



**Publiceringsdatum**  
2022-03-29

**Kontaktperson**  
Johannes Knulst  
Enheten för miljöanalys  
010-223-16 92

ISBN: 978-91-7937-162-3

*Foto: Fors i Saxbroån vid Utängen*

# Per- och polyfluorerade ämnen (PFAS) i sjöar och vattendrag i Stockholms län

## Provtagning och analys av länets ytvatten för bedömning av vattnets tillstånd och PFAS påverkan

**PFAS (per- och polyfluorerade alkylsubstanser), även kallade högfluorerade ämnen, finns i alla delar av samhället och miljön. Spridningen i miljön hotar bland annat dricksvattenförsörjningen och kan förorena matfisk. Länsstyrelsen Stockholm<sup>1</sup> undersöker vad som finns i ytvatten från sjöar till vattendrag inom EU LIFE-IP projektet Rich Waters.**

### Sammanfattning

Länsstyrelsen i Stockholms län har undersökt spridningen av högfluorerade ämnen (PFAS) i länets ytvatten. Ett urval av 92 platser gjordes med hjälp av vattenförvaltningens påverkansanalys samt en prioritering enligt den regionala vattenförsörjningsplanen. Efter provtagning och analys av vatten från sjöar och vattendrag är slutsatsen att PFAS förekommer i hela länet. Halterna varierade mellan platser, medan de var relativt lika 2019 och 2021 för samma plats. Ämnesvis sammansättning av PFAS varierade mellan platserna.

---

<sup>1</sup> Analyserna finansierades med medel från EU LIFE IP Rich Waters, delprojekt C18. <https://www.richwaters.se/>



Fyndfrekvenser för ämnena varierade likaså, med fynd av PFBA, PFOA och PFOS som de vanligaste ämnena i både sjöar och vattendrag. Fyndfrekvensen för prekursorämnena, byggstenar för de stabila PFAS-ämnena, som till exempel 6:2 FTS och EtFOSE, var högre i vattendrag än i sjöar. Inga av de prioriterade reservvattentäkterna överskred riktvärdena för summa PFAS-11. Några reservvattentäkter hade överskridna gränsvärdeshalter av PFOS. PFOS överskred gränsvärdet för inlandsvatten, 0,65 nanogram per liter, på 52 procent av de undersökta platserna. Medelhalten för PFOS i relativt opåverkade ytvatten var 0,2 nanogram per liter. Medelvärdet av summa PFAS-26 i dessa relativt opåverkade ytvatten var 2,9 nanogram per liter, nästan enbart bestående av ämnen i PFAS-11 gruppen. Medelvärdet av summa PFAS-26 (varav 15 var kvantifierbara ämnen) för alla undersökta vatten var 19 nanogram per liter.

På ett antal platser identifierades tydlig PFAS-påverkan på ytvattenkvaliteten. Vissa av dessa platser är sedan tidigare kända och relaterar till förorenade områden, med till exempel brandövningsplatser. Några påverkade platser var okända sedan tidigare och för dessa har Länsstyrelsen för avsikt att fördjupa kunskaperna om varifrån dessa PFAS-ämnena kan komma. Högsta uppmätta medelhalt PFOS var 66 nanogram per liter i ett vattendrag som också hade undersökningens högsta summa PFAS-11 medelhalt på 169 nanogram per liter. Undersökningen visar att mest troliga källor till de högsta uppmätta PFAS-värden består av förorenade markområden, utsläpp från deponier och återvinningsverksamheter samt avloppsreningsverk.

## Metodik

Länsstyrelsen Stockholm ansvarar för provtagning och utvärdering. Samtliga analyser<sup>2</sup> utfördes av Eurofins, Lidköping<sup>3</sup>. Vattnet samlades från sjöar och vattendrag vid två tillfällen (februari och mars) under vintern 2018/19 och ett tillfälle (november) under vintern 2021.

## Fältarbeten

Ett urval av 92 provplatser (se karta figur 1) togs fram med hjälp av påverkansanalysen från Vattenmyndigheternas andra och tredje förvaltningscykel för ytvattenförekomster<sup>4</sup> i Stockholms län. Dessa provplatser besöktes under februari och igen under mars 2019 samt november 2021. Ett antal platser, som endast undersöktes november 2021, valdes på grund av prioriteringen av dessa vattenförekomster som reservdricksvattentäkter enligt den gällande regionala vattenförsörjningsplanen<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> Analyserna finansierades med medel från EU LIFE IP Rich Waters, del C18. <https://www.richwaters.se/>

<sup>3</sup> ISO/IEC 17025:2017, SWEDAC 1977

<sup>4</sup> En vattenförekomst är enligt vattendirektivet den minsta enheten för beskrivning och bedömning av vatten.

<sup>5</sup> Länsstyrelsen Stockholm rapport 2018:24. Regional vattenförsörjningsplan för Stockholms län som pekar ut vattenförekomster av regional betydelse för vattenförsörjningen i ett flergenerationsperspektiv.



Vattenprov togs med en 1-liter polyeten (PE) plastbehållare fäst i en aluminium teleskopisk, utskjutbar stång, se bilden. Provkärl var 100 ml PE plastflaskor som erhöles av Eurofins. Provtagningsutrustningen rengjordes med avjonat vatten, 95-procentig etanol och tre gånger med ytvatten från den aktuella platsen, före insamling som skedde vid 20 till 30 cm under vattenytan. Vi undvek att ta prover i gränsskiktet mellan vatten och luft. Proverna förvarades sedan i kylväskor med kylklampor.

Vid varje plats mättes vatten- och lufttemperatur, vattnets surhetsgrad (pH), elektrisk ledningsförmåga, syrehalt och diverse prover togs för andra parametrar än PFAS.

### **Analyser**

Stabila PFAS och ett antal prekursorer<sup>6</sup> (fluortelomerer och -alkoholer) analyserades för varje vattenprov vid Eurofins laboratorium i Lidköping/Uppsala. Totalt kunde 26 olika PFAS<sup>7</sup> föreningar analyseras med en rapporteringsgräns (LOQ) på 0,3 ng/l (förutom för PFBA, 0,6 ng/l). För 12 platser där förhöjda halter uppmättes 2019 lätt vi utföra en TOP-assay (totalt oxiderbara prekursorer assay) för att se om det fanns mycket eller litet oidentifierbara prekursorer till de stabila PFAS under provtagningen 2021. På fyra slumpmässigt valda platser utfördes provtagning och analyser i triplikat 2021 för att se variationen i halter och ämnesfördelningen i prov från samma plats och tid.

---

<sup>6</sup> En prekursor i denna rapport är ett kemiskt ämne som efter omvandling fungerar som byggsten till ett annat kemiskt ämne, i det här fallet de mest stabila PFAS-föreningar som ansamlas i miljön.

<sup>7</sup> Läs mer om PFAS-ämnens fysikaliska och kemiska egenskaper i Kemikalieinspektionens rapport PM 1-21: Kunskapssammanställning om PFAS.

Analysen innebär en fast-fasextraktion av vattenprovet, separation med vätskekromatografi följt av mass-spektrometrisk identifikation och kvantifiering enligt DIN 38407, del 42 standardiserad metodik<sup>8</sup>. Kvantifieringsosäkerheten varierade mellan 11 och 22 procent av mätvärdet (ämnesberoende, genomsnitt 15 %).

### Redovisning

Data har analyserats genom bearbetning i Microsoft Access och Excel. Under utvärderingen har fysiska-kemiska uppgifter från VISS<sup>9</sup> använts.

**PFAS-ämnen** är syntetiskt framställda kemikalier som sedan tidigt 1950-tal använts inom många olika produkter och industriella processer. PFAS har haft stor användning på grund av deras användbara egenskaper som både fett- och vattenavstötande samt filmbildande förmågor. Några framstående användningsområden för PFAS-ämnen är som impregneringsmedel i textilier, non-stick-beläggningar i till exempel stekpannor eller på papper, som polish och vax i rengöringsmedel och glidmedel i skidvalla. Ett stort användningsområde för PFAS är i brandskum där PFAS används för sina filmbildande egenskaper samt för deras höga temperaturbeständighet. Punktkällor i miljön är bland annat brandsläckningsövningsplatser, deponier och avloppsreningsverk. Många PFAS-ämnen omvandlas till föreningar som är långlivade, mycket giftiga och som anrikas i levande varelser. Dessa ämnen utgör en risk för miljö och hälsa. Eftersom flera PFAS-ämnen eller deras nedbrytningsprodukter är väldigt långlivade, anrikas i levande varelser och är giftiga är det viktigt att förebygga att de sprids i miljön.

### Mer information om PFAS i ytvatten från Stockholms län

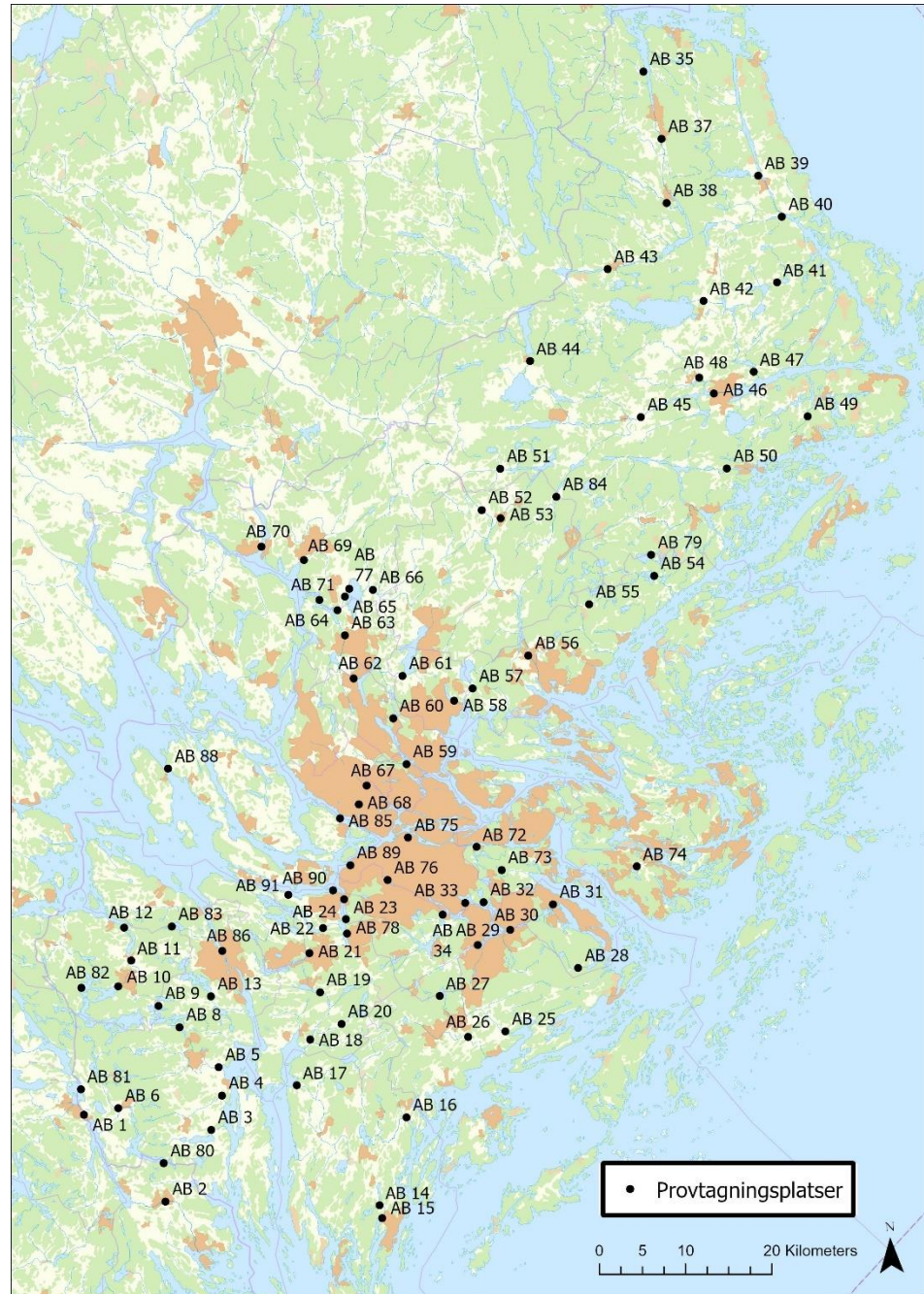
Länsstyrelsen informerar mer om PFAS via en webbaserad interaktiv kartfunktion som heter StoryMap PFAS i Stockholm och som du kan hitta här: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/arcgis/apps/MapSeries/index.html?appid=5c0bd1b677a5400eb09c110e3393d72a>

Stockholm stads miljöförvaltning har publicerat information om PFOS och andra miljögifter på webben under miljöbarometern Stockholm, som finns här: <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kemisk-status-och-miljogifter/miljogifter-i-ytvatten/pfos-i-ytvatten/compare>

---

<sup>8</sup> Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen in Wasser – Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest-Flüssig-Extraktion (F42).

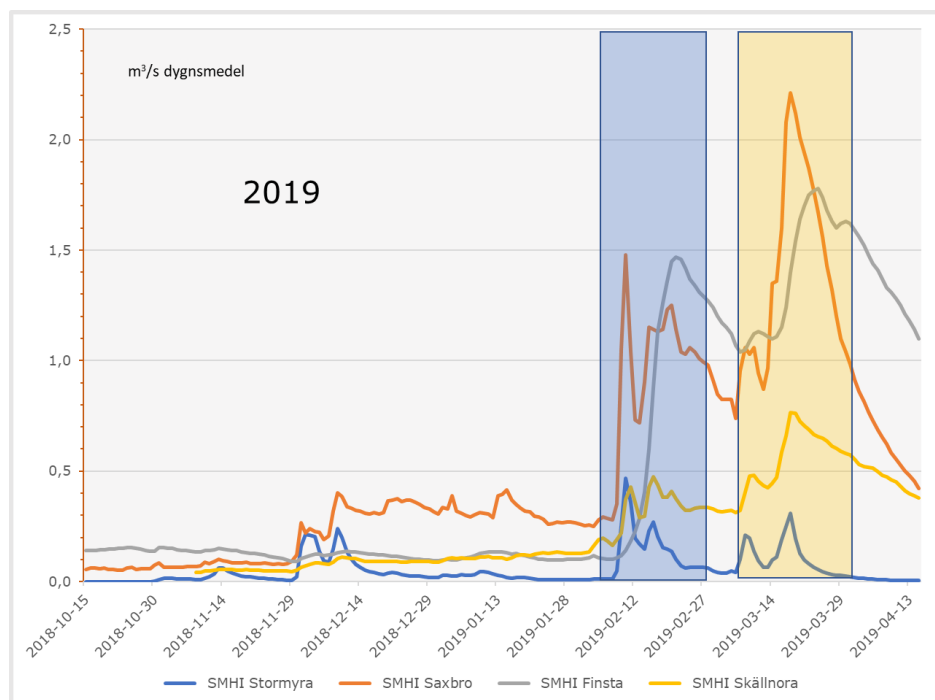
<sup>9</sup> Vatteninformationssystem Sverige, Länsstyrelsernas gemensamma plattform för vattenförvaltning i Sverige.



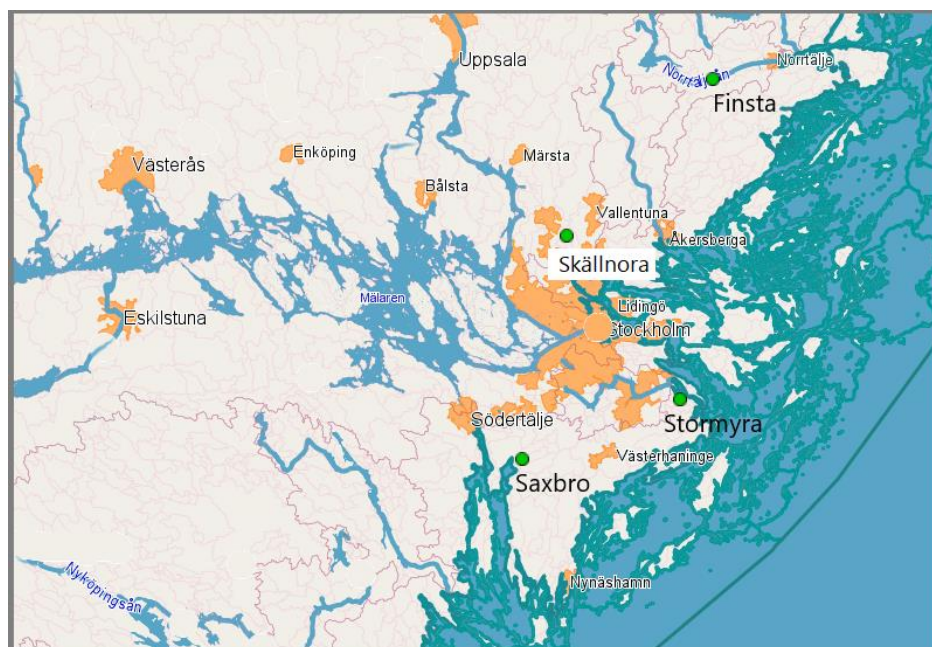
*Figur 1. Kartan visar provtagningsplatser för ytvatten från sjöar och vattendrag (limniska miljöer) i och omkring Stockholms län med länsstyrelsens ID-nummer som används i denna undersökning.*

### **Flöden i regionala vattendrag**

Figurer 2 och 4 visar flöden under en period före och under provtagningsperioden för 2019 respektive 2021. Mätstationernas placering visas i figur 3. Båda år utmärker sig genom att provtagningen föregåtts av en längre torrperiod, medan det vid provtagningsstillfällena var goda flöden i vattendragen. 2019 var flöden vid första provtagningsperioden (februari 2019) ungefär hälften av de under andra provtagningsperioden (mars 2019).

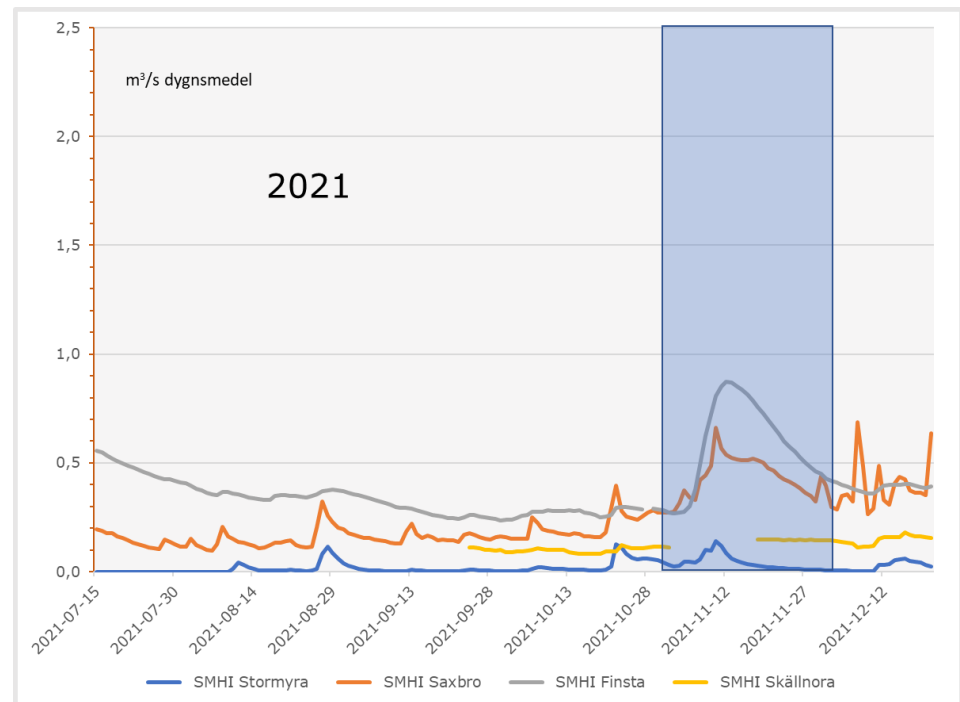


Figur 2. Vattenföring (dygnsmedel, kubikmeter per sekund) i fyra vattendrag för perioden före och under 2019-års provtagning. Data från SMHI Vattenwebb. Den blåa boxen markera första provtagningsperioden, gula boxen den andra provtagningen 2019.



Figur 3. SMHI-mätstationer för vilka vattenföringen redovisas i detta faktablad.

Vattendragen som vi undersökte varierade i storlek, de flesta är bäckar eller små åar, med en årsmedelvattenföring mellan 0,1 m<sup>3</sup>/s och 1 m<sup>3</sup>/s. Som illustration har flödesdata från fyra platser med likvärdiga flödesförhållanden från SMHI använts. SMHI station Stormyra ligger i Stormyrabäcken i Tyresta nationalpark och har en årsmedelvattenföring omkring 0,15 m<sup>3</sup>/s. Saxbrostationen i Kagghamraån något mera, cirka 0,3 m<sup>3</sup>/s. Finsta stationen ligger i Husbyåns sträcka av Norrtäljeån och har en årsmedelvattenföring omkring 0,8 m<sup>3</sup>/s. Skällnora ligger i Oxundaåns avrinningsområde strax NV om Täby och årsmedelvattenföring ligger omkring 0,2 m<sup>3</sup>/s.



Figur 4. Vattenföringen (dygnsmedel, kubikmeter per sekund) i fyra vattendrag för perioden före och under 2021-års provtagning. Data från SMHI Vattenwebb. Provtagningsperioden anges med den blå boxen.

### Vattenstånd i regionala sjöar

SMHI<sup>10</sup> rapporterade att vattenståndet i både stora och små sjöar i regionen under början av 2019 var under det normala men svagt stigande. Mälaren uppvisade en normal vårflödestopp i mitten av mars 2019.

Under november 2021 var vattenståndet i Mälaren normal för månaden. För de mindre sjöar var vattenståndet under det normala för årstiden.

<sup>10</sup> Information hämtat från SMHI:s Vattenwebb, januari 2022, <https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb>

## Gränsvärden för PFAS-ämnen

För **dricksvatten** har Livsmedelsverket satt en frivillig åtgärdsgräns för summan av 11 PFAS-ämnen, 90 nanogram per liter (ng/liter). Vid uppåtgående halter som överskrider 18 ng/liter behöver åtgärder för minskning sättas in. EU-kommissionens gränsvärde för dricksvatten gäller summan av PFAS-20 med en halt på 100 ng/liter.

För **ytvatten som kan komma att användas som dricksvatten** finns därför en miljö kvalitetsnorm för summan av samma 11 PFAS som ovan, 90 ng/liter.

Limniska ytvatten (**inlandsvatten**) har en generell miljö kvalitetsnorm för ämnet perfluoroktansulfonsyra (PFOS), 0,65 ng/liter mätt som årsmedelhalt i vatten. Detta gränsvärde avgör om minskande åtgärder krävs.

Ett antal PFAS-ämnen är reglerade och begränsade i internationella överenskommelser och i flera EU-förordningar och direktiv. Direktivens har sedan implementerats i svensk lagstiftning med förordningar och föreskrifter. Eftersom PFOS och PFOA både finns med i POPs-förordningen<sup>11</sup> omfattas de av förbud mot tillverkning, utsläppande på marknaden och användning (med vissa särskilda undantag)<sup>12</sup>.

*Tabell 1. EU-kommissionens<sup>13</sup> gränsvärde på 100 ng/liter för dricksvatten gäller summan av följande PFAS-20 ämnen. Ämnen som ingår i Livsmedelsverkets 11 valda PFAS samt de fyra högst prioriterade ämnen (PFAS-4) är markerade i listan.*

ID	Ämne	PFAS-11 (ja/nej)	PFAS-4 (ja/nej)
1	Perfluorbutansyra (PFBA)	Ja	Nej
2	Perfluorpentansyra (PFPeA)	Ja	Nej
3	Perfluorhexansyra (PFHxA)	Ja	Nej
4	Perfluorheptansyra (PFHpA)	Ja	Nej
5	Perfluoroktansyra (PFOA)	Ja	Ja
6	Perfluornonansyra (PFNA)	Ja	Ja
7	Perfluordekansyra (PFDA)	Ja	Nej
8	Perfluorundekansyra (PFUnDA)	Nej	Nej

<sup>11</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/1021 av den 20 juni 2019 om långlivade organiska föreningar.

<sup>12</sup> Kemikalieinspektionens PM 1/21 Kunskaps sammanställning om PFAS. 2021.

<sup>13</sup> EU har beslutat om ett nytt dricksvattendirektiv, (EU) 2020/2184, som ersätter det tidigare direktivet, 98/83/EG. Det trädde i kraft den 12 januari 2021 och ska vara tillämplig i svensk rätt senast den 12 januari 2023.



ID	Ämne	PFAS-11 (ja/nej)	PFAS-4 (ja/nej)
9	Perfluordodekansyra (PFDoDA)	Nej	Nej
10	Perfluortridekansyra (PFTrDA)	Nej	Nej
11	Perfluorbutansulfonsyra (PFBS)	Ja	Nej
12	Perfluorpentansulfonsyra (PFPS)	Nej	Nej
13	Perfluorhexansulfonsyra (PFHxS)	Ja	Ja
14	Perfluorheptansulfonsyra (PFHpS)	Nej	Nej
15	Perfluoroktansulfonsyra (PFOS)	Ja	Ja
16	Perfluornonansulfonsyra (PFNS)	Nej	Nej
17	Perfluordekansulfonsyra (PFDS)	Nej	Nej
18	Perfluorundekansulfonsyra (PFUnDS)	Nej	Nej
19	Perfluordodekansulfonsyra (PFDoDS)	Nej	Nej
20	Perfluortridekansulfonsyra (PFTrDS)	Nej	Nej

Livsmedelsverkets PFAS-11 består av summan av halterna av följande ämnen: PFBS, PFHxS, PFOS, 6:2 FTS, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA och PFDA. Av dessa ingår 6:2 FTS inte i EU-listan med 20 prioriterade PFAS-ämnen (se ovan).

EU har utfärdat gällande förbud mot ett antal specifika PFAS-ämnen. Det är för närvarande, utöver de 20 som nämndes ovan, fyra högst prioriterade PFAS-ämnen (PFOA, PFOS, PFHxS och PFNA) som anses stå för ungefär hälften av de mest biotillgängliga och giftiga PFAS i miljön. För dessa fyra har Efsa (EU:s myndighet för livsmedelssäkerhet) utfärdat en PFAS 4 maximal daglig dos för människan. Denna dosbegränsning ska skydda hälsan hos hela den europeiska befolkningen. För dricksvatten blir i princip denna dosbegränsning styrande.

Inom den svenska vattenförvaltningen är samtliga PFAS som förekommer i mark och vatten av intresse, medan fokus för närvarande främst ligger på PFAS-11-ämnena och deras prekursorer.

## Analysresultat

Här redovisar vi våra resultat från undersökningen 2019 och 2021. Vi börjar med resultat från samtliga platser och alla mätdata. Sedan fokuserar vi på platser med lägsta påverkan, det vill säga statistik från de platser som hade totalhalter av PFAS-26 som understiger 4 nanogram per liter. Efter det tittar vi på dataspridningen för fyra platser där vi lätt analysera tre vattenprover parallellt för 2021 provtagningen. Vi har även låtit analyseras TOP assay på 12 platser för att se om det finns PFAS prekursorer på platser med misstänkt förhöjda halter. Sen tittar vi på vilka platser som uppvisar en kraftig PFAS relaterad påverkan.

Tabell 2 nedan redovisar fyndfrekvensen av enskilda PFAS i antal fynd och i procent av alla vattenprover som ingick i undersökningen.

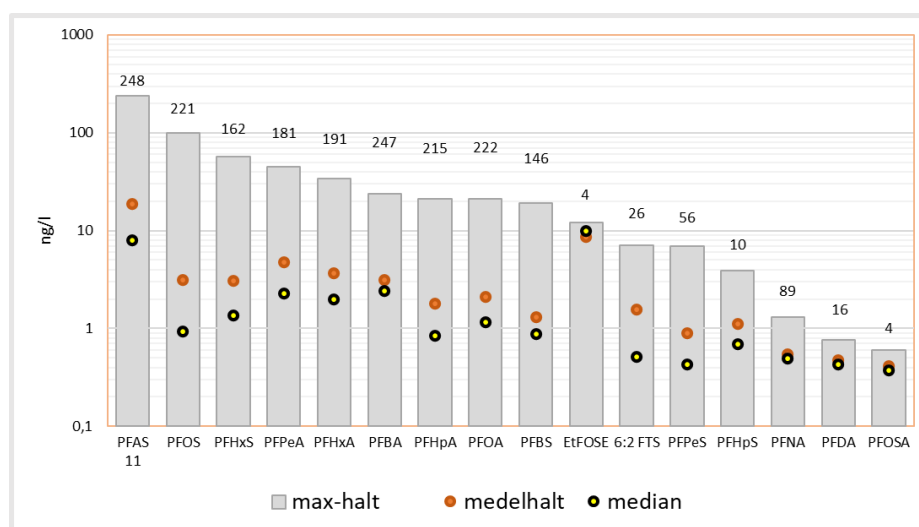
Tabell 2. Fyndfrekvenser per ämne och statistik för PFAS halterna som var högre än den ämnesvisa rapporteringsgräns (LOQ) i denna undersökning.

Ämne (halt i nano- gram per liter)	frekvens	procent	medelhalt	median	Max-halt	Min-halt	LOQ
PFBA	247	99,2	3,1	2,4	24	0,61	<0,60
PFOA	222	89,2	2,1	1,15	21	0,31	<0,30
PFOS	221	88,8	3,1	0,93	100	0,1	<0,30
PFHpA	215	86,3	1,8	0,85	21	0,3	<0,30
PFHxA	191	76,7	3,7	2	34	0,3	<0,30
PFPeA	181	72,7	4,7	2,3	45	0,3	<0,30
PFHxS	162	65,1	3,1	1,35	57	0,23	<0,20
PFBS	146	58,6	1,3	0,88	19	0,3	<0,30
PFNA	89	35,7	0,5	0,49	1,3	0,3	<0,30
PFPeS	59	23,7	0,9	0,43	7	0,3	<0,30
6:2 FTS	28	11,2	1,5	0,515	7,1	0,3	<0,30
PFDA	16	6,4	0,5	0,43	0,77	0,3	<0,30
PFHpS	11	4,4	1,0	0,64	3,9	0,36	<0,30
PFOSA	4	1,6	0,4	0,37	0,6	0,32	<0,30
EtFOSE	4	1,6	8,6	10	12	2,4	<1,0
PFUdA	0						<0,30
PFDoA	0						<0,20
PFTeDA	0						<0,30
PFHxDA	0						<0,30
HPFHpA	0						<0,30
P37DMOA	0						<0,30
PFDS	0						<0,30
4:2 FTS	0						<0,30
8:2 FTS	0						<0,30
EtFOSA	0						<1,0
EtFOSAA	0						<0,30
FOSAA	0						<0,30
MeFOSA	0						<1,0
MeFOSAA	0						<0,30
MeFOSE	0						<1,0
PFDoS	0						<1,0
PFNS	0						<0,30
PFODA	0						<0,30
PFTTrDA	0						<1,0

PFBA var det vanligast förekommande ämnet i vattenproverna, följt av PFOA och PFOS. Det stämmer överens med andra rapporterade studier<sup>14</sup> av ytvatten från sjöar och vattendrag. Länsstyrelsen i Södermanland<sup>15</sup> undersökte nyligen halterna av PFAS-ämnen i ytvatten på 12 platser med provtagning en gång varje årstid (vår, sommar, höst och vinter). Det visade sig att halterna var relativt jämna under året, något högre för sommaren, vilket troligen berodde på lägre flöden och därmed högre halter i vattnet.

### Statistik för samtliga platser

För samtliga data från 2019 och 2021 redovisas maximalt uppmätta halter per ämne, medelvärden och medianhalter i figur 5 nedan. Siffrorna ovanför staplarna anger fyndfrekvenser. Notera att haltsskalan är logaritmisk. Data representerar sammanlagd 249 analyserade prover.



Figur 5. Fyndfrekvensen (siffrorna ovanför staplarna) och maximalt uppmätta halter PFAS-ämnen i ytvatten från Stockholms län. Samtliga data från 2019 och 2021 (249 prover). Notera att värde-axeln är i logaritmisk skala.

Vi tittade även på ämnesfördelningen uppdelade för sjövattnet och rinnande vatten. Jämförelse mellan tabell 3, del a och del b visar att det finns några skillnader i sammansättningen av enskilda PFAS-ämnen mellan rinnande vatten och vattnet i sjöarna.

<sup>14</sup> Till exempel Johanna Hedlund (2016) Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in Swedish waters. Examensarbete vid SLU, Uppsala.

<sup>15</sup> Personlig kommunikation, Aleksander Milenkovic, Länsstyrelsen i Södermanlands län.

Tabell 3. Jämförelse mellan fyndfrekvens och halter av PFAS-ämnena i samtliga undersökta vattendrag (a) och de undersökta sjöarna (b). Halter anges i nanogram per liter.

Del a. Statistik för undersökta vattendrag i denna studie.

Ämne	antal fynd	max-halt	medelhalt	median	min-halt
PFBA	204	24	3,18	2,4	0,61
PFOA	180	21	2,17	1,2	0,31
PFOS	179	100	3,45	0,97	0,10
PFHpA	175	21	1,94	0,93	0,30
PFHxA	153	34	3,91	2,1	0,30
PFPeA	148	45	5,01	2,6	0,30
PFHxS	132	57	3,27	1,45	0,23
PFBS	117	19	1,40	0,89	0,30
PFNA	73	1,3	0,56	0,49	0,30
PFPeS	48	7,0	0,98	0,465	0,30
6:2 FTS	25	7,1	1,61	0,62	0,30
PFDA	13	0,77	0,47	0,42	0,30
PFHpS	11	3,9	1,04	0,64	0,36
PFOSA	4	0,60	0,42	0,37	0,32
EtFOSE	3	12	10,67	10,0	10,0

Del b. Statistik för undersökta sjöar i denna studie.

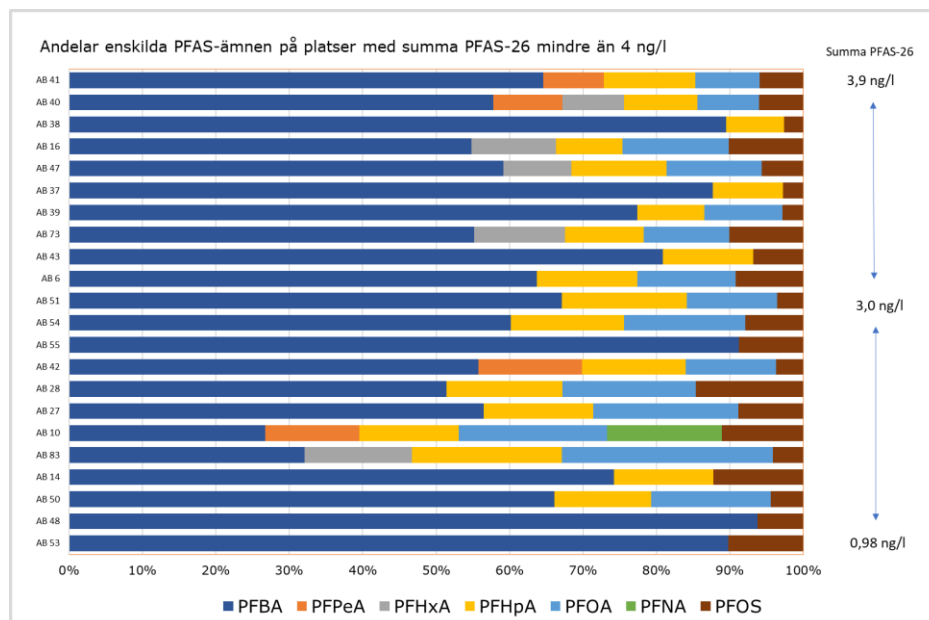
Ämne	antal fynd	max-halt	medelhalt	median	min-halt
PFBA	42	8	2,90	2,2	0,77
PFOA	41	11	1,75	1,1	0,32
PFOS	41	16	1,81	0,89	0,10
PFHpA	40	5,3	1,26	0,675	0,31
PFHxA	37	13	2,65	1,4	0,32
PFPeA	32	22	3,51	1,65	0,30
PFHxS	29	14	2,18	1,2	0,25
PFBS	28	2,1	1,02	0,78	0,32
PFNA	15	0,87	0,49	0,44	0,31
PFPeS	11	0,94	0,46	0,33	0,30
6:2 FTS	3	0,44	0,40	0,39	0,36
PFDA	3	0,58	0,51	0,52	0,42
PFHpS	0				
PFOSA	0				
EtFOSE	1		2,40		

Medelhalterna för de olika PFAS-ämnen är generellt lägre i sjöar än i vattendrag, men sett från medianvärdena är skillnaderna små. Det kan därför vara en effekt av färre mätvärden för sjöar än de vi hade för vattendrag. Det som är mera tydligt är att prekursorämnena, till exempel 6:2 FTS och PFOSA, främst fanns i vattendrag. Vid granskning fanns det ett tydligt samband mellan totalhalten av PFAS i provet och antalet ämnen som hade halter över rapporteringsgränsen för ämnet. Antalet upptäckta ämnen ökar med ökande totalhalten i provet.

För att kunna bestämma ett årsmedelvärde som går att använda för klassificering av vattnets kemiska tillstånd krävs det enligt vägledningen och föreskrifter för vattenförvaltning i enlighet med Vattendirektivets bestämmelser månadsvisa analysdata. För flera ämnesgrupper som ingår bland prioriterade kemiska ämnen enligt EU-förordningar för kemikaliekontroll (t.ex. Reach-förordningen) saknas ofta ekonomiska resurser för månadsvis provtagning och analys. Det innebär att bedömningar ofta behöver göras med relativt begränsade mätvärden. Sedan gör de regionala bedömarna en så kallad expertbedömning av tillståndet. Det dataunderlaget som tagits fram i detta faktablad kan användas som stöd vid expertbedömningen.

### Platser med lägre PFAS-påverkansgrad

För 22 platser konstaterades en summa PFAS-26-halt som underskred 4 nanogram per liter, som medelvärde på alla prover från samma plats. För dessa 22 platser, med en geografisk spridning över hela länet, analyserades den ämnesspecifika sammansättningen av PFAS. Vid dessa låga totalhalter ser ämnesvis sammansättning ut som visas i figur 6 nedan.



Figur 6. Ämnesfördelningen i procent av den totala halten PFAS-26, samt haltnivåer sorterade från högst till lägst (se till höger om staplarna för totalhalterna) bland vattenprov från 2021. Dessa platser hade alla en medelhalt av summa PFAS-26 under 4 nanogram per liter, vilket vi tolkade som en lägsta påverkansgrad för ytvatten i Stockholms län.

Tydligt är att PFBA står för huvuddelen av PFAS halterna i både sjöar och vattendrag. Följd av PFOA och PFHpA. PFOS utgör mindre än 14 procent av totalhalten på samtliga dessa platser.

*Tabell 4. Statistik på PFAS-ämnen som funnits 2021 i vatten från 22 undersökta platser som vi bedömde var minst påverkade av PFAS i Stockholms län, med totalhalter summa PFAS-26 mindre än 4 nanogram per liter.*

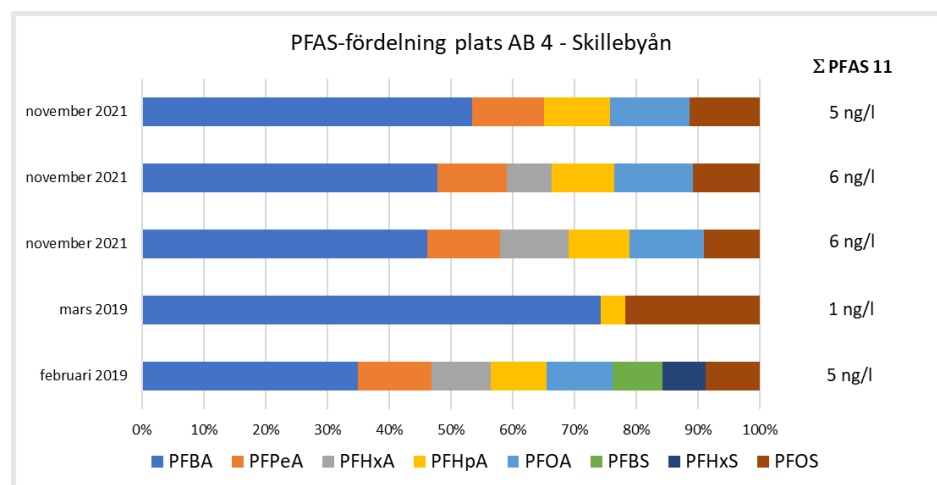
Ämne (ng/l)	Fynd frekvens	max	medel	median	min	standardavvikelse
PFBA	22	3,4	1,88	1,80	0,65	0,72
PFOS	22	0,37	0,20	0,21	0,1	0,09
PFHpA	19	0,49	0,38	0,38	0,3	0,06
PFOA	15	0,69	0,43	0,42	0,32	0,10
PFHxA	5	0,42	0,36	0,35	0,32	0,04
PFPeA	4	0,38	0,34	0,34	0,31	0,03
PFNA	1		0,38			
PFDA	0					
PFBS	0					
PFHxS	0					
PFHpS	0					
6:2 FTS	0					
PFOSA	0					
EtFOSE	0					
PFPeS	0					
<b>Summa PFAS-11</b>	22	3,9	2,9	2,8	0,98	0,8
<b>Summa PFAS-26</b>	22	3,9	2,8	2,8	0,98	0,8

Både PFBA och PFOS hittas i alla prover. Vid dessa låga halter är det viktigt att beakta att det analytiska felet och risk för kontaminering av provet är störst för just PFBA. SLU<sup>16</sup> har rapporterat fältblankresultat med relativt höga halter för PFBA, PFHxA och PFPeA. Rapporteringsgränsen för PFBA är högre än för de flesta andra PFAS-ämnena.

<sup>16</sup> Ahrens, Vogel och Wiberg (2018) Analysis of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) and phenolic compounds in Swedish rivers over four different seasons. SLU rapport.

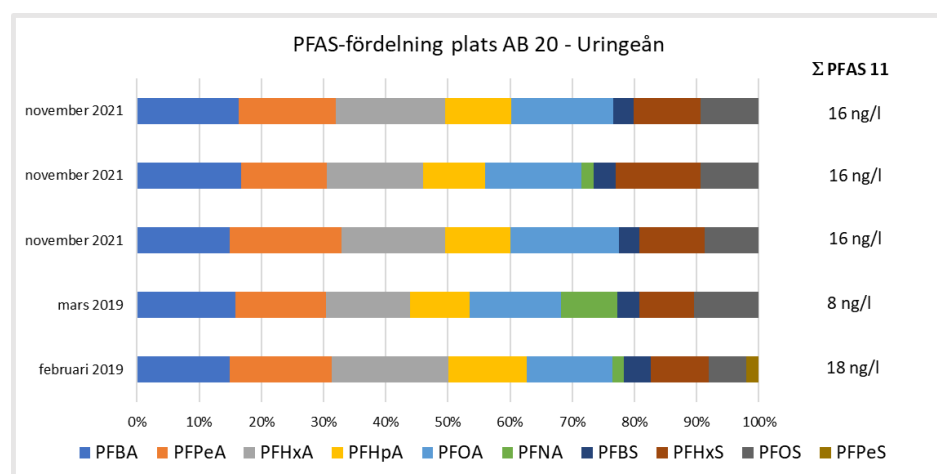
## Platser med parallella prover

För att undersöka variationen mellan olika prover från samma plats och tid har vi speciellt fokuserat på fyra slumpmässigt valda platser i länet.



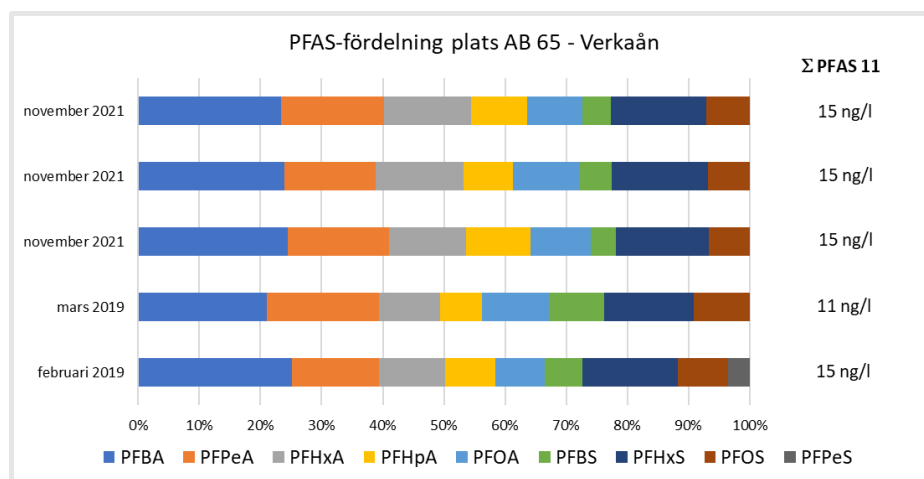
Figur 7. Procentuell fördelning av uppmätta PFAS-ämnen för tre provtagningstillfällen i Skillebyån (AB 4), Södertälje kommun. Siffrorna anger den totalt uppmätta halten av summa PFAS-11 för varje prov.

Den första är Skillebyån i Södertälje kommun (figur 7). Figuren visar variationen och fördelning mellan de olika PFAS-ämnena som hade halter över redovisningsgränsen. Som medeltal innehöll proverna drygt 50 procent PFBA och cirka 12 procent PFOS, vilket för PFOS motsvarar halter mellan 0,24 och 0,61 ng/l (alla under gränsvärdet 0,65 ng/l). Nästa plats där flera prover togs 2021 är Uringeån (AB 20, figur 8) i Botkyrka kommun. Som medeltal innehöll proverna cirka 16 procent av vardera PFBA, PFPeA, PFHxA, PFOA och cirka 9 procent PFOS, vilket för PFOS motsvarar halter mellan 0,93 och 1,5 ng/l (alla över gränsvärdet på 0,65 ng/l).



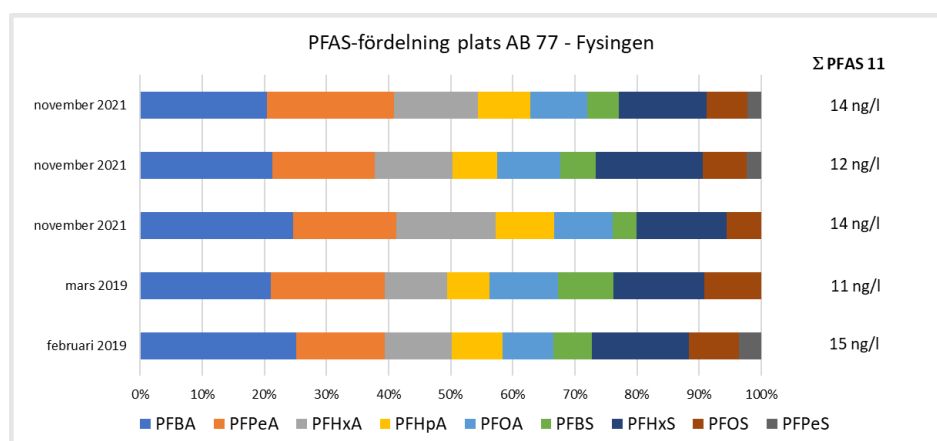
Figur 8. Procentuell fördelning av uppmätta PFAS-ämnen för tre provtagningstillfällen i Uringeån (AB 20), Botkyrka kommun. Siffrorna anger den totalt uppmätta halten av summa PFAS-11 för varje prov.

Den tredje platsen som undersöktes mera intensivt var Verkaån (AB 65, figur 9) i Sigtuna kommun. Som medeltal innehöll proverna cirka 23 procent PFBA, cirka 15 procent av vardera PFPeA, PFHxA, PFHxS och cirka 8 procent PFOS, vilket för PFOS motsvarar halter mellan 1,0 och 1,2 ng/l (alla över gränsvärdet på 0,65 ng/l).



Figur 9. Procentuell fördelning av uppmätta PFAS-ämnen för tre provtagningstillfällen i Verkaån (AB 65), Sigtuna kommun. Siffrorna anger den totalt uppmätta halten av summa PFAS-11 för varje prov.

Sista intensivt undersökta plats är sjön Fysingen i Sigtuna och Upplands-Väsby kommuner (figur 10). För provtagningen under februari och mars 2019 togs prov i utloppet från sjön mot Verkaån (tidigare AB 64), 2021 togs proverna direkt i sjön utanför naturreservatet Fysingen (AB 77).



Figur 10. Procentuell fördelning av uppmätta PFAS-ämnen för tre provtagningstillfällen i sjön Fysingen (AB 77), Sigtuna och Upplands-Väsby kommuner. Siffrorna anger den totalt uppmätta halten av summa PFAS-11 för varje prov.



Som medeltal innehöll proverna cirka 22 procent PFBA, cirka 15 procent av vardera PFPeA, PFHxA, PFHxS och cirka 7 procent PFOS, vilket för PFOS motsvarar halter mellan 0,77 och 0,94 ng/l (alla över gränsvärdet på 0,65 ng/l).

Lite udda från dessa fyra intensivstudier kan nämnas att PFPeS (perfluorpentansulfonsyra) förekommer vid låga halter i många prover tagna under februari 2019 medan det saknas från senare tagna prover. Detta mönster finns på följande platser, där endast februari provet 2019 innehåller omkring 1 ng/l PFPeS: AB 13, AB 20, AB 32, AB 45, AB 61, AB 64, AB 65 och AB 70 (8 av 31 platser där ämnet detekterades). För övriga platser fanns ämnet i flera prover från samma plats.

Prekursorämnet 6:2 FTS hittades endast på ett fåtal platser, med de mest prominenta halterna i Bällstaån (7,0 ng/l, AB 67), Märstaån (7,1 ng/l, AB 69), uppströms sjön Jälnan (3,1 ng/l, AB 84) och i Älvestabäcken (1,3 ng/l, AB 22). På samtliga dessa platser var summa totalhalten PFAS-26 höga. Dessa platser hade dessutom en relativ stor andel totalt oxiderbart prekursorer (se under TOP-assay analyser nedan).

Det fanns ett tydligt samband mellan antalet ämnen som kunde identifieras och totalhalten av PFAS-26 i varje prov. Fler ämnen identifierades i prover med höga totalhalter PFAS-26 än i de med låga totalhalter.

### TOP-assay analyser

På 12 platser analyserades PFAS tillsammans med TOP-assay analyser för 30 ämnen för provtagningstillfället november 2021 (tabell 5).

*Tabell 5. Jämförelse mellan totalhalt per ämne detekterade över rapporteringsgränsen (LOQ) och totalhalt inklusive totalt oxiderbara prekursorer, halter i nanogram per liter.*

Plats	PFBA	PFBA TOP	PFPeA	PFPeA TOP	PFHxA	PFHxA TOP	PFHpA	PFHpA TOP	PFOA	PFOA TOP	PFNA	PFNA TOP	PFDA	PFDA TOP
AB 4	2,6	2,7	0,66	1,4	0,63	1,3	0,55	0,82	0,68	1,3	0	0,37	0	0
AB 18	2,8	3,1	1,8	2,4	2,2	2,8	1,4	1,4	2,9	3,1	0	0	0	0
AB 22	14	15	34	34	26	22	15	14	3,7	3,9	0,74	0,71	0,66	0,70
AB 23	3,6	4	5	5,7	5,4	8,1	2,5	2,4	7	6,2	0,42	0	0	0
AB 33	5,7	5,7	8,1	8,1	6,8	8,1	3,4	3,4	3	4,2	0,51	0,45	0	0
AB 45	4,5	5,9	3,2	3,6	2,9	3,6	1,8	1,6	2,1	2,2	0	0	0	0
AB 59	9	14	16	18	12	18	4,3	4,7	4	4	0,38	0,35	0	0
AB 60	6,3	7,2	13	15	10	8	6,8	6	12	12	1,2	1,1	0	0
AB 67	4,1	12	5,3	15	5,4	10	2,4	3,3	3,2	4,4	0,49	0,96	0,57	0,62
AB 69	7,4	21	15	30	16	42	6	5,9	13	13	0,49	0,38	0	0
AB 84	24	36	33	34	27	30	13	12	21	24	0,94	1	0	0
AB 86	2,1	1,4	1,2	1	1,1	1,4	0,74	0,79	1,1	1,7	0	0	0	0

För samma platser visar tabell 6 skillnaderna i procent mellan summa PFAS-26 och summa PFAS-26 TOP samt mellan summa PFAS-11 och summa PFAS-11 TOP baserad på haltskillnaderna mellan TOP-assay och generiska mätvärden. Det finns signifikanta andelar prekursorer i Skillebyån, Norrtäljeån vid Lommaren, Bällstaån och Märstaåns mynning. Dessa platser hade även halter över rapporteringsgränsen för 6:2 fluortelomersulfonat, en känd prekursor till PFNA.

*Tabell 6. Jämförelse mellan TOP-assay och ämnesspecifika analyser för summa PFAS-26 och summa PFAS-11. Halter i nanogram per liter och skillnader mellan TOP och generiska värden anges i procent.*

Plats	Namn	PFAS-26	PFAS-26 TOP	PFAS-11	PFAS-11 TOP	skillnad (%) PFAS-26	skillnad (%) PFAS-11
AB 4	Skillebyån	5,6	8	6	värde saknas	43	-
AB 18	Saxbroån	19	20	18	20	5	10
AB 22	Älvestabäcken	97	92	97	92	-5	-5
AB 23	Katthavet	44	44	43	44	0	2
AB 33	Magelungen	38	39	38	39	3	3
AB 45	Lommaren	17	20	17	20	18	15
AB 59	Igelbäcken	95	100	91	99	5	8
AB 60	Rösjöbäcken	71	68	71	68	-4	-4
AB 67	Bällstaån	39	59	39	59	51	34
AB 69	Märstaån	180	220	180	220	22	18
AB 84	Norrtäljeån, Jälnan	160	170	160	170	6	6
AB 86	Södertälje hamn	9,6	9	10	9	-6	-11

Dessa skillnader mellan TOP assay värden och de ämnesvisa mätvärden illustrerar att det på vissa platser finns tillgång till fluorerade alkylsubstanter som kan omvandlas till de ämnena som ingår i EU-listan med 20 prioriterade PFAS.

### **PFAS-utsläppspåverkade ytvatten**

Som resultat av granskningen finner vi att ett antal platser har en relativt kraftig påverkan från utsläpp av PFAS (tabell 7).

Tabellen nedan redovisar medelhalterna för de platser med kraftigt överskridna gränsvärden för PFOS (gränsvärdet är 0,65 ng/l) och som även kan ha överskridna gränsvärden för PFAS-11. Notera att inga av de platser som hade PFAS-11 överskridanden fungerar som dricksvattentäkt eller är reservvattentäkter. Medelhalten PFOS för samtliga platser (249 värden, 92 platser) överskred gränsvärdet i drygt 52 % av alla platser. För summa PFAS-11 fanns fyra haltöverskridande platser (> 90 ng/l, PFAS-11, se tabell nedan).

Tabell 7. Platser med kraftigt överskridna gränsvärden för PFOS och även i några fall för överskridna PFAS-11 riktvärden. \* Anger överskridna gränsvärden för PFOS och ” anger överskridna riktvärden för PFAS-11.

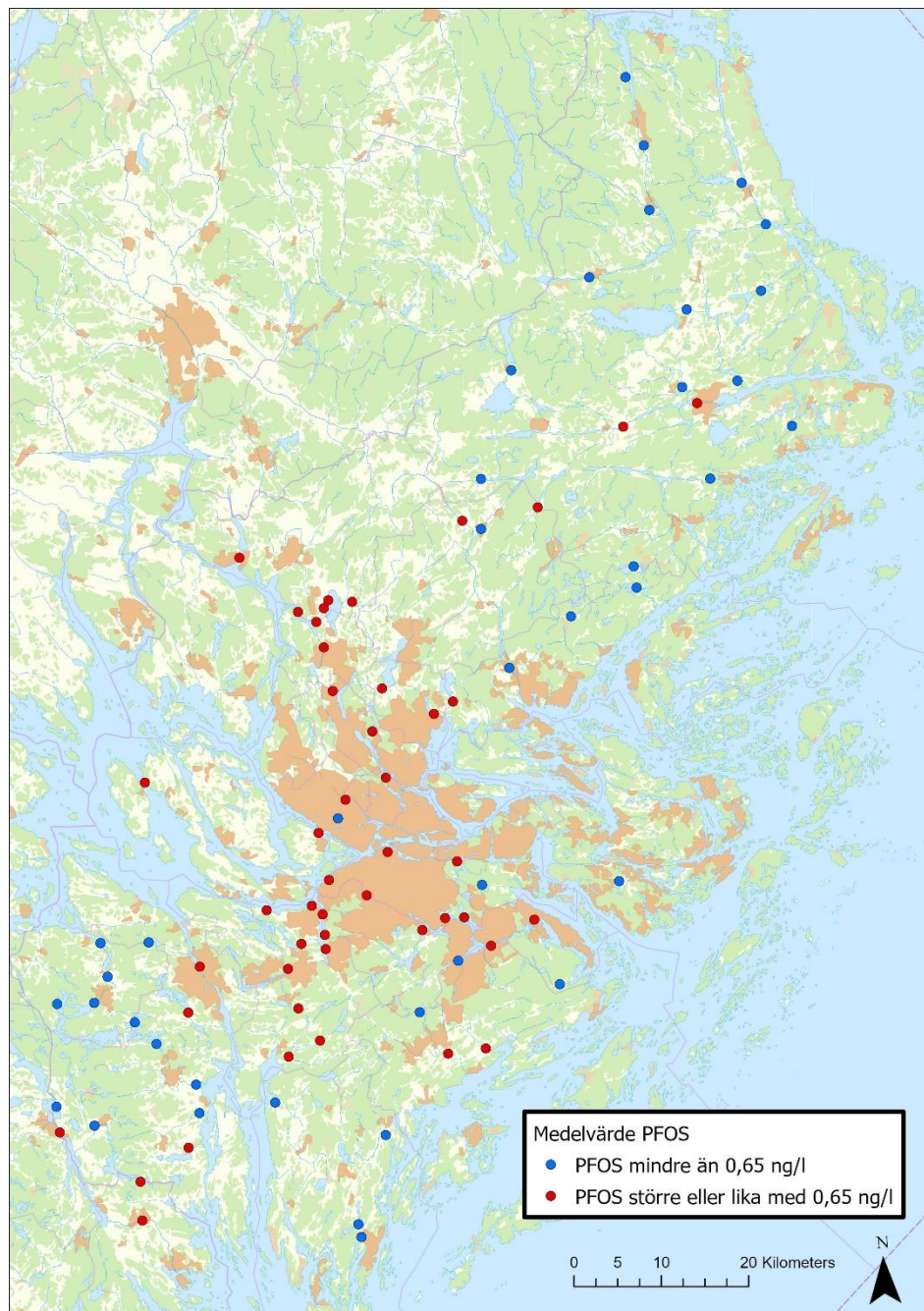
Plats, beskrivning	PFOS (ng/l)	PFAS-11 (ng/l)	Anmärkning
AB 69, Märstaåns mynning	66*	169 ”	Källor kända
AB 59, Igelbäcken Ulriksdals slottsallé	21*	95 ”	Källor kända
AB 67, Bällstaån vid Travbron	14*	63	
AB 23, Katthavet, mellan Tullingesjön o Albysjön	11*	47	
AB 84, Norrtäljeån – Vretaån (vid Jälnan)	7,4*	160 ”	
AB 61, Oxundaån - Hagbyån	7,8*	36	
AB 24, Fittjaviken, Albysjön	7,0*	32	
AB 22, Älvestaån (Tumba)	1,2*	106 ”	
AB 78, Tullingesjön	16*	63	Delvis utredd

En jämförelse mellan värdena från februari 2019, mars 2019 och november 2021 visar att halterna ligger på lika nivåer för samma plats vid olika mät-tillfällen. Halterna var generellt något lägre andra provtagningen mars 2019 än den första under februari 2019 och för 2021. Det kan bero på en utspädning av ämnena i just dessa prover mars 2019, på grund av tillfälligt höga flöden (se figur 2).

### Överskridna gränsvärden för PFOS och PFAS-11

För varje plats beräknades medelhalter både för individuella ämnen med halter över rapporteringsgränsen och för summa PFAS-11. Medelhalterna beräknades på samtliga värden med halter över rapporteringsgränsen för varje aktuell plats. Medelhalten PFOS var högre än gränsvärdet 0,65 nanogram per liter på 48 av 92 undersökta platser (52 procent). För PFOS finns även en maximalt tillåten halt i vatten, för inlandsvatten är det 36 mikrogram per liter. På inga av de undersökta platserna överskreds detta maximalt tillåtna gränsvärdet. För potentiellt dricksvatten ur grundvattenförekomster bör åtgärder sättas in om halten PFAS-11 överskrider 18 nanogram per liter. En sådan gräns finns inte för ytvatten. Men halter av PFAS-11 som var högre än 18 ng/l hittades på 26 av de undersökta platser. Endast två av dessa platser med halter högre än 18 ng/l var potentiella dricksvattentäkter. För dessa platser bör grundvattnets halter kontrolleras.

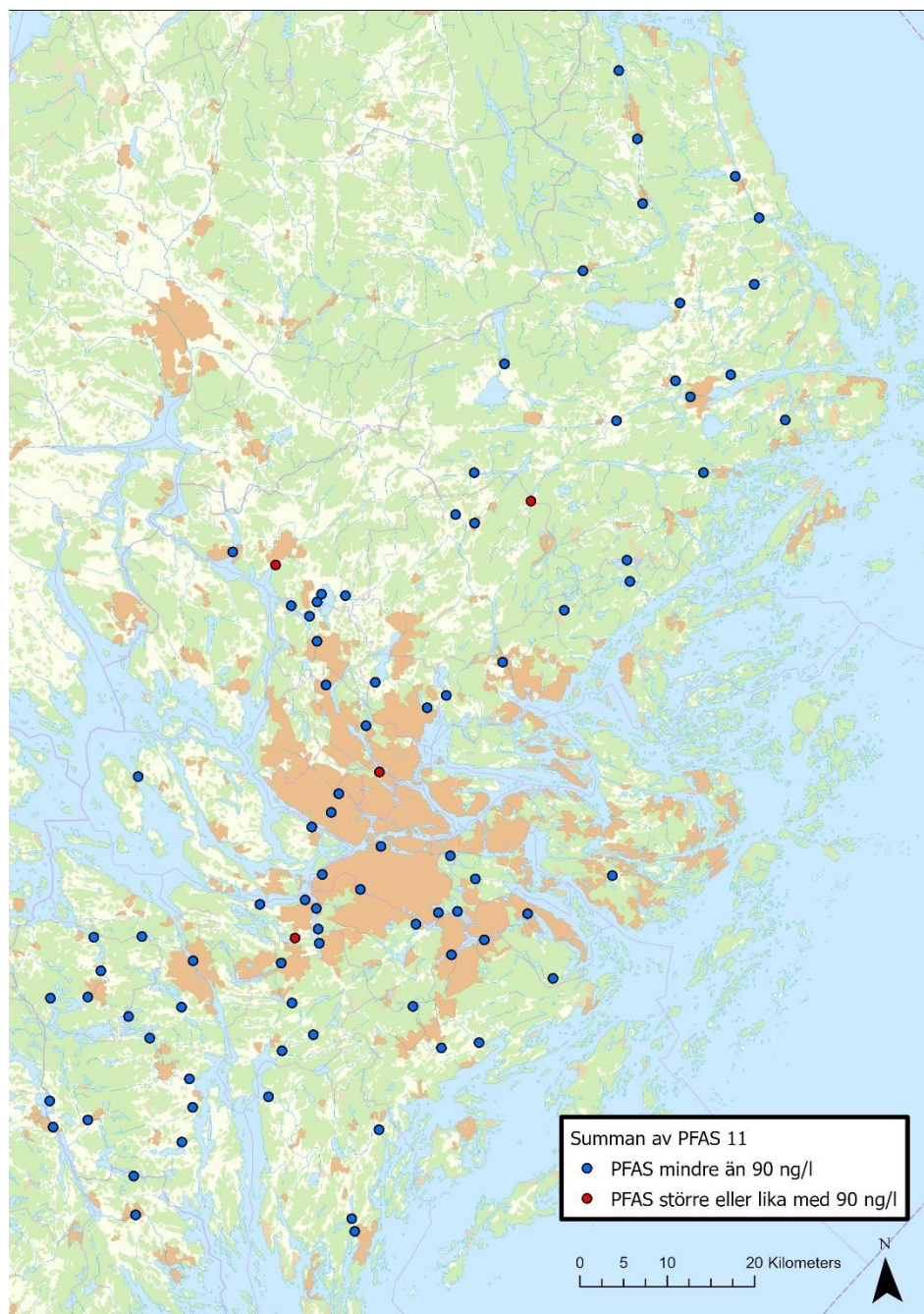
Överskridandet leder till att kemisk ytvattenstatus sätts till ej godkänd för platser som är vattenförekomster med miljö kvalitetsnormer att följa. Det har som konsekvens att åtgärder behöver sättas in för att förbättra vattenkvalitet med fokus på PFAS-ämnena.



*Figur 11. En översiktskarta med halter av perfluoroktansulfonsyra (PFOS) i ytvatten lägre alternativt större eller lika med gränsvärdet för inlandsvatten (0,65 nanogram per liter) för samtliga provplatser i Stockholms län. För platser där PFOS halterna överskrider gränsvärdet för miljö kvalitetsnormen kemisk ytvattenstatus krävs åtgärder.*

När få mätillfällen är tillgängliga och det finns en relativt stor variation i vattenhalterna för olika PFAS-ämnen kan det vara svårt att fastställa exakta årsmedelhalter i vatten. Konsekvensen blir att kravet på åtgärder kan baseras på relativt osäkra grunder. I Stockholms län har Länsstyrelsen för avsikt att identifiera särskild utsatta platser och med hjälp av fördjupande undersökningar om PFAS-ämnen i grund- och ytvatten identifiera det verkliga åtgärdsbehovet.

Denna inventering är ett första led i detta arbete. För de platser som det inte råder klarhet över källorna till PFAS föroreningar kommer ytterligare vattenprover samlas in.



*Figur 12. En översiktskarta med ytvattenhalter av summan av PFAS-11 enligt Livsmedelsverkets urval, lägre alternativt större eller lika med riktvärdet för potentiellt dricksvatten (90 nanogram per liter) för samtliga provplatser i Stockholms län. Notera att de fyra platser som hade överskridna riktvärden inte var potentiella vattentäcker.*

För platser där vattenhalterna av PFAS är särskild höga kan det finnas en risk att fisk har så höga halter av PFAS att det skulle kunna innebära en förhöjd hälsorisk att äta fisken. Därför kommer Länsstyrelsen att löpande följa halter av PFAS i fisk som har fångats på platser med höga halter i vattnet.

### **Några slutsatser**

- Per- och polyfluorerade ämnen hittades i alla undersökta vatten.
- Vanligaste PFAS-ämnet i de undersökta ytvattenprover var perfluorbutansyra (PFBA), som fanns i samtliga analyserade prover. Näst vanligast var perfluoroktansyra (PFOA) och därefter perfluoroktansulfonsyra (PFOS).
- Fler prekursorämnen hittades i vattendrag än i sjöar. Det finns ett tydligt samband mellan antalet ämnen som identifierats och summan PFAS-26 halten i vattenprovet.
- Drygt hälften av de undersökta platser hade PFOS halter som överskred gränsvärdet för god kemiskt ytvattenstatus. Även några platser utpekade som reservvattentäkter av regionala vattenförsörjningsplanen hade för höga PFOS- halter.
- Endast fyra undersökta platser hade summa PFAS-11 halter som överskred Livsmedelsverkets riktvärde för dricksvatten. Inga av dessa vatten var potentiella dricksvattentäkter.
- Nio platser i länet hade kraftigt påverkade PFAS-halter. För dessa krävs vidare undersökning för att fastställa källorna.