

Mg OK 22/5/14
D

HANDLINGSPLAN PFAS

Swedavia AB - Stockholm Arlanda Airport

Revisionsförteckning

Rev	Datum	Upprättad av	Information
00.01	2016-04-01	Malin Fridlund, Magnus Nordström	Handlingsplanens innehåll och tidsplan.
01.00	2016-06-22	Magnus Nordström	Fastställande av handlingsplan, version 1.0 dok.nr. D 2016-005514, daterad 2016-06-22.
02.00	2017-09-26	Malin Lidbaum	Handlingsplanen överflyttas till nytt dokumentsystem inom Swedavia och får nytt dokumentnummer och ny datering; version 2.0 dok.nr. LS 2017-004845, daterad 2017-09-26. Oförändrat innehåll jämfört med version 1.0.
03.00	2019-06-20	Malin Lidbaum	Uppdatering av handlingsplanens innehåll, ersätter version 2.0 dok.nr. LS 2017-004845, daterad 2017-09-26. Handlingsplanen omfattar poly- och perfluorerade ämnen (PFAS) och planen gäller tillsvidare. Remissversion till Länsstyrelsen i Stockholms län.
04.00	2019-10-24	Malin Lidbaum	Handlingsplanens tidsplaner uppdaterade, remissversion till Länsstyrelsen i Stockholms län, Sigtuna kommun, Käppalaförbundet och Naturvårdsverket.

HANDLINGSPLAN PFAS

Swedavia AB - Stockholm Arlanda Airport

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	SYFTE OCH OMFATTNING	4
2	VATTEN VID STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT	5
3	KRAV ENLIGT MILJÖDOM.....	7
4	ANSVAR.....	7
4.1	Kostnadsansvar.....	7
5	ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING AV HANDLINGSPLANEN.....	7
5.1	Analys av PFAS-ämnen	8
6	AKTIVITETER I HANDLINGSPLANEN	8
6.1	Utredningar samt PFAS-undersökningar med syfte att fastställa och avgränsa källor till PFAS i jord	8
6.2	PFAS-undersökningar med syfte att undersöka spridning av PFAS via vatten	9
6.2.1	PFAS i dagvatten och ytvatten.....	9
6.2.2	PFAS-undersökningar i enskilda dricksvattenbrunnar.....	11
6.3	PFAS i spillvatten.....	12
6.4	PFAS och akvifäranläggningen.....	13
6.5	Riskbedömning.....	14
6.6	Åtgärder för att reducera risker med PFAS	15
6.6.1	Mark och grundvatten	15
6.6.1.1	Åtgärdsförberedande pilotförsök.....	15
6.6.1.2	Åtgärdsutredning.....	16
6.6.2	PFAS-åtgärder i dagvatten.....	17
6.6.2.1	Reningsanläggning för PFAS	17
6.6.3	PFAS-åtgärder i enskilt dricksvatten	18
6.7	Planer för brandövningsverksamheten	18
6.8	Konceptuell modell PFAS.....	19
6.9	Hantering av PFAS-data och uppbyggande av en databaslösning PFAS.....	19
6.10	Övrigt PFAS	20
6.10.1	PFAS i grundvatten.....	20
7	SAMMANSTÄLLNING ÖVER TIDIGARE GENOMFÖRT ARBETE.....	21

1 SYFTE OCH OMFATTNING

Syftet med denna handlingsplan är att redovisa den övergripande strategi och de aktiviteter som ligger i planen för Swedavias hantering av föroreningar i den yttre miljön inom Stockholm Arlanda Airport. Handlingsplanen omfattar PFAS¹-ämnen vilket är den ämnesgrupp som förekommer i störst utsträckning i miljön vid flygplatsen och som har störst benägenhet att sprida sig i miljön.

Orsaken till den föroreningssituation av PFAS-ämnen i mark och vatten som idag finns på flygplatsen är den historiska användningen av ett filmbildande brandsläckningsskum (AFFF, aqueous film forming foam) som innehöll PFAS-ämnen. Brandövningar har genomförts vid flera platser sedan flygplatsen grundades och ett antal skarpa räddningsinsatser har utförts i samband med incidenter. AFFF-skummet användes från i början av 1980-talet och år 2009 införde Swedavia ett internt övningsförbud med AFFF-skum på Arlanda. År 2010 sanerades brandbilarna och det fluorfria skummet Moussol-FF 3/6 infördes.

Swedavias övergripande strategi och mål med PFAS-arbetet är att genom kartläggning av PFAS-föroreningen genomföra riskbedömningar, utreda åtgärdsbehov och att arbeta för att hitta förutsättningar för praktiska och kostnadseffektiva åtgärder på strategiska platser för att minska påverkan på omgivningen. Prioritet ligger på att hantera PFAS-föroreningen inom brandövningsområdet och att hantera spridningen av PFAS-ämnen via vatten till nedströms recipienter.

Handlingsplanen omfattar föroreningar i miljön som exempelvis mark, vatten och sediment. Den omfattar inte föroreningar i exempelvis byggnadsmaterial och inomhusmiljö om dessa inte härstammar från den yttre miljön. Föroreningar av annan typ än PFAS har i stor utsträckning åtgärdats tidigare samt att nyupptäckta föroreningar utreds och omhändertas löpande, vilket är anledningen till att handlingsplanen enbart omfattar ämnesgruppen PFAS.

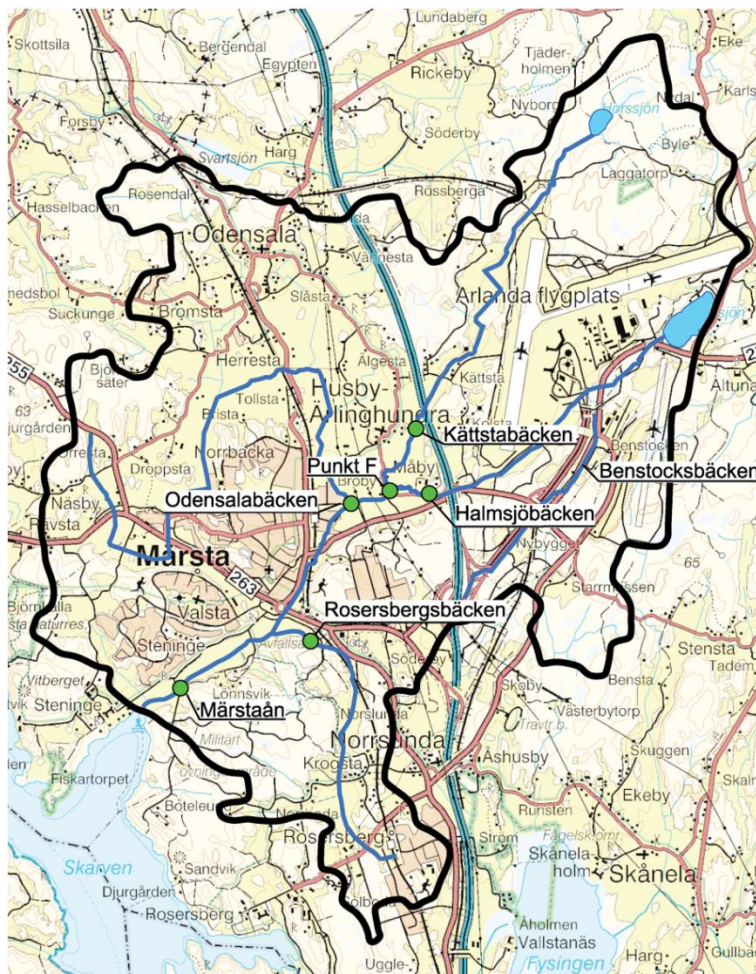
Handlingsplanen omfattar Stockholm Arlanda Airport och gäller tillsvidare. Det ska vid var tid finnas en handlingsplan som flygplatsen arbetar enligt och handlingsplanen ska revideras vid behov. Denna handlingsplan ersätter "Handlingsplan för PFOS och andra föroreningar 2016-2018" - Stockholm Arlanda Airport, Swedavia AB, D 2016-005514, daterad 2016-06-22, version 01.00. Handlingsplanen har senare fått ett nytt dokumentnummer till följd av införandet av ett nytt dokumentsystem inom Swedavia; dokumentnummer

¹ Poly- och perfluorerade alkylsubstanser vilket innefattar många ämnen exempelvis PFOS och PFOA. PFOS står för perfluoroktansulfonat och PFOA för perfluoroktansyra. PFAS-föroreningar härstammar från tidigare användning av ett brandsläckningsskum på flygplatsen.

LS 2017-004845, daterad 2017-09-26, version 2.0, med identiskt innehåll som i dokument D 2016-005514.

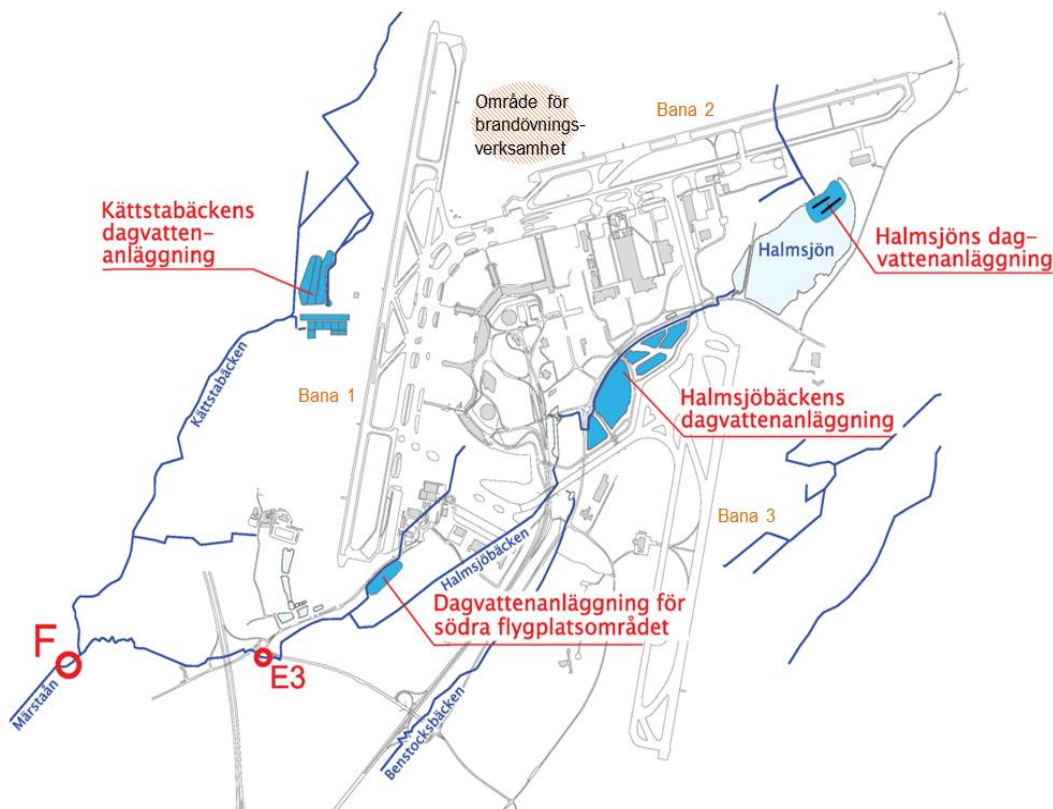
2 VATTEN VID STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT

Stockholm Arlanda Airport är belägen i den nordöstra delen av Märstaans avrinningsområde, se figur 1 nedan. Inom avrinningsområdet avvattnas flygplatsen via de två delflödena Kättstabäcken och Halmsjöbäcken som rinner samman vid Broby (punkt F) sydväst om flygplatsen, vilket också är recipientpunkten för flygplatsens dagvatten. Kättstabäcken rinner väster om flygplatsen och Halmsjöbäcken rinner genom flygplatsområdets östra del. Från Broby rinner Märstaån söderut genom Märsta samhälle, huvudsakligen genom en tunnel, ner till Mälaren. Cirka en kilometer nedströms punkt F ansluter Odensalabäcken, som avvattnar den västra delen av Märstaans avrinningsområde, och i Märsta samhälle ansluter Rosersbergsbäcken som avvattnar den södra delen av avrinningsområdet.



Figur 1. Märstaans avrinningsområde.

I figur 2 presenteras de två delområdena inom avrinningsområdet och Swedavias dagvattenanläggningar i mer detalj. Halmsjöbäckens avrinningsområde sträcker sig från omgivningarna norr om Halmsjön till sammanflödet med Kättstabäcken vid Broby (punkt F). **Avrinningen från skogsområdet norr om bana 2 avleds till Halmsjön via en kulvert under bana 2** och nedströms Halmsjön rinner bäcken förbi Halmsjöbäckens dagvattenanläggning (HDA) innan den leds in i en tunnel, söder om flygplatsen. Efter tunneln rinner bäcken i öppet dike ner till Broby. Hela bana 3 med tillhörande taxibanor avvattnas till Halmsjöbäcken via HDA. Förutom HDA ligger även Halmsjöns dagvattenanläggning (HSDA) och den södra dagvattenanläggningen (SDA) inom Halmsjöbäckens avrinningsområde. Avrinningsområdet domineras i de övre delarna av skogsmark, de mellersta delarna av flygplatsen och de nedre delarna av delvis öppen mark. Till Halmsjöbäcken rinner även **Benstocksbäcken** som avvattnar långtidsparkeringar, bebyggda områden samt ett skogsområde söder om flygplatsen.



Figur 2. Stockholm Arlanda Airport med Kättstabäcken och Halmsjöbäcken som leder vidare till Märstaån och Mälaren, samt Swedavias fyra dagvattenanläggningar.

3 KRAV ENLIGT MILJÖDOM

Enligt den uppskjutna frågan U5 i mark- och miljödomstolens deldom 2013-11-27 i mål nr M 2284-11 ska Swedavia, senast sex månader efter det att domen har tagits i anspråk, till tillsynsmyndigheten redovisa en handlingsplan för arbetet avseende förekomsten och spridningen av PFOS och andra eventuella föroreningar från flygplatsen. Handlingsplanen ska omfatta kartläggning och åtgärder för att minska miljöpåverkan. Swedavia ska redovisa resultatet av genomförda åtgärder i miljörapporterna.

Swedavia har valt att låta handlingsplanen omfatta hela ämnesgruppen PFAS och inte enbart det enskilda ämnet PFOS.

PFAS-arbetet bedrivs inom ramen för tillsynen och handlingsplanen för PFAS (villkor U5) i samförstånd med tillsynsmyndigheten.

4 ANSVAR

PFAS-arbetet på Stockholm Arlanda Airport är av omfattande karaktär där kartläggningar, riskbedömningar, åtgärdsutredningar och åtgärder delvis bedrivs parallellt inom flera olika frågeställningar. För att hålla ihop och styra arbetet med möjlighet till beslut om nödvändiga prioriteringar mellan frågeställningar har Swedavia valt att organisera arbetet enligt principen en huvudansvarig och flera delansvariga funktioner. De delansvariga ansvarar för ett eller flera av de delprojekt/frågeställningar som drivs inom ramen för handlingsplanens aktiviteter eller dess syften.

Då Swedavia genomgår en omfattande omorganisation vid tidpunkten för fastställandet av denna handlingsplan har Swedavia valt att inte gå in närmare på organisation och ansvar än i ovanstående stycke. Ansvarsfördelningen finns definierad inom Swedavia.

4.1 Kostnadsansvar

Kostnadsansvar för delprojekt/aktiviteter finns preciserat inom Swedavia och budgeterade kostnader finns inkluderade i Swedavias budgetdokument.

5 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING AV HANDLINGSPLANEN

Det arbete som bedrivs för att hantera PFAS-situationen vid Stockholm Arlanda Airport är en stegvis process som utgår ifrån att identifiera källor till PFAS som påverkar recipienter. Därefter identifieras PFAS-relaterade risker inom och utanför flygplatsområdet som ett underlag för att bedöma åtgärdsbehov för att

nå en acceptabel nivå med avseende på påverkan på människors hälsa och miljön. I arbetet ingår att genomföra de åtgärder som bedöms vara nödvändiga och kostnadseffektiva. Aktiviteter i handlingsplanen bedrivs i delar parallellt med varandra och ett beroende mellan en eller flera aktiviteter kan finnas.

5.1 Analys av PFAS-ämnen

För grundvatten, dricksvatten, dagvatten och spillvatten tillämpas Livsmedelsverkets rekommendation för analysomfattning vid dricksvattenanalys, vilket är praxis vid tidpunkten för fastställandet av denna handlingsplan. Detta innebär att vid handlingsplanens fastställande ska elva PFAS-ämnen analyseras som baspaket i dessa vatten, här kallat PFAS11. I PFAS11 ingår PFAS-ämnena PFBS, PFHxS, PFOS, 6:2 FTS, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA och PFDA. Enligt praxis utgör **PFAS11** även den minsta analysomfattningen för jordprov.

6 AKTIVITETER I HANDLINGSPLANEN

I följande avsnitt presenteras de aktiviteter som ingår i handlingsplanen för PFAS-arbetet vid Stockholm Arlanda Airport under år 2019 och efterföljande år (avsnitten 6.2-6.10).

6.1 Utredningar samt PFAS-undersökningar med syfte att fastställa och avgränsa källor till PFAS i jord

År 2018 har ett omfattande arbete genomförts med syfte att ytterligare fördjupa kunskapen kring möjliga källor till PFAS inom flygplatsområdet. Fördjupade intervjuer har genomförts med personal som har kunskap från den tidsperiod när brandskum inom området innehöll PFAS. Vidare har flera fältinventeringar genomförts med personal. Vidare har flygfoton från den aktuella tidsperioden analyserats för att bättre förstå brandövningsverksamheten med PFAS-innehållande skum. I det fortsatta arbetet kompletteras informationen ytterligare vid behov.

Sammantaget har detta gett fördjupad information om skumanvändning vid den gamla och nya brandövningsplatsen samt information om ett flertal potentiella källområden där PFAS-innehållande skum kan ha använts utöver dessa brandövningsplatser.

Baserat på denna information blir en viktig del av handlingsplanen en omfattande miljöteknisk markundersökning som syftar till att:

- A. Bättre avgränsa PFAS-förekomst i jord vid den nya brandövningsplatsen samt PFAS-transport från denna.

- B. Identifiera övriga relevanta PFAS-källzoner utöver brandövningsplatsen.
- C. Avgränsa PFAS-förekomst i jord vid övriga relevanta källzoner samt PFAS-transport från dessa.

För varje undersökningsområde uppnås ovanstående syften genom följande metodik:

- 1) Upprättande av en provtagningsplan i ett rutnät som täcker hela det potentiella källområdet.
- 2) Jordprovtagning samt analys av PFAS i ytliga samlingsprov från varje ruta.
- 3) Införande av resultaten från steg 2 i en databas samt kartering med GIS.
- 4) För den existerande brandövningsplatsen: Kartering av PFAS-utbredning för att identifiera de viktigaste källområdena inom brandövningsplatsen och dess närområde. Därefter identifiering av provtagningspunkter för vertikal karaktärisering av PFAS-förekomst samt punkter för installation av grundvattenrör vid källområden samt nedströms dessa.
- 5) För övriga områden: Via kartering av PFAS-utbredning i ytjord fastställa vilka områden som är relevanta att undersöka vidare, därefter identifiering av provpunkter för vertikal karaktärisering samt installation av grundvattenrör.

Observera att omfattningen på utredningar utförs beroende på prioritet i förhållande till andra PFAS-aktiviteter inom Arlanda Airport.

Status 2019–10

En detaljerad rutnätsprovtagningsplan har tagits fram för ytlig jordprovtagning samt provtagningen är påbörjad.

Tidsplan

- | | |
|-----------|--|
| 2020 | Målet är att all provtagning av ytjord enligt provtagningsplanen ska vara genomförd under året 2020. |
| 2020-2021 | Den vertikala karaktäriseringen är planerad att genomföras under åren 2020-2021. |

6.2 PFAS-undersökningar med syfte att undersöka spridning av PFAS via vatten

6.2.1 PFAS i dagvatten och ytvatten

PFAS sprids primärt från Stockholm Arlanda Airport via grundvatten, dagvatten samt ytvatten. Denna spridning orsakar förhöjda PFAS-halter i Halmsjön, och Halmsjöbäcken samt vidare nedströms Märstaån. Spridningen orsakar också förhöjda halter i Kättstabäcken vilken i sin tur också belastar Märstaån med

förhöjda PFAS-halter. Vidare sker en spridning österut via vattenmatriser till Sigridsholmssjön och nedströms denna.

Spridning via grundvatten undersöks som en del av arbetet med PFAS-källor i jord (avsnitt 6.1). I handlingsplanen kommer också ett omfattande arbete att genomföras med haltmätningar i dagvatten och ytvatten. Syftet med detta arbete är att:

- A. Identifiera de viktigaste källorna till spridning till nedströms recipienter för att kunna avgöra vilka åtgärder som är nödvändiga för att reducera denna till en acceptabel nivå.
- B. Öka kunskapen kring PFAS-halter i nedströms recipienter för att kunna bedöma risker och åtgärdsbehov.

Detta arbete sker stegvist under:

- 1) Alla tidigare PFAS-analyser i ytvatten och dagvatten förs in i en databas.
- 2) Kartmaterial produceras samt **tidstrender** för att på en övergripande nivå förstå PFAS-situationen i ytvatten och dagvatten.
- 3) Utifrån resultaten i steg 2) planeras en omfattande provtagningskampanj under första halvåret 2019 med många mätpunkter i ytvatten som mäts i samma tidsintervall.
- 4) Provtagning genomförs enligt punkt 3).
- 5) Resultaten från steg 3) utvärderas för att reducera antalet provtagningspunkter samt identifiera platser **där flödesmätare och flödesproportionell provtagning av dagvatten skall genomföras.**
- 6) Mätningar genomförs i färre antal punkter vid fler tillfällen samt flödesproportionell provtagning.
- 7) Baserat på resultaten på steg 1 – 6 avgöra om halter i nedströms recipienter innebär ej acceptabla risker för vattenmiljö och människor som äter fisk.
- 8) Resultaten från steg 1–6 samt de undersökningar som beskrivs i avsnitt 6.1 ska leda till följande:
 - Fastställa de viktigaste PFAS-källorna² till Halmsjön.
 - Kvantifiera PFAS-bidraget från Halmsjön till förekomst av PFAS i Märstaån.
 - Fastställa de viktigaste PFAS-källorna till Kättstabäcken.

² Med ”källor” avses primära källor i jord, sediment etc. men också direkta utsläpp och utsläppspunkter till recipienter via dagvatten och grundvatten.

- Kvantifiera PFAS-bidraget från Kättstabäcken till förekomst av PFAS i Märstaån.
- Fastställa hur stor andel av PFAS-förekomst i Märstaån som härrör från Stockholm Arlanda Airport.
- Jämföra PFAS-bidraget från Halmsjön och Kättstabäcken för att avgöra om båda behöver åtgärdas i det fall PFAS-bidraget från Stockholm Arlanda Airport innebär ej acceptabla miljö- eller hälsorisker.

I detta arbete ingår även att utreda PFAS-förekomst i sediment, slam etc. i botten på dagvattendammar, snötippor etc.

Observera att omfattningen på utredningar utförs beroende på prioritet i förhållande till andra PFAS-aktiviteter inom Arlanda Airport.

Status 2019–10

Data har förts in i databasen. En provtagningsplan har tagits fram som omfattar omkring 60 stycken provpunkter i dagvatten och ytvatten i ett första steg. Provtagningen av dessa provpunkter har genomförts och arbetet med kompletterande provtagningar pågår.

Tidsplan

2019 Provtagning enligt provtagningsplan.

2019-2020 Aktivitet 5 och resterande delar är planerade att genomföras under åren 2019-2020.

6.2.2 *PFAS-undersökningar i enskilda dricksvattenbrunnar*

Ytterligare en recipient som kan påverkas nedströms flygplatsen är grundvatten och enskilda dricksvattenbrunnar. Därför är utredning av dessa en viktig del av handlingsplanen.

Sedan tidigare har ett 30-tal enskilda dricksvattenbrunnar undersökts på fastigheter som ägs av Swedavia. En bedömning av behovet att utöka denna provtagning kommer att genomföras genom att utvärdera alla haltmätningar av PFAS i grundvatten inom och utanför flygplatsområdet. I bedömningen inkluderas även, i den mån det är möjligt³, information om typ av brunnar från vilka vatten analyserats med avseende på PFAS (grävd eller borrarad) samt borrarprotokoll. Bedömningen av vilka ytterligare brunnar som eventuellt ska undersökas baseras även på kunskap om PFAS-spridningsmönster i ytligt och djupt (bergakvifär) grundvatten samt kunskap om geohydrologin i Arlandas närområde.

³ Ofta finns ingen information att tillgå från äldre brunnar.

Identifiering av ytterligare fastigheter med enskilda dricksvattenbrunnar baseras inte endast på förekomst av brunnar i SGUs brunnsregister eftersom detta inte täcker in alla förekommande enskilda dricksvattenbrunnar. Istället kontrolleras vilka fastigheter som är ansluta till kommunalt dricksvatten med stöd från respektive kommun.

Status 2019–10

Sedan tidigare har omkring 30 stycken enskilda dricksvattenbrunnar undersökts vid ett eller flera tillfällen.

Tidsplan

2020 Arbete med utvärdering och bedömning om behovet av ytterligare undersökningar genomförs år 2020.

6.3

PFAS i spillvatten

PFAS förekommer i flygplatsens spillvatten som leds till Käppala avloppsreningsverk på Lidingö vilket ägs av Käppalaförbundet. En del av handlingsplanen blir att utreda orsaken till förekomst av PFAS i spillvattnet från flygplatsen. Främst handlar det om att spåra källor från utlopp och uppströms tills alla källor är identifierade. Sådana källor är troligen vatten från brandövningsplats, snötippor och oljeavskiljare.

När källorna är identifierade tas en åtgärdsplan fram för att reducera belastningen på spillvatten till en acceptabel nivå. Åtgärder kan handla om borttagande av PFAS-förorenade matriser såsom sand och sediment i snötippor, slam samt behandling av spillvatten.

I Swedavias reningsanläggning Kolsta (B529) sker behandling (i främsta syfte att reducera tungmetaller) av spillvatten från exempelvis verkstäder, avisnings- och tvätthallar samt av dagvatten från brandövningsplatsen före avledning till det kommunala spillvattennätet och Käppala avloppsreningsverk. Ett slutsteg i reningsprocessen i Kolsta är behandling med kolfilter. Detta kolfilter har inte installerats för att behandla PFAS, men viss PFAS-reduktion sker ändå i anläggningen.

Denna del av handlingsplanen ska utvärdera möjligheterna att förbättra behandlingen av PFAS i Kolsta, exempelvis genom ytterligare kolfiltrering för att optimerat reducera PFAS.

Denna del av handlingsplanen ska också utvärdera behov och möjligheter att åtgärda snötippor för att säkerställa att PFAS inte sprids från dessa i en oacceptabel omfattning. Smältvattnet från snötipporna leds till Swedavias

spillvattennät och sedan till det kommunala spillvattnet, det passerar inte genom Kolsta reningsanläggning.

En sammanställning av arbetet kommer att upprättas där identifierade källor, strategi för åtgärder och genomförande redovisas. Denna information kommer att redovisas till tillsynsmyndighet, Sigtuna kommun och Käppalaförbundet. Vidare kommer halter i utgående spillvatten att följas över tid för att fastställa att åtgärderna ger efterfrågad effekt.

Tidsplan

2019-2020 Utredning och åtgärdsförslag.
2020-2021 Eventuella åtgärder.

6.4 PFAS och akvifäranläggningen

För energiändamål driver Swedavia en s.k. akvifäranläggning som nyttjar en del av grundvattenakvifären i Stockholmsåsen som återfinns utmed Halmsjöns östra kant. Akvifäranläggningen har en lokal inverkan på grundvattnets strömningsriktning och grundvattennivåer då anläggningen pumpar grundvatten via en värmeväxlare antingen från anläggningens kalla brunnar i norr till anläggningen varma brunnar i söder eller vice versa. Eftersom PFAS återfinns i grundvatten i samma område som akvifären så kan denna verksamhet potentiellt påverka spridningen av PFAS till yt- eller grundvatten. Redan idag begränsas spridningen av PFAS åt öster mot Sigridholmssjön genom att reglera grundvattennivån i akvifären enligt villkor 32 i gällande miljötillstånd. Utredningen i handlingsplanen syftar till att ta reda på om ytterligare åtgärder är nödvändiga.

Följande moment ingår för att utreda denna fråga:

1. Framtagande av en provtagningsplan som är tillräcklig för att besvara frågeställningen. Denna omfattar provtagning av grundvattenbrunnar kopplade till driften av akvifäranläggningen men även grundvatten väster om åsen och eventuellt under Halmsjön. Vidare ingår provtagning i avrinnande ytvatten på den östra sidan om Stockholmsåsen.
2. Provtagning enligt provtagningsplanen.
3. Utvärdering om akvifäranläggningen drift påverkar spridningen av PFAS till yt- och grundvatten, inklusive att beräkna masstransport av PFAS från akvifären till Halmsjön. Speciellt viktigt är att förstå hur stort bidrag den aktiva pumpningen från akvifären till Halmsjön innebär för spridningen av PFAS nedströms till Halmsjöbäcken och Sigridholmssjön.

4. Utredning om åtgärder är nödvändiga för att minska akvifärens påverkan på PFAS-belastning till nedströms recipienter.

I sammanhanget vägs också in andra utredningar inom handlingsplanen som syftar till att identifiera primära källor till PFAS som orsakar förekomst i grundvatten. Om sådana källor kan åtgärdas minskar troligen grundvattentransport till akvifäranläggningens närområde, och därmed minskar driftens inverkan på PFAS-transport till recipienter. En reglering av vattennivån i åsen med syfte att begränsa spridning österut kan utgöra en ökad belastning nedströms Halmsjön. Vidare ska utredningen avgöra om transporten av PFAS från Halmsjöbäcken till Märstaån innebär en sådan grad av risk att åtgärder är nödvändiga.

Tidsplan

2020-2022 Arbetet med provtagningsplanering, provtagning och utvärdering av PFAS-data genomförs under åren 2020-2022 efter prioritering utifrån helhetsperspektivet inom PFAS-arbetet.

6.5

Riskbedömning

Riskbedömning syftar till att avgöra om förekomst av PFAS i jord, grundvatten och ytvatten innebär en ej acceptabel hälso- eller miljörisk. För Arlanda behöver en platsspecifik riskbedömning genomföras med framtagande av platsspecifika riktvärden. I den platsspecifika riskbedömningen görs initialt en utvärdering av potentiella riskobjekt vilket kan vara:

- Personal och besökare inom flygplatsens område
- Terrestra ekosystem inom flygplatsens område
- Akvatiska ekosystem inom flygplatsens område
- Akvatiska ekosystem utanför och nedströms flygplatsens område
- Människor som äter fisk i PFAS-påverkade recipienter nedströms flygplatsen
- Djur som äter fisk i PFAS-påverkade recipienter nedströms flygplatsen
- Boskap som dricker PFAS-belastat vatten utanför och nedströms flygplatsens område
- Eventuell bevattning av åkermark utanför och nedströms flygplatsens område

Den exakta omfattningen av de platsspecifika riskbedömningarna kan först klargöras när resultaten från miljötekniska undersökningar av källzoner till PFAS (avsnitt 6.1) samt spridning av PFAS (avsnitt 6.2) har utvärderats.

Det är dock känt att Märstaån och Sigridsholmssjön är belastade av PFAS. För dessa riskobjekt ska således riskbedömningar genomföras enligt nedan.

Riskbedömningen för Märstaån och Sigridsholmssjön omfattar:

- mätning av PFAS-halter i fisk
- bedömning/beräkning av risker vid human konsumtion av fisk
- bedömning/beräkning av risker för predatorer som äter fisk (t.ex. rovfågel)
- risker för akvatiska ekosystem
- jämförelser med miljö kvalitetsnormer och utvärdering av kemisk status

För Sigridsholmssjön omfattar riskbedömningen även:

- bedömning av risker för boskap som betar i områden mot Sigridsholmssjön samt risker för människor som konsumerar kött från denna boskap; vid behov genomförs även mätning av PFAS i växter i detta område.

Tidsplan

2020	Riskbedömningar genomförs för Märstaån och Sigridsholmssjön.
2020-2022	Behovet av ytterligare riskbedömningar klargörs baserat på genomförda utredningar och eventuella kompletteringar av dessa samt riskbedömningar genomförs under åren 2020-2022.

6.6 Åtgärder för att reducera risker med PFAS

6.6.1 Mark och grundvatten

6.6.1.1 Åtgärdsförberedande pilotförsök

Det mest effektiva sättet att angripa problemet med PFAS vid Stockholm Arlanda Airport är att åtgärda källorna som orsakar spridning till grundvatten, dagvatten och ytvatten. Dessa källor förekommer troligen primärt i jord vid områden där det har förekommit brandövning med PFAS-innehållande brandskum, men även i sediment där PFAS ansamlats över tid.

Av praktiska skäl (mycket stora jordvolymmer med PFAS, få eller inga mottagningsanläggningar för PFAS-förorenad jord, störningar i verksamheten vid grävsanering samt mycket stora kostnader) behöver alternativ till grävsanering undersökas inom Stockholm Arlanda Airport. Inom ramen för handlingsplanen har därför ett projekt igångsatts för att testa olika metoder som kan användas för att reducera spridning av PFAS från de olika källzonerna.

Projektet omfattar test av följande metoder vid brandövningsplatsen:

- Stabilisering av PFAS i ytjord för att minska utlakning till grundvatten och ytvatten. Fältförsök under ca 2 år.
- Stabilisering av PFAS i grundvatten så att PFAS-spridning via grundvatten kraftigt reduceras. Fältförsök under ca 2 år.
- Termisk desorption av PFAS-förorenad jord följt av uppsamling av PFAS i luftfas på kolfilter. Laborieförsök där ISTD (In Situ Thermal Desorption) testas som en åtgärds metod för PFAS-förorenad jord.
- Jordtvätt följt av termisk behandling av slamfraktion. Laborieförsök hos expertleverantör av jordtvättlösningar i Centraleuropa. En viktig del av experimentet blir att utröna om termisk behandling (ISTD) av slamfraktionen kan användas som ett alternativ till extern deponering.
- Utökat fytopptag. Fältförsök under ca 2 år. Test av en metod där träd styrs att använda vatten från ett specifikt djup för att se om det kan utöka upptaget av PFAS till en nivå där trädupptag blir tillräckligt omfattande för att detta skulle kunna användas som en "slutputsning" av halter i en grundvattenplym.
- Projektet omfattar även en högupplöst karakterisering av PFAS-förekomst på olika djup och olika matriser för att fastställa exakt var (djup + matris) åtgärder behöver inriktas för att reducera uttransport till en lämplig nivå.

Status 2019-10

Möjliga leverantörer av åtgärds tekniker har identifierats under 2018 och under 2019 har en projektplan utarbetats. Laborieförsök och fältförsök eller förberedelser inför fältförsök igångsätts 2019/2020. Projektet avslutas år 2024 då slutrapporten för hela projektet inklusive åtgärdsutredningen är färdigställd.

Tidsplan

2019/2020-2024 De olika delstudierna genomförs under olika långa tidsperioder under åren 2019/2020-2024.

6.6.1.2 Åtgärdsutredning

För att avgöra vilken kombination av åtgärder som ska användas för att reducera risker med PFAS till en lämplig nivå genomförs en eller flera åtgärdsutredningar. Den exakta omfattningen av åtgärdsutredningarna och hur många som genomförs för olika källzoner kan först klargöras när resultaten från miljötekniska undersökningar av källzoner till PFAS (avsnitt 6.1) samt spridning av PFAS (avsnitt 6.2) har utvärderats. Resultaten från pilotförsöken utgör också mycket viktig information för åtgärdsutredningar. I åtgärdsutredningen kommer

även nyttan med grundvattenpumpning och behandling av grundvatten att utredas.

En åtgärdsutredning omfattar att arbeta fram ett flertal sanerings-/åtgärdsalternativ som alla uppfyller kravet på riskreduktion och övergripande åtgärds mål. De olika åtgärdsalternativen består av kombination av åtgärds tekniker. De olika åtgärdsalternativen kostnadsberäknas (nivå förprojektering) och utvärderas avseende nytta (miljö, hälsa och hållbarhet) kontra kostnader. Berörda ges möjlighet att värdera de olika åtgärdsalternativen och arbetet ska leda fram till ett val av ett slutgiltigt åtgärdsalternativ.

Tidsplan

2020-2024 Åtgärdsutredningar genomförs enligt identifierat behov under åren 2020-2024.

6.6.2 *PFAS-åtgärder i dagvatten*

6.6.2.1 Reningsanläggning för PFAS

Utöver att reducera transport från källzoner finns det också ett behov av att behandla utgående dagvatten som belastar nedströms recipienter. Inom handlingsplanen har därför ett projekt igångsattas med syfte att detaljprojektera en behandlingsanläggning där PFAS-halter i dagvatten reduceras till en lämplig nivå.

Projektet omfattar:

1. Ett kontrollprogram där halter av PFAS i dagvatten inom Stockholm Arlanda Airport mäts vid ett stort antal punkter vid flera tillfällen för att fastställa vilket dagvattenflöde som bör behandlas med avseende på PFAS.
2. Genom (flödes)mätningar och beräkningar uppnå en bättre hydrologisk förståelse av den dagvattenström som ska behandlas.
3. Mätningar och analyser för att bättre karaktärisera det dagvatten som ska behandlas med avseende både på PFAS-halter, men även andra viktiga parametrar som DOC/TOC, Fe/Mn, suspenderat material etc.
4. Laboratorietest följt av pilottest i fält som används för att identifiera de mest lämpliga teknikerna för både förbehandling av dagvatten samt reduktion/behandling av PFAS. Pilottest kommer att pågå under 6 – 12 månader.
5. Baserat på insamlade data, projektera både ett fördröjningssystem för dagvatten, förbehandling av dagvatten samt PFAS-behandling av dagvatten.

I projektet ingår även att utreda om membrantechnik kan användas för att behandla dagvatten.

Under år 2018 genomfördes en förstudie med syfte att fastställa förutsättningar för den detaljerade studie som nu genomförs inom ramen för handlingsplanen vilket ska leda till en detaljprojektering av en behandlingsanläggning.

Status 2019-10

Baserat på resultatet från utförd provtagning i dagvatten och ytvatten enligt aktivitet 6.2.1 genomförs kompletterande provtagningar och flödesmätningar inom utredningsarbetet för att fastslå lokalisering och dimensionering. Planeringen av laboratorieförsök har inletts.

Tidsplan

2019-2021 Utredning, laboratorietester, pilotstudier, projektering och byggnation av reningsanläggning genomförs under åren 2019-2021. Målet är att pilottesterna påbörjas under år 2020.

6.6.3 *PFAS-åtgärder i enskilt dricksvatten*

Om PFAS påträffas i dricksvatten (se avsnitt 6.2.2) i halter över Livsmedelsverkets åtgärdsgränser kommer Swedavia att genomföra åtgärder för att förse dricksvattenanvändarna med ett ersättningsvatten alternativt förändra fastighetens användningsområde om inom Swedavias verksamhetsområde.

Tidsplan

Beslutas efter behov.

6.7 **Planer för brandövningsverksamheten**

Swedavia utreder flytt av den befintliga brandövningsverksamheten som bedrivs på dagens brandövningsplats till att bedrivs på en annan lokalisering. Övningsplatsens nya lokalisering ska vara långsiktig och hållbar ur ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv.

En åtgärdsutredning kommer att beskriva vilken kombination av åtgärdsmetoder som blir nödvändiga att genomföra vid befintlig brandövningsplats och utredningen kommer bl.a. att baseras på resultaten av aktiviteterna som redovisas i avsnitt 6.6.1.1.

Tidsplan

2019- Arbetet för att etablera en ny brandövningsplats på ny lokalisering, avveckla nuvarande brandövningsplats, samt att vidta åtgärder för att hantera PFAS-föroreningen på befintlig brandövningsplats kommer att pågå under ett antal år framöver.

6.8 Konceptuell modell PFAS

Inom flygplatsen återfinns ett flertal PFAS-källor som orsakar exponering samt spridning till dagvatten, ytvatten och grundvatten. För att förstå kopplingen mellan förekomst och hur olika riskobjekt kan påverkas redovisar en konceptuell modell vilka riskobjekt som återfinns inom och utanför flygplatsen vilket exempelvis kan vara personal och ekologiska skyddsobjekt inom flygplatsen och dricksvattenbrunnar samt akvatisk miljö utanför flygplatsen. Vidare redovisas hur riskobjekten kan exponeras vid källområdet men också via spridning till dagvatten, ytvatten och grundvatten.

Behovet av konceptuell modell utvärderas när alla miljötekniska markundersökningar är genomförda.

Tidsplan

Beslutas efter behov.

6.9 Hantering av PFAS-data och uppbyggande av en databaslösning PFAS

Inom Stockholm Arlanda Airport har PFAS undersökts i grundvatten, ytvatten, dagvatten, sjövattnen, sediment och jord i ett flertal projekt sedan 2006. Det har funnits ett behov att sammanställa all denna information som ett underlag både för att förstå föroreningsituationen i nuläget men också för att styra kommande undersökningar inom ramen för handlingsplanen.

För detta syfte har en (Access©) databas skapats där alla analysdata rörande PFAS gradvis förs in. Databasen har kopplats till ett GIS-system för att producera resultatkartor. Databasen används vidare för att ta fram statistik, planera kommande provtagningar, samt stödja riskbedömningar och åtgärdsutredningar.

Status 2019–10

Databasen har färdigställts och majoriteten av PFAS-analyser i jord, dagvatten och grundvatten vid Stockholm Arlanda Airport har förts in. Kartor har tagits fram som visar PFAS-situationen i jord, dagvatten och grundvatten över hela flygplatsen.

Tidsplan

2019 Under år 2019 ska alla tidigare mätdata i dagvatten och ytvatten föras in i databasen. Tillkommande jord-, dag- och grundvattendata som löpande uppkommer vid undersökningar förs fortsättningsvis in i databasen för att hålla denna komplett.

6.10 Övrigt PFAS

Nedan redovisas ett ytterligare moment i handlingsplanen som inte omfattas av tidigare avsnitt.

6.10.1 *PFAS i grundvatten*

Vidare kartering av PFAS i grundvatten kommer vid behov att göras när källzonerna identifierats och avgränsats (se avsnitt 6.1). Det finns redan ett stort antal analyser av PFAS i grundvatten inom och utanför flygplatsen. När dessa data samutvärderats tillsammans med information om källzoner kan det avgöras om ytterligare provtagning av grundvatten samt installation av fler grundvattenrör är nödvändigt. I sammanhanget kommer även behovet att kartlägga spridning av PFAS i djupt grundvatten i bergakvifären att utvärderas.

I ett senare skede när källzoner till PFAS är kartlagda kan det bli aktuellt med modellering av urlakning och grundvattentransport från vissa källzoner som ett stöd för att bedöma potentiella transportavstånd, men också för att bedöma vilka källzoner som kan kopplas till PFAS förekomster i grundvatten. Om detta genomförs kommer kvantitativa spridningsmodeller att användas.

Tidsplan

2020-2022 Vidare karteringar av grundvatten, behov av kompletterande provtagning och utredning av spridning genomförs under åren 2020-2022.

7 SAMMANSTÄLLNING ÖVER TIDIGARE GENOMFÖRT ARBETE

Här följer en sammanställning över PFAS-arbetet och genomförda projekt, utredningar och åtgärder vid Stockholm Arlanda Airport inom ramen för Handlingsplan PFAS. Redovisningen utgår ifrån rubriksättningen i handlingsplanen.

År	Genomförda projekt, utredningar och åtgärder
2004	<p>MIFO fas 1</p> <p>Under 2004 genomfördes MIFO fas 1 på Stockholm Arlanda Airport.</p> <p>MIFO - Metodik för Inventering av Förorenade Områden. Fas 1 = Inventering och markering på kartor, riskklassning (ingen miljöteknisk markundersökning).</p>
2005-2009	<p>MIFO fas 2, inklusive en fördjupad undersökning av nya brandövningsplatsen</p> <p>Under åren 2005-2009 utfördes MIFO fas 2 inklusive en fördjupad undersökning av den nuvarande brandövningsplatsen.</p> <p>Fas 2 = Miljötekniska markundersökningar, fältarbeten med borrning, provtagning, mätningar och analyser.</p>
2009-2014	<p>Forskningsprojektet RE-PATH</p> <p>Under åren 2009-2014 bedrevs forskningsprojektet RE-PATH. I projektet ingick en nationell referensgrupp bestående av bl.a. myndigheter, konsulter och lokal fiskvårdsföreningar. En årlig rapport framställdes och publicerades externt. Projektet avslutades med ett heldagsseminarium på Nalen i Stockholm den 27 januari 2015.</p> <p>Bakgrund</p> <p><i>RE-PATH (Risks and Effects of the dispersion of PFAS on Aquatic, Terrestrial and Human populations in the vicinity of International Airports) var ett femårigt samfinansierat projekt mellan IVL och Swedavia. Projektet startades 2009 efter att förhöjda halter av PFAS konstaterats vid både Göteborg Landvetter Airport och Stockholm Arlanda Airport. Syftet med projektet har varit att undersöka effekter och risker med spridningen av PFAS från dessa flygplatser då dessa ämnen har läckt ut från brandövningsplatserna.</i></p>

2010	<p>PFAS-utredningar</p> <p>Under år 2010 genomfördes ett antal utredningar på Stockholm Arlanda Airport avseende PFAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Miljötekniska markundersökningar av sediment i Halmsjön • Utredning om PFAS-förekomst på Stockholm Arlanda Airport • Lakförsök på jordprover från brandövningsplatsen samt sediment från Halmsjön.
2010-2016	<p>Pilotanläggning för rening av PFAS-förorenat grundvatten</p> <p>Under år 2010 uppfördes en pilotanläggning på Stockholm Arlanda Airport. Anläggningen pumpade upp grundvatten i närheten av den nya brandövningsplatsen och renar detta genom två filter bestående av aktivt kol, med föregående förfilter. Syftet med anläggningen var att utvärdera möjligheten att rena vatten vid flygplatsen.</p> <p>Utvärdera pilotanläggningen för PFOS-rening</p> <p>År 2010 uppfördes en pilotanläggning för PFOS-rening på flygplatsen med rening av ett mindre flöde av grundvatten uppumpat från ett grundvattenrör söder om brandövningsplatsen. Under år 2016 har pilotanläggningens drift och funktion utvärderats. Slutsatserna är att reningsgraden i anläggningen uppgår till nära 100 % vid god funktion samt att det krävs löpande skötsel av anläggningen och behandling av vattnet i förfilter för att funktionen ska vara god. Anläggningen hanterar inte vatten från den huvudsakliga spridningsvägen från området, som bedöms vara via ytvattenavrinningen från brandövningsplatsen. Då anläggningen är en provanläggning är den inte utformad för att kunna utvecklas till en fullskalig reningsutrustning. Pilotanläggningen har avvecklats.</p>
2010-2011	<p>Sanering av PFOS i brandbilar</p> <p>Inför införandet av skärpt lagstiftning under år 2011 för brandskum innehållande PFOS undersökte Swedavia förekomsten av PFOS i brandbilarna under året 2010. Saneringsbehov förelåg och under år 2011 sanerades samtliga brandbilar inom Swedavia (inkl. Airport Academys brandbilar på Arlanda). Saneringarna utfördes med hetvattenspolningar genom alla komponenter som varit i kontakt med brandsläckningsskummet och efterföljande analyser visade på lyckade saneringar. I samband med brandbilssaneringarna infördes ett fluorfritt brandsläckningsskum på Swedavias flygplatser, Moussol-FF 3/6.</p>
2014-2018	<p>Nätverket för högfluorerade ämnen</p> <p>Nätverket startades våren 2014 och drivs av Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket och Naturvårdsverket. Nätverket genomför två</p>

nätverksmöten per år där alla parter inom området delger egna erfarenheter och den senaste utvecklingen inom området. Detta omfattar både nyheter inom lagstiftning och tillsyn, men även forskningsnyheter och erfarenheter från olika projekt.

Swedavia och dess konsulter deltar vid nätverksmötena och bidrar med information och erfarenheter från egen verksamhet när detta är möjligt. Exempelvis har man genomfört föredrag om Swedavias PFOS-arbete, erfarenheter av rening och sanering inom Swedavia samt riktvärden i dricksvatten för landbruksdjur runt Visby Airport.

Kunskaps- och erfarenhetspridning samt forskning

Swedavia bidrar till erfarenhets- och informationspridning om PFAS vid exempelvis förfrågningar från myndigheter, företag och forskningsinstitut. Syftet är att bidra till en positiv utveckling av arbetet inom PFAS-området i Sverige men även internationellt. Exempel på detta är:

- Swedavia och IVL Svenska Miljöinstitutet anordnade en avslutningskonferens i början av år 2015 där resultatet från projektet RE-PATH presenterades och dialog inom ämnet erbjöds.
- Den 24 mars 2015 anordnade Swedavia i samarbete med Nätverket Renare Mark ett studiebesök på Stockholm Arlanda Airport, i anslutning till nätverkets årliga vårmöte. Ett inledande föredragsblock hölls där representanter från Swedavia, Sweco och IVL Svenska Miljöinstitutet beskrev PFOS-arbetet som bedrivits på flygplatsen. Därefter anordnades bussturer med tre stopp runt flygplatsen där studier presenterades mer utförligt.
- Swedavia bidrog i arbetet inom den nationella referensgrupp för högfluorerade ämnen som Kemikalieinspektionen drev under åren 2015-2016 med anledning av ett regeringsuppdrag som de fått. Uppdraget omfattade att ta fram ett nationellt åtgärdsprogram för högfluorerade ämnen, att lämna förslag till nationella- och/eller EU-regleringar samt andra åtgärder för att minska användandet av högfluorerade ämnen i kemiska produkter och varor. I uppdraget ingick att beakta behov och förutsättningar för reglering av brandsläckningsskum med högfluorerade ämnen. På referensgruppsmötet den 12 maj år 2015 höll Swedavia en presentation om Swedavias arbete med högfluorerade ämnen. Fokus var utbytesarbetet till fluorfritt brandsläckningsskum på Swedavias flygplatser och ställda krav vid upphandlingen, erfarenheterna av det nya

brandsläckningsskummet samt en beskrivning av hur brandövningsverksamheten har utvecklats under de senaste decennierna.

- Under Nätverket Renare Marks vårseminarium år 2016 presenterade IVL Svenska Miljöinstitut resultatet av deras genomförda studie av PFAS-ämnen kring brandövningsplatsen på Stockholm Arlanda Airport inom projektet RE-PATH 2. Fördragets titel var "Spridning av PFAS i mark från en brandövningsplats".

Vidare samarbetar Swedavia med forskningsinstitutioner. Exempelvis sker samarbeten med SLU inom ramen för deras forskning om möjliga åtgärdsmetoder för PFAS. Bland annat så använder SLU området vid den nuvarande brandövningsplatsen som en källa till miljöprov för test och undersökningar vilket fram till nu resulterat i följande publikationer:

Gobelius, L. Ahrens, L. Lind, A. (2017) Plant Uptake of Per- and Polyfluoroalkyl Substances at a Contaminated Fire Training Facility to Evaluate the Phytoremediation Potential of Various Plant Species.

Lind, A. (2019) An assessment of thermal desorption as a remediation technique for per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in contaminated soil. SLU rapport.

Under år 2015 utfördes ett examensarbete om upptaget av PFAS i träd och växter med Stockholm Arlanda Airport som studieobjekt. Ett samarbetsprojekt mellan Swedavia, Tyréns och SLU. Rapporterna:

Gobelius, L. (2016) "Uptake of per- and polyfluoroalkyl substances by plants".

Gobelius, L. Ahrens, L. "PFASs fytosanering försök Stockholm Arlanda Airport", 2016-11-25. Tyréns och SLU rapport.

Vidare samarbetar Swedavia med Örebro Universitet och Ragn-Sells för att testa stabiliseringsmetoder för PFAS i jord från Stockholm Arlanda Airport vid deponier/mottagningsanläggningar. Resultaten från dessa arbeten kommer att redovisas under 2019 och dessa kommer att användas som ett underlag vid laboratorie- och pilottester som syftar till att utforma åtgärdslösningar för PFAS vid Stockholm Arlanda Airport. Se avsnitt 6.6.1.1.

<p>2015- 2016</p>	<p>Behandlingsförsök med jordtvätt av PFOS-förorenad jord</p> <p>Swedavia bidrog till att genomföra ett fullskaligt behandlingsförsök i Svevias mobila jordtvättsanläggning. I försöket användes förorenade massor från Swedavias brandövningsplats vilket gav Svevia möjlighet att utvärdera sin anläggning. Jordmånessammansättningen vid brandövningsplatsen är varierad och halterna av PFOS är höga vilket gjorde jorden särskilt lämplig.</p> <p>Syftet med försöket var att utvärdera och optimera jordtvättsanläggningens funktion och reningsgrad av PFOS utifrån de förutsättningar som markmaterialet vid brandövningsplatsen har. De praktiska aktiviteterna i försöket genomfördes under året 2015 och resultatet blev klart under 2016.</p> <p>Försöket visade att jordtvätt fungerar bra på sandiga och grusiga jordarter. När andelen finpartikulärt och organiskt material blir högre fungerar metoden sämre. Reningen av tvättvattnet fungerade väl. Metoden kan förbättras/utvecklas genom att flöden och antalet reningar optimeras. En optimerad process leder till att kostnaderna för reningen blir lägre.</p> <p>I de två jordvolymerna som tvättades var de ingående PFOS-halterna ca 350 respektive 2700 µg/kg TS. Reningsgraden efter utförd jordtvätt med en tvättcykel låg på 80 respektive 95 % med kvarvarande PFOS-halter på 15 respektive 500 µg/kg TS. Jordtvättsförsöket finns sammanfattat i rapporten "Försök med jordtvätt- och vattenrening av PFAS-förorenade massor", 2016-04-12.</p> <p>I det fortsatta arbetet kommer styrt vattenupptag av rötterna att utredas som metod för att optimera PFAS-upptaget. Se avsnitt 6.6.1.1.</p>
<p>2015- 2016</p>	<p>Samarbetsprojekt mellan Swedavia och IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL): syftet är att utveckla befintlig modell för riktvärden så den anpassas till beräkning av plats specifika riktvärden för PFAS-ämnena</p> <p>I samarbete med IVL startades ett nytt PFAS-projekt upp på Stockholm Arlanda under 2015, benämnt RE-PATH 2. Projektets syfte var att</p> <ul style="list-style-type: none"> - studera spridningen av PFAS-ämnena i mark-, yt- och grundvatten kring Arlandas brandövningsplats - utreda transporten av PFAS i olika materier som jord, grund- och ytvatten

	<ul style="list-style-type: none"> - studera hur fysikaliska och kemiska egenskaper i marken påverkar utlakningen och transporten av PFAS - utvärdera hur väl Naturvårdsverkets riktvärdesmodell fungerar för att beräkna platsspecifika riktvärden för PFAS i jord. <p>Under hösten 2015 utfördes provtagning av jord och grundvatten på och nedströms brandövningsplatsen. Vidare utfördes provtagning av ytvatten som avrinner i diken vid brandövningsplatsen och som leds vidare till Kättstabäcken. Under 2016 har arbetet i projektet fokuserat på utvärdering av data, modellering och validering. Under 2017 upprättades slutrapporten.</p> <p>Projektet resulterade i följande:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Riktvärdesmodellen med en parameteruppsättning enligt det generella scenariot för MKM tenderar att underskatta halten PFOS uppmätt i de grundvattenprover som togs på och i närheten av brandövningsplatsen. På längre avstånd från brandövningsplatsen däremot tycks modellresultaten relativt väl återspegla de uppmätta halterna i grundvattnet. Vid ett värsta-fall-scenario tenderar dock modellen att överskatta den långväga spridningen av PFOS i grundvattnet. De platsspecifika justeringarna av modellparametrar resulterar i relativt god överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta halter nära föroreningskällan (brandövningsplatsen), men riskerar samtidigt att väsentligt överskatta grundvattenhalterna längre nedströms. NV:s riktvärdesmodell (modifierad av SGI) verkar ge rimliga värden för grundvatten nedströms från föroreningsplatsen. - Ytligt avrinnande vatten är en viktig spridningsväg från brandövningsplatsen. Ytligt grundvatten tränger delvis upp till att bli ytvatten. - Kortkedjiga PFAS är mer framträdande komponenter i vattenfasen och med ökat avstånd från brandövningsplatsen, t.ex. PFHxS och, PFHxA. - PFOS är den huvudsakliga komponenten i jord.
2015-2018	<p>Provtagning av PFAS i enskilda dricksvattenbrunnar</p> <p>Inom Swedavias fastighet finns ett 50-tal byggnader varav merparten hyrs ut till hyresgäster. Husen används främst som sommar- eller permanentbostäder och i enstaka fall till företagsverksamhet som exempelvis ett hundhotell. Swedavia genomför vattenprovtagning i brunnarna och analyserar för PFAS-</p>

	<p>ämnen enligt en provtagningsplan som löpande anpassas utifrån kunskapsläget om bl.a. förekommande halter och PFAS-föreningen i mark och spridningsvägarna via vatten.</p> <p>Dricksvattenbrunnar har undersökts med avseende på PFAS-ämnen sedan år 2014 och halter överstigande Livsmedelsverkets rekommenderade åtgärdsgräns på 90 ng/l har påträffats i fem stycken brunnar. Andra kvalitetsproblem med vattnet förekommer inom flygplatsområdet varför en del hyresgäster tar med sig dricksvatten till husen. Indragning av kommunalt vatten, att säkerställa fortsatt vattenförsörjning via befintlig vattencistern eller att göra om huset till förråd är exempel på genomförda åtgärder. De förhöjda halter som har förekommit genom åren är 93, 140, 200, 230 och 2000 ng/l. Uppföljande provtagningar och analyser genomförs när höga halter påträffas och den högsta halten är svårtolkad då uppföljande analyser har visat på kraftigt lägre halter (30 ng/l). Orsaken till de stora haltvariationerna kan exempelvis bero på förutsättningarna i grundvattnet eller på kontamination i samband med analys hos laboratoriet, orsaken har ännu inte kunnat fastslås.</p>
2016	<p>Examensarbete vad gäller upptag av PFAS i träd och växter. Samarbetsprojekt Swedavia, Tyréns och SLU.</p> <p>Projektet undersökte vilka växter som mest effektivt extraherar PFAS från grundvattnet, och baserades på en fältstudie vid Arlandas brandövningsplats. SLU utförde fältundersökningen på olika träd som växer ovanpå en PFAS-förorenad grundvattenplym. Studien omfattade insamling och analys av löv, träbörkärnor och rötter.</p> <p>I växtproverna varierade upptaget av PFAS i de olika växtdelarna, både i mängd och typ av PFAS. Växter med djupa rötter (björk) och som har störst kontakt med grundvattnet tog upp mer PFAS. Halterna var högst i de snabbväxande delarna, d.v.s. i grenar och löv. Störst upptag av PFAS identifierades i björk, där hälften av mängden återfanns i stammen som har den största totalvikten. Den resterande delen återfanns relativt jämnt fördelat i grenar och löv, och i dessa delar återfanns de högsta halterna av PFAS. Enligt en uppskattning i studien kan ett upptag i skog och markvegetation tillsammans uppgå till storleksordningen 1-1,5 g PFAS per hektar och år.</p> <p>Studien har visat att det finns en naturlig process som gör att PFAS avlägsnas från jorden och/eller grundvattnet. Det borde vara möjligt</p>

	<p>att optimera denna process då det är rimligt att förvänta sig att andra växter som inte ingick i denna studie kan vara mer effektiva på att ta upp PFAS än de som undersöktes. Det kan även gå att optimera kontakten med förorenat grundvatten. I det fortsatta arbetet</p>
2016	<p>Utreda orsaken till höga PFOS-halter i Kolsta reningsanläggning Under 2016 inleddes en utredning för att klargöra orsaken till förhöjda halter av PFOS i ingående vatten till Kolsta reningsverk. Kolsta reningsverk är specialiserat på rening av spillvatten med metall- och oljeinnehåll. Till reningsverket leds vatten från bland annat verkstäder och avisningshallar för arbetsmaskiner, samt uppsamlad vätska från brandövningsplatsen. Under år 2016 utfördes ett uppströmsarbete där bland annat delar av ledningsnätet från Kolsta reningsverk mot brandövningsplatsen filmades. Utredningsarbetet under 2016 har inte kunnat leda till någon lösning kopplad till ledningsnätet.</p> <p>I det fortsatta arbetet utreds möjligheten att behandla spillvattnet i Kolsta reningsanläggning med avseende på PFAS. Det bedrivs också ett arbete för att flytta brandövningsplatsen vilket ska skapa förutsättningarna för att vidta spridningsreducerande åtgärder på brandövningsplatsen. Se avsnitten 6.3 och 6.7.</p>
2016	<p>Utreda spridning av PFOS till Sigridsholmssjön Utmed Halmsjöns östra sida går Stockholmsåsen i nordsydlig riktning. I syfte att minska utflödet av grundvatten åt öster till Sigridsholmsbäcken och mot Sigridsholmssjön pumpas grundvatten periodvis till Halmsjön för att grundvattennivån ska hållas under en viss tröskelnivå. Provtagningar i Sigridsholmsbäcken visar på PFAS-halter på omkring 140 ng/l.</p> <p>I det fortsatta arbetet ska förekomsten av PFAS i vattendraget österut och nedströms utvärderas och riskbedömas för att klargöra huruvida ytterligare åtgärd är nödvändig och möjlig. Se avsnitt 6.5.</p>
2016-2017	<p>Ta fram en helhetsbild över identifierade förorenade områden samt prioritera åtgärder Under år 2016 togs en helhetsbild fram över identifierade förorenade områden på flygplatsen, genom att sammanställa underlag från genomförda miljötekniska mark- och vattenundersökningar från 2004 och framåt. En prioritering av åtgärder är genomförd, där brandövningsplatsen är identifierad som det mest förorenade området på flygplatsen då både PFAS-ämnen och petroleumprodukter finns i marken.</p>

2016-2018	<p>Skapa en informationsplattform för att tillgängliggöra information om utförda miljöutredningar på flygplatsen</p> <p>År 2016 inleddes en kartläggning av förutsättningarna för att skapa en informationsplattform över utförda miljötekniska markundersökningar på Stockholm Arlanda Airport. År 2018 fanns möjligheterna för en smidig lösning i Swedavias uppgraderade GIS-system och en miljöapplikation byggdes upp där underlag från markundersökningar kan läggas in i en databas och platsen för undersökningarna markeras på en flygplatskarta i GIS. Under år 2019 kommer underlag från markundersökningar att läggas in i miljöapplikationen.</p>
2016-2018	<p>Fortsatt trendövervakning av PFOS i vattendrag</p> <p>Swedavia bedriver provtagning och analys av PFAS-ämnen i ett antal provtagningspunkter i dagvatten och grundvatten. Kontrollprogrammet för löpande uppföljning av PFAS kommer att uppdateras baserat på resultatet från den pågående kartläggningen av spridningsvägar. Se avsnitt 6.2.</p>
2017	<p>Begränsa spridningen av PFOS från brandövningsplatsen till Kättstabäcken</p> <p>Under året 2017 inledde Swedavia ett arbete för att utreda möjligheterna till att minska spridningen av PFAS-ämnen via ytligt avrinnande vatten från brandövningsplatsen. En förstudie har genomförts och ett projekt bedrivs nu för att klargöra förutsättningar, spridningsvägar och lämplig utformning och lokalisering av en behandlingsanläggning för PFAS, i syfte att reducera PFAS-spridningen till Märstaån och Mälaren. Se avsnitt 6.6.2.1.</p>
2017 Ej inkluderad i handlingsplanen genom en särskild versions-uppdatering.	<p>Swedavia flyttar brandövningsplatsen</p> <p>Under året 2017 inleddes ett utredningsarbete för att ta fram förutsättningarna för en flytt av brandövningsverksamheten till en ny lokalisering inom flygplatsområdet. Förstudien avslutades under året 2018 och arbetet fortgår.</p> <p>Syftet med en flytt är flera och en huvudsaklig anledning är fördelarna ur miljöhänseende med att avveckla den befintliga brandövningsverksamheten som idag bedrivs på ett kraftigt PFAS-förorenat markområde. När platsen inte längre används i pågående verksamhet finns bättre möjligheter att genomföra åtgärder för att minska spridningen av PFAS-ämnen från brandövningsområdet till spillvattnet via Kolsta reningsanläggning samt till närliggande vattendrag och grundvatten.</p>

	Det fortsatta arbetet sker genom aktiviteten i avsnitt 6.7.
2017 Ej inkluderad i handlingsplanen genom en särskild versions-uppdatering.	Pilotstudieprojekt för behandlingsåtgärder avseende PFAS Swedavia inledde ett projektsamarbete med Sweco under år 2017 som syftar till att genomföra åtgärdsförberedande tester av åtgärdsmetoder i laboratorieskala och i pilotskala på brandövningsplatsen. Målet med studierna är också att kunna besvara frågorna hur mycket och när grundvattentransporten reduceras när källan i jord tas bort, om spridningen av PFAS från källzonen kan öka om källzonsmassorna grävs upp samt hur mycket utlakningen reduceras på sikt om ämnena skulle stabiliseras direkt i jord. I projektets första fas sammanställdes tidigare PFAS-underlag som låg till grund för dialoger med entreprenörer. Entreprenörernas kunskap för att testa olika åtgärdstekniker och deras intresse att testa dessa i praktiken ger ett antal möjliga metoder att studera, vari ett urval gjordes. Det fortsatta arbetet sker genom aktiviteterna i avsnitten 6.6.1.1 och 6.6.1.2, där tester och åtgärdsutredningar genomförs.