

PFAS – Resultatrapport

Stockholm Arlanda Airport

Nat/OK
Kollabilagor



Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849
Uppdrag	Arlanda PFAS - Provtagning Jord
Uppdragsnummer	30005201-001
Kund	Swedavia AB
Datum	2024-02-08
Upprättad av	Niklas Törneman och Robertus Hoogeveen
Dokumentreferens	resultatrapport pfas arlanda airport 240208

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	3
1. Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte	7
1.3 Organisation	8
1.4 Avgränsningar	9
2. Provtagningsstrategi och undersökningsmetoder	10
2.1 Övergripande undersökningsstrategi	10
2.2 Undersökningsområden	10
2.2.1 Delområden med möjlig förekomst av PFAS i jord	10
2.2.2 Övriga undersökningsområden	11
2.3 Provtagning av jord	13
2.3.1 Undersökningssteg och strategi	13
2.3.2 Metodik yttlig jordprovtagning	13
2.3.3 Metodik djupare provgropar	14
2.4 Grundvatten i jordlager	16
2.4.1 Strategi	16
2.4.2 Metodik	17
2.5 Enskilda brunnar	18
2.5.1 Metodik	18
2.6 Dag- och ytvatten	19
2.6.1 Syfte och strategi	19
2.6.2 Metod	19
2.7 Fisk	20
2.7.1 Syfte och Strategi	20
2.7.2 Metod	21
2.8 Sediment	21
2.8.1 Strategi	21
2.8.2 Metod	22
2.9 Växter	23
2.9.1 Strategi	23
2.9.2 Metod	23
2.10 Analysmetoder	24
2.10.1 Analyspaket och summor	24
3. Resultat	27
3.1 Jord	27
3.1.1 1801a Halmsjön ej bostäder	27
3.1.2 1801b Halmsjön bostäder	27
3.1.3 1801c Halmsjön wakeboard	27
3.1.4 1802 Ramp K	28
3.1.5 1803a Carvalleolyckan	28
3.1.6 1803b Fordonsövning terräng	28
3.1.7 1805 Slåttsjön	28
3.1.8 1806 Brandstation väst	29
3.1.9 1807 Brandövningsplatsen	29
3.1.10 1808 Gamla brandövningsplatsen	30

3.1.11	1809a Brandstation Kolsta.....	30
3.1.12	1809b Snötipp tömningsområde.....	30
3.1.13	1810 Brandstation mitt.....	30
3.1.14	2001 Öster bana 3, Övningsområde bana 3	31
3.1.15	2003 Brandstation City	31
3.1.16	2307 Logistik City	31
3.1.17	2007 Helikoptero olyckan	31
3.1.18	2008 Skogsbranden.....	32
3.1.19	2009 Upplag misstänkt PFAS-förorenad jord	32
3.1.20	2101 Brandstation öst.....	32
3.1.21	Bana 2	32
3.2	Grundvatten.....	33
3.2.1	Grundvattenområde A (inkl. 1807 Brandövningsplatsen).....	33
3.2.2	Grundvattenområde B	33
3.2.3	Grundvattenområde C	33
3.2.4	Stockholmsåsen B	34
3.2.5	Stockholmsåsen C	34
3.2.6	Stockholmsåsen D	34
3.3	Enskilda brunnar	34
3.4	Dag och ytvatten	35
3.4.1	Avrinningsområdet Märstaån A	35
3.4.2	Avrinningsområdet Märstaån B	35
3.4.3	Avrinningsområdet Märstaån C	35
3.4.4	Avrinningsområdet Märstaån D	36
3.4.5	Avrinningsområdet Märstaån E	36
3.4.6	Avrinningsområdet Märstaån F.....	36
3.4.7	Avrinningsområdet Storån	37
3.4.8	Avrinningsområdet Vidboån A	37
3.4.9	Avrinningsområdet Vidboån B	37
3.5	Sediment	37
3.6	Fisk.....	37
3.7	Växter	38
4.	Referenser.....	39

Bilaga A Borrprotokoll och installationsbeskrivning av grundvattenrör

Bilaga B Statistik och resultatkartor

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Vid Stockholm Arlanda Airport har PFAS innehållande brandsläckningsskum använts från tidigt 80-tal till år 2008. År 2011 började ett PFAS-fritt skum användas. År 2011 sanerades dessutom brandbilar och släckutrustning från PFAS.

Den historiska användningen av PFAS har orsakat kontaminering av jord, grundvatten, dag- och ytvatten inom Arlandas område. Vidare sker en spridning av PFAS till angränsande ytvatten.

Sweco Environment har på uppdrag av Swedavia under perioden år 2018–2023 genomfört flertalet miljötekniska undersökningar inom och utanför Arlandas verksamhetsområde. Detta innefattar:

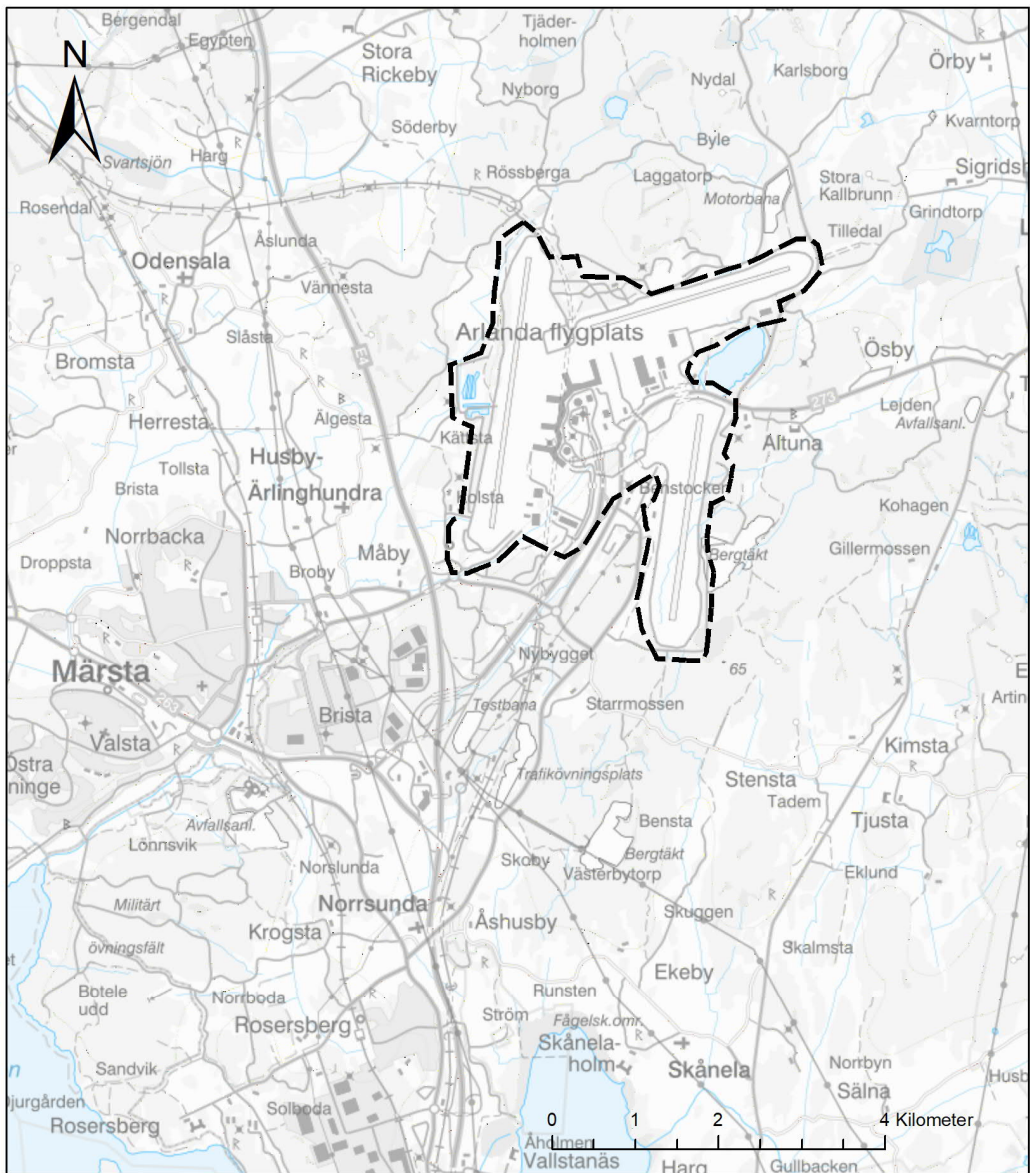
- Flygplatsområdet innanför stängsel (benämnt Airside). Se Figur 1.
- Verksamhetsområden och övriga typer av områden där marken ägs av Swedavia (benämnt Landside).
- Recipienter och andra områden som kan vara påverkade av PFAS från Arlandas verksamhet och där marken inte ägs av Swedavia

PFAS har undersökts i jord, dagvatten, grundvatten, ytvatten, fisk och växter.

Inom Arlandas verksamhetsområde har det genomförts PFAS-undersökningar under flertalet år innan 2018 och i vissa fall har dessa data inkluderats i föreliggande resultatrapport. Urvalet har gjorts baserat på i vilken grad tidigare data har behövts för att ge en tydligare bild av föroreningssituationen, tillgång till metadata från tidigare undersökningar samt i vilken grad tidigare data redan har rapporterats i separata PM och rapporter. I ett fåtal fall har PFAS-undersökningar i föreliggande projekt omfattat punkter/mindre områden som tidigare har undersökts. I de fallen har endast nyare data från Swecos undersökningar rapporterats. Vilka data som har inkluderats kan sammanfattas enligt:

- *Jord*: Alla PFAS-analyser efter år 2018 som härstammar från Swecos undersökningar inom och utanför flygplatsområde. Dessutom har analyser inkluderats som genomförts inom ramen för bygg- och infrastrukturprojekt inom Swedavias verksamhetsområde. Vidare har en del provtagningar av PFAS i jordprov inkluderats som härstammar från undersökningar vid brandövningsplatsen under perioden år 2016 – 2018.
- *Grundvatten*: Alla PFAS-analyser efter år 2018 som härstammar från Swecos undersökningar inom och utanför flygplatsområde där provtagning har skett, även analyser i grundvattenrör som installerats före 2018. Vidare har en del provtagningar av PFAS i grundvatten inkluderats som härstammar från undersökningar vid brandövningsplatsen under perioden år 2016 – 2018. Dessutom har undersökningar i grundvatten inkluderats som genomförts inom ramen för vissa miljöundersökningar och infrastrukturprojekt både före och efter 2018. Vidare har vissa undersökningar inkluderats som ingår i Swedavias kontrollprogram av grundvatten samt inom ramen för U4.

- *Ytvatten och dagvatten:* Alla PFAS analyser efter år 2018 som härstammar från Swecos undersökningar inom och utanför flygplatsområdet. Dessutom analyser som genomförts inom ramen för bygg- och infrastrukturprojekt inom Swedavias verksamhetsområde. Vidare har vissa analyser som ingår i Swedavias kontrollprogram av ytvatten samt inom ramen för U4.
- *Enskilda brunnar/dricksvatten:* Alla PFAS-analyser efter år 2018. Dessa härstammar främst från ett pågående projekt med kartering av PFAS i enskilda dricksvattenbrunnar runt Arlanda, och som även kommer att rapporteras separat. Data härstammar även från provtagning av dricksvatten som genomförs inom ramen för Swedavias kontrollprogram.
- *Fisk:* Alla PFAS-analyser efter år 2018 som härstammar från Swecos undersökningar inom och utanför flygplatsområdet. Undersökningar av fisk har även rapporterats separat.
- *Växter:* Alla PFAS-analyser efter år 2018 som härstammar från Swecos undersökningar inom och utanför flygplatsområdet.



Figur 1 Området för Airside Stockholm Arlanda Airport

1.2 Syfte

Syftet med föreliggande rapport är att redovisa resultaten av de miljötekniska undersökningar som utförts av Sweco mellan år 2018 och 2023 samt vissa övriga undersökningar (se avsnitt 1.1). Vidare är syftet att övergripande beskriva föroreningssituationen inom hela flygplatsområdet, inom olika delområden (21 stycken) samt i angränsande ytvatten, gräs, fisk och grundvatten.

Föreliggande rapport omfattar däremot inga bedömningar. Riskbedömning och åtgärdsutredning redovisas i separata rapporter som även innefattar information gällande verksamhet och källor till PFAS.

1.3 Organisation

Tabell 1 redovisar den personal hos Sweco som arbetat med uppdraget samt vilken roll respektive person haft. Av tabellen framgår även vilka underleverantörer som anlitats samt kontaktpersoner hos beställaren.

Tabell 1. Uppdragsorganisation

Person/företag	Roll	Företag
Niklas Törneman	Uppdragsledare	Sweco Sverige AB
Robertus Hoogeveen	Bitr. uppdragsledare	
David Friberg Prytz	Bitr. uppdragsledare (fram till våren 2023)	
Emil Engvall	Bitr. uppdragsledare (fram till våren 2019)	
Francisco Mieres Dinamarca	Fältansvarig och handläggare	
Karin Öhman	Fältpersonal	
Daniel Lundqvist	Fältpersonal	
Nicholas Dixon	GIS/Databas	
Erika Schedin	Riskbedömning	
Matilda Johansson	Handläggare / GIS samt riskbedömning och framttagande av övergripande åtgärds mål	
	Borrentreprenörer	MABAK
	Gräventreprenör	SH-Bygg AB
	Borrentreprenörer	SH-Bygg AB
	Borrentreprenörer	Sweco Geoteknik
	Laboratorieanalyser	AFRY AB
Malin Lidbaum	Miljöspecialist och handläggare	DanMag Entreprenad AB
Sara Sahlin	Miljöspecialist och handläggare	Eurofins Environment Testing Sweden AB
Sofia Westling	Miljöspecialist och handläggare	Swedavia
David Friberg Prytz	Miljöspecialist och handläggare	Swedavia
Anders Sivertsson	Miljöspecialist och handläggare	

Person/företag	Roll	Företag
Pär Lundenmark	Projektledare	

1.4 Avgränsningar

Denna rapport omfattar endast PFAS vilket är den ämnesgrupp som omfattas av uppdraget.

Rapporten omfattar en saklig beskrivning av föroreningsförhållanden utan tolkningar och jämförelser med riktvärden och dylikt.

Riskbedömning och åtgärdsutredning som rapporteras separat redovisar bedömningar av föroreningssituation och spridningsmönster, konceptuella modeller samt bedömning av risker och åtgärdsbehov.

2. Provtagningsstrategi och undersökningsmetoder

Notera att beskrivningar av provtagningsstrategi och undersökningsmetoder endast gäller för de undersökningar avseende PFAS som Sweco har utfört mellan åren 2018 och 2023. Vidare undersökningar pågår efter 2023, dessa kan komma att inkluderas i en uppdaterad resultatrapport. En sådan uppdatering kan även innefatta PFAS mätningar i spillvatten.

2.1 Övergripande undersökningsstrategi

Det övergripande syftet med de miljötekniska undersökningarna har varit att ge ett underlag som säkerställer möjligheten att genomföra en riskbedömning och en åtgärdsutredning. Centralt i detta är att ge en tillräckligt omfattande bild av föroreningshalter så att de viktigaste delområdena avseende spridning, miljörisker och hälsorisker kan identifieras. Undersökningsstrategin återspeglar detta syfte. Den huvudsakliga principen har varit att arbeta stegvis med undersökning av olika delområden samt att till en adekvat nivå avgränsa PFAS-föroreningen i dessa delområden.

PFAS är en ämnesgrupp med en mycket komplex miljö kemi och ett komplext beteende i miljön. Det finns därför alltid utrymme för att göra mer omfattande och komplexa utredningar för att exempelvis bättre förstå hur och varför PFAS sprids från jord till ytvatten och grundvatten. Men, baserat på erfarenhet från storskaliga undersökningar av PFAS vid flygplatser har Sweco dragit slutsatsen att relativt standardiserade provtagningsinsatser och analysmetoder till en lägre kostnad och som täcker större ytor är den bästa metoden för att skapa ett beslutsunderlag för riskbedömning och åtgärdsutredning. Därför har exempelvis antalet utökade analyspaket (PFAS20-30, TOP) begränsats i projektet.

Om man beslutar sig för åtgärder i ett senare skede bör mer detaljerade undersökningar och mer avancerade analysmetoder implementeras som syftar till att i detalj utreda exempelvis hur PFAS sprids från källzoner till recipienter, samt deras förekomstform.

Genom hela projektet har noggrannhet iakttagits gällande att personal inte skall använda produkter och kläder som innehåller PFAS (exempelvis impregneringsmedel). Vidare har endast provtagningskärl, slangar, handskar etc. använts som tidigare visats ej bidra med PFAS till provtagningsmatrisen. Sweco och Eurofins har tillsammans testat olika produkter ur detta avseende.

Sweco har i tidigare projekt utrett frågan kring falskt positiva analys svar p.g.a. av korskontaminering från utrustning, kläder, transport etc. och aldrig funnit att detta kan påverka slutresultaten av denna typ av undersökningar.

2.2 Undersökningsområden

2.2.1 Delområden med möjlig förekomst av PFAS i jord

Skumbildande brandsläckningsmedel med innehåll av PFAS började användas vid Stockholm Arlanda Airport i samband med att den nya brandövningsplatsen togs i bruk i mitten av 1980-talet. Sedan 2008 används inte PFAS innehållande brandsläckningsmedel vid brandövningar på Swedavias flygplatser och fluorfritt skum började användas 2011 (Norström, Viktor, Palm Cousins, & Rahmberg, 2015).

Potentiella källor till PFAS inom området är således platser där skumbildande brandsläckningsmedel eller PFAS-kontaminerad utrustning har använts. Här ingår brandövningsplatser, platser där slangar och bilar tömts eller utrustning testats, brandstationer samt olycksplatser och bränder där brandsläckningsskum använts i skarpt läge. Om PFAS-förorenade massor använts för utfyllnad kan utfyllda områden utgöra potentiella källor till PFAS inom området.

Under arbetet med handlingsplanen för PFAS har identifiering av potentiella källor och källområden till PFAS inom Arlanda Airport löpande gjorts. Arbetet har bestått av intervjuer med nuvarande och tidigare anställd personal på flygplatsen, fältbesök samt genomgång av arkivmaterial och flygfoton. Arbetet har mynnat ut i identifiering av 21 stycken delområden där det är känt eller kan misstänkas att brandsläckningsskum med innehåll av PFAS använts vid övningar eller på andra sätt hanterats, alternativt att PFAS-innehållande jordmassor kan ha flyttats till platsen. Dessa beskrivs mer i detalj i den kommande riskbedömningsrapporten inklusive den verksamhet som kan ha orsakat en spridning av PFAS.

Delområdena har delats in enligt följande principer:

- Enskilda områden med en känd källa till PFAS
- Större delområden med flera mindre punktkällor eller diffusa källor som ur ett risbedömningshänseende anses vara lämpliga att behandla som ett sammanhängande delområde.
- Delområden med generellt omfattande användning av PFAS innehållande brandsläckningsmedel.

Figur 2 redovisar lokaliseringen av dessa delområden. Eftersom det kan misstänkas att PFAS har påförts direkt till dessa delområden är det dessa som har omfattas av miljötekniska markundersökningar i jord vilket redovisas i föreliggande rapport. Numreringen i Figur 2 används även vid redovisning av resultat i kartbilagorna (Bilaga B) samt vid kortfattad beskrivning av föroreningsituation i varje delområde (avsnitt 3.1) tillsammans med benämningen för varje delområde.

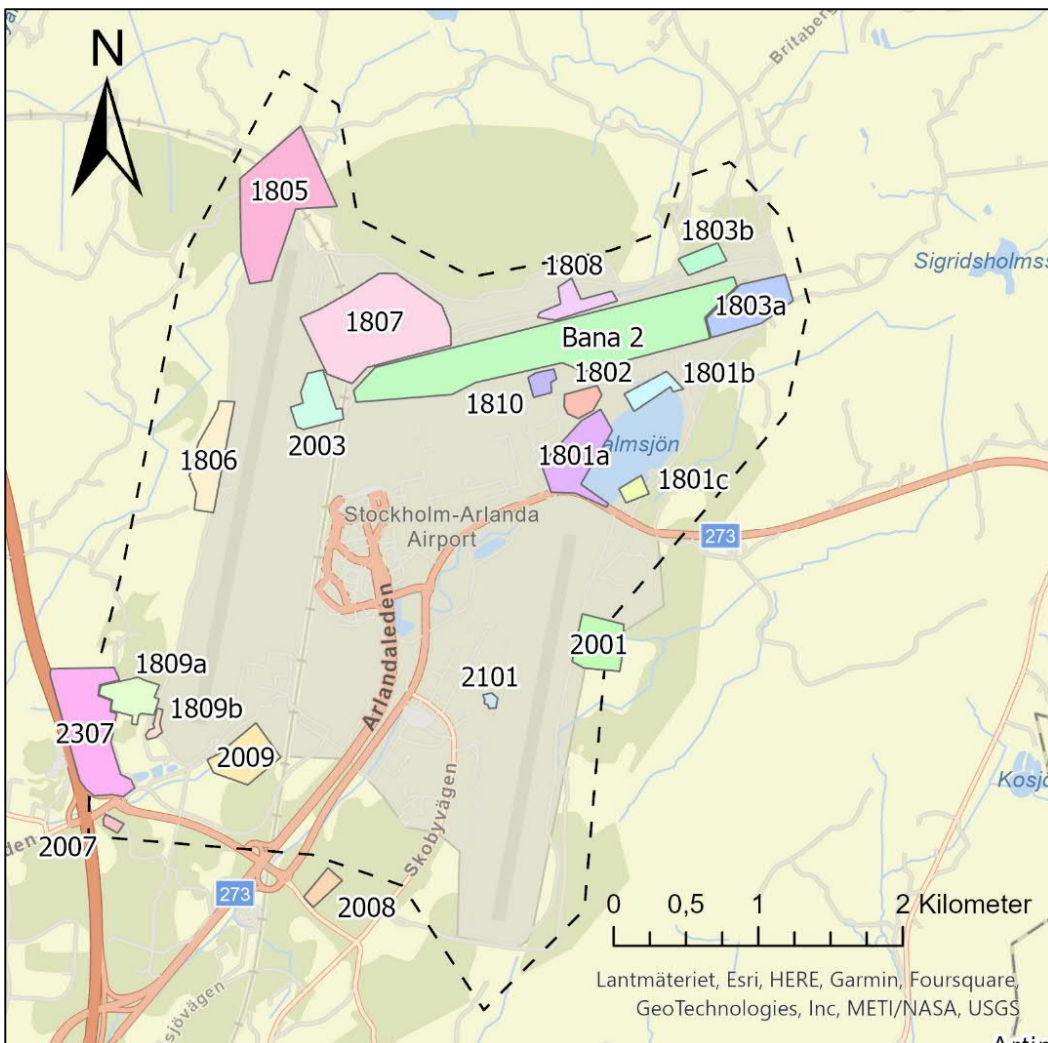
Inom vissa av dessa delområden har det även genomförts provtagning av dagvatten och grundvatten – fokus vid de undersökningarna har dock varit på att förstå spridningsbilden på ett mer övergripande plan och många av mätpunkterna för dessa matriser återfinns således inte inom dessa delområden (se avsnitt 2.2.2).

2.2.2 Övriga undersökningsområden

Övriga undersökningsområden förekommer både inom och utanför flygplatsområdet vilket beskrivs i respektive resultatavsnitt (kapitel 3). Sammanfattningsvis gäller följande:

- Dagvatten har undersökts från delområden och ut mot recipienter i aktuella spridningsriktningar. Ibland har detta även inneburit provtagning i delområden inom flygplatsen, men ofta har provtagningen skett från kanten av delområdena och utåt. Exempelvis finns endast ett fåtal provtagningspunkter för dagvatten inom det stora brandövningsplatsområdet (1807 i Figur 2) eftersom dagvatten mestadels uppsamlas från detta område via diken och dräneringar som förekommer vid kanten av området.

- Ytvatten och sediment har mestadels undersökt utanför Arlandas område med undantag av ett fåtal prov i Halmsjön och Halmsjöbäcken. Fokus har varit på att förstå spridning nedströms i de vattendrag som avvattnar flygplatsområdet
- Fisk har enbart undersökts i recipienter nedströms Arlandas verksamhetsområde.
- Grundvatten har undersökts inom och utanför de enskilda delområdena, med ett fokus på att översiktligt förstå spridningen i jordlager
- Enskilda brunnar har karterats och undersökts inom Arlandas verksamhetsområde, i närområdet samt i en större areal utanför. Fokus har varit på att identifiera alla brunnar som kan vara påverkade av PFAS från flygplatsområdet.
- Gräs har enbart undersökts i områden utanför Arlandas verksamhetsområde.



Figur 2. Översiktskarta som redovisar de 21 delområden där det misstänks att PFAS-innehållande brandsläckningsmedel kan ha använts och som därmed varit föremål för miljötekniska undersökningar av jordmatrisen. Streckad linje anger ungefärlig gräns för det som betecknas som det yttre verksamhetsområdet för Stockholm Arlanda Airport (Landside).

2.3 Provtagning av jord

2.3.1 Undersökningssteg och strategi

Provtagning av PFAS i jord har huvudsakligen baserats på rutnätsprovtagning i yttlig jord. Detta har i vissa fall följts upp med provtagning av jord på större djup.

Strategin att huvudsakligen fokusera på yttlig provtagning av jord medelst rutnätsprovtagning baseras på erfarenhet från storskaliga undersökningar av ett antal flygplatser i Sverige och Norge som Sweco genomfört de senaste 10 åren. Dessa projekt har visat att områden där brandskum har använts ger spår i yttlig jord (0 – 0,3/0,4 meter) samt att sådana områden kan avgränsas i plan med rutnätsprovtagning av yttlig jord.

Horisontell avgränsning har, efter samråd med tillsynsmyndigheten, generellt baserat på strategin att provtagningsrutor i ytterkanten av provtagningsområdet skall innehålla en lägre halt i samlingsprovet än 100 µg/kg, samt att halterna generellt avtar mot ytterkanterna av provtagningsområdet. Detta har varit en pragmatisk strategi givet det mycket stora antalet provtagningsrutor som har ingått i undersökningarna. I praktiken har halterna i nästan alla delområden varit betydligt lägre än 100 µg/kg i samlingsproven från de yttre provtagningsrutorna. Undantaget är område 1807, brandövningsplatsen. Avgränsningsstrategin bedöms mer än väl uppfylla informationsbehovet för att kunna genomföra en riskbedömning och en åtgärdsutredning. Givet storleken och komplexiteten på det undersökta området och kommande utredningar kan det bli aktuellt med kompletterande provtagning för att stödja riskbedömning och/eller åtgärdsutredning. Behovet av detta avgörs när dessa utredningar är färdiga i ett första steg.

Ingen analys av enskilda prov inom provtagningsrutor har genomförts. Orsaken är att det stora antalet provtagningsrutor samt de mycket variabla markförhållandena inom de undersökta områdena innebär att en sådan utvärdering av haltvariation inom några provtagningsrutor inte skulle ge några generellt applicerbara slutsatser för hela provtagningsområdet.

2.3.2 Metodik yttlig jordprovtagning

Yttjord undersöktes med rutnätsprovtagning inom de områden som redovisas i Figur 2. Antalet rutor i delområdena bestod av 7 – 262 rutor. Storleken på rutorna har varierat från 15x15 meter till 40x40 meter och antalet punkter i rutorna har varierat mellan 6 – 10 (se figurer under kapitel 3.1 för karta som visar rutnät). Storlek på rutor och antal prov i varje ruta har baserats på graden av misstänkt förorening inom området. Som ett exempel så har rutorna inom delar av området 1801 (Halmsjön) varit relativt stora (40x40 meter) eftersom information och position för skumanvändning har varit osäker. För dessa områden har provtagningen endast syftat till att försöka fastställa om det överhuvudtaget använts PFAS-innehållande brandsläckningsmedel.

Provtagningen genomfördes med handgrävning eller med maskin varvid ett delprov från 0 - 0,3/0,4 meter under markytan insamlades. I vissa punkter var jorddjupet tunnare än 0,3 meter och där insamlades mer ytliga jordprov. I delområdet 1807 (Brandövningsplatsen) har provtagningar av jord utförts i flera etapper baserat på ett behov för att avgränsa förekomst av PFAS i yttjord.

Provtagning har inte utförts inom områden där markytan är hårdgjord och provtagning av yttlig jord inte är möjlig utan större ingrepp eller etablering av

borrigg. Provtagningen och placering av punkter har anpassats efter förutsättningar i fält.

Provtagning har skett i 6 – 10 stycken i förväg slumpmässigt positionerade provgropar med en yta om ca 1x1 meter i varje provruta. Provtagning genomfördes generellt genom att jord från provgropen grävdes upp och lades på hög. Från denna hög uttogs flera delprov som sammanfördes till ett samlingsprov från jordhögen/provgropen. Varje sådant samlingsprov från högen/jordgropen utgjorde således ett delprov från provrutan. På detta sätt erhöles 6 – 10 stycken delprov inom respektive provruta. Delproven var lika stora, ca 1 dl. Delproven från varje provruta blandades i en påse som tillhandahölls av laboratoriet till ett samlingsprov för analys av PFAS. Jordprovet placerades i provtagningskärl/påse som tillhandahölls av laboratoriet.

Provtagningsutrustningen rengjordes mekaniskt mellan varje provgrop. Generella fältanteckningar uppfördes, men oftast inte specifika fältanteckningar p.g.a. det stora antalet provgropar (tusentals).

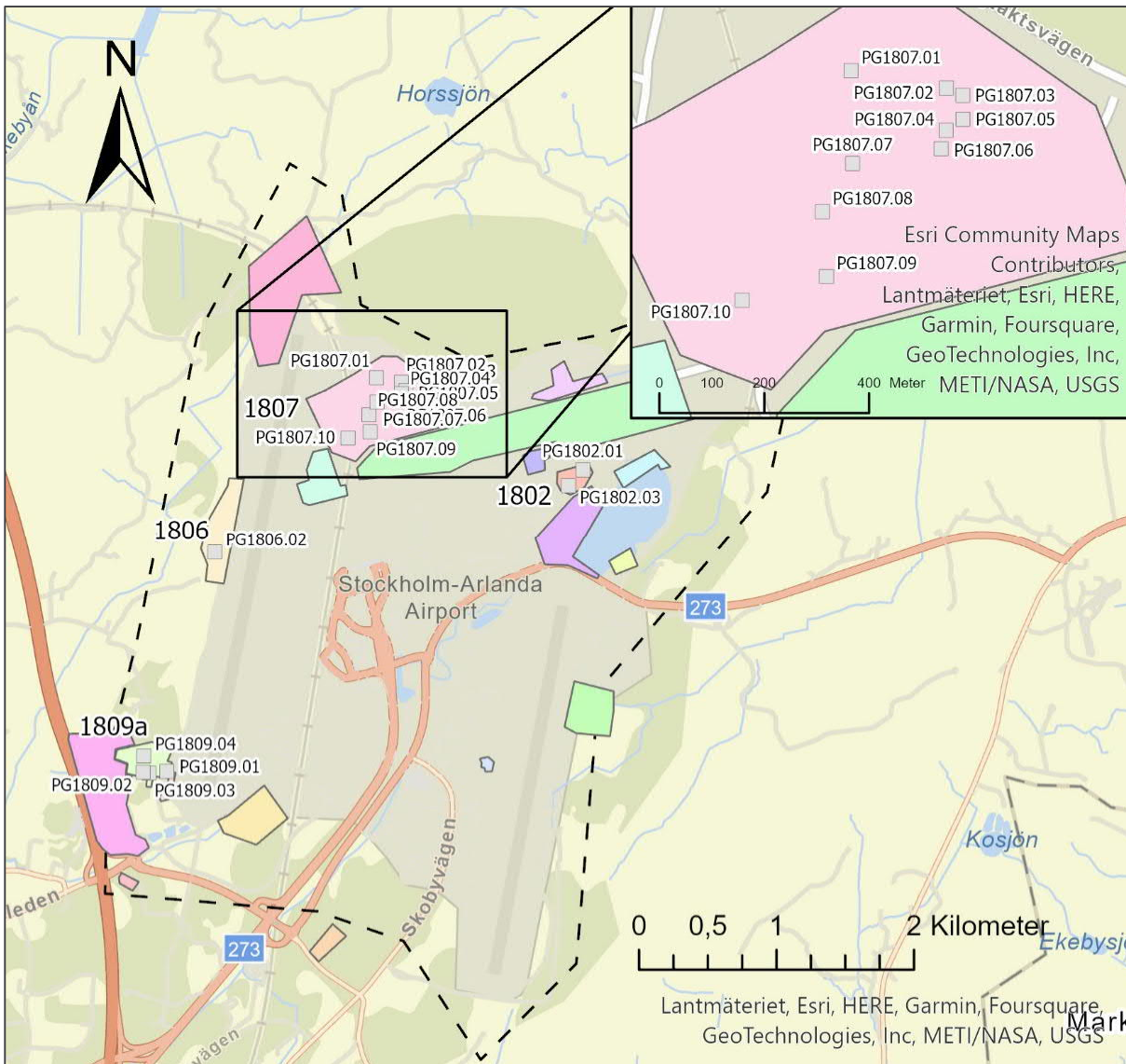
Efter avslutad provtagning återfördes jord som ej provtagits till provgropen.

2.3.3 Metodik djupare provgropar

Efter den ytliga jordprovtagningen, genomfördes även en översiktlig vertikal provtagning med syfte att förstå jordlagerföljder och förekomst av PFAS över djupet i ett fåtal punkter.

Notera att om projektet går vidare med saneringsåtgärder kommer en detaljerad vertikal provtagning av PFAS förekomst och jordlagerföljder troligen bli nödvändig inom utvalda områden. Vidare har också en omfattande kartering av vertikala jordförhållanden genomförts med MIP/HPT sondering inom delar av område 1807 (Brandövningsplatsen) som ett underlag vid planering och projektering av pilotprojektet med installation av en sorptionsbarriär. Dessa undersökningar redovisas dels i slutrapport för pilotprojektet, dels i åtgärdsutredningen. Vertikal provtagning genomfördes inom fyra delområden, 1807 Brandövningsplatsen (10 provpunkter), 1806 Brandstation Väst (1 provpunkt), 1809 Brandstation Kolsta (4 provpunkter) och 1802 Ramp K (2 provpunkter). Lokaliseringen av provgroparna redovisas i Figur 3. Figur 4 visar fältbilder från två provgropar.

För varje provgrop uttogs prov på olika djup längs med schaktväggen. Provtagningsutrustning rengjordes mekaniskt och med vatten mellan uttag av prov. Proven uttogs generellt som samlingsprov i 0,5 m intervall. Som mest uttogs 6 stycken prover ned till 3 meter under markytan. Proven analyserades med avseende på PFAS. Provgroparna dokumenterades med foton och fältanteckningar.



Figur 3. Lokalisering av provgropar för vertikal undersökning av PFAS i jord.



Figur 4 Två djupare provgropar från område 1807, brandövningsplatsen.

2.4 Grundvatten i jordlager

2.4.1 Strategi

Grundvatten i jordlagren har provtagits inom och utanför flygplatsområdet i befintliga grundvattenrör samt i ett antal observationsrör som installerats under år 2020 - 2023. I vissa av de nyinstallerade observationsrören påvisades berg innan grundvattenytan påvisades vilket medförde att grundvattenprovtagning i dessa rör ej var möjlig.

Givet området storlek, samt det faktum att en stor del av PFAS-transporten i yttligt grundvatten sker inom Arlandas verksamhetsområden, har inte fokus varit på att i detalj avgränsa PFAS i detta grundvatten. I stället har syftet med provtagning och installation av kompletterande grundvattenrör varit att:

- Förstå den generella transportriktningen i grundvatten från bedömda källområden och spridning till skyddsobjekt
- Säkerställa att man kan se en minskande koncentration i alla transportriktningar, speciellt utanför Arlandas verksamhetsområden

Eventuellt kan det bli nödvändigt med mer detaljerade grundvattenundersökningar, inklusive en annan typ av installationsmetoder av grundvattenrör, i ett senare skede för att stödja utformning av åtgärder för att minska uttransport av PFAS.

Notera även att vid tidpunkten för föreliggande resultatrapport (september år 2023) återstår både installation av fler grundvattenrör samt mer provtagning i existerande grundvattenrör.

2.4.2 Metodik

Grundvattenprovtagningen har genomförts inom olika delområden för grundvatten. Eftersom det antas att ytligt grundvatten är relaterad till topografi har indelningen baserad på en utvärdering av grundvattenströmning (Sweco VBB VIAK, 2002) och av ytvattenavrinningsområde som redovisas av SMHI och av (Sweco VBB VIAK, 2007).

Följande områdesbeteckningar används, vilket redovisas i bilaga B:

- Grundvattenområde A
- Grundvattenområde B
- Grundvattenområde C
- Stockholmsåsen A
- Stockholmsåsen B
- Stockholmsåsen C
- Stockholmsåsen D

Kartorna i Bilaga B5 och B6 redovisar en översiktskarta med alla delområden, samt en separat karta för varje delområde. I översiktskartan finns delområden som inte provtagits, vilka ändå har inkluderats i kartan för att täcka upp områden där det eventuellt behöver genomföras provtagning framgent. Detta behov fastställs i riskbedömningen.

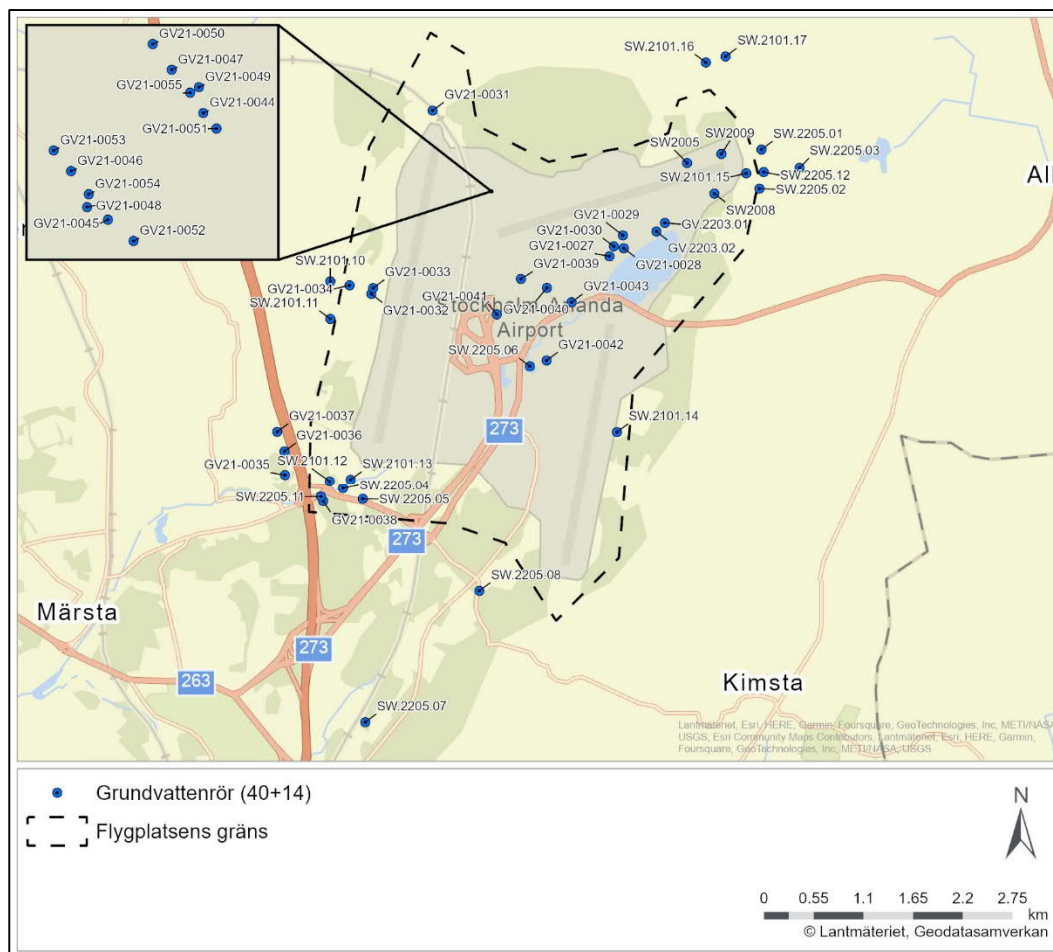
I bilaga B sammanfattas statistik för varje enskilt grundvattendelområde. Vid beräkning av statistiska värden som redovisas i bilaga B har halter under laboratoriets rapporteringsgräns antagits vara noll.

Totalt har 54 stycken grundvattenrör installerats i området under projektet (Figur 5). Grundvattenrören installerades under perioden sommaren 2020 – sommaren 2023. De borrentreprenörer som har anlitats var Sweco Civil, ÅF (nuvarande AFRY) och DanMag. Grundvattenrören har installerats med olika metoder beroende djup till grundvattenytan och geologiska förutsättningar.

Sammanställning av installationsuppgifter för grundvattenrören redovisas i Bilaga A. En djupare beskrivning av installation och geohydrologi kommer vid behov att återfinnas i riskbedömningen, specifikt den delrapport som behandlar PFAS i grundvatten.

Vid tidpunkten för föreliggande rapport (september – oktober 2023) återstår installation av ett flertal grundvattenrör i Stockholmsåsen. Vidare återstår provtagning av alla grundvattenrör som installerats sedan hösten år 2022 med syfte att avgränsa spridning av PFAS i grundvatten. Resultatrapporten är således inte komplett ur detta hänseende.

I föreliggande undersökning har det vidare ingått provtagning av ett antal grundvattenrör som inte installerats inom ramen för detta projekt. Dessa återfinns således inte i Figur 5 och installationsdetaljer redovisas inte i Bilaga A.



Figur 5: Installerade grundvattenrör i projektet fram till sommaren år 2023.

2.5 Enskilda brunnar

Slutrapporten för enskilda brunnar kommer detaljerat att beskriva metodik och tillvägagångssätt. Nedan sammanfattas hur detta moment genomförts.

Observera att provtagning av enskilda brunnar även representerar förekomst av PFAS i grundvatten i bergakvifären eftersom brunnar generellt är borrhäls i området.

Notera att provtagning av enskilda brunnar fortsätter under 2024, och dessa resultat är inte inkluderade i föreliggande rapport.

2.5.1 Metodik

Delprojektet gällande PFAS i enskilda brunnar har omfattat följande steg:

1. Identifiering av möjligt påverkansområde inom vilket enskilda brunnar teoretiskt kan påverkas av PFAS från Arlanda Airport.
2. Identifiering av fastigheter som kan innehålla enskilda brunnar inom påverkansområdet. SGU:s brunnregister ger inte ensamt tillräcklig information för att avgöra detta. Därför användes även en jämförelse mellan kommunens verksamhetsområde och förekomst av byggnader inom påverkansområdet. Det antogs att alla byggnader utanför

kommunens verksamhetsområde för VA potentiellt kunde innehå en enskild brunn.

3. Identifiering av fastighetsägare via Lantmäteriets register
4. Informationsbrev och frågor kring förekomst och användning av enskilda brunnar till fastighetsägare
5. Provtagning av enskilt vatten som alltid togs direkt vid kran

Provtagningen genomfördes med liknande försiktighetsmått som beskrivs för jordprovtagningen (avsnitt 2.3.2). Obruten kylkedja användes.

Notera att vid tidpunkten för föreliggande rapport (september – oktober år 2023) återstår ett arbete med kontakt med fastighetsägare samt provtagning vid behov inom ett område där det tidigare antagits att alla fastigheter är anslutna till det kommunala dricksvattennätet. Resultatrapporten är således inte komplett ur detta hänseende.

2.6 Dag- och ytvatten

2.6.1 Syfte och strategi

Syftet med provtagningen har varit att förstå hur spridning sker från delområden (avsnitt 2.2.1) via dagvatten och ut till angränsande ytvattenrecipienter. Vidare har syftet varit att i möjligaste mån avgränsa spridning i dessa ytvatten. Med avgränsa menas här att mätningar sker på ökande avstånd från flygplatsområdet till en tydligt avtagande trend i halter kan observeras.

Provtagningen har skett i omgångar de senaste fem åren. Initialt har provtagning fokuserat på dagvatten (diken och brunnar) inne på området för att sedan fortsätta ut mot Arlandas verksamhetsgräns och vidare i angränsande ytvatten.

Ett speciellt fokus har gällt Märstaån där provtagning har genomförts ner till utloppet i Mälaren samt i vattendrag som tillrinner till Märstaån mellan Arlanda och detta utlopp. Resultaten för Märstaån har redovisats i en separat rapport som även beskriver andra möjliga lokala källor till PFAS (Swedavia, 2023).

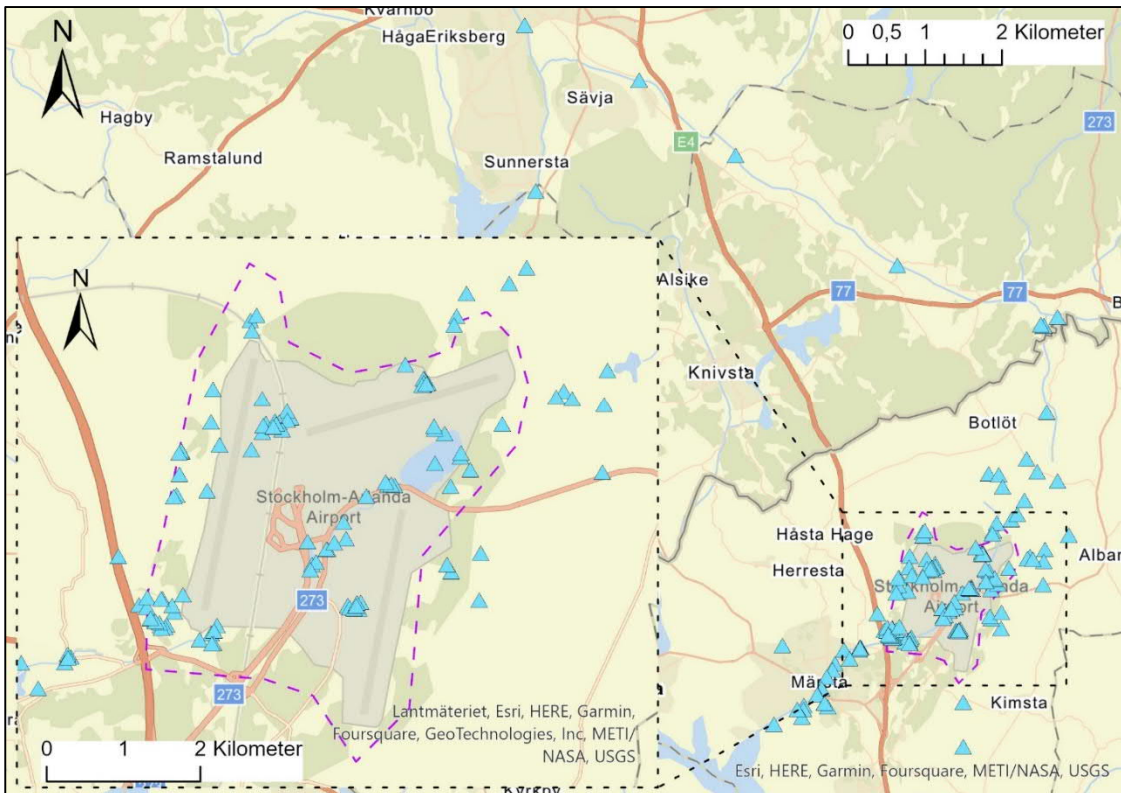
2.6.2 Metod

Vatten från dagvatten och ytvatten har insamlats och analyserats med avseende på PFAS i omgångar mellan år 2018 - 2023, totalt 140 stycken prov.

Vid provtagningen har eventuella lukt- och synintryck noterats. Proverna samlades in med antingen teleskopsprovtagare, eller genom att flaskor tillhandahållna av laboratoriet fylldes direkt i ytvattnet. Proverna uttogs vanligen från de översta 20 - 30 cm i recipienten, direkt till de anpassade provkärl som var tillhandahållits av laboratoriet. Vid varje ny provpunkt användes nya skyddshandskar och vattenprovtagaren sköljdes av i vattnet innan prov uttogs.

Provtagningen genomfördes med liknande försiktighetsmått som beskrivs för jordprovtagningen (avsnitt 2.3.2). Obruten kylkedja användes.

Lokalisering av dag- och ytvattenprover redovisas i Figur 6



Figur 6. Lokalisering provtagningspunkter dag- och ytvatten.

2.7 Fisk

Resultat från provtagning av fisk har redovisats i en tidigare rapport (Sweco, 2021). Rapporten beskriver detaljerat metodik och tillvägagångssätt. Nedan sammanfattas hur detta moment genomförts.

2.7.1 Syfte och Strategi

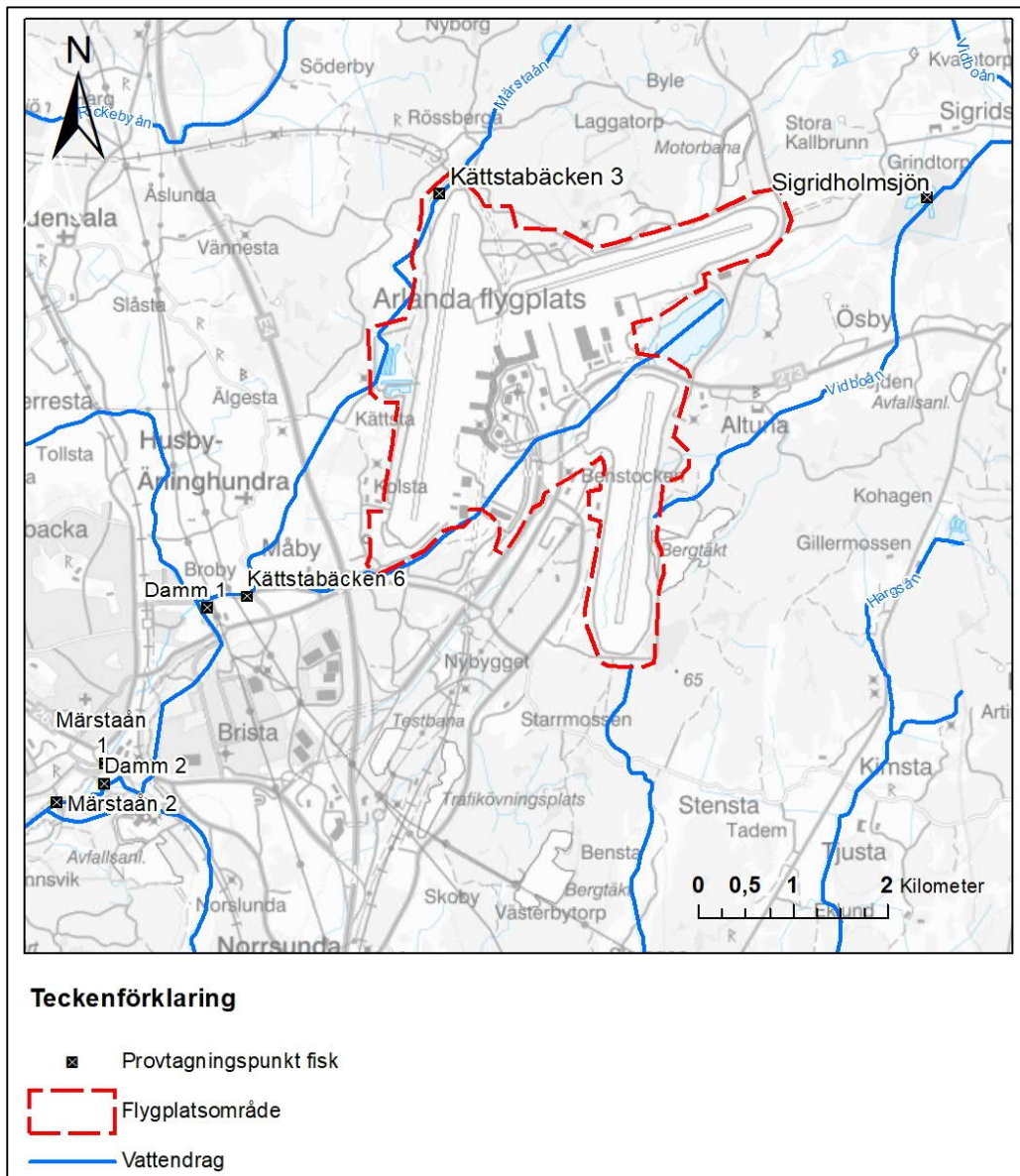
Syftet med undersökningen är att översiktligt fastställa halter av PFAS i fisk i vissa ytvattenrecipienter som kan vara påverkade av PFAS från Arlandas verksamhetsområde. Detta skall utgöra ett underlag för riskbedömningen.

Val av provpunkter för provtagningen har genomförts i tillsammans med den underkonsult som använts för fiskprovtagningen. Fokus har varit på ytvatten där det kan förekomma fisk. Initialt fanns även ett fokus på områden där sportfiske kan förekomma, men sådana platser har ej identifierats.

Vid ett inledande fältbesök inventerades möjliga lokaler för fiskprovtagning i Kättstabäcken längs med Arlandas bana 1. Slutsatsen var att ingen fisk kan förekomma längs med denna sträcka på grund av kulverteringar och vandringshinder. Detta beskrivs mer omfattande i en separat rapport (Sweco, 2021).

2.7.2 Metod

Provfiske utfördes av Naturvatten i Roslagen AB under våren och försommaren år 2021 med nät och elfiske. Lokaliseringen av provtagningslokalerna redovisas i Figur 7. Metodik och en sammanställning och tolkning av resultaten återfinns i en separat rapport (Sweco, 2021). En sammanfattning av resultaten återfinns i avsnitt 3.6.



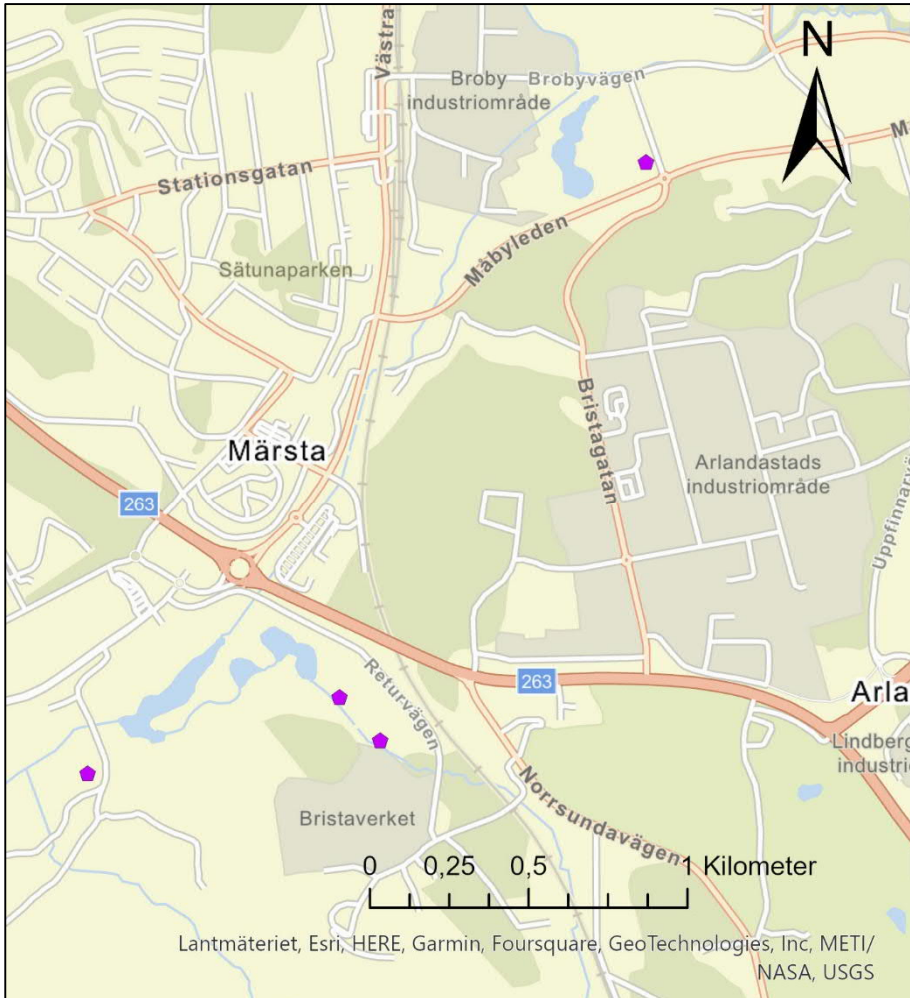
Figur 7. Provfiskelokaler i anslutning till Stockholm Arlanda Airport.

2.8 Sediment

2.8.1 Strategi

Sedimentprover har uttagits i ett fåtal ytvattenpunkter söder om flygplatsområdet. Generellt är sediment ofta inte en bra matris för källspårning av PFAS. Punkter som inkluderades valdes för att utröna om det fanns en

ansamling av PFAS i sediment i Måby vattenpark och i en damm vid utloppet av Moralundstunneln, samt för att bättre förstå spridning av PFAS via Rosersbergsbäcken. Se Figur 8 för lokalisering av sedimentproven.



Figur 8 Lokalisering av sedimentprov (lila punkter), sydväst om Arlandas flygplatsområde i Mårsta.

2.8.2 Metod

Provtagningen av sediment har utförts med lämplig provtagare för den aktuella sedimenttypen. Lösa sediment har provtagits med exempelvis ryssborr (se Figur 9) och fastare sediment har provtagits med spade. Prover har förvarats i provtagningskärl som tillhandahållits av det anlitate laboratoriet (Eurofins). All provtagningsutrustning har rengjorts grundligt mellan de olika provtagningslokalerna.



Figur 9. Sedimentprov uttaget med ryssbör.

2.9 Växter

2.9.1 Strategi

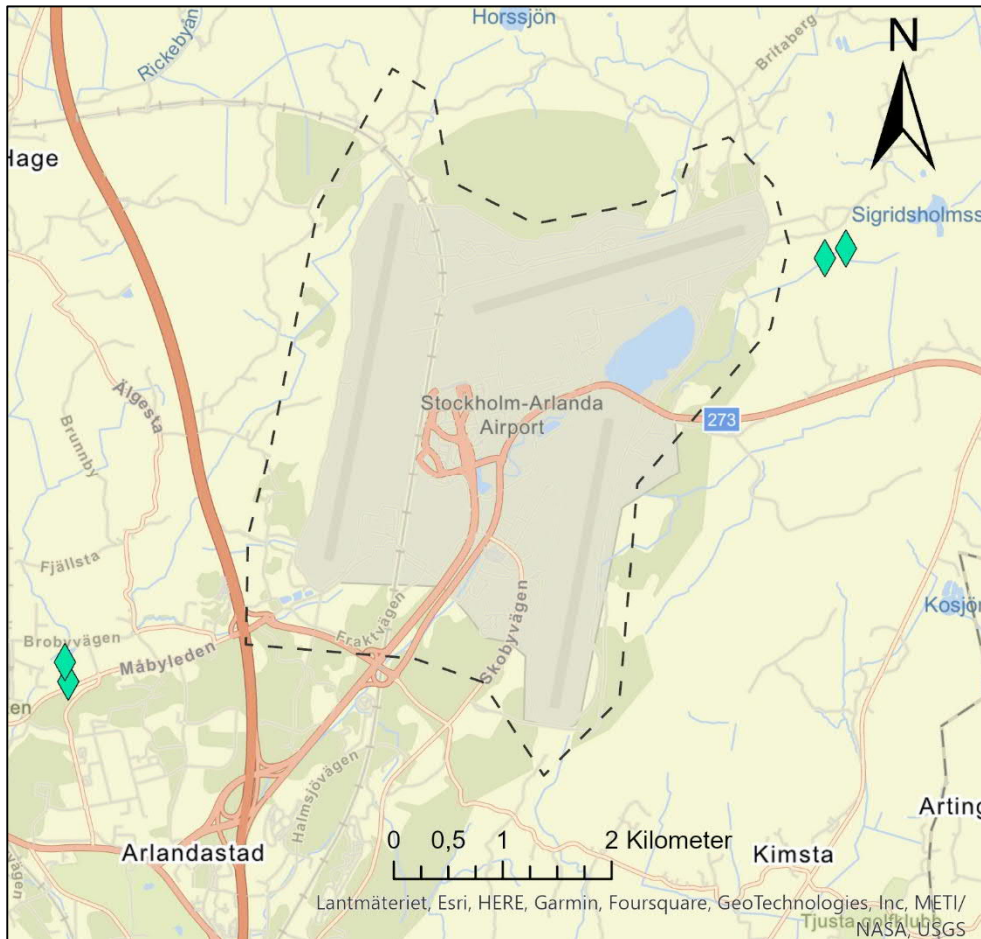
Växter kan ta upp PFAS från ytvatten när de växer mycket nära ytvattendrag och dammar innehållandes PFAS, samt vid områden där det kan ske en översvämning så att vatten rinner ut på markområden. Primärt kan detta utgöra en risk om detta gräs betas av boskap i området. Med utgångspunkt från detta resonemang valdes två områden ut för provtagning som båda återfanns i anslutning till PFAS innehållande ytvatten och där det eventuellt skulle kunna förekomma betning av gräs från boskap. Dels ett markområde i anslutning till Måby vattenpark och dels ett område som återfinns längs med ett dike som rinner från östra sidan av Stockholmsåsen i höjd med Halmsjön mot Sigridsholmssjön.

Fler gräsprovtagningar har planerats för 2024.

2.9.2 Metod

Från varje provområde uttogs ett samlingsprov av gräs över en yta av ca 5 – 10 m². För tre områden uttogs ett samlingsprov per område och för ett område uttogs två samlingsprov, sammanlagt 5 stycken samlingsprov (se Figur 10). För provtagning användes en sax med stålblad som rengjordes med vatten mellan

varje provuttag. Provtagningen genomfördes i övrigt med liknande försiktighetsmått som beskrivs för jordprovtagningen (avsnitt 2.3.2). Efter provtagning förvarades proverna i kylskåp vilket medförde att vissa prov angreps av mögel. Vid kontakt med laboratoriet klargjordes dock att detta ej påverkar analysresultaten.



Figur 10 Lokaler för växtprovtagning (gröna punkter) i närheten av Arlandas flygplatsområde (streckad linje).

2.10 Analysmetoder

Samtliga analyser för PFAS utfördes av Eurofins AB, med ackrediterade analysmetoder.

2.10.1 Analyspaket och summor

Under projektet har analyspaket använts med olika PFAS-ämnen. Vilka ämnen som ingår i de olika paketen redovisas i Tabell 2. Vilka olika paket som använts redovisas nedan för respektive matris.

Vid summering av halterna i de olika analyspaketen har endast halter över rapporteringsgräns tagits med, om samtliga ämnen i paketet är under rapporteringsgräns redovisas summan som noll.

I kartor används den engelska förkortningen LOQ (Level Of Quantification) istället för rapporteringsgräns.

Tabell 2 Lista med PFAS-ämnen som ingår i de olika analyspaketen, samt för vilka matriser paketen använts.

	PFAS 4	PFAS 11	PFAS 21	PFAS 24	PFAS 28	PFAS 35
<i>Matris</i>	<i>Jord, grundvatten, dricksvatten, ytvatten, sediment</i>	<i>Jord, grundvatten, dricksvatten, ytvatten, sediment</i>	<i>Jord, grundvatten, dricksvatten, ytvatten, sediment, fisk</i>	<i>Grundvatten, dricksvatten, ytvatten,</i>	<i>Växter,</i>	<i>Jord</i>
PFBS		X	X	X	X	X
PFHxA		X	X	X	X	X
PFHpA		X	X	X	X	X
PFDA		X	X	X	X	X
PFUdA			X	X	X	X
PFDoA			X	X	X	X
PFTeDA				X	X	X
PFBA		X	X	X	X	X
PFPeA		X	X	X	X	X
PFHpS			X	X	X	X
PFHxDA				X	X	X
PFDS			X	X	X	X
PFTTrDA			X	X	X	X
PFODA				X		
8:2 FTOH				X		
6:2 FTOH				X		
PFPeS			X	X	X	X
DONA				X		
HFPO-DA (gen X)				X		
PFOA	X	X	X	X	X	X
PFOS	X	X	X	X	X	X
PFNA	X	X	X	X	X	X
PFHxS	X	X	X	X	X	X
C604				X		
4:2 FTS					X	X
6:2 FTS		X	X		X	X

	PFAS 4	PFAS 11	PFAS 21	PFAS 24	PFAS 28	PFAS 35
8:2 FTS					X	X
PFDoS			X		X	X
PFNS			X		X	X
PFTTrDS			X		X	X
PFUnDS			X		X	X
PFOSA					X	X
P37DMOA					X	X
HPFHpA					X	X
EtFOSAA						X
MeFOSA						X
EtFOSA						X
MeFOSE						X
EtFOSE						X
MeFOSAA						X
FOSAA						X

3. Resultat

I följande kapitel beskrivs resultatet av de miljötekniska mätningar som Sweco genomfört mellan år 2018 och 2023 samt även för vissa matriser mätningar som genomförts av andra konsulter och av Swedavia. Först beskrivs resultaten för varje delområde (se figur 2) med avseende på jord och sedan med avseende på grundvatten uppdelat i större grundvattenområden. I efterföljande avsnitt beskrivs även resultaten av analyser med avseende på:

- Enskilda brunnar
- Dag- och ytvatten
- Fisk
- Sediment
- Växter

3.1 Jord

I bilaga B0 sammanfattas statistik från markundersökningarna. I underkapitel sammanfattas resultaten per delområde för jord (se figur 2). Statistik för varje enskilt delområde för jord med tillhörande kartor presenteras i bilaga B0 och bilagorna B01-B04. Vid beräkning av statistiska värden har halter under laboratoriets rapporteringsgräns antagits vara noll.

3.1.1 1801a Halmsjön ej bostäder

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultatet visar att det förekommer generellt låga halter av PFAS4 och PFAS11 inom delområdet. Högst halter förekommer i sydväst, där en maximal halt på 84 µg/kg PFAS11 har uppmätts.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.2 1801b Halmsjön bostäder

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS 11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultatet visar att det förekommer generellt låga halter av PFAS4 och PFAS11 inom delområdet. Högst halter förekommer i nordöstra strandkanten där en maximal halt på 56 µg/kg PFAS11 har uppmätts.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.3 1801c Halmsjön wakeboard

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultatet visar att det förekommer generellt låga halter av PFAS4 och PFAS11 inom

delområdet. Högst halter förekommer i nordöstra strandkanten där en maximal halt på 17 µg/kg PFAS11 har uppmätts.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.4 1802 Ramp K

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgropar där undersökningar gjorts på djupet (0–3,0 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig och djup jord. Högst halter förekommer mitt i undersökningsområdet, där en maximal halt på 35 µg/kg PFAS11 har uppmätts i ytlig jord.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.5 1803a Carvalleolyckan

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgropar där undersökningar gjorts på djupet (0–1,0 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig och djup jord. Högst halter förekommer i nordöstra delen, där maximal halt på 480 µg/kg PFAS 11 har uppmätts. Området är avgränsat horisontellt i samtliga väderstreck inom ramen för föreliggande utredning.

En djupare provgrop har provtagits i norra delen av området, ner till 1 meter under markytan. Analyssvaren indikerar låga halter i både ytlig jord och djupare jord i den norra delen av området.

3.1.6 1803b Fordonsövning terräng

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det generellt förekommer låga halter i delområdet, med en uppmätt maximal halt på 6,7 µg/kg PFAS 11.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.7 1805 Slåttsjön

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät utspridda inom delområdet där det identifierats potentiella punktkällor.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgröpar där undersökningar gjorts på djupet (0–1,0 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i yttlig jord. Resultaten visar att det generellt sett förekommer låga halter i delområdet. Högst halter förekommer i nordvästra delen, samt mitt i delområdet. Den maximala halten inom området är uppmätt till 35 µg/kg PFAS11.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.8 1806 Brandstation väst

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i yttlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät, placerade i södra och norra delen av delområdet.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgröpar där undersökningar gjorts på djupet (0–1,0 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i yttlig jord. Resultaten visar att det generellt sett förekommer högst halter i den södra delen, med en uppmätt maximal halt på 440 µg/kg PFAS11. Totalt överskreds 100 µg/kg i 2 av 21 rutor.

Rutor med halter över 100 µg/kg PFAS11 är avgränsade i samtliga led förutom österut där rutnätet skärs av byggnader och hårdgjorda ytor. Djupare provtagning i en punkt ner till 1 meter under markytan indikerar att halterna minskar med djupet.

3.1.9 1807 Brandövningsplatsen

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i yttlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgröpar och skruvborring där undersökningar gjorts på djupet (0–9,0 meter under markytan). En fördjupad provtagning i enskilda punkter genomfördes senhösten 2023. Resultaten är med i föreliggande rapport och bilagor, markerad med "Brandövningsplats utsnitt 2", men rapporteras även i ett enskilt PM.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i yttlig och djup jord. Resultaten visar att det generellt sett förekommer höga till mycket höga halter över större arealer i både yttlig och djup jord inom delområdet, med ett maxvärde på 210 000 µg/kg PFAS11 i yttlig jord. 6 rutor påvisar halter över 1000 µg/kg PFAS11 i yttlig jord, och 15 rutor påvisar halter över 500 µg/kg PFAS11.

De högsta halterna i yttjord är koncentrerade till de centrala delarna av området. Samtliga rutor med halter över 100 µg/kg PFAS11 är avgränsade i horisontalld i alla väderstreck.

Djup provtagning påvisar att halterna generellt sett minskar med ökat jorddjup. Vid en plats i centrala delarna (uppställt flygplan på flygfoton) sydväst angränsande till där de högsta halterna påvisats i yttjord, påträffas däremot tilltagande halter av PFAS med ökat djup. Högst halt i yttjord uppmättes vid

denna plats till 140 µg/kg PFAS11, varav halter över 1000 µg/kg PFAS11 påvisades mellan 1–3 meter under markytan.

Halter över 500 µg/kg PFAS11 har påvisats i delområdet i de djupaste proven mellan 4-9 meter under markytan. Den vertikala avgränsningen i centrala delarna är således oklar. Det är vidare möjligt att resultaten från djupare horisonter är påverkade av halter i grundvattnet.

3.1.10 1808 Gamla brandövningsplatsen

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät, placerade i södra och norra delen av delområdet.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgropar där undersökningar gjorts på djupet (0–1,0 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Maximal halt uppmätt inom delområdet är 32 µg/kg PFAS11.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.11 1809a Brandstation Kolsta

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät placerade runt om infrastrukturen i området.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgropar där undersökningar gjorts på djupet (0–3,0 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det ställvis förekommer höga halter inom delområdet med en maxhalt på 3400 µg/kg PFAS11. Totalt har halter uppmätts över 100 µg/kg PFAS11 i 5 rutor av 34 rutor.

Rutor med halter över 100 µg/kg är avgränsade horisontellt av vägar, byggnader och infrastruktur. Djupare provtagning ner till 3 meter under markytan indikerar att halterna minskar i djupled.

3.1.12 1809b Snötipp tömningsområde

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det förekommer låga halter i ytlig jord, och inga påvisade halter överskrider 3 µg/kg.

3.1.13 1810 Brandstation mitt

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det förekommer låga halter i ytlig jord, och inga påvisade halter överskrider 3 µg/kg.

3.1.14 2001 Öster bana 3, Övningsområde bana 3

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det förekommer låga halter i ytlig jord, och inga påvisade halter överskrider 3 µg/kg.

3.1.15 2003 Brandstation City

bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att uppmätt maximal halt inom delområdet är 57 µg/kg PFAS11.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.16 2307 Logistik City

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät, placerade i östra delen av delområdet.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgröpar och skruvborringar där undersökningar gjorts på djupet (0–4,0 meter under markytan) spritt över området.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig och djup jord. Resultaten visar att uppmätt maximal inom området är 85 µg/kg PFAS11 i yttjord i det centrala området. Djupare provtagning av enskilda provpunkter indikerar halterna i centrala området ökar något mot 1–3 meters djup för att sedan minska.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning

3.1.17 2007 Helikopterolyckan

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät, placerade i östra delen av delområdet.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgröpar där undersökningar gjorts på djupet i en punkt (0–1 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att uppmätt maximal halt inom området är 72 µg/kg PFAS11. Provtagning ner till 1 meter under markytan indikerar att halterna minskar på djupet.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.18 2008 Skogsbranden

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det förekommer låga halter i ytlig jord, och inga påvisade halter överskrider 3 µg/kg.

3.1.19 2009 Upplag misstänkt PFAS-förorenad jord

I bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgröpar där undersökningar gjorts på djupet i en punkt (0–1 meter under markytan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det förekommer låga halter i ytlig jord, och inga påvisade halter överskrider 3 µg/kg.

3.1.20 2101 Brandstation öst

bilaga B03 och B04 redovisas karta med resultat för PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord (0–0,3/0,4 meter under markytan) inom delområdet. Proverna är uttagna i rutnät.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i ytlig jord. Resultaten visar att det förekommer låga halter inom området och uppmätt maximal halt inom delområdet är 5,3 µg/kg PFAS11.

Området anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.1.21 Bana 2

I bilaga B01 och B02 redovisas kartor med resultat för PFAS4 och PFAS11 i enskilda provgröpar där undersökningar gjorts på 0–1 meter under markytan.

Resultaten visar att det generellt förekommer låga halter inom området, varav den högsta uppmätta halten ligger på 4,1 µg/kg PFAS11. Tabell 3 redovisar statistik för delområdet.

Tabell 3. Halter av PFAS4 och PFAS11 i yttjord för delområdet Bana 2. Vid beräkning av statistiska värden har halter under laboratoriets rapporteringsgräns antagits vara noll. Alla halter anges i µg/kg TS.

Område	Antal Analyser	Ämne	Minimum	Maximum	Medel	Median	UCLM 95	LCLM 5
Bana 2	16	PFAS11	0,13	4,1	0,89	0,54	4,1	0,13
Bana 2	16	PFAS4	0,13	2,9	0,72	0,48	2,9	0,13

Delområdet anses vara avgränsat inom ramen för föreliggande utredning.

3.2 Grundvatten

I bilaga B sammanfattas statistik från grundvattenundersökningar och i bilaga B05 och B06 redovisas kartor med högsta uppmätta halt för PFAS4 och PFAS11 i respektive grundvattenrör. Vid beräkning av statistiska värden har halter under laboratoriets rapporteringsgräns antagits vara noll. Nedan sammanfattas resultaten per grundvattenområde samt med hänvisning till delområden för jord (Figur 2).

3.2.1 Grundvattenområde A (inkl. 1807 Brandövningsplatsen)

Resultaten visar att det ställvis förekommer höga PFAS4 och PFAS11 halter inom Grundvattenområde A. Högst föroreningshalter förekommer i delområde 1807 brandövningsplatsen, med en maximal halt på 3 000 000 ng/l PFAS11 uppmätt under 2011. I samma rör uppmättes halter på 270 000 ng/l PFAS 11 under 2021. Påvisade halter inom och i anslutning till 1807 verkar avta i samtliga väderstreck, men är fortsatt höga norrut och sydväst in i delområde 2003 Brandstation City med uppmätta halter till och med 1 000 ng/l.

Det förekommer även höga halter i grundvattnet väster om 1806 Brandstation Väst med påvisade halter upp till 2 700 ng/l PFAS11. Dessa halter avtar västerut och söder ut.

I och i anslutning till delområden 2037 Logistik City och 1809a Brandstation Kolsta har det påvisats höga halter upp till 4 900 ng/l PFAS11 och 4 200 ng/l PFAS4. Dessa halter verkar avta i samtliga väderstreck.

Det förekommer även förhöjda halter inom centrala delarna av Arlanda flygplatsområde in mot grundvattenområde B, med uppmätta halter till och med 1 000 ng/l PFAS11. Uppmätta halter verkar avta i sydvästlig riktning.

Det förekommer höga halter av PFAS4 (1 500 och 1 700 ng/l) väster om Bana 1.

3.2.2 Grundvattenområde B

I bilaga B05 och B06 redovisas kartor med högsta uppmätta halt för PFAS4 och PFAS11 i respektive rör inom delområdet.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i grundvattnet.

Resultaten visar att det ställvis förekommer höga halter inom Grundvattenområde B, med högst halter uppmätta nordväst om Halmsjön i delområde 1802 Ramp K. Högst uppmätta halt av PFAS11 är 3 500 ng/l vilket uppmättes 2021. Högst uppmätta halt av PFAS4 i samma grundvattenrör är 1 800 ng/l. Halterna verkar avta i sydlig riktning mot Halmsjön.

Det förekommer även förhöjda halter i östra delen av delområde 1808 Gamla brandövningsplatsen (Figur 2) med en maximal halt på 420 ng/l för både PFAS4 och PFAS11 uppmätt under 2010.

Generellt påvisas låga halter i norra delen av Grundvattenområde B.

3.2.3 Grundvattenområde C

I bilaga B05 och B06 redovisas kartor med högsta uppmätta halt för PFAS4 och PFAS11 i respektive rör inom delområdet. I grundvattenområde C är endast ett fåtal rör placerade, angränsande mot Stockholmsåsen B och Stockholmsåsen C (se underkapitel nedan).

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i grundvattnet. Resultaten visar att det ställvis förekommer höga halter på en plats inom grundvattenområdet. Högst halter har uppmätts i den östra delen av 1803a, Caravelleolyckan, med en maximal halt på 1 100 ng/l PFAS4 och 1 200 ng/l PFAS11 vilket uppmättes 2022.

Generellt påvisas låga halter i södra delen av Grundvattenområde C.

3.2.4 Stockholmsåsen B

I bilaga B05 och B06 redovisas kartor med högsta uppmätta halt för PFAS4 och PFAS11 i respektive rör inom delområdet.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i grundvattnet. Resultaten visar att det ställvis förekommer förhöjda halter inom Stockholmsåsen B. Högsta uppmätta halt förekommer i södra delen av Stockholmsåsen B, väster om Bana 3, med en uppmätt halt på 230 ng/l PFAS11 från 2023. Detta är tätt efterföljt av en halt på 220 ng/l som uppmätts 2022 i norra delen av grundvattenområdet, öster om Halmsjön. Högsta PFAS4 halt i grundvatten är 26 ng/l.

Förhöjda halter av PFAS 4 och PFAS 11 har också påträffad i norra delen av Stockholmsåsen B, öster om Halmsjön. Högsta uppmätta halt av PFAS4 var 180 ng/l och för PFAS11 220 ng/l i detta område.

3.2.5 Stockholmsåsen C

I bilaga B05 och B06 redovisas kartor med högsta uppmätta halt för PFAS4 och PFAS11 i respektive rör inom delområdet. Inom Stockholmsåsen C är endast ett fåtal rör placerade, utspritt över området.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i grundvattnet. Resultaten visar att det förekomma förhöjda halter inom Stockholmsåsen C. Högsta uppmätta halt förekommer i de norra delarna av grundvattenområdet, med en halt på 170 ng/l PFAS4 och 210 ng/l PFAS11 uppmätt under 2022.

Då endast ett fåtal rör är placerade på området så är lokala trender svåra att tolka, men möjligen verkar halterna avta söderut.

3.2.6 Stockholmsåsen D

I bilaga B05 och B06 redovisas kartor med högsta uppmätta halt för PFAS4 och PFAS11 i respektive rör inom delområdet. Inom Stockholmsåsen D är endast ett fåtal rör placerade, mot Stockholmsåsen C och Grundvattenområde B.

I bilaga B redovisas statistik för både PFAS4 och PFAS11 i grundvattnet. Resultaten visar att det förekommer låga halter inom området, med en högsta uppmätt halt på 8,3 ng/l för både PFAS4 och PFAS11 från 2014.

3.3 Enskilda brunnar

Statistik gällande PFAS i enskilda brunnar redovisas inte då projektet fortfarande pågår. Detta blir aktuellt vid en slutredovisning.

Analysresultat för grundvatten för de enskilda brunnarna för PFAS4, PFAS11 och PFAS21 redovisas i bilaga B7, B8 och B9. Förhöjda PFAS halter påträffades direkt nordöst om flygplatsområdet samt direkt sydväst, både nedströms av grundvattengradient åt båda hållen. Högsta uppmätta halt

PFAS4 är 1 700 ng/l, PFAS11 och PFAS21 både 1 000 ng/l. Dessa brunnar förekommer inom flygplatsområdet och används inte längre.

Resultaten visar att halter av både PFAS4 och PFAS11 över 90 ng/l har påvisad i två brunnar utanför flygplatsområdet, medan halter över 4 ng/l för PFAS4 har påvisad i åtta brunnar utanför flygplatsområdet.

3.4 Dag och ytvatten

Resultaten från dag- och ytvattenprovtagningen har delats in i större avrinningsområden. Dessa har sedan delats in i mindre delområden. Statistik för dessa redovisas i bilaga B med tillhörande kartor i bilagor B10 och B11. I underkapitel sammanfattas resultaten per delområde.

För indelning av avrinningsområden se Bilaga B10 och B11.

3.4.1 Avrinningsområdet Märstaån A

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 inom delområdet. Avrinningsområdet Märstaån A omfattar Märstaån efter sammanflödet mellan Kättstabäcken och Halmsjöbäcken.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11. Resultaten visar att det generellt förekommer förhöjda halter av PFAS11 inom delområde Märstaån A, med en högsta uppmätta halt på 500 ng/l PFAS11 från år 2019. Halten uppmättes i norr, där delområdet Märstaån B går över till Märstaån A. Även en högsta halt av PFOS på 150 ng/l uppmättes i samma prov.

Halterna PFAS11 förblir förhöjda nedströms, men minskar något när avståndet ökar från flygplatsområdet. Samma trend återfinns i halterna PFOS. Både halterna av PFOS och PFAS11 ökar dock igen till 120 respektive 220 ng/l vid en nedströms avstickare mot Steningedalens naturreservat.

3.4.2 Avrinningsområdet Märstaån B

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 i inom delområdet. Märstaån B omfattar Kättstabäcken innan sammanflödet mellan Kättstabäcken och Halmsjöbäcken och omfattar därmed både ytvatten i ån och dagvatten från flygplatsområdet som leds ut i recipienten.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i yt- och dagvatten. Resultaten visar att det förekommer högst halter inom dagvattennätet. Högst uppmätta halt av PFAS11 är 15 000 ng/l från år 2019. Halten uppmättes i den norra delen av flygplatsområdet, i nära anslutning till delområde 1807 Brandövningsplatsen. Även en högsta halt av PFOS på 8 000 ng/l uppmättes i samma prov.

Halterna i ytvattnet i Märstaån uppvisar en förhöjning av både PFAS11 och PFOS nedströms utloppen från dagvattnet jämfört med påvisade halter i norr. De förhöjda halterna påvisas hela vägen nedströms till övergången till Märstaån A.

3.4.3 Avrinningsområdet Märstaån C

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 inom delområdet. Märstaån C omfattar den nordöstra delen av Halmsjöbäcken uppströms av Halmsjö.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i yt- och dagvatten. Resultaten visar att det förekommer högst halter inom eller i nära anslutning till dagvattennätet. Högst uppmätta halt av PFAS11 är 2 000 ng/l från år 2019. Halten uppmättes i den norra delen av flygplatsområdet, direkt öster om delområde 1808 Gamla Brandövningsplatsen. Även en högsta halt av PFOS på 320 ng/l uppmättes i samma prov. Uppströms från dagvattennätet påträffas jämförelsevis lägre halter i Märstaåns ytvatten.

Tydligt förhöjda halter av både PFAS11 och PFOS noteras även i nedströms i Halmsjöns ytvatten och dagvattennätet som leder ut i sjön.

3.4.4 Avrinningsområdet Märstaån D

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 i inom delområdet.

Märstaån D omfattar de centrala delarna av flygplatsområdet och därmed Halmsjöbäcken efter den rinner ut från Halmsjö. Området inkluderar därmed både ytvatten i Halmsjöbäcken och dagvatten från flygplatsområdet som leds ut i recipienten.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i yt- och dagvatten. Resultaten visar att det förekommer högst halter inom eller i nära anslutning till dagvattennätet i sydvästra delen av flygplatsområdet. Den högsta uppmätta halten av PFAS11 är 14 000 ng/l från år 2018, i en provpunkt i anslutning till delområde 1809b Snötipp Tömningsområde. Högsta uppmätt halt av PFOS är 2 400 ng/l från år 2019, i en provpunkt i anslutning till 1809a Brandstation Kolsta. Samtliga prov med kraftigt förhöjda halter är tagna i eller i anslutning till delområden 1809a Brandstation Kolsta, 1809b Snötipp tömningsområde och 2307 Logistik city.

3.4.5 Avrinningsområdet Märstaån E

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 i inom delområdet. Avrinningsområdet Märstaån E omfattar bäcker som rinner norrut in i Halmsjö.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i yt- och dagvatten. Resultaten visar att det förekommer lägre halter i Märstaån E än i norrliggande områden Märstaån F och Märstaån C. Högst uppmätta halt av PFAS11 är 62 ng/l från år 2022 och högst uppmätta halt PFOS är 20 ng/l i samma prov.

3.4.6 Avrinningsområdet Märstaån F

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 i inom delområdet.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i yt- och dagvatten. Resultaten visar att det förekommer högst halter i anslutning till utloppet från Halmsjön från område Märstaån C, samt dagvattnet i samma område. Högst uppmätta halt av PFAS11 är 480 ng/l från år 2019.

Högsta uppmätta halt av PFOS härstammar från recipienten, invid ett annat dagvattenutlopp centralt i delområdet. Detta utlopp kommer från dagvatten i öster. Halten uppmäter 420 ng/l PFOS och är från år 2012. Även PFAS11 var tydligt förhöjt i samma prov med en halt på 460 ng/l.

Generellt minskar halterna i sydvästlig riktning mot område Märstaån E.

3.4.7 Avrinningsområdet Storån

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 i inom delområdet. Storån rinner i nordvästlig riktning från Vidboån A i sydöst till Uppsala i nordväst. Inom delområde Storån ingår bara ytvatten, då området är beläget nordväst utanför flygplatsens verksamhetsområde.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i yt- och dagvatten. Resultaten visar att det förekommer lägre halter i Storån än i Märstaån som ligger i kontakt med flygplatsens dagvattennät. Högst uppmätt halt av PFAS11 uppgår i 45 ng/l i anslutning till Uppsala tätort. Halterna minskar med ökat avstånd från flygplatsområdet, för att öka igen i angränsning till Uppsala och ut mot Mälaren.

3.4.8 Avrinningsområdet Vidboån A

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 i inom delområdet. Vidboån rinner norrut i riktning med Stockholmsåsen ut i Storån som beskrivs ovan. I Vidboån A ingår den norra delen av Vidboån, och omfattar endast ytvatten nedströms från flygplatsområdet.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i ytvatten. Resultaten visar att det förekommer förhöjda halter i södra delen av Vidboån A belägen närmare flygplatsen. Högst uppmätt halt av PFAS11 är 280 ng/l i ett prov från år 2021, taget i närheten av Märstaån C. Högsta uppmätta halt av PFOS är 150 ng/l från samma prov. Förhöjda halter förekommer även direkt nedströms från Vidboån B. Lägst halter förekommer i den nordvästra delen av Vidboån A.

3.4.9 Avrinningsområdet Vidboån B

I bilaga B10 och B11 redovisas kartor med uppmätta halter för PFOS och PFAS11 i inom delområdet. Vidboån rinner norrut i riktning med Stockholmsåsen ut i Storån som beskrivs ovan. I Vidboån B ingår de södra delarna av Vidboån, direkt öster och flygplatsområdet och omfattar endast ytvatten.

I bilaga B redovisas statistik för både PFOS och PFAS11 i ytvatten. Resultaten visar att det ställvis förekommer tydligt förhöjda halter i de norra delarna av Vidboån B. Halterna minskar i sydvästlig och nordöstlig riktning. Högsta uppmätta halt av PFAS11 uppgår i 350 ng/l och uppmättes under år 2018. Även högsta halt av PFOS (220 ng/l) uppmättes i samma prov.

3.5 Sediment

Högst halt i sediment påträffades i Västra Rosersbergsbäcken och uppmättes till 160 mg/kg PFAS11. Halterna verkar vara lägre i Måbytunnelns utlopp än inlopp, med 57 mg/kg respektive 130 mg/kg PFAS11.

3.6 Fisk

I bilaga B12 redovisas kartor med resultat för PFAS i fisk. Provtagningen genomfördes på ökande avstånd från flygplatsen i de två primära spridningsriktningarna för PFAS, dels i västlig och sydvästlig riktning och dels i nordöstlig riktning.

I bilaga B redovisas statistik för PFOS och PFAS20 i fisk. Resultaten visar att förhöjda halter av PFAS förekommer nedströms flygplatsen. PFOS utgör > 90 % av den totala halten PFAS20 i fisk. Högsta uppmätta halt inom undersökningsområdet är 320 µg/kg PFOS och PFNA i abborre, i en damm ca 100 meter nedströms sammanflödet mellan Kättstabäcken och Halmsjöbäcken (Sweco, 2021).

3.7 Växter

I bilaga B13 redovisas karta med resultat för PFAS4 i gräs. Provtagningen genomfördes i två områden i de två primära spridningsriktningarna för PFAS; nordost om flygplatsen (Växtområde A) samt vid en damm ca 100 meter nedströms sammanflödet mellan Kättstabäcken och Halmsjöbäcken (Växtområde B).

I bilaga B redovisas statistik för PFAS4 i gräs. Resultaten visar att förhöjda halter av PFAS förekommer i både Växtområde A och B. Högsta uppmätta halt inom de två undersökningsområdena är 6,1 µg/kg i Växtområde B.

4. Referenser

- Lidbaum, M. (2018). Kartläggning av platser på Stockholm Arlanda Airport där brandskummet AFFF har använts.
- Livsmedelsverket. (den 24 februari 2020). *Riskhantering - PFAS i dricksvatten och fisk*. Hämtat från Livsmedelsverket:
<https://www.livsmedelsverket.se/produktion-handel--kontroll/dricksvattenproduktion/riskhantering-pfaa-i-dricksvatten>
- 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*. Nr B 2232. Stockholm: IVL Swedish Environmental Research Institute.
- Rosenqvist, L., Vestergren, R., Westberg, E., Eliaeson, K., Norström, K., Liljeberg, M., . . . Rahmberg, M. (2017). *Spridning av högfluorerade ämnen i mark från Stockholm Arlanda Airport. Förutsättningar för beräkning av platsspecifika riktvärden*. Nr B 2289. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Sweco. (2021). *Provtagning och analys av PFAS i fisk nedströms Arlanda Airport 2021-12-10*.
- Sweco VBB VIAK. (2002). *Stockholm Arlanda Flygplats Grundvattenförhållanden*.
- Sweco VBB VIAK. (2007). *Stockholm Arlanda Flygplats Grundvatten Förhållande*.
- Swedavia. (2023). *Källor till PFAS i Märstaån*.