterna som fanns i miljön även under de tidigare åren.

<sup>47</sup> 2015 höjdes riktvärdet för diflufenikan från 0,005 µg/ml till 0,01 µg/ml

<sup>48</sup> Idag finns det inte längre några godkända produkter med isoproturon eller metazaklor på den svenska marknaden.





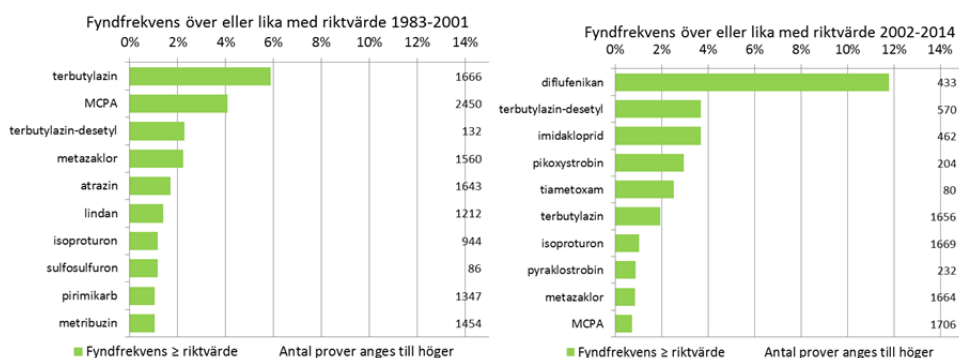
Figur 42. Summahalter. Andel prover med olika summahalter av växtskyddsmedel i ytvattenprover tillsammans med antalet prover (höger y-axel), all information uppdelat på år. Källa: Boström 2015b.

### Fyndfrekvens

Glyfosat är det växtskyddsmedel som har högst fyndfrekvens i regionala prov under perioden 1983-2014, till skillnad från den nationella övervakningen där bentazon är det ämne som påträffas oftast följt av glyfosat. Fyndfrekvensen sjönk från drygt 50 % till knappt 30 % mellan perioderna 1983-2001 och 2001-2014. Den senare perioden hade ytterligare fem ämnen med fyndfrekvenser över 20 % (protikonazol-destio, DMST, AMPA, diflufenikan och bentazon). 48 % av alla prover har innehållit fynd av något växtskyddsmedel. Detta kan jämföras med motsvarande sammanställning av regionala data från Skåne där andelen prover med fynd var 74 % (Boström et al. 2014).

### Överskridanden av riktvärden

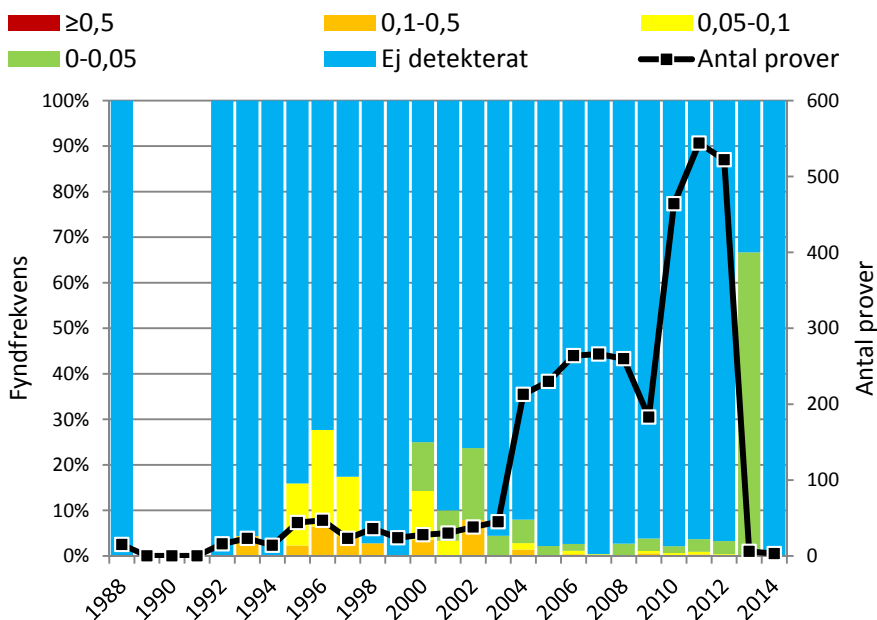
Diflufenikan är, precis som i den nationella miljöövervakningen, det ämne som oftast hittades över sitt riktvärde perioden 2002-2014 (se figur 43). Av de tio ämnen som oftast överskridit riktvärdet i regional respektive nationell miljöövervakning 2002-2014 är åtta stycken samma.



Figur 43. Överskridanden av riktvärden. Fyndfrekvensen över respektive substans riktvärde för de 10 växtskyddsmedelsämnen som oftast överskrider sitt riktvärde i ytvatten i Sverige under åren (a) 1983-2001 respektive (b) 2002-2014. Endast ämnen som har provtagits mer än 50 gånger har inkluderats. Källa: Boström 2015b.

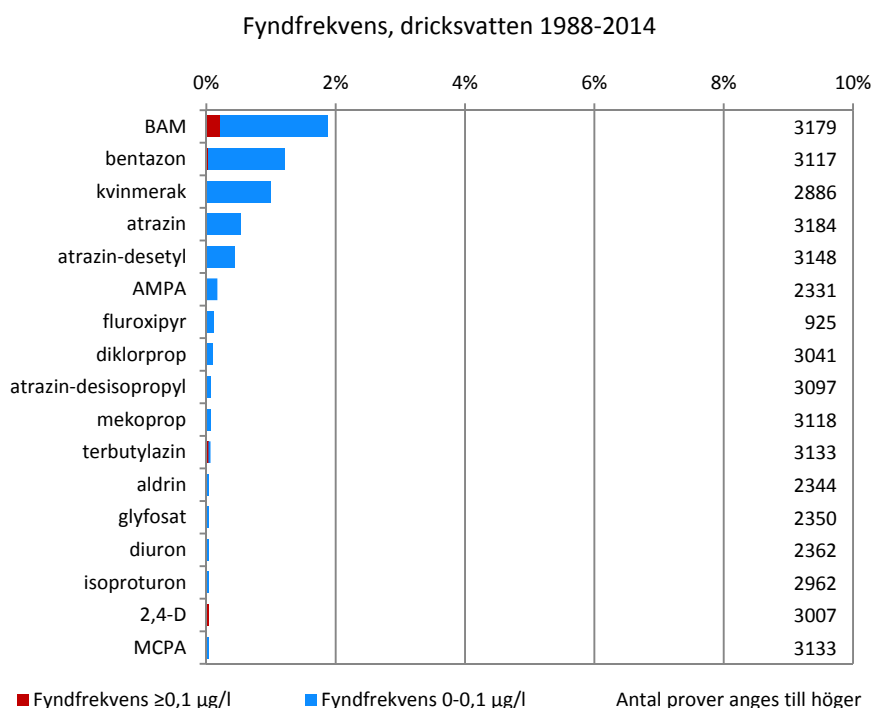
### Ytvattentäkter - sammanställning av regionala mätningar 1988-2014

Fyndfrekvenser och halter av växtskyddsmedel i dricksvatten från ytvattentäkter är avsevärt lägre än i övriga prover och fynd av växtskyddsmedel är mycket ovanligt under de senaste 10 åren. Dricksvattengränsvärdet för summahalt bekämpningsmedel har aldrig överskridits under hela perioden (se figur 44). Fram till 2004 finns data från få prov (under 50 stycken) tillgängliga. Från åren 1989-1991 finns inga data tillgängliga.



Figur 44. Fyndfrekvens för olika summahalter i dricksvattenprover från vattenverk som tar sitt råvatten från ytvatten, tillsammans med antal prover (höger y-axel). All information uppdelat på år. Källa: Boström 2015b.

BAM (2,6-dibensamid), som är en nedbrytningsprodukt av ogräsmedlet diklobenil, är det ämne som hittas oftast i dricksvatten men har en låg total fyndfrekvens (1,9 %) (se figur 45). Gränsvärdet för enskilda ämnen har överskridits 12 gånger på 3 338 prover under 1988-2014. De ämnen som någon gång överskridit gränsvärdet är BAM, bentazon, terbutylazin, terbutylazin-desetyl, aldrin och 2,4-D. Av dessa ämnen är det endast bentazon och 2,4-D som fortfarande är godkända för användning i Sverige.



Figur 45. Fyndfrekvens 0-0,1 µg/l och ≥ 0,1 µg/l för de ämnen som någon gång detekterats i dricksvatten från ytvattenverk. Källa: Boström 2015b.

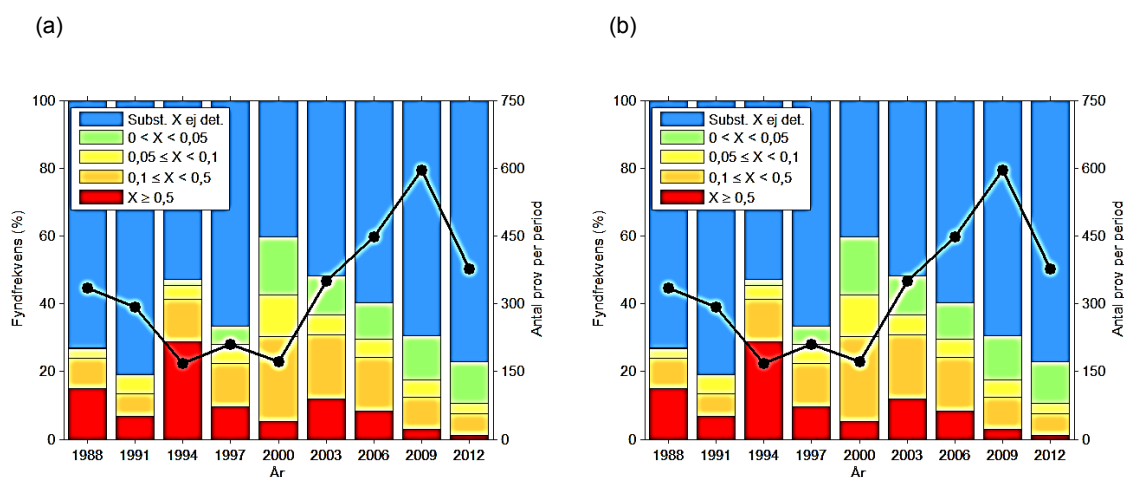
### Grundvatten en sammanställning av regionala data 1986-2014

Resultaten i grundvattensammanställningen är uppdelade i råvatten till dricksvatten och generella prover som omfattar alla övriga grundvatten.

Rester av växtskyddsmedel påträffades i 36 % av alla prover som ingick i sammanställningen.

#### Summahalter

Andelen prov med en summahalt på över 0,5 µg/l har generellt sett minskat över åren. Perioden 1993–1995 hade 29 % av vattenproverna en summahalt över 0,5 µg/l, under perioden 2011–2013 överskred endast 1 % motsvarande summahalt (se figur 46 a). För råvatten till dricksvatten var den högsta andelen 5 % år 1999–2001 och ser sedan ut att ha minskat (se figur 46 b).

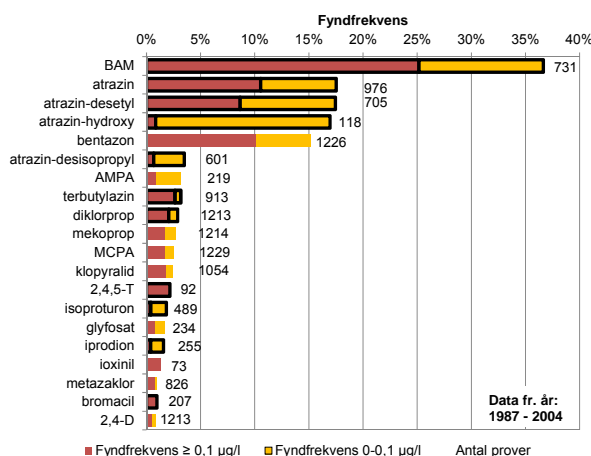


Figur 46. Summahalter. Andel prover med olika summahalter tillsammans med antal prov (höger y-axel), all information uppdelat på tidsintervall om 3 år, året i figuren är mittenåret (det vill säga 2012 = 2011–2013). Figur (a) visar data med de generella proven, från alla källor förutom vattenverken, (b) visar data från endast vattenverk. Källa: Larsson et al. 2014.

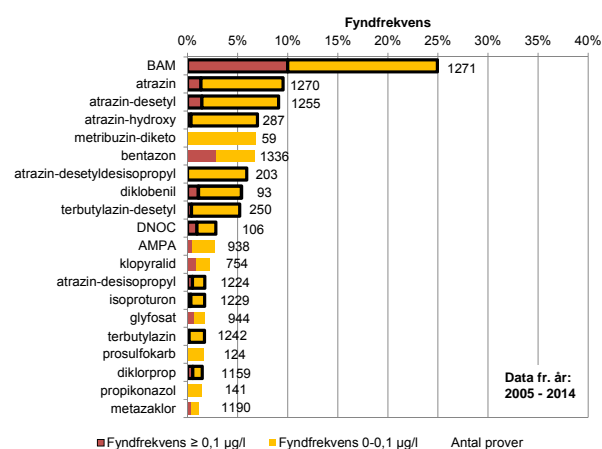
### Fyndfrekvenser

Fynden i grundvatten domineras av ämnen som idag är förbjudna att använda i Sverige. Från mitten av 1990-talet, då BAM började mätas, och fram till idag har BAM varit det mest frekvent detekterade bekämpningsmedlet i grundvatten. BAM är den vanligast förekommande substansen i både de generella grundvattenproverna och i råvatten till vattenverk under hela tidsperioden (se figur 47). Under perioden 2010–2014 står BAM för 55 % av alla fynd och 82 % av alla fynd över 0,1 µg/l. Atrazin och dess nedbrytningsprodukter, liksom terbutylazin och dess nedbrytningsprodukt, är andra vanligt förekommande idag förbjudna växtskyddsmedel. Alla dessa är ogräsmedel som har haft stor användning utanför jordbruket. Det ämne man främst hittar av idag använda växtskyddsmedel är bentazon. Användningen av bentazon begränsades under tidigt 1990-tal och det är svårt att veta om resthalterna man hittar i grundvatten härstammar från tidigare eller nutida användning.

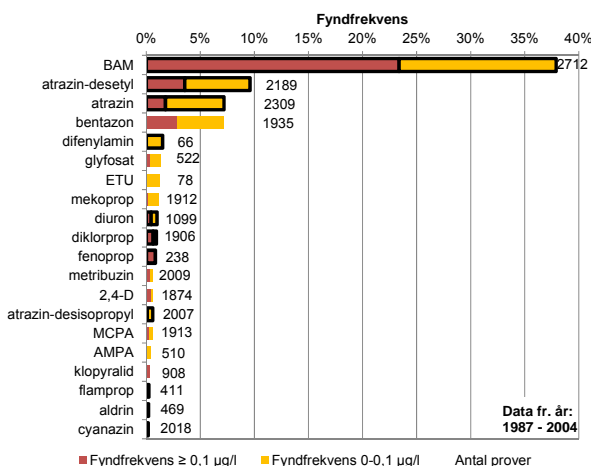
(a, generella vattenprover)



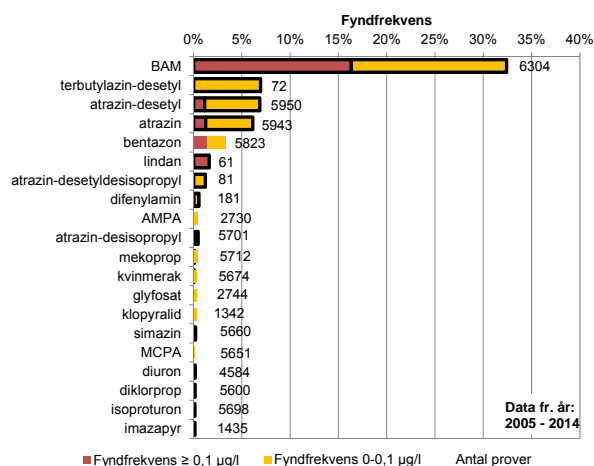
(b, generella vattenprover)



(c, vattenverk, råvatten)



(d, vattenverk, råvatten)



Figur 47. Fyndfrekvens 0–0,1 µg/l och frekvens med fynd över 0,1 µg/l för de 20 vanligaste funna växtskyddsmedelsämnena i grundvatten uppdelat på tidsperioderna 1987–2004 och 2005–2014. Endast ämnen som har provtagits mer än 50 gånger har inkluderats. Staplar med en svart ram omkring innebär att substansen är förbjuden idag. Figur 14 a och b visar resultat från generella vattenprover (utan vattenverk), c och d från vattenverk (råvatten). Källa: Larsson et al. 2014.

### Fyndfrekvenser i enskilda brunnar

Även i enskilda brunnar är de ämnen som hittas oftast BAM och atrazin (inklusive dess nedbrytningsprodukter) samt bentazon. Atrazin och diklobenil, som bryts ned till BAM, har bland annat använts för att bekämpa ogräs på gårdsplaner och dessa ligger ofta i anslutning till den privata dricksvattenbrunnen.

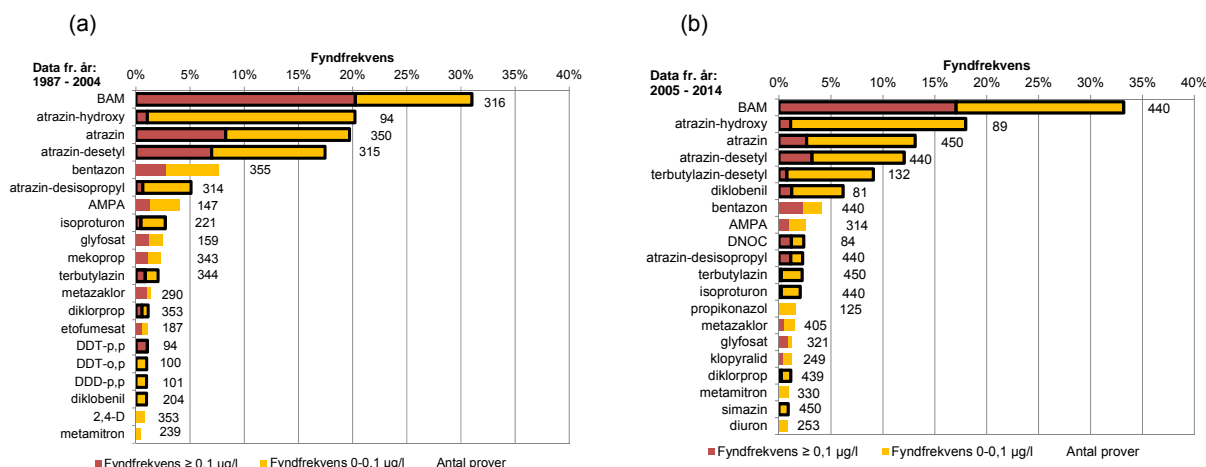
De flesta ämnena har en högre fyndfrekvens i grävda än i borrhade brunnar under båda perioderna 1987–2004 och 2005–2014. BAM var dock under perioden 1986–2004 lika vanligt i de borrhade brunnarna som i de grävda. Därefter är denna

skillnad mindre då fyndfrekvensen för BAM minskat i borrade brunnar men ökat i grävda brunnar, medan atrazin och atrazin-desetyl har ett motsatt mönster med minskande fyndfrekvenser i grävda brunnar och ökande fyndfrekvenser i borrade brunnar. Även för bentazon har fyndfrekvenserna över 0,1 µg/l minskat i grävda brunnar och ökat i borrade brunnar.

#### Överskridanden av gränsvärden i enskilda brunnar

Fyndfrekvenserna över dricksvattengränsvärdet har minskat i enskilda brunnar mellan perioderna 1987-2004 och 2005-2014 förutom för BAM där det inte finns någon tydlig skillnad, se figur 48 a och b.

Fyndfrekvensen för BAM är ungefär samma för enskilda brunnar och råvatten från vattenverk under perioden 2005-2014 (cirka 30 %) (figur 48 jämfört med figur 47 d). BAM är också den substans med störst andel fynd som överskrider 0,1 µg/l i enskilda brunnar och i råvatten från vattenverken, cirka 16 % respektive 17 %. För alla andra vanligt förekommande ämnen är fyndfrekvensen högre i de enskilda brunnarna jämfört med råvatten. Förutom för BAM är skillnaden minst för bentazon med en fyndfrekvens på 4 % i enskilda brunnar och 3 % i råvatten till vattenverk. Skillnaden för atrazin med dess nedbrytningsprodukter.



Figur 48. Fyndfrekvens och frekvens med fynd över 0,1 µg/l för de 20 vanligaste funna ämnena i enskilda brunnar. Endast ämnen som har provtagits mer än 50 gånger har inkluderats. Staplar med en svart ram omkring innebär att substansen är förbjuden idag. (a) visar tidsperioden 1987–2004, (b) perioden 2005–2014. Källa: Larsson et al. 2014.

#### 4.4.4. Nya mätningar under 2015

År 2015 gjordes inom ramen för detta uppdrag nya mätningar av växtskyddsmedel i 44 åar, 2 sjöar och 72 grundvatten, varav 54 enskilda brunnar och 18 råvatten. Totalt togs 149 stycken ytvattenprov och 72 stycken grundvattenprov. Huvuddelen av urvalet för provtagningsplatser gjordes i avrinningsområden av storleken 20-100 km<sup>2</sup> med minst 40 % åkermark. Länsstyrelserna bidrog både genom att förtäta provtagningen med fler prover i nationellt utvalda åar och genom att lägga till fler

år, två sjöar samt 18 råvatten från grundvattentäkter. Provpunkternas geografiska spridning framgår i kapitel 1.3.1. Detaljer om provtagning och provpunkter finns i underlagsrapporten (Boström et al. 2016). Ämnena som omfattas av sammanställningen framgår av bilaga 5.

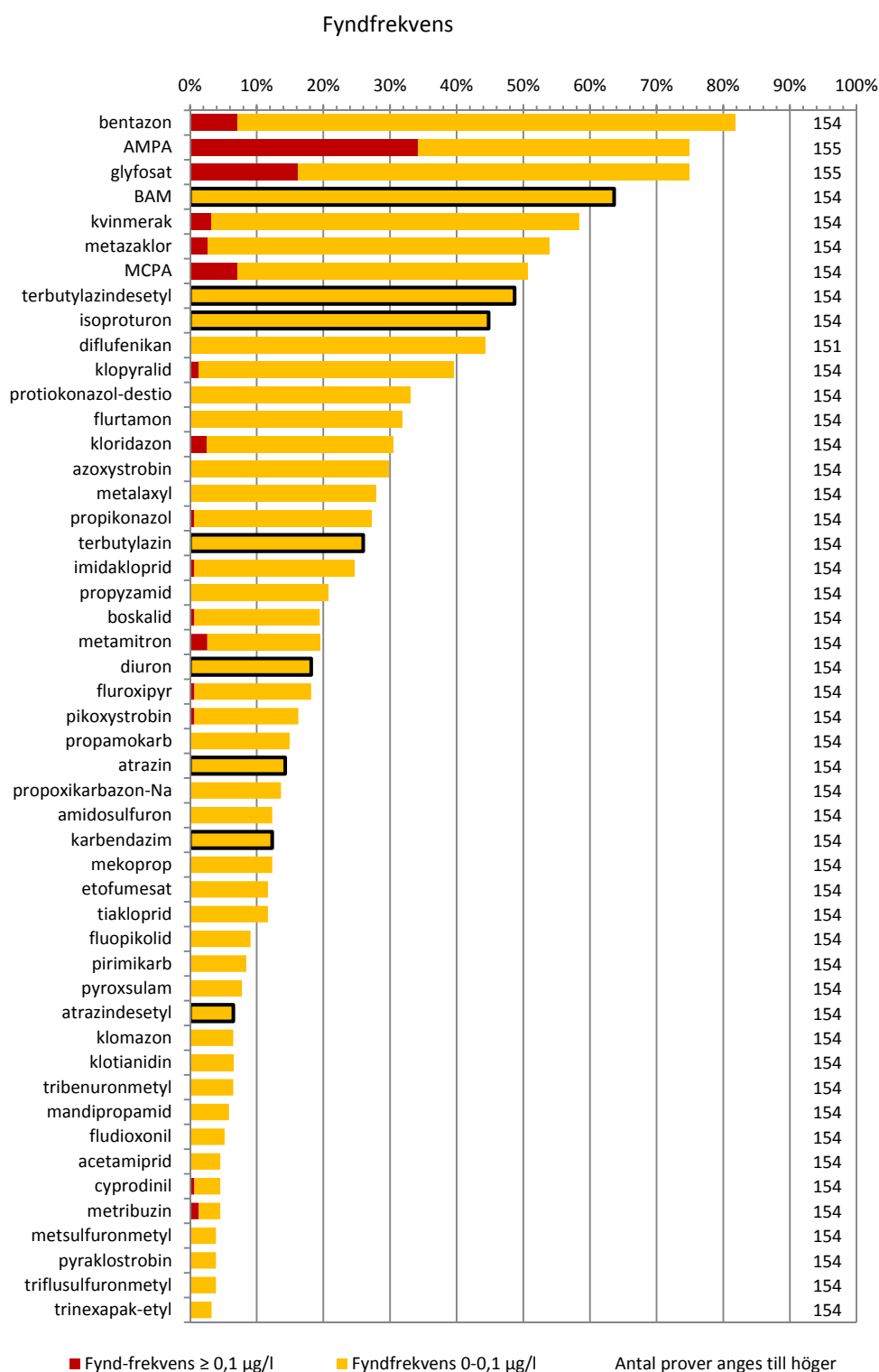
Den nya screeningen ger en bra uppfattning om situationen med växtskyddsmedel i både ytvatten och grundvatten, men är trots allt en ögonblicksbild. Alla prover har varit momentanprover. De visar situationen vid provtagningstillfället, men då halterna varierar över tid kan man få en annan föroreningsbild än vid tidsintegrerad provtagning. Mellanårsvariationer kan också vara stora på grund av olika användning av växtskyddsmedel samt olika väder som kan påverka läckaget av växtskyddsmedel till vattendrag eller grundvatten. Överlag är resultaten från denna screeningstudie dock i linje med resultaten från den årliga nationella miljöövervakningen.

### **Ytvatten**

I ytvattenproverna detekterades minst en substans i alla prover. Det högsta antalet detekterade ämnen i ett prov var 31 men vanligast var att ungefär 8-10 ämnen hittades.

### Fyndfrekvens

Växtskyddsmedel som var godkända för användning under 2015 dominerade fynden i ytvatten och de flesta var ogräsmedel. Bentazon, glyfosat och glyfosats nedbrytningsprodukt AMPA var de tre vanligaste ämnena som hittades i ytvatten (i 82 % -75 % av proverna), se figur 49. De tio ämnen som hittades oftast hade alla en fyndfrekvens över 40 %. Dessa var förutom ovanstående tre kvinmerak, metazaklor, MCPA, terbutylazindesetyl, isoproturon och diflufenikan. Av dessa var det tre ämnen (terbutylazin och isoproturon) som inte varit tillåtna att använda under 2015, varav BAM (2,6-dibensamid), som är en nedbrytningsprodukt av ett idag otillåtet ogräsmedel, var det 4:e vanligaste ämnet och hittades i 65 % av proven. Totalt hittade 49 ämnen i 5 eller fler prov.

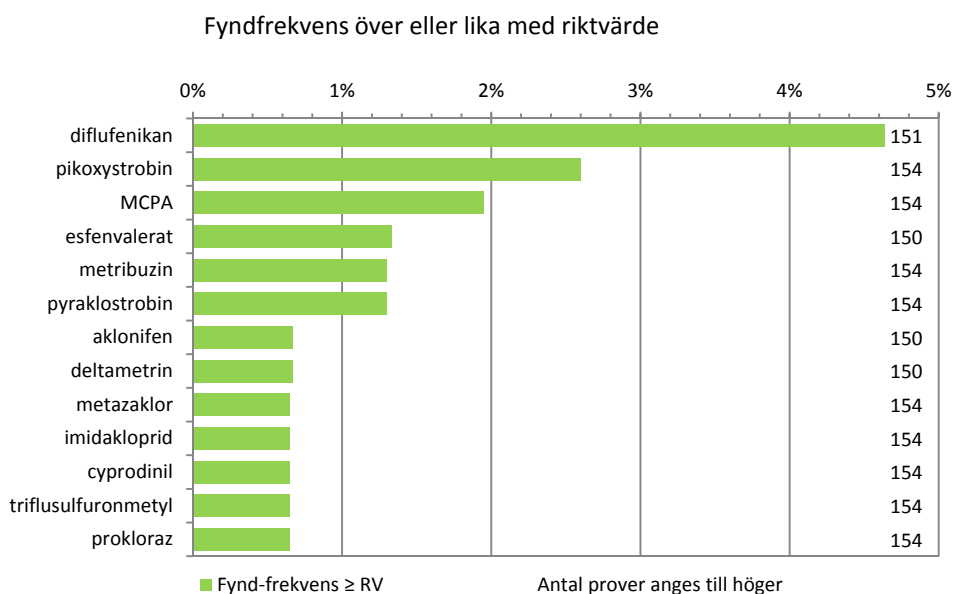


Figur 49. Fyndfrekvens och fyndfrekvens över eller lika med dricksvattengränsvärdet 0,1  $\mu\text{g/l}$  (röda delen av staplarna) för de ämnen med minst 5 fynd i ytvatten (49 stycken ämnen). Ämnen med en svart ram var förbjudna för användning i Sverige under hela 2015.  
 Källa: Boström et al. 2016.



### Riktvärde

I ungefär 10 % av alla prover var halterna av minst ett ämne över eller lika med sitt riktvärde, vilket kan jämföras med 41 % i den årliga nationella miljöövervakningen 2002-2014. Totalt hade 13 olika ämnen halter över eller lika med sina respektive riktvärden (se figur 50) och alla dessa ämnen var godkända för användning under 2015. Sex av ämnena var ogräsmedel, fyra svampmedel och tre insektsmedel. Ogräsmedlet diflufenikan, som överskred riktvärdet i ungefär 5 % av proverna, var det ämne hade flest överskridanden. Diflufenikans riktvärde höjdes under 2015 från 0,005 µg/l till 0,01 µg/l vilket påverkar jämförelserna med tidigare data.



Figur 50. Frekvensen fynd över eller lika med riktvärdet för de ämnen som överskridit sitt riktvärde. Källa: Boström et al. 2016.

En analys av data visar att antalet detekterade ämnen per prov ökar med både avrinningsområdets storlek och andelen åkermark och att summahalterna per prov ökar med andelen åkermark men inte med avrinningsområdets storlek.

### **Grundvatten**

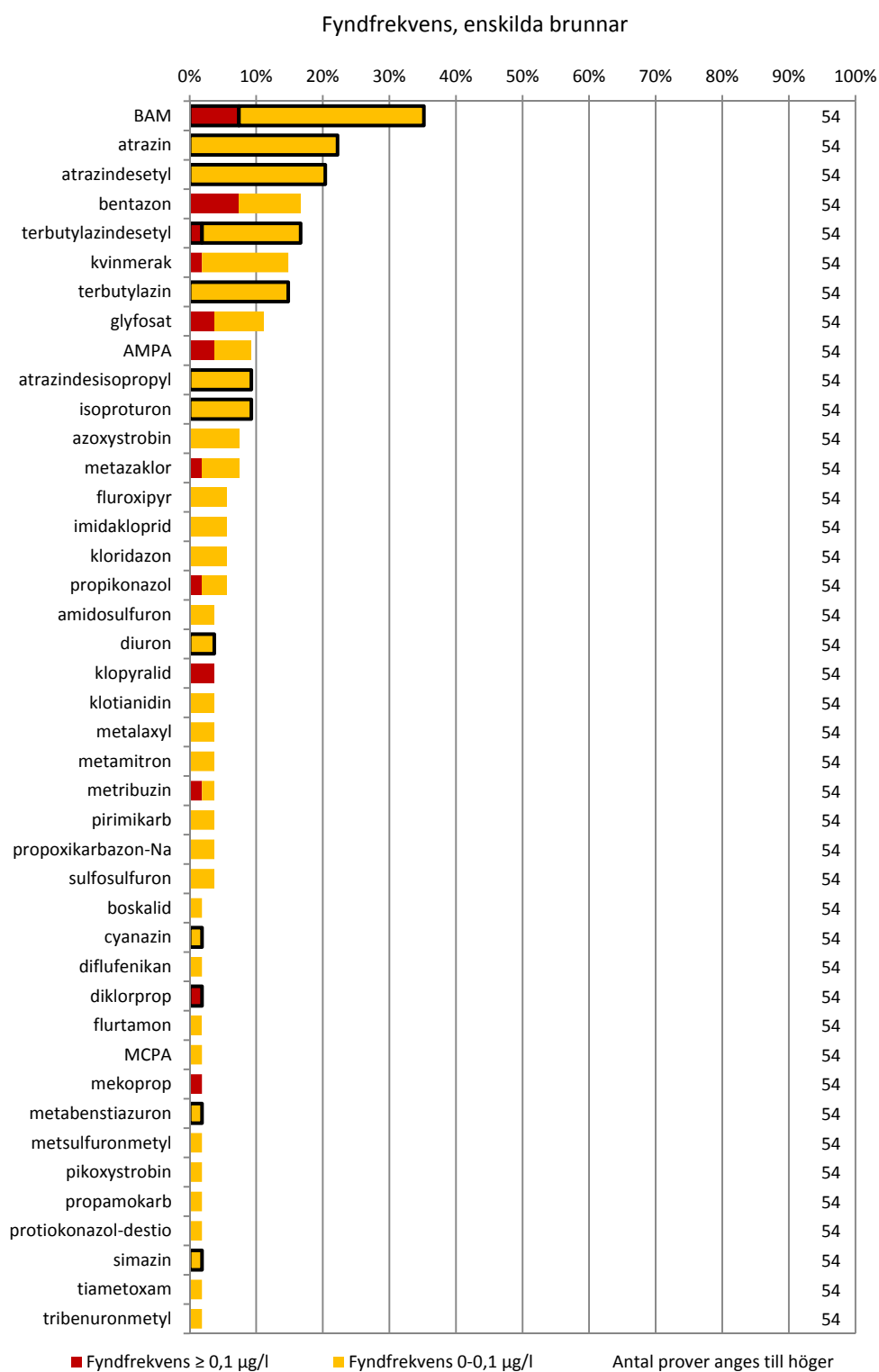
#### Fyndfrekvens

I enskilda brunnar var de tre vanligaste ämnena BAM, atrazin och atrazins nedbrytningsprodukt atrazindesetyl. De ingick i produkter som tidigare hade stor användning för att bekämpa ogräs på t.ex. grusgångar och industriområden, men som har varit förbjudna att sälja sedan slutet på 1980-talet. Det fjärde vanligaste ämnet i enskilda brunnar var bentazon som fortfarande är tillåtet för användning. Totalt hittade 42 ämnen i ett eller flera prov. Ungefär 57 % av de enskilda brunnarna (31 stycken) innehöll minst ett ämne. Som mest innehöll ett prov 19 ämnen men det vanligaste var att inget eller några få ämnen hittades. Även i inkommande grundvatten till vattenverk var BAM följt av atrazin, bentazon och atrazindesetyl de vanligaste ämnena att hitta. I inkommande grundvatten till

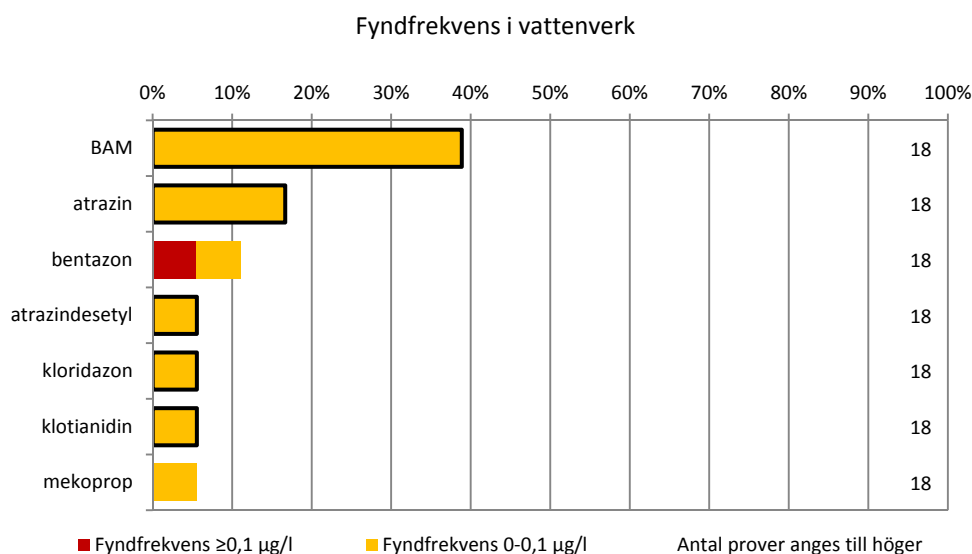
vattenverk innehöll ungefär 44 % (8 stycken) av alla prover minst en substans och det högsta antalet ämnen i ett prov var 4.

#### Överskridanden av gränsvärden

Ungefär 11 % (6 stycken) av de enskilda brunnarna hade en summahalt över eller lika med gränsvärdet för summahalt av bekämpningsmedel i dricksvatten på 0,5 µg/l och ungefär 20 % (11 stycken) över eller lika med gränsvärdet för minst en enskild substans 0,1 µ/l (se figur 51). I proverna från grundvattenverk hade inget prov en summahalt över eller lika med gränsvärdet och endast i ett prov av 18 överskred ett enskilt ämne gränsvärdet (se figur 52).



Figur 51. Fyndfrekvens och fyndfrekvens över eller lika med dricksvattengränsvärdet 0,1  $\mu\text{g/l}$  (röda delen av staplarna) för alla ämnen som detekterats i enskilda brunnar (42 stycken).  
 Källa: Boström et al. 2016.



Figur 52. Fyndfrekvens och fyndfrekvens över eller lika med dricksvattengränsvärdet 0,1 µg/l (röda delen av staplarna) för de ämnen som detekterats i inkommande grundvatten till vattenverk. Ämnen med en svart ram runt är förbjudna för användning i Sverige idag. Det totala antalet prover är 18 för alla ämnen. Källa: Boström et al. 2016.

Antalet detekterade ämnen per prov i enskilda brunnar jämfördes med brunnarnas djup, ålder, avstånd till besprutning, konstruktionstyp, nitrathalt samt koncentration av *E. coli* och koliforma bakterier. Av dessa var det endast koncentrationen av koliforma bakterier som visade ett signifikant samband. En förhöjd koncentration av koliforma bakterier kan vara tecken på att brunnen är otät och därmed lättare får in yttligare vatten som kan vara förorenat av bland annat växtskyddsmedel.

Den nya screeningen ger en bra uppfattning om situationen med växtskyddsmedel i både ytvatten och grundvatten men är trots allt en ögonblicksbild. Alla prover har varit momentanprover. De visar situationen vid provtagningsstillfället men då halterna varierar över tid kan man få en annan föroreningsbild än vid tidsintegrerad provtagning. Mellanårsvariationer kan också vara stora på grund av olika användning av växtskyddsmedel samt olika väder som kan påverka läckaget av växtskyddsmedel till vattendrag eller grundvatten. Överlag så är resultaten från denna screeningstudie dock i linje med resultaten från den årliga nationella miljöövervakningen.

## 4.5. Risk för hälsa och miljö

### 4.5.1. Bedömning av risk för miljön

Växtskyddsmedel är framtagna för att påverka olika organismgrupper som växter, insekter, svampar och spindeldjur och kan därför påverka organismer från dessa grupper även i vattenmiljön. Förutom effekter på enskilda arter i vattenmiljön så kan hela ekosystem påverkas genom en indirekt effekt. Till exempel kan en insekticid minska antalet larver och små kräftdjur. Detta kan i sin tur bidra till att antalet alger och bakterier ökar då betningstrycket minskar och kan leda till att förekomsten av vattenväxter minskar på grund av skuggning.

Att 45 % av proverna i den nationella miljöövervakningen överskred riktvärden till skydd för vattenlevande organismer perioden 2002-2012 är oroande. Samtidigt som vi ännu inte kan göra en säker bedömning av växtskyddsmedel påverkan på vattenlevande organismer i miljön och generellt har lite kunskap om kombinationseffekter av flera ämnen. Bilden är relativt oförändrad sedan 2002.

Man bör även vara uppmärksam på andra riskfaktorer utöver riktvärdesöverskridanden. Ämnen som släpps ut i stora mängder bör man vara uppmärksam på. Vissa ämnen kan förekomma kort tid i vattnet men ändå ha en påverkan utan att man har möjlighet att mäta dem. Därför bör målet vara en så låg halt som möjligt i vattnet.

De områden som undersöks i den nationella miljöövervakningen representerar den mest intensivt odlade marken i Sverige. De är därför inte representativa för all brukad mark i Sverige. Den screening som gjordes 2015 i andra jordbruksintensiva områden ger inte anledning att tro att problemen generellt är större i andra relativt jordbruksintensiva områden.

### 4.5.2. Bedömning av risk människors hälsa

Människor kan exponeras för växtskyddsmedel vid användning av själva produkterna, genom maten och genom dricksvattnet. Den största risken för exponering för höga koncentrationer är yrkesverksam användning.

De resultat från råvatten och dricksvatten som presenteras i den här rapporten visar att risken för exponering av växtskyddsmedel från allmänna vattentäkter är låg.

I enskilda brunnar har generellt fler fynd av växtskyddsmedel jämfört med råvatten och dricksvatten. Det kan bero på att brunnarna innehåller vatten från grundare grundvatten eller de är otäta. Allmänna vattentäkter har även ha renat vattnet då man upptäckt föroreningar eller stängt föroreande täkter. Urvalet för provtagning kan också skilja dvs. om man tar prov med ett riskperspektiv t.ex. brunnar där man misstänker att förorening finns eller för att regelbundet kontrollera dricksvatten eller råvatten.

I den nya screeningen överskred eller tangerade halterna i 11 brunnar gränsvärdet för enskilda ämnen och gränsvärdet för summahalter överskreds i 6 brunnar. Inga av halterna bedömdes utgöra någon risk för hälsan varken akut eller på lång sikt. Fler av brunnarna hade även otjänligt vatten på grund av bakterier.

Livsmedelsverket ger råd om hur man kontrollerar och sköter sin brunn (Livsmedelsverket 2014c). Dessa råd uppdateras regelbundet.

## 4.6. Åtgärder växtskyddsmedel

### 4.6.1. Utgångspunkter för urval av åtgärder

*En rad åtgärder har vidtagits sedan 1980-talet*

Många åtgärder har genomförts för att minska användningen av kemiska växtskyddsmedel sedan 1980-talet då man blev mer medveten om riskerna med att sprida växtskyddsmedel. Priset på växtskyddsmedel höjdes genom avgifter och skatter och den försålda mängden av växtskyddsmedel minskade kraftigt under en tioårsperiod från början av 1980-talet. Svensk lagstiftning har skärpts både vad gäller kraven på verksamma ämnen som kan godkännas och hur dessa sedan får användas. Lantbrukare måste ha en särskild utbildning för att få använda växtskyddsmedel. Det finns också krav på utrustning för spridning av bekämpningsmedel.

Idag är behörighetsutbildning obligatorisk för yrkesmässig användning av växtskyddsmedel. Rådgivning och information om användning och hantering av växtskyddsmedel sker genom insatser i form av kompetensutveckling inom landsbygdsprogrammet. Insatserna består av regional verksamhet vid Jordbruksverkets växtskyddscentraler. Insatser genomförs också i länsprogram för kompetensutveckling med länsstyrelserna som huvudansvariga för verksamheten.

Säkert växtskydd, som är en informations- och utbildningskampanj, bedrivs som ett samarbete mellan näringen och svenska myndigheter sedan slutet av 1990-talet med syfte att förbättra hanteringen av växtskyddsmedel. Målgrupperna för verksamheten är lantbrukare, rådgivare, m.fl. Den miljöinriktade rådgivningen och informationen är en viktig del av åtgärderna för att bidra till att kontinuerligt minska riskerna vid användningen av växtskyddsmedel.

*Nya regelverk på plats*

Riskbedömning, godkännande, försäljning och användning av växtskyddsmedel regleras i ett antal lagstiftningar. Flera av regelverken är relativt nya. En ny EU-förordning om utsläppande på marknaden<sup>49</sup>, där godkännandeprocessen regleras, har ersatt det tidigare direktivet. Ett nytt direktiv om hållbar användning av

---

<sup>49</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1107/2009 av den 21 oktober 2009 om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden och om upphävande av rådets direktiv 79/117/EEG och 91/414/EEG

bekämpningsmedel<sup>50</sup> har införlivats i svensk genom en svensk förordning<sup>51</sup>, reviderade och nya myndighetsföreskrifter samt förändringar i miljöbalken. Direktivet syftar till att minska riskerna med bekämpningsmedel, bland annat genom att kemiskt växtskydd ersätts med alternativa metoder. Centralt i direktivet är principerna för integrerat växtskydd. Vid tillämpning av integrerat växtskydd ska förebyggande åtgärder användas, som t.ex. välplanerad växtföljd och lämplig odlingsteknik, användning av motståndskraftiga eller resistent sorter, bevarande och uppförkning av nyttoorganismer, etc. Insatser för växtskydd ska vara behovsanpassade och i första hand bör andra metoder än kemiska väljas. När kemisk metod väljs ska användningen begränsas, det mest målspecifika preparatet väljas och hänsyn tas till risk för resistens. För att uppfylla ett av kraven i direktivet har Sverige upprättat en ny handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel (Regeringen 2013). Ett av målen i handlingsplanen är att uthålliga odlingssystem, t.ex. alternativa metoder och tekniker, ska utvecklas och tillämpas i ökad omfattning för att minska beroendet av kemiska växtskyddsmedel, vilket ligger i linje med principerna för integrerat växtskydd.

Då det finns flera nya regelverk som syftar till ett hållbart växtskydd är det i nuläget inte motiverat att föreslå några nya eller förändrade regler. Däremot är det viktigt med en ökad samsyn mellan bekämpningsmedelslagstiftningen och andra lagstiftningar som har beröringspunkter, t.ex. vattendirektivet och REACH.

#### **4.6.2. Åtgärder**

##### **Fördjupad analys av ”problemämnena” i ytvatten**

Naturvårdsverket avser utreda varför vissa växtskyddsmedel återkommande överskrider riktvärdena i ytvatten eller har hög fyndfrekvens inom ramen för ansvaret för nationell miljöövervakning av miljögifter, i samverkan med Kemikalieinspektionen.

Utökad kunskap om detta skulle ge ett underlag för att bedöma behovet av åtgärder och var eventuella åtgärder behövs (t.ex. riskbedömningsprocessen eller hanteringen av växtskyddsmedel).

I de fyra små avrinningsområdena och två åarna i intensivt odlad jordbruksmark som vi övervakar nationellt överskrider ett eller fler ämnen de riktvärden som beräknats för ytvatten i drygt 40 % av proven årligen. Av de cirka 130 ämnen som mäts är det relativt få som står för huvuddelen av överskridandena. I en sammanställning av den nationella miljöövervakningen av växtskyddsmedel i jordbruksmark 2002 -2012 har man lyft de ämnen som från olika aspekter är de mest problematiska under dessa år. För att kunna föreslå eventuella åtgärder för att komma till rätta med läckage till ytvatten behöver vi få fördjupad kunskap om

<sup>50</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/128/EG av den 21 oktober 2009 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder för att uppnå en hållbar användning av bekämpningsmedel

<sup>51</sup> Förordning (2014:425) om bekämpningsmedel

dessa ämnen. Vi behöver mer kunskap om varför dessa kommer ut i miljön i halter över riktvärdena för ytvatten. Därför föreslår vi en utredning inriktad på fördjupning för de mest problematiska ämnena (främst de som överskrider gränsvärden men kanske även de som används i stor mängd, m.fl.) omfattande bland annat varför och hur läckage av dessa sker, potential för hormonstörande aktivitet, möjlighet till substitution samt utredning av eventuella åtgärder för att minska förekomsten av dem. Åtgärdsgärdsförslag skulle till exempel kunna riktas mot hanteringen av växtskyddsmedel eller mot godkännandeprocessen.

### **Vägledningsinsats kring växtskyddsmedel**

Naturvårdsverket, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen avser att under och perioden 2016 till 2018 gemensamt genomföra tre nationella tillsynskampanjer. Under 2016 kommer Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket ha ett tillsynsprojekt om bekämpningsmedel i växthus. Våren 2017 planerar Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket, tillsammans med Havs- och vattenmyndigheten, ett gemensamt tillsynsprojekt om yrkesmässig användning av växtskyddsmedel inom vattenskyddsområden. Därefter avser Naturvårdsverket, i samverkan med Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen, genomföra ett nationellt tillsynsprojekt om användning av växtskyddsmedel på golfbanor.

Direktivet för hållbar användning av bekämpningsmedel har de senaste åren gett upphov till en ny förordning om bekämpningsmedel och flera nya föreskrifter inom växtskyddsområdet. Jordbruksverket har tagit fram föreskrifter om integrerat växtskydd och dokumentation och Naturvårdsverket har tagit fram en ny spridningsföreskrift. Under 2016 kommer en ny föreskrift om obligatorisk funktionstest av växtskyddssprutor. Detta har lett till ökade tillsynsvägledningsinsatser inom växtskyddsområdet och kommer att kräva insatser även de närmaste åren. Via en webbenkät i samverkan mellan Jordbruksverket, Naturvårdsverket, Kemikalieinspektionen, Folkhälsomyndigheten och Havs- och vattenmyndigheten samt vid Jordbruksverkets löpande kontakt med tillsynsmyndigheter har det framkommit att kommuner och länsstyrelser bland annat efterfrågar tillsynsvägledning om hantering av växtskyddsmedel inom vattenskyddsområden.

Naturvårdsverket utfärdar regler om spridning av växtskyddsmedel i den yttre miljön och har ett vägledande ansvar för tillsyn enligt miljöbalken. Naturvårdsverket har tillsynsvägledningsansvar för all annan användning än den inom jordbruket och trädgårdsområdet. Inom området tillsyn av växtskyddsmedel finns ett delvis delat tillsynsvägledningsansvar mellan Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket. Myndigheterna anser att det därför är viktigt att samverka i sin tillsynsvägledning för att underlätta för de operativa tillsynsmyndigheterna och möjliggöra effektiva tillsynsinsatser.



### **Övervakningsinsatser (screening) av växtskyddsmedel utanför jordbruksmark (exempelvis växthus)**

Naturvårdsverket avser göra en ny studie av växthusens bidrag till förekomst av växtskyddsmedel i ytvatten inom ramen för ansvaret för nationell miljöövervakning av miljögifter.

Den nationella miljöövervakningen av växtskyddsmedel är inriktad på läckage från åkermark. Det motiveras av att användningen inom jordbruket är störst. Det kan dock finnas anledning att göra screeninginsatser även på andra användningsområden som växthus, skog, golfbanor eller urban användning, även om försålda mängder är lägre för dessa.

Frågan om läckage från växthus har aktualiserats i Europa de senaste 10-15 åren. Det finns begränsat med kunskap om läckage från användning i växthus men de övervakningsstudier av som gjorts (av t ex Sverige, Norge och Holland) visar att emissioner sker. Lagstiftningen har inte varit anpassad för växthus och en definition av växthus saknades. Nu har en ny vägledning tagits fram för godkännande av växtskyddsmedelsprodukter för växthusanvändning och olika typer av växthus har definierats (EFSA 2014).

Den svenska studie som gjorts var begränsad i omfattning. Därför finns det anledning att göra en mer omfattande studie av växthusens bidrag till förekomst av växtskyddsmedel i ytvatten.

### **Utveckling av riktvärden**

Naturvårdsverket avser samverka med Havs- och vattenmyndigheten och Kemikalieinspektionen för att bestämma hur jämförbara riktvärden i ytvatten bäst tas fram.

Inom miljöövervakningen jämförs halter i ytvatten med riktvärden för att få en uppfattning om uppmätta halter kan vara ett hot mot vattenlevande organismer. De första 100 riktvärdena togs fram 2004 av Kemikalieinspektionen (Kemikalieinspektionen 2004b) och uppdaterades 2007 (Kemikalieinspektionen 2008). I Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) finns gränsvärden för prioriterade ämnen enligt ramdirektivet för vatten och bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen. För de växtskyddsmedel som saknar riktvärde och som mäts inom miljöövervakningen har man på SLU beräknat tillfälliga riktvärden för att kunna analysera data från miljöövervakningen (Kreuger och Andersson 2011, Andersson et al. 2009). Riktvärden bör uppdateras regelbundet när nya data tas fram. Detta är särskilt viktigt för ämnen som påträffas ofta, för de som påträffas i höga halter och de som hittas över dagens riktvärden. Det bästa vore att harmoniserade riktvärden tas fram på EU-nivå när nya verksamma ämnen godkänns eller omprövas. På nationell nivå utgör processen med att ta fram miljö kvalitetsnormer för särskilda förorenande ämnen (SFÄ) en möjlighet för att ta fram ett alternativ till dagens riktvärden, åtminstone för de mest

problematiska ämnena. I båda dessa processer behöver flera berörda myndigheter samverka.

### **Övervakning i grundvatten**

Se förslag avseende övervakning av organiska miljögifter i kapitel 3.6.3.

### **Forskning och kunskap**

Det har genom åren tagits fram mycket kunskap om växtskyddsmedel med koppling till miljöpåverkan. Det finns dock fortfarande brister i vår kunskap om växtskyddsmedel i miljön.

#### *Kunskap för ett hållbart växtskydd*

För att skapa förutsättningar för ett integrerat växtskydd behövs kunskap om alternativa metoder till kemisk bekämpning. Det finns även behov av att utveckla förebyggande åtgärder för att reducera spridning av kemiska växtskyddsmedel i miljön i synnerhet från diffusa källor. I det sammanhanget är kunskapen om olika läckagevägars relativa betydelse viktig.

#### *Kunskap om miljöeffekter*

Mer kunskap behövs för att bedömningsgrunder för biologisk påverkan av växtskyddsmedel på vattenlevande organismer ska bli verklighet. Där kan vi bland annat i mån av resurser stödja den forskning som pågår.

Liksom för de flesta miljögifter vet vi lite om kombinationseffekter av flera olika växtskyddsmedel. Men det tas fram mer data om växtskyddsmedel jämfört med andra ämnen pga godkännandeförfarandet. Därför kan det finnas en större möjlighet att ta hänsyn till risken för kombinationseffekter när det gäller växtskyddsmedel. Möjligheten för att ta med kombinationseffekt i de riktvärden man beräknar är något man kan utvärdera. Ett alternativ skulle kunna vara att utreda om man skulle kunna ta hänsyn till kombinationseffekter när villkor sätts för användande och/eller spridning av växtskyddsmedel.

### **4.6.3. Konsekvenser av förslagen**

Växtskyddsmedel är framtagna för att påverka olika organismgrupper och kan därför oönskat påverka organismer från dessa grupper även i vattenmiljön. Växtskyddsmedel kan också påverka människan genom dricksvatten. Det är därför motiverat att vidta åtgärder för att minska riskerna för att växtskyddsmedel kommer ut i vattenmiljöer.

#### **Nyttan med föreslagna åtgärder**

Föreslagna åtgärder bedöms minska risken växtskyddsmedel kommer ut i vattenmiljöer Det är svårt att ange nyttan av denna minskade risk.

#### **Kostnader för föreslagna åtgärder**

Föreslagna åtgärder får i första hand konsekvenser för statliga myndigheters eget arbete med växtskyddsrelaterade frågor. De föreslagna åtgärderna ingår redan i

myndigheternas befintliga verksamheter och ansvarsområden. De kostnader som uppstår med anledning av åtgärderna bedöms rymmas inom respektive myndighets befintliga budget och åtgärderna har inte kostnadsbedömts specifikt.

Naturvårdsverkets kostnader för föreslagna åtgärder ingår bland annat i den ökning av 1:2-anslaget Miljöövervakning m.m. som föreslås i Naturvårdsverkets budgetunderlag till regeringen för åren 2017-2019. Kostnader för andra aktörer i samhället än statliga myndigheter bedöms inte uppkomma med anledning av förslagen.

## 5. Källförteckning

Aastrup, M., Lewin Pihlblad, L. (2004). Organiska miljögifter i grundvatten i naturliga skogsekosystem. Ss 14-17 i Sötvatten – Årsskrift från Miljöövervakningen, Naturvårdsverket.

Aastrup, M., Lewin Pihlblad, L., McCarthy, J. (2010). Screening av miljögifter i grundvatten – sammanställning av undersökningar gjorda 2003–2009. SGU-rapport: 2010:14.

Ahrens, L., Ribéli, E., Josefsson, S., Gustavsson J., Nguyen, M. A., Wiberg, K. (2014). Screening av perfluoralkylerade ämnen och flamskyddsmedel i svenska vattendrag. Institutionen för vatten och miljö Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Nationell miljöövervakning på uppdrag av Naturvårdsverket.

Ahrens, L., Hedlund, J., Dürig, W., Tröger, R., Wiberg, K. (2016). Screening of PFASs in groundwater and surface water./ Screening av PFAS i grund- och ytvatten. Rapport 2016:2, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö, ISBN 978-91-576-9386-0.

Andersson, M., Graaf S., Kreuger J. (2009). Beräkning av temporära riktvärden för 12 växtskyddsmedel i ytvatten, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Andersson, M., Kreuger, J. (2011). Preliminära riktvärden för växtskyddsmedel i yt-vatten. Beräkning av riktvärden för 64 växtskyddsmedel som saknar svenskt riktvärde, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

ATSDR (2015). Draft toxicological profile for perfluoralkyls. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

Bignert, A., Danielsson, S., Faxneld, S., Nyberg, E. (2015). Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Marine Biota, 2015. Report nr 2:2015, Swedish Museum of Natural History.

Björklund et al (2009). Perfluoroalkyl Compounds (PFCs) in Indoor Dust: Concentrations, Human Exposure Estimates and Sources. Environmental Science and Technology 2009; 43:2276-2281.

Boström, G., Gönczi, M., Kreuger, J. (2014). Kemiska bekämpningsmedel i Skånes ytvatten 1983-2014, Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Boström, G. (2015a). Högfluorerade ämnen i den svenska miljön - sammanställning av data från 2000 till 2015. Underlagsrapport till

Naturvårdsverkets regeringsuppdrag Screening av förekomsten av miljögifter. Rapport till Naturvårdsverket (NV-00305-15). Länsstyrelsen i Skåne län. 2015-10-15.

Boström, G. (2015b). Sammanställning av befintliga data av växtskyddsmedel i ytvatten 1983-2014. Underlagsrapport till Naturvårdsverkets regeringsuppdrag Screening av förekomsten av miljögifter. Rapport till Naturvårdsverket (NV-00305-15). Länsstyrelsen i Skåne län. 2015-09-30.

Boström, G., Lindström, B., Gönczi, M., Kreuger, J. (2016). Nationell screening av bekämpningsmedel i yt- och grundvatten 2015. CKB rapport 2016:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

CKB (2015). Information om kemiska bekämpningsmedel i miljön. [http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/kompetenscentrum-for-kemiska-bekampningsmedel/information-om-bekampningsmedel-i-miljon1/\[Använd 2015-11-15\]](http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/kompetenscentrum-for-kemiska-bekampningsmedel/information-om-bekampningsmedel-i-miljon1/[Använd%202015-11-15]).

Conder, J.M., Hoke, R.A., De Wolf, W., Russel, M.H., Buck, R.C. (2008). Are PFCAs bioaccumulative? A critical review and comparison with regulatory lipophilic compounds. *Environmental Science & Technology*, 42: 995-1003.

Dreyer A., Matthias V., Weinberg I., Ebinghaus R. (2010). Wet deposition of poly- and perfluorinated compounds in Northern Germany. *Environmental Pollution* 2010; 158: 1221-1227.

EFSA (2008). "Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts – Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain", *EFSA Journal*, 653, 1-131.

EFSA (2014). EFSA Guidance Document on clustering and ranking of emissions of active substances of plant protection products and transformation products of these active substances from protected crops (greenhouses and crops grown under cover) to relevant environmental. European Food Safety Authority, Parma.

EKOCEM (2016). Omgivningsundersökning vatten och fisk, 2015. Ekokem AB 2016-02-09.

EU (2011). Perfluorooctane sulphonate (PFOS). PFOS EQS Dossier 2011. Supporting background documents 2012 Priority Substances proposal - EQS dossiers: The European Commission. Tillgänglig online: <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp> hämtad [2015-05-04].

Faxneld, S., Danielsson, S., Nyberg, E. (2014). Distribution of PFAS in liver and muscle of herring, perch, cod, eelpout, arctic char, and pike from limnic and marine environments in Sweden. *Naturhistoriska riksmuseet Rapport 9:2014*.

Filipovic, M., Berger, U., McLachlan, MS. (2013). Mass Balance of Perfluoroalkyl Acids in the Baltic Sea. *Environmental Science & Technology*; 2013 47: 4088-4095.

Filipovic, M. (2015). Fate of perfluoroalkyl acids in the aquatic environment with a focus on mass balance studies. Department of Environmental Science and Analytical Chemistry (ACES), Stockholms universitet. Holmbergs, Malmö.

Filipovic, M., Berger, U. (2015). Are perfluoroalkyl acids in waste water treatment plant effluents the results of primary emissions from the technosphere or of environmental recirculation? *Chemosphere* 2015; 129, 74-80.

FOI (2013). Perfluorerade ämnen i jord, grundvatten och ytvatten. Riskbild och åtgärdsstrategier. FOI-R-3705-SE.

Försvarsmakten (2013a). Kompletterande miljötekniska markundersökningar vid f.d. F10. Ängelholm. 2013-01-11. Rapport – NIRAS.

Försvarsmakten (2013b). Miljöteknisk markundersökning och översiktlig riskbedömning avseende brandövningsplatser, objekt 5 och 6, på F15 i Söderhamn. 2013-11-25. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8113024.

Försvarsmakten (2013c). Miljöteknisk markundersökning FMTS, Halmstad. Undersökning rörande PFC:er i jord, grund- och ytvatten. 2013-11-27. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8112149,3.

Försvarsmakten (2014a). Uppföljande grundvattenprovtagning avseende perfluorerade ämnen vid f.d. F10, Ängelholm. 2014-02-21. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8113089.

Försvarsmakten (2014b). Huvudstudie f.d. F 18 Tullinge flygflottilj. Perfluorerade ämnen-jord, grund- och ytvatten. 2014-04-16. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114003.

Försvarsmakten (2014c). MTU avseende perfluorerade ämnen vid brandövningsplatser, Malmens flygplats, f.d. Malmslätt i Linköping. 2014-10-06. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114029,3.

Försvarsmakten (2014d). MTU avseende PFAS, f.d. Bråvalla F13, Norrköping. 2014-11-28. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114029,7.

Försvarsmakten (2014e). MTU avseende PFAS, F21 Kallax. 2014-12-19. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114029,4.

Försvarsmakten (2015a). MTU avseende PFAS vid f.d. räddningsstationen samt kring Sänksjön, F 17 Kallinge, Ronneby kommun. 2015-02-11. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114005,2

Försvarsmakten (2015b). Slutrapport – Riskbedömning perfluorerade alkylsubstanser (PFAS) vid Uppsala flygplats. 2015-03-04. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114011,2.

Försvarsmakten (2015c). MTU avseende PFAS, Karlsborgs flygplats. 2015-03-17. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114029,2 samt 8114029,15.

Försvarsmakten (2015d). PFAS-föreningen vid Uppsala flygplats. PM–Beräkning av källstyrka och kvarvarande PFAS-mängder. 2015-04-10. Rapport – NIRAS.

Försvarsmakten (2015e). MTU avseende PFAS inom Skaraborgs flygflottilj, F 7 Såtenäs. 2015-05-13. Rapport – NIRAS Projekt nr. 8114029,8.

Gebbink, W.A., Bossi, R., Riget, F.F., Rosing-Asvid, A., Sonne, C., Dietz, R. (2016). Observation of emerging per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in Greenland marine mammals. *Chemosphere*, 144: 2384-2391.

Glynn, A., Cantillana, T., Bjeremo, H. (2013). Riskvärdering av perfluorerade alkylsyror i livsmedel och dricksvatten. Livsmedelsverket rapport 11 – 2013.

Glynn, A., Lignell, S., Gyllenhammar, I., Aune, M. (2015). Temporal trends of perfluoroalkyl substances in pooled serum samples from first-time mothers in Uppsala 1997-2014. Report to the Swedish EPA (the Health-Related Environmental Monitoring Program) Contract no. 215 1214.

Greenpeace (2015). Footprints in the snow – Hazardous PFCs in remote locations around the globe.

Hansson K., Palm Cousins A., Norström K., Graae L., Stenmarck Å. (2016): Sammanställning av befintlig kunskap om föroreningskällor till PFAS-ämnen i svensk miljö. IVL rapport C182, <http://www.ivl.se/webdav/files/Rapporter/C182.pdf>

Harada, K., Saito, N., Sasaki, K., Inoue, K., Koizumi, A. (2003). Perfluorooctane Sulfonate Contamination of Drinking Water in the Tama River, Japan: Estimated Effects on Resident Serum Levels. *Bulletin of Environmental Contaminants and Toxicology*, 71, ss. 31-36.

Haug, L.S., Thomsen, C., Brantsaeter, A.L., Kvalem, H.E., Haugen, M., Becher, G., Alexander, J., Meltzer, H.M., Knutsen, H.K., (2010). Diet and particularly seafood are major sources of perfluorinated compounds in humans. *Environ Int*, 36, 772-8.

Herzke et al. (2012). The structure of the fire fighting foam surfactant Forafac®1157 and its biological and photolytic transformation products *Chemosphere*, Volume 89, Issue 7, October 2012, Pages 869–875.

Hoke, R.A., Ferrell, B.D., Ryan, T., Sloman, T.L., Green, J.W., Nabb, D., Mingoia, R., Buck, R.C., Korzeniowski, S.H. (2015). Aquatic hazard, bioaccumulation and screening risk assessment for 6:2 fluorotelomer sulfonate. *Chemosphere*, 128:258-265.

IVL (2016). Källor till geografisk kartläggning i Excelfil. Se Miljödataportalen: <http://mdp.vic-metria.nu/miljodataportalen/>

Kemikalieinspektionen (2004a). PFOS-relaterade ämnen  
Strategi för utfasning. Rapport 3/04. Kemikalieinspektionen, Stockholm.

Kemikalieinspektionen (2004b). Riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten  
Beskrivning av den svenska metoden, Kemikalieinspektionen

Kemikalieinspektionen (2006). Perfluorerade ämnen- användningen i Sverige  
Rapport 6/06 CM-gruppen, Bromma.

Kemikalieinspektionen (2008). Revision av riktvärden för växtskyddsmedel 2007,  
Kemikalieinspektionen

Kemikalieinspektionen (2009). Högfluorerade ämnen i kläder, skor och kemiska  
ämnen - ett tillsynsprojekt. Förekomst och användning av högfluorerade ämnen  
och alternativ. Rapport från ett regeringsuppdrag. PM 4/09. CM-gruppen AB,  
Sundbyberg.

Kemikalieinspektionen (2013). Brandskum som möjlig förorenare  
av dricksvattentäkter, PM 5/13. CM Gruppen AB, Sundbyberg.

Kemikalieinspektionen (2014a). Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2014,  
Kemikalieinspektionen, Stockholm.

Kemikalieinspektionen (2014b). Kartläggning av brandsläckningsskum på den  
svenska marknaden. PM 3/14. CM Gruppen AB, Sundbyberg.

Kemikalieinspektionen (2015a). Förekomst och användning av högfluorerade  
ämnen och alternativ. Rapport från ett regeringsuppdrag. Rapport 6/15.  
CM Gruppen AB, Sundbyberg.



Kemikalieinspektionen (2015b). Riktvärden för ytvatten. <http://www.kemi.se/hitta-direkt/bekampningsmedel/vaxtskyddsmedel/riktvarden-for-ytvatten>  
[Använd 2016-03-18].

Kemikalieinspektionen (2016a). Förslag till nationella regler för högfluorerade ämnen i brandsläckningsskum. Rapport från ett regeringsuppdrag. Rapport 1/16. Arkitektkopia AB, Sundbyberg.

Kemikalieinspektionen (2016b). E-post från Maria Delvin 2016-03-15.

Kreuger, J., Andersson, S. (2011). Preliminära riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten, beräkning av riktvärden för 64 växtskyddsmedel som saknar svenskt riktvärde., Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Labadie, P., Chevreuil, M. (2011). Partitioning behaviour of perfluorinated alkyl contaminants between water, sediment and fish in the Orge River (nearby Paris, France). *Environmental Pollution*, 159, ss 391- 397.

Larsson, M., Boström, G., Gönczi, M., Kreuger, J. (2014). Kemiska Bekämpningsmedel i grundvatten 1986-2014 Sammanställning av resultat och trender i Sverige under tre decennier, samt internationella utblickar, Havs-och vattenmyndigheten, Göteborg

Larsson, M., Graaf, S., Nanos, T., Boye, K., Kreuger, J. (2013). Undersökning av växtskyddsmedel i privata dricksvattenbrunnar från ett jordbruksområde i södra Halland, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Lau, C. (2015). Perfluorinated Compounds: An Overview. *In: DeWitt, JC (ed.) Toxicological Effects of Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances*. Springer International Publishing, Switzerland.

Levine, A. D., Libelo, E. L., Bugna, G., Shelley, T., Mayfield, H., Stauffer, T.B. (1997). Biogeochemical assessment of natural attenuation of JP-4-contaminated ground water in the presence of fluorinated surfactants. *The Science of the Total Environment*, 208, ss. 179-195.

Lindström, B., Larsson, M., Boye, K., Gönczi, M., Kreuger, J. (2015). Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) Långtidsöversikt och trender 2002-2012 för ytvatten, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Lindström J, Appel G, Palmkvist K och Bialas KO (2013). Förmåga och begränsningar av förekommande släcksystem vid brand i byggnad – fokus på miljöarbete. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB 618.

Livsmedelsverket (2013). Riskvärdering av perfluorerande alkylsyror i livsmedel och dricksvatten. Livsmedelsverkets rapportserie nr 11/2013.

Livsmedelsverket (2014a). PFAA i råvatten och dricksvatten - Resultat av en kartläggning, september 2014.

Livsmedelsverket (2014b). Vägledning dricksvatten.  
<http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/produktion-handel-kontroll/vagledningar-kontrollhandbocker/vagledning-dricksvatten.pdf>

Livsmedelsverket (2014c). Råd om egen brunn.  
<http://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/egen-brunn/rad-om-egen-brunn/> [Använd 2016-03-02].

Livsmedelsverket (2016). Uppdaterad rekommendation publicerad 2016-03-07 på <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/riskhantering-pfaa-i-dricksvatten/> hämtad:[2016-03-07].

Livsmedelsverket (u.å). <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/riskhantering-pfaa-i-dricksvatten/> hämtad: [2015-08-09].

Livsmedelsverket (u.å). <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kvicksilver/> hämtad: [2016-02-08].

Loos, R., Wollgast, J., Huber, T., Hanke, G. (2007). Polar herbicides, pharmaceutical products, perfluorooctanesulfonate (PFOS) and its carboxylates and ethoxylates in surface and tap waters around Lake Maggiore in Northern Italy. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 387, ss. 1469-1478.

Lunds universitet (u.å.). <http://pfas.blogg.lu.se/files/2015/06/Halveringstid-graf-prov-4.jpg> [2016-01-22]

Mariussen, E. (2012). Neurotoxic effects of perfluoroalkylated compounds: mechanisms of action and environmental relevance. *Archives of Toxicology*, 86: 1349-1367.

Moody, C A & Field, J A (1999). Determination of perfluorocarboxylates in groundwater impacted by firefighting activity. *Environmental Science & Technology*, 33 (16) 2800-2806.

Moody, C A Hebert, G N Strauss, S H, Field, J A (2003). Occurrence and persistence of perfluorooctanesulfonate and other perfluorinated surfactants in

groundwater at a fire-training area at Wurtsmith Air Force Base, Michigan, USA. *Journal of Environmental Monitoring*, 5, ss. 341-345.

Murakami, M., Adachi, N., Saha, M., Morita, C., Takada, H. (2011). Levels, Temporal Trends, and Tissue Distribution of Perfluorinated Surfactants in Freshwater Fish from Asian Countries. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 61: 631-641.

Naturvårdsverket (2005) Höga halter av miljöfarliga ämnen i miljön? Resultat från Miljöövervakningens Screeningprogram 1996-2003. Rapport 5449. ISBN 91-620-5449-x

Naturvårdsverket (2012). National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants for Sweden 2012. Naturvårdsverket rapport 6498. ISBN 978-91-620-6498-3.

Naturvårdsverket (2012). Steg på vägen. Fördjupad utvärdering av miljömålen 2012. Naturvårdsverket, Rapport 6500. ISBN 978-91-620-500-3.

Naturvårdsverket (2014). Översyn av nationell akvatisk miljögiftsövervakning 2014, NV rapport 6627.

Naturvårdsverket (2015). Riktvärden för halter av växtskyddsmedel i ytvatten – vägledning för tillämpning. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Bedomningsgrunder/Odlingslandskap/Riktvarde-for-vaxtskyddsmedel/> [Använd 2016-03-24].

NIRAS (2015). Koncentrationer av PFAS i vatten från enskilda brunnar på Lulnäsudden. [www.niras.se](http://www.niras.se)

Norström, K., Viktor, T., Palm Cousins, A., Rahmberg, M. (2015). Risks and Effects of the dispersion of PFAS on Aquatic, Terrestrial and Human populations in the vicinity of International Airports, Final report of the RE-PATH project 2009-2014. IVL rapport nr B2232.

NILU - Norsk institutt for luftforskning (2015). Miljøgifter i terrestrisk og bynært miljø/ Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment. M-354/2015. ISBN 978-82-425-2799-8 (print), 978-82-425-2800-1 (electronic). <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M354/M354.pdf>

Nyberg, E., Faxneld, S., Danielsson, S., Bignert, A. (2015). The National Swedish Contaminant Monitoring Programme for Freshwater Biota, 2015. Report nr 14:2015, Swedish Museum of Natural History

OECD (2013). OECD/UNEP Global PFC Group. Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCs). Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD. Paris 2013.

Pettersson, M., Ländell, M., Ohlsson, Y., Berggren Kleja, D., Tiberg, C. (2015). Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten. Statens geotekniska institut, SGI Publikation 21, Linköping.

Regeringen (2013). Nationell handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel för perioden 2013-2017.

<http://www.regeringen.se/rapporter/2013/06/nationell-handlingsplan-for-hallbar-anvandning-av-vaxtskyddsmedel-for-perioden-2013-2017/>

Sandblom (2015). Waste Incineration as a Possible Source of Perfluoroalkyl Acids to the Environment-Method Development and Screening. Master's thesis, 2014:4. ITM, Stockholm University.

Saito, N., Sasaki, K., Nakatome, K., Harada, K., Yoshinaga, T., Koizumi, A. (2003). Perfluorooctane Sulfonate Concentrations in Surface Water in Japan. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 45, ss. 149-158.

Saito, N., Harada, K., Inoue, K., sasaki, K., Yoshinaga, T., Koizumi, A. (2004). Perfluorooctanoate and Perfluorooctane Sulfonate Concentrations in Surface Water in Japan. *Journal of Occupational Health*, 46, ss. 49-59.

SCB (2011). Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbruket 2010. SCB, Örebro.

SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket, LRF (2012). Hållbarhet i svenskt jordbruk 2012. SCB, Örebro.

Schultz, M.M., Barofsky, D. F., Field, J. A. (2004). Quantitative Determination of Fluorotelomer Sulfonates in Groundwater by LC MS/MS. *Environmental Science & Technology*, 38, ss. 1828-1835.

SGU (2006). Förslag till förbättring av kunskapsförsörjningen avseende grundvattenkvalitet samt i de fördjupade utvärderingarna av miljökvalitetsmålet Grundvatten av god kvalitet.

SGU (2015). Brunnar och dricksvatten. [http://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/\(hämtad 2015-12-18\)](http://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/(hämtad%202015-12-18)).

SKL (2015). PFAS - åtgärder och förslag från Sveriges Kommuner och Landsting. Skrivelse till Kemikalieinspektionens myndighetsnätverk för PFAS. Ärendnr. 15/06424.

Skutlarek, D., Exner, M., Färber, H. (2006). Perfluorinated Surfactants in Surface and Drinking Waters. *Environmental Sci Pollut Res* 13(5), ss. 299-307.

SLU (2015). Växtskyddsmedel i miljön. <http://www.slu.se/vaxtskyddsmedel> [Använd 2016-01-15].

SLU (2016) mail från Gustaf Boström 2016-03-17

Svenskt Vatten (2015). Råvatten – Källan till dricksvatten.  
<http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Dricksvatten/Ravatten/> (hämtad 2015-12-18).

Svenskt Vatten (2016a). Vad är Revaq?  
<http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/om-REVAQ/>

Svenskt Vatten (2016b). Revaq NYHETSBEV Nr 13 2016  
<http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Avlopp%20och%20milj%c3%b6/REVAQ/Revaq%20Nyhetsbrev%2013.pdf>

Sweco Environment AB (2016). Provtagning och analys av Abborre i Söderhavet 2015. Slutrapport 2016-02-05.

Thibodeaux, J. R., Hanson, R. G., Rogers, J. M., Grey, B. E., Barbee, B. D., Richards, J. H., Butenhoff, J. L., Stevenson, L. A. & Lau, C. (2003). Exposure to Perfluorooctane Sulfonate during Pregnancy in Rat and Mouse. I: Maternal and Prenatal Evaluations. *Toxicological Sciences* 2003, Vol 74, 369 –381.

Turås, D. och Åhs, D. (2015). E-post från Daniel Turås och Daniel Åhs. 2015-05-11.

US EPA (2014a). Health Effects Document for Perfluorooctanoic Acid (PFOA), EPA Document Number 822R1400. Utkast daterat februari 2014, United States Environmental Protection Agency.

US EPA (2014b). ”Health Effects Document for Perfluorooctane Sulfonate (PFOS), EPA Document Number 822R14002, Utkast daterat februari 2014, United States Environmental Protection Agency.

Vestergren, R., Cousins, IT, (2009). Tracking the pathways of human exposure to perfluorocarboxylates. *Environ Sci Technol.*, 43, 5565-75.

Vestergren, R., Berger, U., Glynn, A., Cousins, IT, (2012). Dietary exposure to perfluoroalkyl acids for the Swedish population in 1999, 2005 and 2010. *Environ Int*, 49, 120-7.

Wang Faqi, Liu Wei, Jin Yihe, Dai Jiayin, Yu Wenguang, Liu Xiaohui, Liu Li (2010). Transcriptional Effects of Prenatal and Neonatal Exposure to PFOS in Developing Rat Brain. *Environmental Science & Technology* 2010, 44 (5), 1847–1853.

Woldegiorgis, A., Andersson, J., Remberger, M., Kaj, L., Ekheden, Y., Blom, L., Brorström-Lundén, E. (2006). Results from the Swedish National Screening Programme 2005. Subreport 3: Perfluorinated Alkylated Substances (PFAS). IVL Report B1698.

Woldegiorgis, A., Norström, K., Viktor, T. (2010). Årsrapport 2009 för projektet RE-PATH – Mätningar av PFAS i närområdet till Stockholm-Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport. IVL Rapport B1899.

## Bilaga 1 Samrådsaktörer

Organisation	Kontaktperson
Sveriges geologiska undersökning	Lena Maxe Liselotte Tunemar Helena Dahlgren
Statens geotekniska institut	Michael Pettersson
Havs- och vattenmyndigheten	Åsa M Andersson
Kemikalieinspektionen	Stellan Fischer Jenny Ivarsson Liselott Säll
Livsmedelsverket	Christina Forslund
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap	Bo A Andersson
Generalläkaren	Malin Höök
Jordbruksverket	Anders Emmerman Carina Carlsson-Ross
Länsstyrelserna via länsstyrelsen i Blekinge län	Andreasson Fredrik
Vattenmyndigheterna	Hannes Löfgren Teresia Wällstedt Carola Lindeberg
Försvarmakten	Thomas Nordström Björn Norrbrand Lina Weinmann
Swedavia	Helena Svensson
Svenskt Vatten	Gullvy Hedenberg Gisela Holm
Avfall Sverige	Johan Fagerqvist Klas Svensson
Försvarets materielverk	Dennis Norin <sup>*)</sup>
Transportstyrelsen	Jenny Blomberg <sup>*)</sup>

<sup>\*)</sup>Ej deltagit.

## Bilaga 2 Olika typer av PFAS

### Terminologi: Per- och polyfluorerade substanser (PFAS).

Källa: Kemikalieinspektionen (2016a), (se huvuddelens Källförteckning).

#### *Icke-polymerer*

- Helt eller delvis fluorerade kolkedjor bundna till en funktionell grupp
- o Perfluoralkyl-sulfonsyror (PFSA), t.ex. PFHxS, PFOS
- långkedjiga  $n \geq 6$ , t.ex. PFHxS och längre
- kortkedjiga  $n < 6$ , t.ex. PFBS



- o Perfluoralkyl-karboxylsyror (PFCA), t.ex. PFOA
- långkedjiga  $n \geq 7$ , t.ex. PFOA och längre
- kortkedjiga  $n < 7$ , t.ex. PFBA, PFHxA



- o Prekursorer till PFSA och PFCA: Fluortelomerer, t.ex. 8:2 FTOH och 6:2 FTS.
- Fluortelomerer består av en kolkedja som inte är fullständigt fluorerad och en funktionell grupp. De kan brytas ner till PFCA i miljön och i kroppen.



- *Perfluoretrar*: Etrarna kan innehålla en eller flera syre-bryggor. De med flest bryggor blir så långa att de kan definieras som polymerer.

#### *Polymerer*

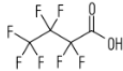
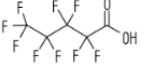
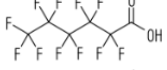



- Fluorerade polymerer: Polymerer med fluorerade sidokedjor. Fluorerade polymerer bestående av poly- (och möjligtvis per-) fluorerade sidokedjor. Dessa kan brytas ner till PFCA.
- Fluoropolymerer: Polymerer med fluorerad ryggrad, t.ex. polytetrafluoretylen (PTFE) som används i teflon. Fluoropolymerer produceras inte från PFCA eller deras prekursorer. Olika PFCA används dock som processhjälpmedel vid framställningen och den färdiga produkten kan innehålla resthalter av dessa ämnen.










## Bilaga 3 PFAS-ämnen i sammanställningen av tidigare uppmätta halter

Nedan framgår vilka PFAS-ämnen som har inkluderats i sammanställningen av tidigare uppmätta halter av PFAS i miljön.  
Källa: Boström, G. (2015a), (se huvuddelens Källförteckning).





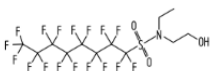

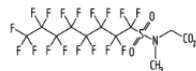
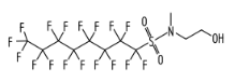
**Tabell 1** PFAS-substanser som har inkluderats i föreliggande studie. Anpassad från Ahrens m.fl. (2014). E.t. = ej tillgängligt i Ahrens m.fl. (2014) eller Buck m.fl. (2011).

Förkortning	Namn	Strukturformel	Molekylformel	CAS-nr
<b>Perfluorerade karboxylsyror (PFCA)</b>				
PFBA	Perfluorbutansyra		C <sub>3</sub> F <sub>7</sub> CO <sub>2</sub> H	45048-62-2
PFPeA	Perfluorpentansyra		C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> CO <sub>2</sub> H	2706-90-3
PFHxA	Perfluorhexansyra		C <sub>5</sub> F <sub>11</sub> CO <sub>2</sub> H	92612-52-7
PFHpA	Perfluorheptansyra		C <sub>6</sub> F <sub>13</sub> CO <sub>2</sub> H	120885-29-2
PFOA	Perfluoroktansyra		C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> CO <sub>2</sub> H	45285-51-6
PFNA	Perfluornonansyra		C <sub>8</sub> F <sub>17</sub> CO <sub>2</sub> H	72007-68-2





NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6709  
Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel  
En sammantagen bild av förekomsten i miljön

PFDA	Perfluor- dekansyra		C <sub>9</sub> F <sub>19</sub> CO <sub>2</sub> H	335-76-2
PFUnDA	Perfluor- undekansyra		C <sub>10</sub> F <sub>21</sub> CO <sub>2</sub> H	2058-94-8
PFD <sub>o</sub> DA	Perfluor- dodekansyra		C <sub>11</sub> F <sub>23</sub> CO <sub>2</sub> H	307-55-1
PFT <sub>r</sub> DA	Perfluor- tridekansyra		C <sub>12</sub> F <sub>25</sub> CO <sub>2</sub> H	72629-94-8
PFT <sub>e</sub> DA	Perfluor- tetradekansyra		C <sub>13</sub> F <sub>27</sub> CO <sub>2</sub> H	376-06-7
PFPeDA	Perfluor- pentadekansyra	e.t.	C <sub>14</sub> F <sub>29</sub> CO <sub>2</sub> H	141074-63-7
PFH <sub>x</sub> DA	Perfluor- hexadekansyra		C <sub>15</sub> F <sub>31</sub> CO <sub>2</sub> H	67905-19-5
PFHpDA	Perfluor- heptadekansyra	e.t.	C <sub>16</sub> F <sub>33</sub> CO <sub>2</sub> H	57475-95-3
PFODA	Perfluor- oktadekansyra		C <sub>17</sub> F <sub>35</sub> CO <sub>2</sub> H	16517-11-6
PFCA C19	Perfluor- nonadekansyra	e.t.	C <sub>18</sub> F <sub>37</sub> CO <sub>2</sub> H	e.t.
PFCA C20	Perfluor- eikosansyra	e.t.	C <sub>19</sub> F <sub>39</sub> CO <sub>2</sub> H	e.t.
PFCA C21	Perfluor- heneikosansyra	e.t.	C <sub>20</sub> F <sub>41</sub> CO <sub>2</sub> H	e.t.
PFCA C22	Perfluor- dokosansyra	e.t.	C <sub>21</sub> F <sub>43</sub> CO <sub>2</sub> H	e.t.

**Sulfonamider, sulfonamidsyror, sulfonamidetanoler (FOSA, FOSAA & FOSE)**

MeFBSA	<i>N</i> -metylperfluorbutansulfonamid	e.t.	$C_4F_9SO_2NH(CH_3)$	68298-12-4
MeFBSE	<i>N</i> -metylperfluorbutansulfonamid-etanol	e.t.	$C_4F_9SO_2N(CH_3)CH_2CH_2OH$	34454-97-2
FOSA	Perfluoroktansulfonamid		$C_8F_{17}SO_2NH_2$	754-91-6
FOSAA	Perfluoroktansulfonamidättiksyra		$C_8F_{17}SO_2NHCH_2CO_2$	2806-24-8
EtFOSA	<i>N</i> -etylperfluor-1-oktansulfonamid		$C_8F_{17}SO_2NHCH_2CH_3$	4151-50-2
EtFOSAA	<i>N</i> -etylperfluor-1-oktansulfonamidättiksyra		$C_8F_{17}SO_2N(CH_2)_2CH_3CO_2$	2991-50-6
EtFOSE	2-( <i>N</i> -etylperfluor-1-oktansulfonamid)-etanol		$C_8F_{17}SO_2N(CH_2)_3CH_3OH$	1691-99-2
MeFOSA	<i>N</i> -metylperfluor-1-oktansulfonamid		$C_8F_{17}SO_2NHCH_3$	31506-32-8
MeFOSAA	<i>N</i> -metylperfluor-1-oktansulfonamidättiksyra		$C_8F_{17}SO_2NCH_3CH_2CO_2$	2355-31-9
MeFOSE	2-( <i>N</i> -metylperfluor-1-oktansulfonamid)-etanol		$C_8F_{17}SO_2N(CH_2)_2CH_3OH$	24448-09-7

**Perfluorerade sulfonsyror (PFSA)**

PFBS	Perfluorbutansulfonsyra		$C_4F_9SO_3H$	375-73-5 eller 59933-66-3
PFPS	Perfluorpentansulfonsyra	e.t.	$C_5F_{11}SO_3H$	2706-91-4
PFHxS	Perfluorhexansulfonsyra		$C_6F_{13}SO_3H$	355-46-4
PFHpS	Perfluorheptansulfonsyra	e.t.	$C_7F_{15}SO_3H$	375-92-8
PFOS	Perfluoroktansulfonsyra		$C_8F_{17}SO_3H$	1763-23-1
PFDS	Perfluordekansulfonsyra		$C_{10}F_{21}SO_3H$	335-77-3

**Övriga**

6:2 FTSA	6:2 fluortelomer-sulfonat	e.t.	$C_6F_{13}CH_2CH_2SO_3H$	27619-97-2
8:2 FTSA	8:2 fluortelomer-sulfonat	e.t.	$C_8F_{17}CH_2CH_2SO_3H$	39108-34-4
PFOSI	Perfluoroktansulfinat	e.t.	$C_8F_{17}SO_2H$	647-29-0
H4PFDA	2H, 2H, 3H, 3H-Perfluordekansyra	e.t.	e.t.	e.t.
H2PFDA	2H, 2H-perfluordekansyra	e.t.	e.t.	e.t.

NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6709  
Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel  
En sammantagen bild av förekomsten i miljön

HPFHA	7H-dodekafluor- heptansyra	e.t.	e.t.	e.t.
PF-3,7-DMOA	Perfluor- 3,7-dimetyloktansyra	e.t.	e.t.	e.t.

---

## Bilaga 4 Analyserade PFAS i den nya mätningen 2015

Följande antal prover avseende 26 olika PFAS analyserades i den nya mätningen som genomfördes 2015 inom ramen för regeringsuppdraget. Se även Ahrens, L. et al (2016), (se huvuddelens Källförteckning).

<b>Substansnamn</b>	<b>Förkortning</b>	<b>CAS#</b>
Perfluorobutansyra	PFBA	375-22-4
Perfluoropentansyra	PFPeA	2706-90-3
Perfluorohexansyra	PFHxA	307-24-4
Perfluoroheptansyra	PFHpA	375-85-9
Perfluorooktansyra	PFOA	335-67-1
Perfluorononansyra	PFNA	375-95-1
Perfluorodekansyra	PFDA	335-76-2
Perfluoroundekansyra	PFUnDA	2058-94-8
Perfluorododekansyra	PFDoDA	307-55-1
Perfluorotridekansyra	PFTriDA	72629-94-8
Perfluorotetradekansyra	PFTeDA	376-06-7
Perfluorohexadekansyra	PFHxDA	67905-19-5
Perfluorooktadekansyra	PFOcDA	16517-11-6
perfluorobutan sulfonsyra	PFBS	375-73-5
Perfluorohexansulfonsyra	PFHxS	355-46-4
Perfluorooktansulfonsyra	PFOS	1763-23-1
Perfluorodekansulfonsyra	PFDS	335-77-3
6:2 fluorotelomersulfonsyra	6:2 FTSA	27619-97-2
Perfluorooktansulfonamid	FOSA	754-91-6
N-metylperfluorooktansulfonamid	N-MeFOSA	31506-32-8
N-etylperfluorooktanesulfonamid	N-EtFOSA	4151-50-2
N-metylperfluorooktansulfonamido-etanol	N-MeFOSE	24448-09-7
N-etylperfluorooktansulfonamido-etanol	N-EtFOSE	1691-99-2
Perfluorooktansulfonamidoättiksyra	FOSAA	2806-24-8
N-metylperfluorooktansulfonamidoättiksyra	N-MeFOSAA	2355-31-9
N-etylperfluorooktanesulfonamidoättiksyra	N-EtFOSAA	2991-50-6

## Bilaga 5 Växtskyddsmedel i sammanställningen och i de nya mätningarna

Nedan framgår vilka växtskyddsmedel som inkluderats i sammanställningen av tidigare uppmätta halter, de som analyserats i de nya mätningarna 2015, samt de aktuella riktvärdena. Detektionsgränserna gäller de nya mätningarna.

Källa: Boström et. al (2016).

Samtliga analyserade substanser: typ av medel (H=herbucid, I=insekticid, F=fungicid, N=nedbrytningsprodukt, B=biprodukt), markering för vilka ämnen som ej var godkända för användning under 2015, markering (†) för vilka som är prioriterade ämnen enligt direktiv 2013/39/EU (EU, 2013), median för detektionsgränsen, riktvärden i ytvatten för de substanser som ingått i studien samt referensen som riktvärdet hämtats från. I de fall två olika detektionsgränser visas så avser den första ytvatten och den andra grundvatten. Alla halter är i µg/l.

Substans	Typ	Ej godkänt för användning 2015	Prio/SFÄ	Detektions-gräns	Riktvärde (µg/l)	Referens
2,4-D	H			0,01	30	Andersson et al. 2011
acetamiprid	I			0,001	0,1	Andersson et al. 2009
aklonifen	H		Prio	0,008	0,12	HaV. 2015 (MKN)
alaklor	H	†	Prio	0,005	0,3	HaV. 2015 (MKN)
alfacypermetrin	I			0,0005	0,001	Kemi. 2015
amidofenuron	H			0,001	0,2	Kemi. 2015
AMPA	N			0,02	500	Kemi. 2015
atrazin	H	†	Prio	0,001	0,6	HaV. 2015 (MKN)
atrazindesetyl	N	†		0,001	0,6	HaV. 2015 (MKN)
atrazindesisopropyl	N	†		0,005	0,1	Andersson et al. 2009
azoxystrobin	F			0,001	0,9	Kemi. 2015
BAM	N	†		0,002	400	Andersson et al. 2011
bentazon	H		SFÄ	0,005	27	HaV. 2015 (SFÄ)
betacyflutrin	I			0,001	0,0001	Kemi. 2015
bifenox	H		Prio	0,02	0,012	HaV. 2015 (MKN)
bifenox-syra	N			0,01	-	-
bitertanol	F			0,01	0,3	Kemi. 2015
boskalid	F			0,005	13	Andersson et al. 2009
cyanazin	H	†		0,003	1	Kemi. 2015
cyazofamid	F			0,002	1	Kemi. 2015
cybutryn <sup>a</sup>	(biocid)	†	Prio	0,005	0,0025	HaV. 2015 (MKN)
cyflufenamid	F			0,002	0,2	Andersson et al. 2011
cyflutrin	I	†		0,001	0,0006	Andersson et al. 2011

NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6709  
Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel  
En sammantagen bild av förekomsten i miljön

Substans	Typ	Ej godkänt för användning 2015	Prio/SFÄ	Detektions-gräns	Riktvärde (µg/l)	Referens
cykloimid	H			0,01	80	Andersson et al. 2011
cypermetrin	I		Prio	0,002	0,00008	HaV. 2015 (MKN)
cyprodinil	F			0,005	0,2	Kemi. 2015
deltametrin	I			0,001	0,0002	Kemi. 2015
difenokonazol	F			0,005	0,02	Kemi. 2015
diflufenikan	H		SFÄ	0,002 / 0,01	0,01	HaV. 2015 (SFÄ)
diklorprop	H	†	SFÄ	0,005	10	Kemi. 2015
diklorvos	I/N <sup>b</sup>	†	Prio	0,005	0,0006	HaV. 2015 (MKN)
dimetoat	I	†		0,001	0,7	Kemi. 2015
diuron	H	†	Prio	0,002	0,2	HaV. 2015 (MKN)
endosulfan-alfa	I	†	Prio	0,0002	0,005	HaV. 2015 (MKN)
endosulfan-beta	I	†	Prio	0,0002	0,005	HaV. 2015 (MKN)
endosulfansulfat	N	†		0,0002	0,001	Andersson et al. 2011
epoxikonazol	F	†		0,005	0,04	Andersson et al. 2011
esfenvalerat	I			0,0003	0,0001	Kemi. 2015
etofumesat	H			0,003	30	Kemi. 2015
fenitroton	I	†		0,007	0,009	Kemi. 2015
fenmedifam	H			0,001	2	Kemi. 2015
fenpropidin	F			0,005	0,02	Kemi. 2015
fenpropimorf	F			0,025	0,2	Kemi. 2015
florasulam	H			0,005	0,01	Kemi. 2015
fluazinam	F			0,002	0,4	Kemi. 2015
fludioxonil	F			0,002	0,5	Andersson et al. 2011
flufenacet	H	†		0,002	-	-
fluopikolid	F			0,002	-	-
flupyrsulfuronmetyl- Na	H			0,002	0,05	Kemi. 2015, egentligen för flupyrsulfuronmetyl (utan Na)
fluroxipyr	H			0,01	100	Kemi. 2015, Egentligen fluroxipyrsyra, nedbrytningsprodukt till fluroxipyr
flurtamon	H			0,001	0,1	Kemi. 2015
flusilazol	F	†		0,003	0,5	Andersson et al. 2011
flutriafol	F	†		0,002	3	Andersson et al. 2011
foramsulfuron	H			0,005	0,007	Andersson et al. 2011
fuberidazol	F			0,001	0,1	Andersson et al. 2011
glyfosat	H		SFÄ	0,01	100	HaV. 2015 (SFÄ)
HCH-alfa	B	†	Prio	0,0004	0,02	HaV. 2015 (MKN), OBS, för summan av HCH:ar.
HCH-beta	B	†	Prio	0,0004	0,02	HaV. 2015 (MKN), OBS, för summan av



NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6709  
Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel  
En sammantagen bild av förekomsten i miljön

Substans	Typ	Ej godkänt för användning 2015	Prio/SFÄ	Detektions-gräns	Riktvärde (µg/l)	Referens
						HCH:ar.
HCH-delta	B	†	Prio	0,0004	0,02	HaV. 2015 (MKN), OBS, för summan av HCH:ar.
hexazinon	H	†		0,001	0,06	Andersson et al. 2011
hexytiazox	I			0,01	0,1	Andersson et al. 2011
imazalil	F			0,05	5	Kemi. 2015
imidakloprid	I			0,002	0,06	Andersson et al. 2011
isoproturon	H	†	Prio	0,001	0,3	HaV. 2015 (MKN)
jodsulfuronmetyl-Na	H			0,002	0,08	Andersson et al. 2011
					0,1	Kemi. 2015, nedbrytningsprodukt till tiofanatmetyl
karbendazim	F/N <sup>c</sup>			0,002		
karfentrazonetyl	H			0,002	0,06	Kemi. 2015
					0,8	Kemi. 2015, samma sak som klorpropionsyra, nedbrytningsprodukt till karfentrazonetyl.
karfentrazonsyra	N			0,025		
klomazon	H			0,001	5	Andersson et al. 2009
klopyralid	H			0,01	50	Kemi. 2015
klorfenvinfos	I	†	Prio	0,002	0,1	HaV. 2015 (MKN)
kloridazon	H		SFÄ	0,002	10	HaV. 2015 (SFÄ)
klorpyrifos	I	†	Prio	0,0001	0,03	HaV. 2015 (MKN)
klotianidin	N/(I) <sup>d</sup>			0,005	0,5	preliminärt riktvärde enligt Agritox 2013
kvinmerak	H			0,001	100	Kemi. 2015
lambda-cyhalotrin	I			0,0002	0,006	Kemi. 2015
					0,02	HaV. 2015 (MKN), OBS, för summan av HCH:ar.
lindan	I	†	Prio	0,0004		
linuron	H	†		0,003	0,07	Andersson et al. 2011
mandipropamid	F			0,001	8	Andersson et al. 2011
MCPA	H		SFÄ	0,005	1	HaV. 2015 (SFÄ)
mekoprop	H		SFÄ	0,005	20	HaV. 2015 (SFÄ)
mesosulfuronmetyl	H			0,005	0,006	Andersson et al. 2009
metabenstiazuron	H	†		0,001	1	Kemi. 2015
metalaxyl	F			0,001	60	Kemi. 2015
metamitron	H			0,003	10	Kemi. 2015
metazaklor	H			0,001	0,2	Kemi. 2015
metiokarb	I	†		0,001	0,002	Andersson et al. 2011
metolaklor	H	†		0,006	0,08	Andersson et al. 2011
metrafenon	F			0,003	2	Andersson et al. 2011
metribuzin	H		SFÄ	0,005	0,08	HaV. 2015 (SFÄ)
metsulfuronmetyl	H		SFÄ	0,001	0,02	HaV. 2015 (SFÄ)

NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6709  
Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel  
En sammantagen bild av förekomsten i miljön

Substans	Typ	Ej godkänt för användning 2015	Prio/SFÄ	Detektions-gräns	Riktvärde (µg/l)	Referens
oxadiazon	H	†		0,002	-	-
pendimetalin	H	†		0,01	0,1	Kemi. 2015
penkonazol	F			0,003	0,7	Kemi. 2015
permetrin <sup>e</sup>	I			0,01	0,0001	Andersson et al. 2011
pikloram	H			0,05	-	-
pikoxystrobin	F			0,001	0,01	Andersson et al. 2009
pirimikarb	I		SFÄ	0,001	0,09	HaV. 2015 (SFÄ)
prokloraz	F			0,005	0,06	Andersson et al. 2011
					90	Kemi. 2015, egentligen propamokarb(hydrokl orid)
propamokarb	F			0,001		
propikonazol	F			0,005	7	Kemi. 2015
propoxikarbazon-Na	H			0,005	0,6	Andersson et al. 2011
propyzamid	H			0,001	10	Kemi. 2015
prosulfokarb	H			0,01 / 0,025	0,9	Kemi. 2015
protiokonazol-destio	N			0,003	0,3	Andersson et al. 2009
pymetrozin	F			0,01	3	Andersson et al. 2011
pyraklostrobin	F			0,002	0,01	Andersson et al. 2009
					0,3	preliminärt riktvärde baserat på data från Agritox (2013)
pyroxsulam	H			0,002		
quinoxifen	F	†	Prio	0,005	0,15	HaV. 2015 (MKN)
rimsulfuron	H			0,002	0,01	Kemi. 2015
siltiofam	F			0,001	9	Andersson et al. 2009
simazin	H	†	Prio	0,001	1	HaV. 2015 (MKN)
spiroxamin	F	†		0,01	0,03	Kemi. 2015
sulfosulfuron	H		SFÄ	0,001	0,05	HaV. 2015 (SFÄ)
tau-fluvalinat	I			0,002	0,0002	Kemi. 2015
terbutryn	H	†	Prio	0,005	0,065	HaV. 2015 (MKN)
terbutylazin	H	†		0,001	0,02	Kemi. 2015
					0,02	Riktvärdet antas vara detsamma som för terbutylazin enligt Asp & Kreuger. 2005
terbutylazindesetyl	N	†		0,001		
tiaklopid	I			0,001	0,03	Andersson et al. 2011
tiametoxam	I			0,002	0,2	Andersson et al. 2009
tifensulfuronmetyl	H			0,002	0,05	Kemi. 2015
tiofanatmetyl	F			0,001	10	Kemi. 2015
tolklofosmetyl	F			0,002	1	Kemi. 2015
triallat	H	†		0,01	-	-
tribenuronmetyl	H			0,002	0,1	Kemi. 2015
trifloxystrobin	F			0,002	0,03	Andersson et al. 2011
trifluralin	H	†	Prio	0,002	0,03	HaV. 2015 (MKN)

NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6709  
Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel  
En sammantagen bild av förekomsten i miljön

Substans	Typ	Ej godkänt för användning 2015	Prio/SFÄ	Detektions-gräns	Riktvärde (µg/l)	Referens
triflusulfuronmetyl	H			0,001	0,03	Kemi. 2015
trinexapak-etyl	TV			0,005	2	Kemi. 2015
trinexapak-syra	N			0,1 / 0,05	3	Kemi. 2015, nedbrytningsprodukt till trinexapak(etyl)
tritikonazol	F	†		0,005	1	Kemi. 2015

a = cybutryn benämns ibland även Irgarol (egentligen ett produktnamn).

b = diklorvos kan även vara en nedbrytningsprodukt till naled eller triklorfon som dock inte heller var godkända för användning 2015.

c = karbendazim är även en nedbrytningsprodukt till tiofanatmetyl.

d = klotianidin har aldrig varit tillåtet som växtskyddsmedel i Sverige men kan även vara en nedbrytningsprodukt till tiametoxam vilket är godkänt för användning.

e = permetrin är godkänt som biocidprodukt 2015, ej som växtskyddsmedel.

## Bilaga 6 Källor till PFAS i miljön

Nedan följer en utvecklad beskrivning av kända och potentiella källor till PFAS i miljön, som sammanfattats i kapitel 3.3. Avseende den geografiska kartläggning som omnämns, se kapitel 3.3.2.

Referenser i denna bilaga återfinns i huvuddelens Källförteckning.

### **Kända och potentiella källor**

PFAS kan tillföras miljön från tillverkning av PFAS (har aldrig funnits i Sverige), tillverkning av varor och kemiska produkter som innehåller PFAS, industriella processer där PFAS används, användning av varor och kemiska produkter som innehåller PFAS, samt från avfallsledet. Dessutom tillförs svensk miljö PFAS från utländska källor via atmosfärisk deposition.

*Det ska noteras att alla angivna siffror är mycket grova uppskattningar och i många fall extrapolerade från ett mycket litet dataunderlag. Den sammanlagda mängden gäller för hela landet och kan inte kopplas till effekter av ett utsläpp lokalt. Antalet PFAS-ämnen som uppskattningarna av mängder har gjorts utifrån ingår i (summa-PFAS) varierar mellan 2 och 15 och kan därför inte jämföras rakt av. Sammantaget påvisar redogörelsen en mycket stor brist på data om utsläppsmängder samt en viss brist på kunskap om källor. Mer detaljer om källorna och underliggande data finns i Hansson K. et al. (2016) och IVL (2016).*

### **Tillverkning av PFAS och PFAS-innehållande varor och kemiska produkter samt användning av PFAS i industriella processer**

Anläggningar där tillverkning av varor och kemiska produkter som innehåller högfluorerade ämnen sker, samt där PFAS används som en del i en industriell process, är potentiella primära källor (direkta utsläpp) till miljön. I vissa fall leds processvattnet till ett kommunalt avloppsreningsverk som då blir sekundär källa. Eventuellt förorenade områden kring äldre, historiska industrier kan däremot anses vara PFAS-källor direkt till miljön. PFAS-innehållande avfall från de industriella verksamheterna hanteras normalt i samhällets avfallsflöden. I de flesta fall finns inte tillräckliga uppgifter för att kunna kvantifiera användningen av PFAS och därför inte heller möjligt att uppskatta eventuella flöden till miljön. Där det har varit möjligt redovisas uppskattade utsläpp.

Valet av industriella verksamheter är enbart baserat på branschtillhörighet utifrån Kemikalieinspektionens rapport (Kemikalieinspektionen 2015a).

### **Tillverkning av PFAS**

Sverige har aldrig haft tillverkning av högfluorerade ämnen.

## **Tillverkning av varor och kemiska produkter som innehåller PFAS**

### *Brandsläckningsskum*

Det finns två tillverkare av brandsläckningsskum i landet (Kemikalieinspektionen 2014b).

### *Textilindustri*

Det finns mycket få uppgifter om använd eller utsläppt mängd PFAS. I Borås stad har konstaterats att PFAS återfinns i inkommande vatten till kommunala reningsverk från två undersökta textilindustrier i kommunen. Bidraget från den ena industrin har uppskattats till cirka 0,04 kg<sup>52</sup> år 2008 och från den andra till cirka 0,01 kg<sup>53</sup> år 2011. Mängderna utgör dock en mindre del av inkommande mängder av motsvarande ämnen till de respektive reningsverken (Boström 2015a). Information om 77 anläggningar finns med i den geografiska sammanställningen.

### *Tillverkning av tvätt- och rengöringsmedel*

Det har inom ramen för detta uppdrag varit svårt att identifiera relevanta anläggningar som kan utgöra en möjlig källa till PFAS, men 8 anläggningar har tagits med i den geografiska sammanställningen.

### *Massa- och pappersindustri*

PFAS används i pappersindustrin för att tillverka fett- och vattenavvisande papper (Kemikalieinspektionen 2015a). Det har inom ramen för detta uppdrag varit svårt att identifiera de anläggningar som producerar den sortens papper. Endast en anläggning har tagits med i den geografiska sammanställningen. Inga returpappersbruk ingick i kartläggningen.

### *Ytbehandling med lack, färg eller lim*

Totalt finns information om 263 anläggningar tillhörande branschen Ytbehandling med lack, färg eller lim i länsstyrelsernas databas över förorenade områden. Det har utifrån befintlig information i databasen varit svårt att generera en lista för hela branschen med möjliga PFAS-källor till miljön. Inom färgindustrin kan PFAS användas i färg och tryck för att förbättra vätning, utjämning och flöden (Kemikalieinspektionen 2015a). Information gällande 70 anläggningar inom färgindustrin finns med i den geografiska sammanställningen.

## **Industriella processer där PFAS används**

### *Metallbearbetning*

Fluorbaserade tensider används som en del i processen vid ytbehandling av metaller, så som hård- och dekorativ förkromning och elektroplätning.

Enligt Stockholmskonventionen är användning av PFOS tillåtet för hårdförkromning i så kallade slutna system ("closed-loop"). Systemen kan dock

---

<sup>52</sup> Perfluoroheptansyra (PFHpA), perfluorooktansyra (PFOA)

<sup>53</sup> Perfluorohexansyra (PFHxA), perfluorooktansyra (PFOA)

inte ses som helt slutna och cirka 20 % av använd PFOS avgår från processen via ventilationsluft eller avloppsvatten<sup>54</sup>. Före år 2010 användes cirka 200 kg PFOS per år inom hårdförförkromningsindustrin i Sverige (Kemikalieinspektionen 2015a). År 2014 var användningen av PFOS för hårdförförkromning i Sverige cirka 30 kg<sup>55</sup>. Upp till 20 % släpps troligtvis ut från processen via ventilationsluft eller avloppsvattnet<sup>56</sup>. Avfallet (processbad och slam) hanteras idag generellt på anläggningar för farligt avfall (Naturvårdsverket 2012). Enligt uppgift (Kemikalieinspektionen 2015a) finns sju hårdförförkromningsanläggningar i Sverige varav tre använder PFOS. I den geografiska kartläggningen identifierades 11 aktiva anläggningar som angav hårdförförkromning som en del av sin verksamhet. Det framgick dock inte om någon av dessa använder PFAS eller PFOS i sin verksamhet. Det finns heller inga uppgifter om villkor knutna till användningen av PFOS i deras miljö tillstånd.

Vid dekorativ förkromning används en annan process där behovet av högfluorerade ämnen är mindre och PFOS används inte längre (Kemikalieinspektionen 2015a). Användningen av PFOS för elektroplätning var tillåten enligt Stockholmskonventionen fram till augusti 2015.

### **Användning av varor och kemiska produkter som innehåller PFAS**

Högfluorerade ämnen används i en lång rad varor och kemiska produkter som finns på den svenska marknaden. Kemikalieinspektionens kartläggning av användningen visade dock en betydande brist på information om både mängder och i vilka varor och kemiska produkter de används. Eftersom högfluorerade ämnen i varor och kemiska produkter generellt sett används i mycket låga halter så undkommer de kraven på t.ex. registrering via Reach och det svenska produktregistret som utgår ifrån lägsta volym- och haltgränser. Det har därför inte varit möjligt att göra en sammantagen uppskattning av vilka mängder PFAS som sprids från varor och kemiska produkter till miljön.

---

<sup>54</sup> Guidance on best available techniques and best environmental practices for the use of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (draft 2012).  
<http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortheuseofPFOS/tabid/3170/Default.aspx>

<sup>55</sup> Enligt Kemikalieinspektionens produktregister är importsiffrorna år 2014 för införsel av PFOS till Sverige från annat EU-land följande: PFOS (CAS-nr 56773-42-3) ca 30 kg. (Kemikalieinspektionen 2016b)

<sup>56</sup> Sveriges nationella rapport till Stockholmskonventionen 2014: <http://ers.pops.int/ERS-Extended/FeedbackServer/fsadmin.aspx?fscontrol=respondentReport&surveyid=64&voterid=45738&readonly=1&nomenu=1>  
och Guidance on best available techniques and best environmental practices for the use of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (draft 2012).  
<http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortheuseofPFOS/tabid/3170/Default.aspx>

Användningen av varor och kemiska produkter kan medföra direkta utsläpp till miljön med i vissa fall stora konsekvenser lokalt. Nedan redogörs för tre produkter vars användning innebär direkta utsläpp till miljön: brandsläckningsskum, hydraulolja och skidvalla. Den största mängden PFAS återfinns dock i varor och kemiska produkter som efter slutanvändning når avfallsledet, som då utgör sekundära källor till miljön.

### **Brandsläckningsskum**

Användning av PFAS-innehållande brandsläckningsskum bedöms vara den mest betydande källan av PFAS till svensk miljö ur ett historiskt perspektiv.

Användningen medför direkta utsläpp till miljön och har bevisligen givit upphov till mycket höga punktutsläpp som förorenat mark, ytvatten och grundvatten. På grund av PFAS-ämnenas extrema persistens fortsätter PFAS-förorenad mark att utgöra punktkällor till miljön.

Skum används för att bekämpa bränder där det inte räcker att använda enbart vatten. Fluortensider finns endast i klass-B skum som används för att släcka vätskebränder i t.ex. olja, diesel, plaster och alkohol. Skum för klass-A bränder (fibrösa material som trä och textil) innehåller inte PFAS.

Brandsläckningsskum med högfluorerade ämnen har producerats och använts sedan 1960-talet. Tidigare var PFOS och PFOA de vanligaste högfluorerade ämnena i filmbildande skum (Kemikalieinspektionen 2013, 2016). Inom EU är PFOS förbjudet i brandsläckningsskum sedan 2008 (EG 850/2004, Dir 2006/122/ECOF) men skum som fanns på marknaden före 2006 och i kvarvarande lager fick användas fram till och med juni 2011. Även PFOA är på väg att regleras inom såväl EU som internationellt. I praktiken har dock både PFOS och PFOA kontinuerligt fasats ut i släckskum sedan början av 2000-talet genom initiativ inom branschen och verkar inte återfinnas i brandsläckningsskum på den svenska marknaden idag (Kemikalieinspektionen 2015a). Den nya generationens brandsläckningsskum är istället ofta baserade på kortkedjiga högfluorerade ämnen såsom 6:2 FTSA och kortkedjiga PFCA (Kemikalieinspektionen 2015a).

#### *Användning av brandsläckningsskum*

Brandsläckningsskum används vid släckning av olycksbränder och i övningsverksamhet. Användning för kvalitets- och funktionstester av släckutrustning samt inom forskning förekommer också i liten skala (Kemikalieinspektionen 2016a). I en enkätundersökning gjord av Kemikalieinspektionen 2015 uppskattas att cirka 50 000 liter klass-B skumkoncentrat används i Sverige varje år. Det motsvarar cirka 1 500 kg PFAS per år, baserat på information om uppskattat PFAS-innehåll i vanliga klass-B skum på 3 % F-15 (Kemikalieinspektionen 2015a). Den största användaren (uppskattningsvis >85%) är Räddningstjänsten, följt av Försvarmakten, petroleumindustrin och Släckmedelscentralen (SMC) (Kemikalieinspektionen 2016a). Andra möjliga användare är större industrier (t.ex. kemiindustri),

Swedavia, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Swedish Rescue and Training Service (SRTC), kustbevakningen och färjerederier (Kemikalieinspektionen 2016a).

Ett antal olika fluorfria brandsläckningsskum finns på marknaden men har enligt vissa aktörer inte lika bra släckningsförmåga. Försvarmakten godtar i dagsläget inte fluorfria alternativ för skarpa situationer medan t.ex. Swedavia sedan 2011 har övergått till att helt använda ett fluorfritt skum. Räddningstjänsten använder fortfarande klass-B skum med högfluorerade ämnen, även om några kommunala räddningstjänster har övergått till fluorfria alternativ och/eller tagit fram riktlinjer där endast användning för livräddande insatser är tillåten (Kemikalieinspektionen 2016a). Vid övning använder de flesta aktörer i Sverige nu fluorfria alternativ eller vatten (Kemikalieinspektionen 2015a). Även alternativa släckmetoder helt utan skum testas och används där det bedöms fungera (Lindström et al. 2013).

#### *Brandövningsplatser*

Det finns enligt kartläggningen 323 brandövningsplatser i drift eller nedlagda i Sverige. Övningarna har skett på flygplatser (civila och militära), vid större industrier och i anslutning till Räddningstjänstens verksamheter.

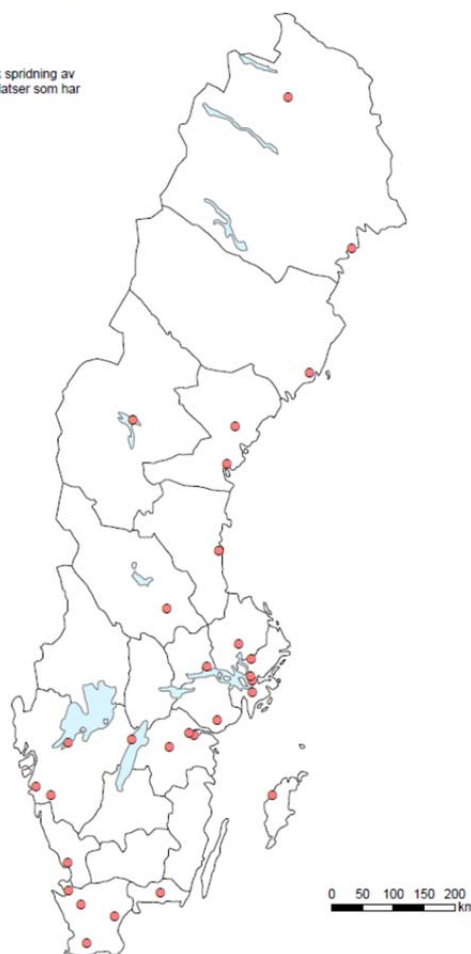
#### *Brandövningsplatser i anslutning till flygplatser*

28 brandövningsplatser i anslutning till flygplatser har identifierats i den geografiska kartläggningen, se figur 53. De större civila flygplatserna ägs och drivs främst av statligt ägda Swedavia. Försvarmakten driver de militära flygplatserna. Några flygplatser har, eller har tidigare haft, både civil och militär verksamhet.



### Flygplatser med brandövningsplats

Kartan visar geografisk spridning av militära och civila flygplatser som har en brandövningsplats.



Figur 53. Civila och militära flygplatser med brandövningsplats. Källa: IVL 2016.

Vid samtliga Swedavias flygplatser med brandövningsplats har förhöjda halter av PFAS uppmätts (Hansson K. et al. 2016). Totalt uppskattas 38 kg PFOS (vilket motsvarar cirka 160 kg PFAS<sup>57</sup>) ha släppts ut mellan åren 1980-2008 (motsvarande drygt 1 kg PFOS eller drygt 5 kg PFAS per år) till mark och vatten via brandsläckningsskum på Stockholm Arlanda Airport, varav cirka hälften beräknas finnas kvar i marken (Norström et al. 2015). Motsvarande uppskattning har gjorts av Länsstyrelsen i Skåne län (38 kg PFOS mellan 1979-2009) för utsläpp vid Malmö Airports brandövningsplats.

Försvarmakten har eller är på gång att genomföra inventeringar och inledande markundersökningar på alla brandövningsplatser där PFOS-haltigt skum kan ha använts av Försvarmakten, främst flygflottiljer, flyg- och marinbaser. Samtliga flygflottiljer med brandövningsplatser har inventerats av Försvarmakten och finns med i den geografiska kartläggningen. Så gott som alla uppvisar höga eller

<sup>57</sup> Baserat på sammansättningen av äldre brandsläckningsskum enligt Herzke et al. (2012).

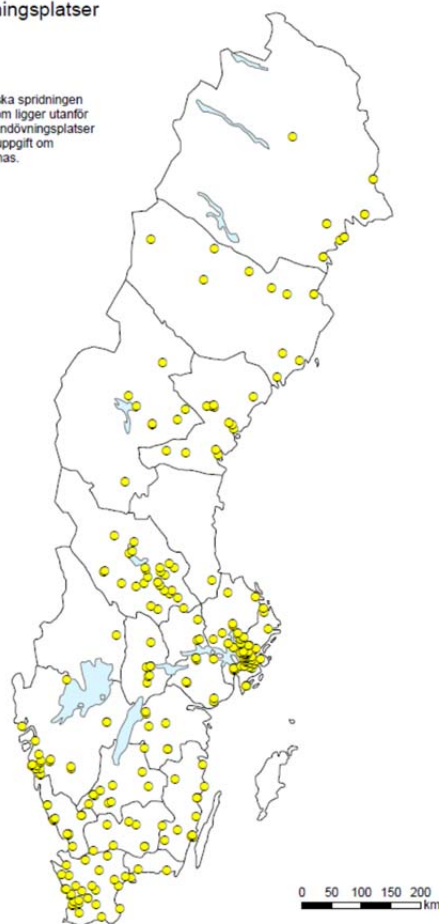
förhöjda halter av PFAS i mark och vatten (FOI 2013, Försvarmakten 2013a-c, 2014 a-e, 2015 a-e). Försvarmakten uppskattar att totalt cirka 540 kg PFAS (motsvarande cirka 130 kg PFOS) har använts mellan åren 1970-1990 i samband med brandövningar vid F18 Tullinge/Södertörns flygflottilj (Försvarmakten 2014b). Det skulle motsvara cirka 27 kg PFAS eller 6,5 kg PFOS per år.

#### *Kommunala och civila brandövningsplatser*

Verksamheten vid civila och kommunala brandövningsplatser är inte lika tydligt klarlagd som den i anslutning till flygplatser, särskilt inte ur ett historiskt perspektiv. Den geografiska kartläggningen av brandövningsplatser utanför flygplatser är inte fullständig men information om 295 övningsplatser där användning av PFAS-innehållande skum kan ha förekommit finns med, se figur 54.

#### Övriga brandövningsplatser

Kartan visar den geografiska spridningen av brandövningsplatser som ligger utanför flygplatser. 35 stycken brandövningsplatser saknas i kartan p.g.a. att uppgift om koordinater för dessa saknas.



Figur 54. Brandövningsplatser utom vid flygplatser. Källa: IVL 2016.

Räddningstjänsten har historiskt ofta övat på tillfälliga platser och på öppen mark där spridning över ett stort område direkt till mark och vatten har kunnat ske. Även anlagda bränder i t.ex. byggnader och fordon var vanliga. Enligt uppgifter från Räddningstjänster (Boström, G. 2015a) var det vanligt förekommande att

brandsläckning övades på brandstationens gård (64 stycken finns med i den geografiska kartläggningen). Restvattnet har ofta gått till avlopp, dagvatten eller direkt till recipient. Det har inte varit möjligt att uppskatta vilka mängder av PFOS/PFAS som släppts ut från skumanvändning vid den här typen av brandövningar. Med anledning av att Räddningstjänsten är den största användaren av klass-B skum samt att den största användningen av skum enligt Kemikalieinspektionen (Kemikalieinspektionen 2006) sker under övning, är det dock sannolikt att utsläppen av PFAS/PFOS har varit betydande.

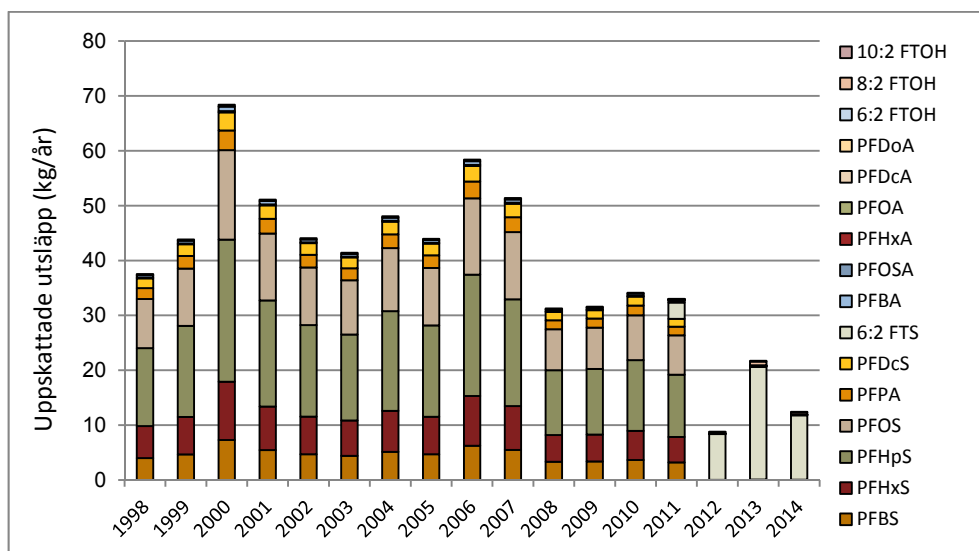
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) bedriver eller har bedrivit brandutbildningar vid fyra olika platser i landet; Revinge och Sandö, samt Skövde och Rosersberg (nedlagda). På Revinge och Sandö pågår utredningar om förekomst av PFOS/PFAS.

Större industrier (t.ex. petroleum- och kemiindustri), deponier och oljedepåer har ofta egna brandövningsplatser på sina områden (Kemikalieinspektionen 2016a).

#### *Olycksbränder*

PFAS-innehållande brandsläckningsskum har även använts för att släcka olycksbränder. Ett försök att uppskatta historiska utsläpp av PFAS från olycksbränder har gjorts. Mellan 1998-2014 finns det 17 101 större bränder registrerade i MSB:s beredskapsdatabas, varav det finns registrerat att vid 9 012 bränder har det använts brandsläckningsskum klassad som övrig skumvätska (dvs. filmbildande skum, detergent och proteinskum, ej alkoholresistent). Det går inte i MSB:s databas att urskilja om det är klass-A eller B-skum som har använts. En grov ”värsta-falls-uppskattning” om hur mycket PFAS som kan ha släppts ut vid brandsläckningsarbeten i samband med olycksbränder mellan 1998-2014 blir då cirka 660 kg PFAS, varav PFOS cirka 150 kg (motsvarande 45 kg PFAS eller 11 kg PFOS per år) (Hansson K. et al. 2016). Se figur 55.

För den geografiska kartläggningen gjordes en avgränsning till de bränder där 100 liter brandsläckningsskum eller mer hade använts under släckningsarbetet. 713 olycksbränder där mer än 100 liter brandsläckningsskum (ej identifierat om det är klass-B skum) har använts finns med i den geografiska sammanställningen.



Figur 55. En grov "värsta-falls-uppskattning" av utsläpp av PFAS via användning av brandsläckningsskum i samband med olycksbränder (kg/år). Innehåll av olika PFAS-ämnen utgår från att sammansättningen i skum motsvarade sammansättningen i äldre skum som analyserats av Herzke et al. (2012). Källa: Hansson K. et al. 2016.

### Förorenad mark

Sammanlagt 323 brandövningsplatser och mer än 700 större olycksbränder där PFAS-innehållande brandsläckningsskum har eller kan ha använts har således identifierats inom ramen för detta uppdrag. På de platser där inventering gjorts har det som regel uppmätts höga eller förhöjda halter av PFAS, framförallt PFOS. Många PFAS-förorenade områden fortsätter att vara en aktiv källa av PFAS till omgivande miljö långt efter att verksamheten har avslutats. Tidsfördröjningen mellan utsläpp och upptäckt av PFAS-förening i t.ex. grundvatten kan vara betydande (>10 år). Med tanke på ämnens persistens är det enda sätt på vilket denna källa (det förorenade området) på "egen hand" kan elimineras eller minska i styrka genom utlakning och borttransport av ämnena via yt- eller grundvatten, vilket i sin tur orsakar förorening av omgivande miljö. En uppskattning gjord av Försvarsmakten är att om inga åtgärder vidtas i området vid f.d. flygflottiljen F18 i Tullinge, skulle det ta minst 400 år innan föroreningsläckaget på naturlig väg avstannat (Försvarsmakten 2014b).

I dagsläget är saneringstekniker för förorenad jord inte utvecklade.

### Hydraulolja

PFAS används som tillsatsmedel i hydrauliska vätskor för flygindustrin, både civilt och militärt flyg. Användningen av PFOS i hydraulvätskor för flygindustrin är godkänd enligt ett undantag i Stockholmskonventionen. I Sverige användes 10 ton hydrauliska vätskor innehållande 6 kg PFOS per år fram till cirka 2013, varefter

PFOS har ersatts av andra PFAS och uppskattas nu vara mindre än 1 kg per år<sup>58</sup>. Eventuella utsläpp av PFAS från hydraulolja har inte kunnat beräknas men kan antas ske främst på flygplatser. 64 flygplatser finns med i den geografiska kartläggningen, varav 36 utan brandövningsplats.

### **Skidvalla**

PFAS används i skidvalla. I Norge har miljömyndigheten identifierat skidspåren runt Holmenkollen som källa till förhöjda halter av PFAS i daggmask (NILU 2015). I den geografiska kartläggningen finns de mest frekventerade skidspåren i Sverige (22 stycken) med som potentiell källa till PFAS i miljön.

### **PFAS i varor och kemiska produkter**

Efter användningen hamnar PFAS-innehållande konsumtionsvaror i avfallshanteringen. Hushållsavfall förbränns och slagg och aska deponeras.

#### *Damm från konsumentprodukter i inomhusmiljö*

Potentiella källor till PFAS i inomhusmiljö kan vara konsumentprodukter såsom pappersprodukter, kosmetika, smarta telefoner, möbler och textilier samt husgeråd, t ex teflonpannor. PFOS och PFOA har uppmätts i inomhusdamm i medianhalter mellan 12-110 ng/g torrsubstans respektive 33-93 ng/g torrsubstans för olika typmiljöer (Björklund et al. 2009). Inga tydliga källor kunde identifieras i studien men högst halter påträffades i miljöer med hög förekomst av pappersprodukter. Utifrån medianvärdet på 110 ng/g, som uppmättes i kontorsmiljö, har den totala mängden PFOS som lämnar Stockholms inomhusmiljö via torrt damm (d.v.s. dammsugning) uppskattats till 25 g/år (Hansson K. et al. 2016). Förekomst i hushållsdamm är därmed sannolikt ingen stor källa till den yttre miljön, även om dess bidrag till human exponering kan vara betydande (Björklund et al. 2009).

#### *Spridning av PFAS via partiklar*

PFAS kan spridas till miljön via partiklar, t.ex. förslitningspartiklar från funktions- och utomhustextilier, smutsavvisare på t.ex. solfångare och fasader, utomhusfärg, och smörjmedel. Förutom från inomhusdamm har inga uppskattningar av utsläppta mängder av PFAS via partiklar gjorts inom ramen för detta uppdrag.

### **Spridning av PFAS från avfallsledet till miljön**

#### **Avloppsreningsverk**

Kommunala reningsverk utgör en viktig spridningsväg av PFAS till miljön och kan ses som ett mått på den diffusa användningen av varor och hushållsprodukter som innehåller PFAS. Industrier, deponier och verksamheter där PFAS på något sätt hanteras kan också utgöra källor av PFAS genom processvatten, lakvatten och spillvatten som leds till kommunala avloppsreningsverk. I områden med förorenat

---

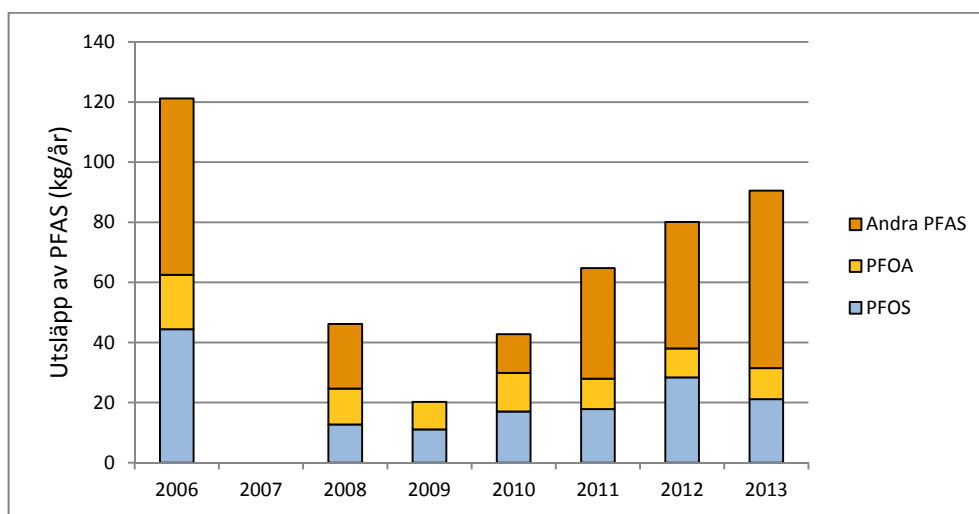
<sup>58</sup> Sveriges nationella rapport till Stockholmskonventionen 2014: <http://ers.pops.int/ERS-Extended/FeedbackServer/fsadmin.aspx?fscontrol=respondentReport&surveyid=64&voterid=45738&readonly=1&nomenu=1>

grundvatten och dricksvatten är de förhöjda PFAS-halterna i inkommande vatten till avloppsreningsverk en källa i sig (Filipovic & Berger 2015).

Det finns inga tekniker för att bryta ner PFAS i ett vanligt reningsverk. Den största delen av den mängd PFAS som kommer in med avloppsvattnet hamnar efter behandling i det utgående vattnet, en mindre del i slam och rötrest.

#### *Mängd PFAS i utgående avloppsvatten*

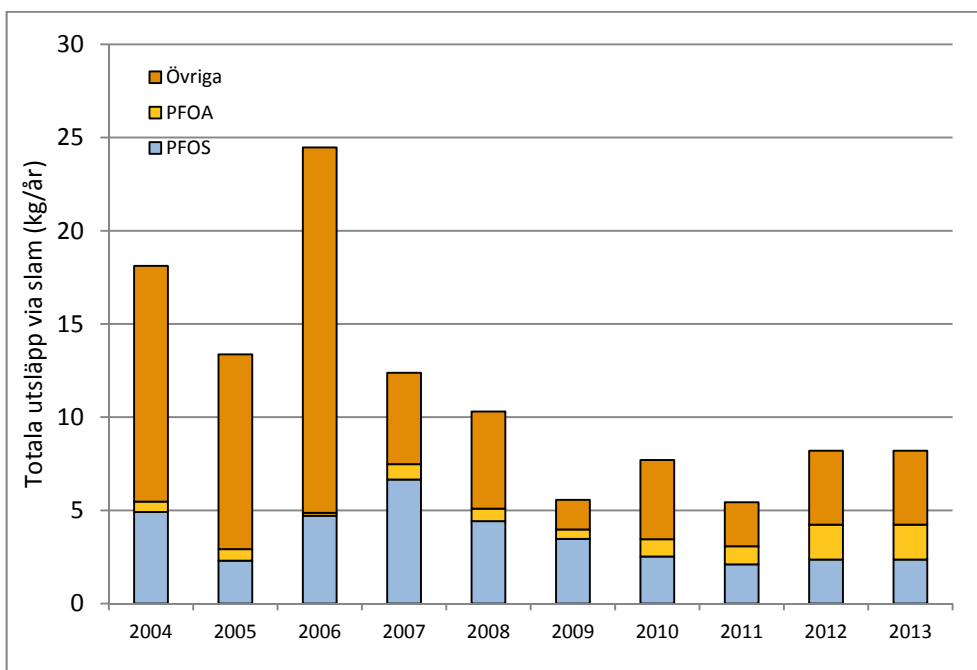
Utsläppen av PFAS via utgående avloppsvatten från samtliga svenska avloppsreningsverk i drift för >2000 personekvivalenter (336 stycken) har uppskattats till cirka 70 kg/år, sett över åren 2006-2013 (60 kg om Gässlösa och Henriksdal avloppsreningsverk, som normalt uppvisar högre halter farliga ämnen och flöden än andra avloppsreningsverk, utesluts). Sett över åren 2009-2013 ökar utsläppen (se figur 56), men det är dock vanskligt att dra några slutsatser om trender med tanke på variationen i underliggande data (Hansson K. et al. 2016). Utgående avloppsvatten kan vara en betydande punktkälla lokalt. I den geografiska sammanställningen finns sammanlagt 464 kommunala avloppsreningsverk för >2000 personekvivalenter med.



Figur 56. Uppskattade utsläpp av PFAS med utgående vatten från svenska avloppsreningsverk mellan åren 2006-2013, baserat på data från Naturvårdsverkets screeningprogram och miljöövervakningsprogram samt från forskningsprojektet COHIBA (2009-2010). Figuren visar det högre utsläppsscenarioet, där detektionsgränsen använts för halter under detektionsgränsen. Antalet "övriga PFAS" som analyserats varierar mellan olika år. Källa: Hansson K. et al. 2016.

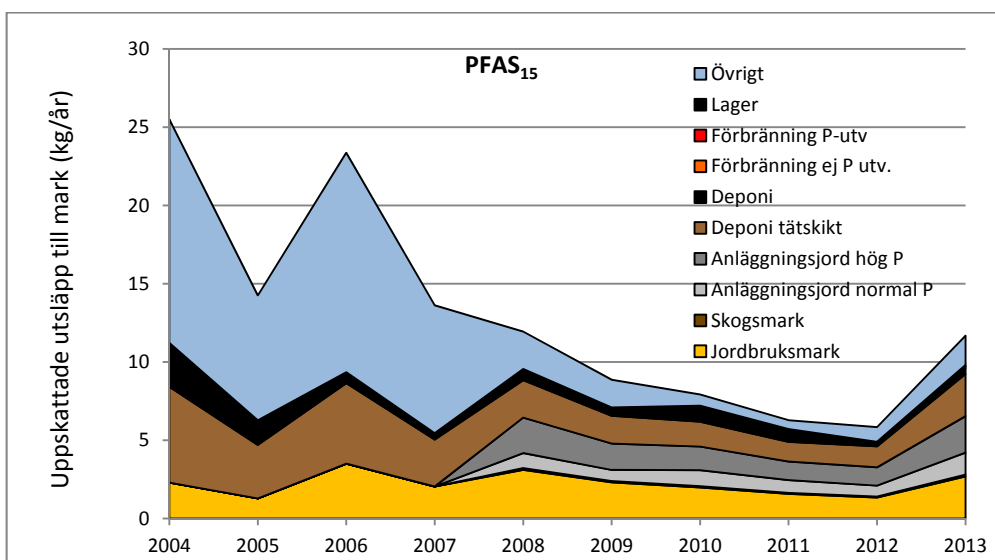
#### *PFAS i slam*

De totala utsläppen via slam från avloppsreningsverken för >2000 personekvivalenter (336 stycken) har för år 2013 uppskattats till cirka 8 kg per år, varav cirka 2 kg utgjordes av PFOS. Utsläppen via slam bedöms därmed vara ungefär 10 ggr lägre än utsläppen via vatten detta år. Till skillnad från utsläppen via vatten, så uppvisar de totala utsläppen av PFAS via slam en svagt nedåtgående trend, som dock tycks ha planat ut runt 2008. (Hansson K. et al. 2016). Se figur 57.



Figur 57. Genomsnittliga utsläpp av PFAS via slam från avloppsreningsverken för >2000 personekvivalenter (336 stycken) i Sverige. Källa: Hansson K. et al. 2016.

Användningsområdena för slam varierar över åren men uppskattningsvis gick år 2013 cirka 2 kg PFAS till jordbruksmark, cirka 2 kg som tätskikt på deponier och cirka 2,6 kg som anläggningsjord. (Hansson K. et al. 2016). Se figur 58.



Figur 58. Uppskattade utsläpp av PFAS<sub>15</sub> via reningsverksslam år 2004-2013 från avloppsreningsverk för >2000 personekvivalenter (336 stycken). Källa: Hansson K. et al. 2016.

### **Enskilda avlopp**

Bidraget av PFAS från enskilda avlopp i Sverige har uppskattats till cirka 5,3 kg/år (år 2012), varav PFOS uppskattas stå för cirka 1,1 kg/år. Uppskattningen baseras på uppmätta halter i kommunala reningsverk. Slam från enskilda avlopp transporteras till kommunala reningsverk. (Hansson K. et al. 2016).

### **Avfall**

På grund av den breda användningen av PFAS i olika varor och kemiska produkter samt industriella processer så återfinns PFAS i de flesta typer av avfallsfraktioner. Kunskapen om risk för och verkliga flöden till yt- och grundvatten från olika steg är mycket bristfällig.

#### *Insamling, lagring, transport*

PFAS kan släppas ut från avfall vid insamling, lagring och transport genom t.ex. utlakning till regnvatten från avfall vid öppen lagring eller damning i samband med lastning, lossning och sortering/demontering. Avfall lagras som regel inom en avfallsanläggnings hårdgjorda ytor och vatten som lakas ur kommer därmed i de flesta fall att föras till lakvatten-/avloppssystemet.

#### *Återvinning*

Vid återvinning används materialet i den gamla varan till en ny vara. PFAS i material som bearbetas genom upphettning vid höga temperaturer, t.ex. metaller, bör brytas ner. Vid mekanisk bearbetning eller låga temperaturer, t.ex. papper och plast, kan däremot PFAS finnas kvar i det återvunna materialet. Det är okänt vilka mängder PFAS som återförs till samhället genom återvunna produkter. Utsläpp av PFAS till miljön från återvinningsanläggningar kan ske genom t.ex. damning eller utlakning vid bearbetning.

#### *Förbränning*

Minst 1100 grader bör uppnås för att destruera PFAS i avfall enligt Stockholmskonventionen<sup>59</sup>. Enligt industriutsläppsdirektivet<sup>60</sup> ska en avfallspanna för icke-farligt avfall hålla en temperatur över 850 grader och en förbränningspanna för farligt avfall ska hålla över 1100 grader. Halter i rök-gaskondensat från avfallsförbränning i Sverige har i en enskild studie uppmätts till <0,2 – 9,7 ng/l för enskilda PFAS (Sandblom 2015).

#### *Deponi och lakvatten*

PFAS-haltigt avfall i många olika former kan hamna på deponi – historisk deponering av PFAS-innehållande produkter, brandsläckare, slagg och aska från avfallsförbränningsanläggningar, PFAS-innehållande slam från

<sup>59</sup> <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortheuseofPFOS/tabid/3170/Default.aspx>

<sup>60</sup> Europaparlamentets och Rådets direktiv 2010/75/EU av den 24 november 2010 om industriutsläpp (samordnade åtgärder för att förebygga och begränsa föroreningar).



avloppsreningsverk, schaktmassor från förorenade områden, mm. Det kan också ha använts PFAS-haltigt brandsläckningsskum på deponiområdet för att släcka deponibränder eller öva brandsläckning. En uppskattning av utsläppta mängder från deponier via lakvatten till reningsverk och direkt till omgivande ytvatten respektive skogsmark i Sverige utifrån ett begränsat antal prover finns i tabell 8.

**Tabell 8. Uppskattade utsläpp av PFAS, och varav PFOS, via lakvatten i kg/år samt som medel (min-max) till reningsverk, ytvatten och skogsmark. PFAS<sub>14</sub> innefattar 14 enskilda substanser. Källa: Hansson K. et al. 2016.**

Ämne	Till reningsverk	Till ytvatten	Till skogsmark
PFAS <sub>14</sub>	63 (0,24-470)	4,1 (0,02-31)	4,1 (0,02-31)
PFOS	3,4 (0-120)	0,2 (0-7,8)	0,2 (0-7,8)

Det är vanligt att lakvatten från deponier överförs till kommunala avloppsreningsverk, med eller utan någon form av lokal lakvattenbehandling innan. Lokal lakvattenbehandling förespråkas numera regelmässigt vid tillståndsprövningar för avfallsanläggningar i Sverige. Det finns ingen lagstiftning som anger vilka parametrar eller gränsvärden som måste kontrolleras i lakvatten som släpps ut för att avgöra om reningen är tillräcklig. Trots ett mycket osäkert dataunderlag så bedöms lakvatten från deponier som är anknutna till avloppsnätet bidra med en betydande andel av den totala mängden PFAS som kommer in till avloppsreningsverken. Lokalt kan utgående lakvatten direkt till miljön vara en betydande punktkälla. Direktutsläpp av PFAS till miljön ökar med trenden att koppla bort lakvatten från de kommunala avloppsreningsverken.

För en modern deponi finns krav på bland annat botten tätning och ett insamlingssystem för lakvatten under avfallet. Dessa skyddsåtgärder saknas vanligtvis i gamla deponier. Lakvatten kan förorena både grund- och ytvatten.

I den geografiska sammanställningen finns 218 identifierade aktiva deponier som omfattas av miljörapport, och 135 nedlagda deponier.

#### *Anläggningar för farligt avfall*

Vissa PFAS-haltiga avfallslag (t.ex. oljor, elektronik) klassas som farligt avfall, ofta på grund av innehåll av andra farliga ämnen eller inneboende farlighet. Vid anläggningar för farligt avfall sker mottagning, mellanlagring, sortering och ibland behandling. Deponier för farligt avfall innefattas i stycket ovan. Den svenska marknaden för farligt avfall är ganska liten vilket gör att det finns ett begränsat antal behandlingsanläggningar. Mycket höga halter i renat lakvatten, i fisk och i ytvatten och uppmätts i anslutning till en behandlingsanläggning/deponi för farligt avfall, se kapitel 3.5.1.

31 anläggningar för behandling av farligt avfall finns med i den geografiska sammanställningen.

### **Atmosfärisk deposition**

Högfluorerade substanser kan transporteras via luft och den omfattande globala produktionen och användningen av PFAS har medfört långväga spridning och deposition långt ifrån källan. Den totala medeldepositionen av PFAS<sub>9</sub> i Sverige har uppskattats med hjälp av två dataset till (Hansson K. et al. 2016):

- 1700 (90-21 000) kg, varav PFOS 310 (13-1 900) kg (Dreyer et al. 2010).
- 650 (120-2 100) kg, varav PFOS 23 (3,1–95) kg (Filipovic & Berger 2015).
- Filipovic et al. (2013) har uppskattat den årliga depositionen av fyra olika PFAS (PFHxA, PFOA, PFDA och PFOS) på Östersjön till mellan 60-367 kg/år, där PFOA stod för den högsta deposition. (Hansson K. et al. 2016).



# Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel

RAPPORT 6709

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6709-0  
ISSN 0282-7298

## En sammantagen bild av förekomsten i miljön Redovisning av ett regeringsuppdrag

I denna rapport redovisas resultaten från den screening av förekomsten av högfluorerade ämnen (PFAS) och växtskyddsmedel i yt- och grundvatten som Naturvårdsverket genomförde på uppdrag av regeringen under 2015-2016.

Screeningen genomfördes dels genom nya mätningar av PFAS och växtskyddsmedel, dels genom att sammanställa resultaten från äldre mätningar. Resultaten visar att PFAS finns i halter som kan utgöra en risk för människors hälsa och miljö i anslutning till bekräftade punktkällor, främst brandövningsplatser. Halterna av växtskyddsmedel i miljön bedöms i dagsläget inte utgöra en ökande risk för hälsa eller miljö.

Över 2 000 kända eller potentiella lokala källor till PFAS har identifierats. Användning av brandsläckningsskum är den största direkta punktkällan medan avloppsreningsverk och avfallshantering sannolikt är betydande sekundära punktkällor. PFAS är fortfarande dåligt undersökt i ett antal allmänna vattentäkter och enskilda brunnar i närheten av många möjliga utsläppskällor. För att begränsa utsläpp och spridning avser Naturvårdsverket bland annat att förstärka tillsynsvägledningen kring PFAS och andra farliga ämnen i miljön.

När det gäller växtskyddsmedel överensstämmer resultatet väl med tidigare uppmätta halter – ett fåtal ämnen förekommer mest frekvent i halter över rikt- eller gränsvärden.

Det är angeläget att framtaget dataunderlag används vidare på lokal, regional och nationell nivå för att begränsa riskerna med PFAS och växtskyddsmedel.

