

Jönköpings Flygplats

Fördjupad riskbedömning
avseende PFAS på platser där
brandsläckningsskum med
PFAS har använts

TRAFIKVERKET

13 APRIL 2021

Innehåll

Sammanfattning	5
1 Inledning	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Uppdrag och syfte	9
1.3 Omfattning	9
1.4 Avgränsningar	9
1.5 Organisation	10
2 Områdesbeskrivning	11
2.1 Lokalisering	11
2.2 Nuvarande och framtida markanvändning	11
2.3 Användning av brandsläckningsskum	12
2.3.1 Brandövningsplatsen	12
2.3.2 F.d. spolplattorna	13
2.3.3 F.d. drivmedelsförvar	13
2.4 Geologi, hydrogeologi och hydrologi	14
2.4.1 Topografi	14
2.4.2 Geologisk uppbyggnad	14
2.4.3 Grundvattenförhållanden	15
2.4.3.1 Grundvattennivåer	15
2.4.3.2 Grundvattenförekomster	17
2.4.4 Ytvattenförhållanden	18
2.4.4.1 Ytvattenavrinning	18
2.4.4.2 Recipienter	19
2.4.4.3 Ytvattenförekomster	20
2.5 Skyddad natur och naturvärden i närområdet	20
3 Beskrivning av föroreningsituationen	21
3.1 Statistisk databearbetning	21
3.2 Brandövningsplatsen (BÖP)	23
3.2.1 PFAS i jord	23
3.2.2 PFAS i grundvatten	27
3.2.3 PFAS i dagvattensystem och branddamm	30
3.3 F.d. spolplattorna	31

3.3.1	PFAS i jord	31
3.3.2	PFAS i grundvattnet	33
3.4	F.d. drivmedelsförvar	34
3.4.1	PFAS i jord	34
3.4.2	PFAS i grundvatten	34
3.5	Beräkning av föroreningsmängder	35
3.6	PFAS i ytvatten	37
3.6.1	Sandserydsån med biflöden	37
3.6.2	Dunkehallaån med biflöden	38
3.6.3	Västersjön	40
3.7	PFAS i dagvatten	40
3.8	PFAS i dricksvatten	40
4	Förutsättningar för riskbedömningen	42
4.1	Övergripande åtgärds mål	42
4.2	Områden av betydelse för risksituationen	43
4.3	Problembeskrivning och konceptuell modell	43
4.3.1	Föroreningar och föroreningskällor	43
4.3.2	Spridningsvägar	44
4.3.3	Exponeringsvägar	45
4.3.4	Skyddsobjekt	46
4.3.5	Konceptuell modell	47
5	Riskbedömning	50
5.1	Allmänt om riskbedömningen	50
5.1.1	Metodik för att identifiera oacceptabel risk	50
5.1.1.1	Representativa halter	51
5.1.1.2	Riktvärden och jämförvärden	51
5.1.1.3	Platsspecifika riktvärden för jord	52
5.1.2	Metodik för bedömning av flera PFAS	52
5.2	Bedömning av hälsorisker	53
5.2.1	Människor som arbetar inom eller vid källområdena	53
5.2.2	Människor som bor i närområdet	54
5.2.3	Människor som tillfälligt besöker närområdet	55
5.2.3.1	Människor som vistas vid vattendrag och sjöar	55
5.2.3.2	Människor som badar i närliggande sjö	55
5.2.3.3	Människor som vistas på Dumme mosse	56
5.2.4	Människor som äter fisk från omgivande ytvatten	57
5.2.4.1	Fisk från Västersjön	57
5.2.4.2	Fisk från Dunkehallaån och Sandserydsån	57
5.3	Bedömning av miljörisker	58

5.3.1	Grundvatten som naturresurs	58
5.3.2	Ytvatten och tillhörande ekosystem	61
5.3.2.1	Bedömning av kemisk status	61
5.3.2.2	Skydd av akvatiska ekosystem	63
5.3.2.3	Skydd av predatorer	64
5.3.3	Markmiljö inklusive däggdjur och fåglar	65
5.4	Bedömning av spridning och belastning	66
6	Slutsatser och behov av riskreduktion	67
7	Osäkerheter	72
8	Behov av kompletterande utredningar	74
	Referenser	75

Appendix 1 : Historiska flygbilder

Appendix 2 : Kartor och ritningsunderlag

Appendix 3 : Statistiska beräkningar

Appendix 4 : Utdrag ur ProUCL

Appendix 5 : Övergripande åtgärds mål

Appendix 6 : Platsspecifika riktvärden för PFOS i jord

Appendix 7 : Utdrag ur Naturvårdsverkets beräkningsmodell

Appendix 8 : PRIOR I och II

Appendix 9 : Utdrag ur PRIOR

Sammanfattning

På uppdrag av Trafikverket har NIRAS kartlagt förekomst och spridning av PFAS vid Jönköpings flygplats samt upprättat en fördjupad riskbedömning. Resultaten av undersökningarna har sammanställts och utvärderats i rapporten "Jönköpings flygplats – undersökning av platser på och omkring Jönköpings flygplats där brandsläckningsskum innehållande PFAS har använts", NIRAS Sweden, 2020-02-07. Föreliggande rapport presenterar den fördjupade riskbedömningen samt sammanfattar kortfattat resultaten från undersökningar utförda från 2018 till 2020.

Förekomsten av PFAS kan kopplas till den historiska användningen av brandsläckningsskum vid flygplatsen. Brandsläckningsskum har använts på brandövningsplatsen, men skum och rester av sådant har också hanterats på andra platser på flygplatsen. Efter genomgång av verksamheten har tre potentiellt förorenade delområden identifierats (brandövningsplatsen, f.d. spolplattorna samt f.d. drivmedelsföret) och undersökts.

Undersökningarna har visat på förekomst av PFAS i samtliga undersökta matriser. Spridning av PFAS i jord och ytvatten bedöms huvudsakligen ske genom att löst förorening transporteras med vatten. Från källområden sprids PFAS med grundvatten. Transporten följer grundvattnets strömningsriktning från brandövningsplatsen mot Sandserydsån, Västersjön och Dunkehallaån, men periodvis spridning mot Dumme mosse kan inte uteslutas. Från de två övriga platserna sker spridning mot Sandserydsån. Till ytvattnet sker spridning även från dagvattensystemet bestående av ledningsnät och diken. Dagvatten från den mellersta och södra delen av flygplatsen leds till Sandserydsån. Den norra delen av flygplatsen avvattnas mot Dunkehallaån i norr.

Både via grundvatten och dagvatten sker en transport av PFAS till ytvatten, huvudsakligen till Sandserydsån. Tydliga påslag av PFAS har påvisats längs Sandserydsåns sträckning förbi och nedströms flygplatsen. Påslag av PFAS kan även ses i Dunkehallaån och Västersjön, dock i mindre omfattning. Det källområde som i störst utsträckning bedöms bidra till transporten av PFAS är brandövningsplatsen.

Riskbedömningen avseende PFAS vid Jönköpings flygplats har gjorts med avseende på följande skyddsobjekt:

- Yrkesarbetande människor som vistas inom och vid källområdena.
- Människor som äter fisk från omgivande vatten.
- Människor som nyttjar närliggande områden för rekreation.
- Människor som badar i Västersjön.
- Människor som använder grundvattnet för dricksvattenuttag eller bevattning av livsmedel.
- Grundvattnet som naturresurs utanför flygplatsområdet.
- Ytvattnet som naturresurs
- Akvatisk miljö i Sandserydsån och Dunkehallaån.
- Växt- och djurliv i utströmningsområden för grundvatten i Dumme mosse.
- Markmiljön utanför källområdena, men inom flygplatsens verksamhetsområde.

Riskbedömningen visar inte några oacceptabla risker för människor som arbetar på eller besöker flygplatsen.

Avseende människor som äter fisk indikeras oacceptabla risker för Sandserydsån och Dunkehallaån men inte för Västersjön. Då riskbedömningen för Sandserydsån

och Dunkehallaån utgår från uppmätta halter i ytvatten är slutsatsen förknippad med osäkerheter.

Det bedöms inte finnas några oacceptabla risker till följd av PFAS-förorening för människor som nyttjar närliggande områden för rekreation. För Dumme mosse bedöms den huvudsakliga exponeringen vid rekreation ske via intag av jord och växter. För människor som nyttjar sjöar och vattendrag för rekreation (även bad i Västersjön) bedöms den huvudsakliga exponeringen ske via hudkontakt med ytvatten och enstaka kallsupar vid bad.

Avseende grundvattenförekomsten nedströms flygplatsen finns en oacceptabel risk att brandövningsplatsen och delvis även dess närliggande områden bidrar till att MKN för PFOS inte kan nås. Det finns även enskilda brunnar nedströms flygplatsen. PFAS har noterats i halter över Livsmedelsverkets gränsvärden i en av dessa, varför denna risk kan bekräftas. Då antalet analyser i brunnarna är få är dock bedömningen av risker till följd av intag av dricksvatten förknippad med osäkerheter.

Spridning av PFAS från brandövningsplatsen till Sanderydsån och Dunkehallaån innebär att MKN överskrids. Denna slutsats dras i riskbedömningen och bekräftas genom uppmätta halter i åarna. Riskbedömningen avseende akvatisk miljö i ytvatten visar inte några oacceptabla risker för akvatiska organismer i sjöar och vattendrag till följd av PFAS-förorening vid flygplatsen. Sekundära effekter på predatorer både i akvatisk miljö (rovfisk) och för landlevande djur som livnär sig på fisk kan inte uteslutas.

För markmiljön inom flygplatsområdet visar riskbedömningen inte några oacceptabla risker till följd av PFAS-förorening. Inte heller i området utanför flygplatsen, i Dumme mosse, finns oacceptabla risker för markmiljön. För flygplatsområdet avser detta enbart jordlevande organismer och för Dumme mosse både jordlevande organismer och sekundära effekter, dvs. högre stående djur.

Sammanfattningsvis visar riskbedömningen att de övergripande åtgärdsmålen inte nås fullt ut, att risker inte kan uteslutas och att det finns behov av riskreduktion samt till viss del kompletterande undersökningar för att bekräfta eller avfärda risker. Vidare behöver en åtgärdsutredning utföras för att utreda mål och omfattning för en eventuell åtgärd.

En åtgärdsutredning bör fokusera på att minska urlakning och spridning av PFAS från brandövningsplatsen till grundvatten och ytvattenrecipienter. Utförda utredningar tyder på att den mest betydande masstransporten av PFAS från brandövningsplatsen är via dagvattnet, dvs. angränsande diken, till Sanderydsån. Utförda utredningar visar även på att urlakning av PFAS till grundvattnet bidrar till spridning av PFAS till grundvatten och ytvattenrecipienter. En källtermsreduktion inom brandövningsplatsen (jord och eventuellt dikessediment) bör därför övervägas för att reducera urlakning och spridning och därmed riskerna för grundvatten och ytvattenrecipienter. En sådan källtermsreduktion bör lämpligen kompletteras med en källtermsreduktion eller tekniska skyddsåtgärder för att hantera det grundvatten till vilken urlakning av PFAS redan skett.

För att ta fram bättre underlag för en åtgärdsutredning rekommenderas följande kompletteringar utförs inför eller i samband med en åtgärdsutredning:

1. Förtätad provtagning av jord inom brandövningsplatsen, men även dess ytterområden, för att om möjligt utkristallisera delområden med olika åtgärdsbehov. I dagsläget utgör området med förhöjda halter i relation till de plats-specifika riktvärdena hela brandövningsplatsen med ytterområden.
2. Kompletterande provtagning av jord och grundvatten inom f.d. drivmedelförvaret, för att bekräfta det teoretiska källområdet samt avgränsa spridningsplymen i grundvattnet. I dagsläget finns ett grundvattenprov och inget jordprov uttaget i källområdet.
3. Kompletterande provtagning (löst och partikulärt bunden PFAS) i ledningsnätet vid f.d. spolplattorna för att utreda om de förhöjda PFAS-halterna i dagvattnet härrör från en pågående förorenings-spridning från f.d. spolplattorna eller från annat källområde eller om halterna är ett resultat av sederterade partiklar i ledningarna. Provtagningen kompletteras med fördel av flödesmätning för att möjliggöra beräkning av masstransport.

För att säkerställa att eventuella vidtagna riskreducerande åtgärder resulterar i önskad riskreduktion för skyddsobjekten rekommenderas även att ett långsiktigt kontrollprogram för haltövervakning i grundvatten och ytvatten upprättas.

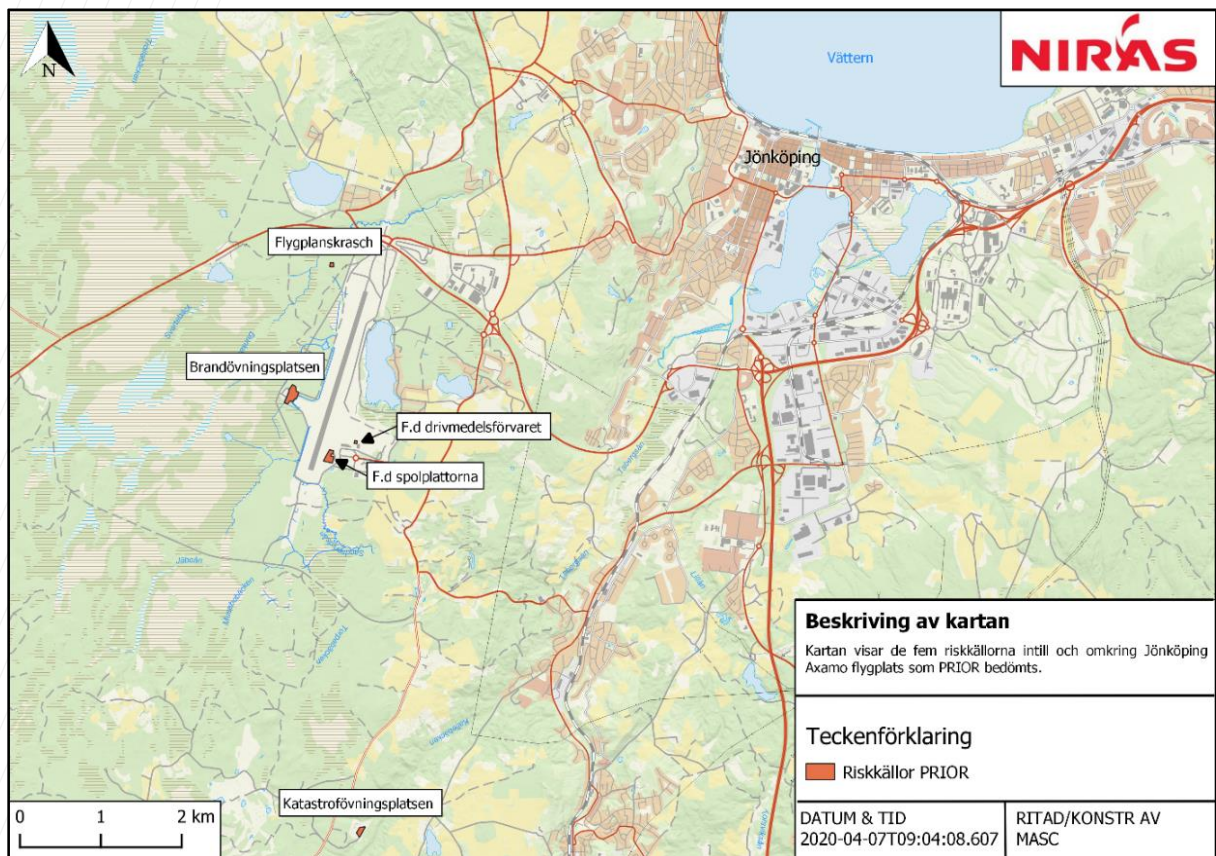
1 Inledning

1.1 Bakgrund

Jönköpings flygplats (tidigare Axamo flygplats), belägen ca 6 km sydväst om Jönköping tätort, byggdes 1959-1960 och förvaltades fram till 2009 av Luftfartsverket. Idag ägs flygplatsen av Jönköping kommun och förvaltas av det kommunalt ägda bolaget Jönköpings Airport AB.

Brandövningar utförs och har utförts på brandövningsplatsen som är belägen väster om start- och landningsbanan, se figur 1.1. Brandskum innehållande PFAS har troligen använts på platsen mellan år 1980-2009. (NIRAS, 2020)

Förutom brandövningsplatsen har ytterligare fyra områden inom och i anslutning till flygplatsen identifierats där brandsläckningsskum eller rester av sådan kan ha hanterats, se Figur 1.1. Det ena området är spolplattorna, ett område inne på flygplatsen dit flygplatsens räddningsfordon tidigare åkte för att skölja ur vattentankarna efter övning. Det andra området är ett drivmedelsförvar som finns inne på flygplatsområdet där skumanvändning inte har bekräftats, men där PFAS har noterats i grundvattnet. Det tredje området är en katastrofövningsplats, belägen ca 4 km söder om flygplatsen, där en övning utfördes vid ett tillfälle under 1990-talet. Och slutligen, det fjärde som är en nedslagsplats för ett flyghaveri 1988 strax väster om norra banändan. På dessa fyra områden finns idag inga synliga spår av de aktiviteter som kan ha orsakat förorening.



Figur 1.1. Identifierade områden där Jönköpings flygplats har eller kan ha hanterat brandsläckningsskum eller rester av sådant; brandövningsplatsen, f.d. spolplattorna, f.d. drivmedelsförvar, nedslagsplats för ett flyghaveri och f.d. katastrofövningsplats.

Området kring Jönköpings flygplats har undersökts i flera etapper sedan 2004. I dessa undersökningar har PFAS noterats i jord, grundvatten, ytvatten och till viss del i sediment och fisk i området. Resultaten av dessa har sammanställts och föroreningsituationen avseende PFAS utvärderats i rapporten "Jönköpings flygplats – undersökning av platser på och omkring Jönköpings flygplats där brandsläcknings-skum innehållande PFAS har använts", NIRAS Sweden, 2020-02-07.

1.2 Uppdrag och syfte

På uppdrag av Trafikverket har NIRAS utfört en fördjupad riskbedömning avseende PFAS från brandövningsplatsen, f.d. spolplattorna och f.d. drivmedelsförvaret. Riskbedömningen har utgått från Naturvårdsverkets rapport 5977 samt ovannämnda rapport från NIRAS 2020.

Syftet med uppdraget är att bedöma den skada och olägenhet (risk) som föroreningsituationen avseende PFAS inom Jönköpings flygplats kan innebära för människors hälsa och miljön.

Utöver denna fördjupade riskbedömning har NIRAS beräknat riskvärden enligt TDOK 2015:0315. Riskvärden används av Trafikverket för att möjliggöra en nationell prioritering av åtgärder inom förorenade områden med Trafikverket som sakägare. För utförande och resultat av dessa beräkningar hänvisas till bilaga 8.

1.3 Omfattning

Uppdraget har omfattat följande moment:

- Framtagande av förslag till övergripande åtgärds mål
- Upprättande av problembeskrivning och konceptuell modell
- Exponeringsanalys
- Effektanalys
- Riskkaraktärisering
- Behov av riskreduktion och efterbehandling
- PRIOR-klassning av identifierade riskobjekt
- Rapportering

1.4 Avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsat till att endast omfatta PFAS som härrör från brandövningsplatsen, f.d. spolplattorna och f.d. drivmedelsanläggningen. Riskvärden (PRIOR) har dessutom beräknats för katastrofövningsplatsen samt nedslagsplatsen för flyghaveriet 1988.

Inga andra eventuella förekommande föroreningar eller källområden har beaktats.

1.5 Organisation

Uppdraget har genomförts av följande organisation på NIRAS:

- Sören Dyreborg – Uppdragsledare,
- Linda Karlsson – Huvudhandläggare,
- Matilda Schütz – Biträdande handläggare,
- Märta Landell – Specialist riskbedömningar, kvalitetsgranskning,
- Katrin Holmström – Specialist PFAS.

Information om objektet och närområdet har erhållits från:

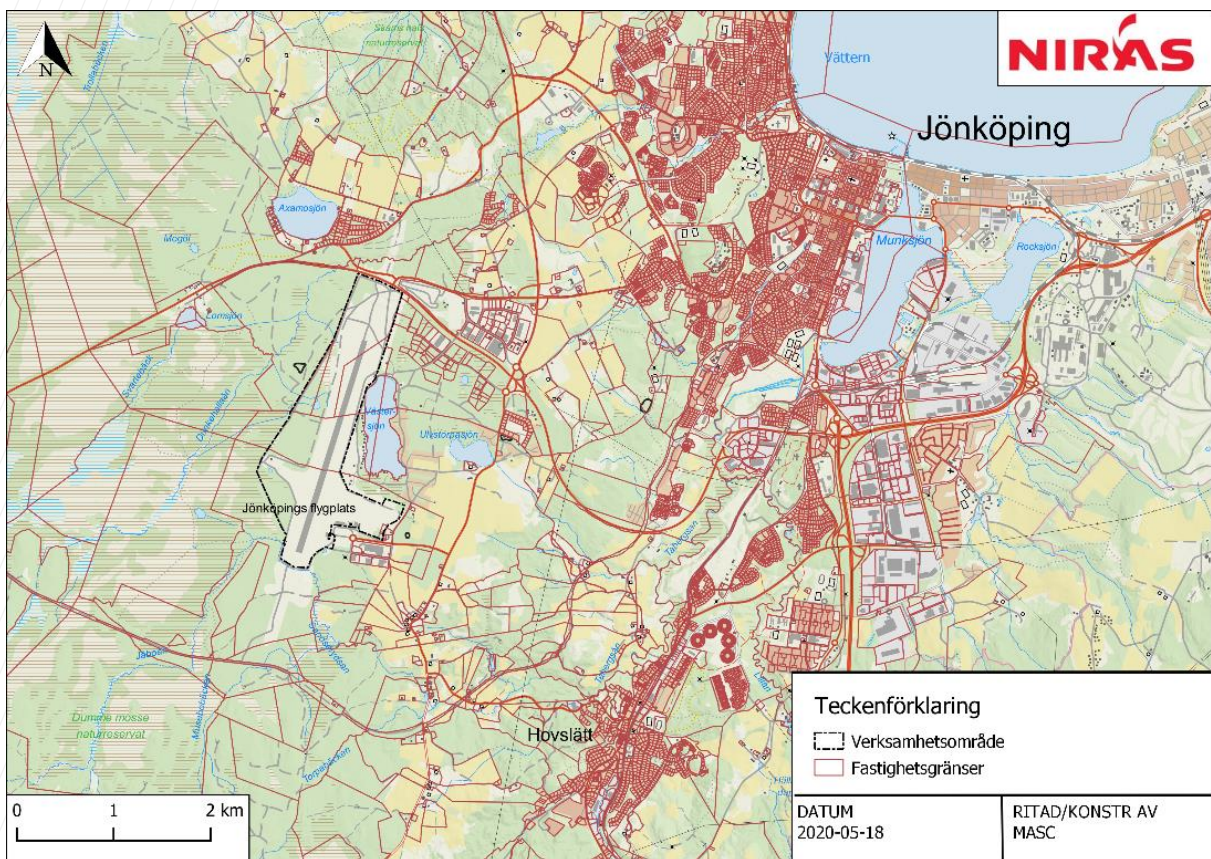
- Personal på Jönköpings flygplats,
- Andreas Bengtsson (Miljöskyddsinspektör på Förenade områden) på Jönköpings kommun,
- Göran Melin (Räddningstjänsten) på Jönköpings kommun,
- Moa Huitema och Hanna Allemyr (handläggare på Förenade områden) på Länsstyrelsen i Jönköpings län,
- Carin Lundqvist (miljögiftsspecialist på Vattenenheten, Naturavdelningen) på Länsstyrelsen i Jönköpings län.

Trafikverkets representant har varit Kristoffer Hagvall (t o m 2020-09-30) efterföljt av Ylva Persson (fr o m 2020-10-01).

2 Områdesbeskrivning

2.1 Lokalisering

Jönköpings flygplats är belägen ca 6 km sydväst om Jönköpings tätort, se Figur 2.1. I norr angränsar flygplatsen till skogsområden. I öster gränsar flygplatsen mot sommarstugeområden efterföljt av Västersjön med bl.a. kommunal badplats och hundbad. Närmaste fritidshus är beläget ca 50-100 m öster om flygplatsen. Även på östra sidan Västersjön finns fritidshus och skog. Söder och väster om flygplatsen finns skogsområden, med inslag av lågområden av våtmarkskaraktär. Det största och närmaste våtmarksområdet är naturreservatet Dumme mosse belägen direkt väster om flygplatsen. I sydost gränsar flygplatsen mot ett verksamhetsområde med kontor- och verksamhetslokaler efterföljt av jordbruksmark med åkrar, skogsdungar och utspridda gårdar.



Figur 2.1. Översiktskarta Jönköpings flygplats. Flygplatsens verksamhetsområde är markerad med svarta streckade linjer.

2.2 Nuvarande och framtida markanvändning

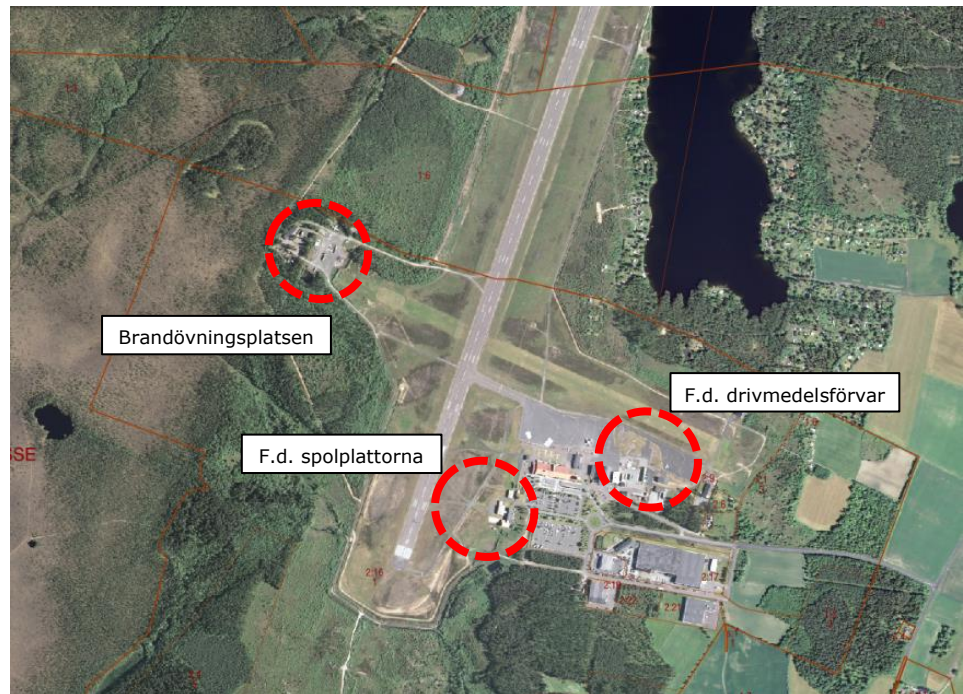
Jönköpings flygplats är en kommunal flygplats som ska tillgodose det regionala näringslivets och persontrafikens behov (Jönköpings kommun, 2020c).

Verksamheten på flygplatsen omfattar reguljärtrafik, chartertrafik och fraktflyg. En utbyggnad av bansystemet är planerad för att kunna hantera både större fraktflyg och större charterflyg (Jönköping Airport AB, 2020). Flygplatsen är ett riksintresse (Jönköpings kommun, 2020c). Markanvändningen inom flygplatsen bedöms därmed inte ändras inom överskådlig framtid.

Brandövningsplatsen, f.d. spolplattorna och f.d. drivmedelsanläggningen är samtliga belägna inom flygplatsens verksamhetsområde. Brandövningsplatsen har fortsatt regelbundna brandövningar, både av flygplatsens och kommunens räddningspersonal och det finns idag ingen plan att avveckla eller utveckla brandövningsplatsen. F.d. spolplattorna och f.d. drivmedelsanläggningen är numera avvecklade och ytorna består av gräsytor respektive asfalterade ytor inne på de delar av flygplatsen där ingen särskild verksamhet sker eller är planerad.

2.3 Användning av brandsläckningsskum

Nedan följer en kort presentation av de tre områdena, se Figur 2.2 för lokalisering. För en presentation av övriga identifierade riskobjekt, där enbart en PRIOR-bedömning utförts, hänvisas till bilaga 8.



Figur 2.2. Flygfoto över den södra delen av Jönköpings flygplats och de tre identifierade områden (inringat i streckad röd linje) där Jönköpings flygplats har eller kan ha hanterat brandsläckningsskum eller rester av sådan. Källa: Lantmäteriet (via Trafikverkets tjänst FastighetsVY). Karta i helsideformat återfinns i Bilaga 1.

2.3.1 Brandövningsplatsen

På brandövningsplatsen (Figur 2.3) har flygplatsen genomfört regelbundna brandövningar åtminstone sedan 1980-talet och den kommunala räddningstjänsten sedan 1992. Flygfoton från 1975 visar att brandövningar sannolikt genomförts på platsen redan då. Flygfoto från 1960 visar spår av någon form av aktivitet. Flygfoton finns i bilaga 1. Enligt uppgift användes brandskum innehållande PFAS mellan åren 1980-2009.



Figur 2.3. Aktuellt område år 2007. Den aktiva delen av brandövningsplatsen är inringat i streckad röd linje. Infiltrationsbädden är markerad med en stjärna. Längst nere i bild ses en branddamm utan utlopp. Öster om den aktiva delen av brandövningsplatsen är kontorslokaler och samlingsytor. Källa: Lantmäteriet (via Trafikverkets tjänst FastighetsVY). Karta i helsideformat återfinns i Bilaga 1.

Det finns fyra hårdgjorda ytor (betongplattor) där övningar genomförts samt en branddamm direkt söder om dessa. Släckvatten hämtas numera från annan plats inom flygplatsens verksamhetsområde, men hämtades tidigare från branddammen (utan in- eller utlopp). Från huvudövningsplattan och en mindre handövningsplatta samlades släckvatten upp och leddes till en släckvattentank. Detta vatten återanvändes sedan vid övning. Efter 2003 har släckvattentanken inte nyttjats utan vattnet har istället dränerats till en oljeavskiljare. Därefter har vattnet pumpats ut till en närliggande markbädd för infiltration. Vatten från de två andra plattorna har dränerats via en kemtank och oljeavskiljare till markbädden.

2.3.2 F.d. spolplattorna

Spolplattorna användes av räddningsfordon för att skölja ur vattentankar efter övning samt för tvätt av flygplatsens räddningsfordon. Flygfoton över området från 1975 fram till 2019, visar hur området förändrats med tiden, se bilaga 1. Största delen av området har varit gräsbevuxet under perioden 1980 till 2009.

2.3.3 F.d. drivmedelsförvar

Det f.d. drivmedelsförvaret var en tankanläggning bestående av två invallade cisterner med diesel (10 m³) respektive bensin (5 m³). Tankanläggningen avvecklades 2003 (LFV Teknik, 2006). Skumanvändning har inte har bekräftats inom eller i anslutning till drivmedelsförvaret, men PFAS har noterats i grundvattnet i anslutning till detta område. Flygfoton över området, från 1960 fram till 2019, visar hur området förändrats med tiden, se flygfoton i bilaga 1.

2.4 Geologi, hydrogeologi och hydrologi

Nedan följer en kort beskrivning av geologi, hydrogeologi och hydrologi.

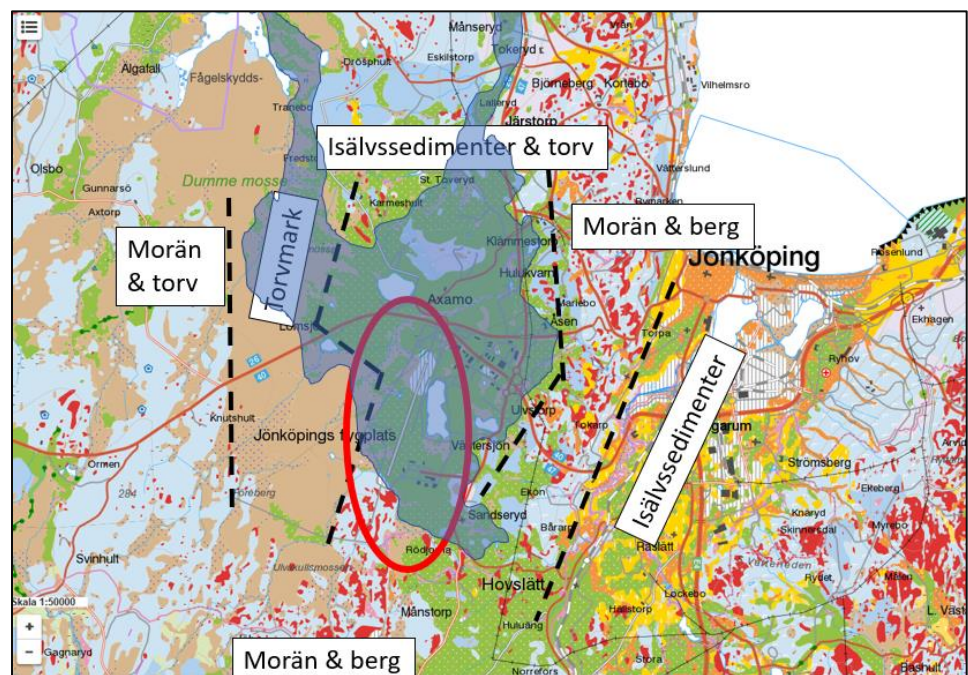
För mer detaljerad information hänvisas till NIRAS (2020).

2.4.1 Topografi

Jönköpings flygplats är belägen ca 225 m över havet. Området är huvudsakligen flackt med ett fåtal topografiska höjder. Berg i dagen återfinns söder och sydväst om landningsbanan, samt Fåglaberget som är beläget ca 250 m öster om brandövningsplatsen, mellan brandövningsplatsen och landningsbanan. Den generella marklutningen från brandövningsplatsen är mot sydost.

2.4.2 Geologisk uppbyggnad

Utifrån SGUs jordartskarta samt utförda undersökningar (NIRAS, 2020) är Jönköpings flygplats belägen på isälvsmaterial. Väster om flygplatsen ligger ett torvområde (Dumme mosse). Åt söder, norr och öster dominerar morän och berg i dagen. Längre österut, mot Jönköpings tätort, består jordarterna av isälvs sediment, lera, silt och post glacialt sand och grus.



Figur 2.4. Geologisk jordartskarta över Jönköping och Jönköpings flygplats. Jönköpings flygplats är markerad med den röda ellipsen. Jordartskartan är hämtad från SGU:s kartlager, jordarter 1:25 000. Det markerade blå området visar utbredningen för Axamo grundvattenmagasin.

Isälvs sedimentets huvudsakliga fraktion är sand men inslag av både finare och grövre kornstorlekar förekommer. På brandövningsplatsen har sanden en mäktighet på ca 4 m och den underlagras av silt som sträcker sig ner till ca 6 m djup, där berg påträffats. Vid jord-berg sonderingar utförda ca 500 m norr om flygplatsen har berg påträffats vid 5,5 m. Berget tycks dock sticka upp lokalt då berggrunden ligger djupare än 10 m i ett område 100 m väster om denna plats.

Väster om brandövningsplatsen avtar sandlagrets mäktighet då området angränsar till Dumme mosse, samtidigt som torvens mäktighet ökar. Öster om brandövningsplatsen mot flygplatsområdet ökar sandens mäktighet, med undantag av Fåglaberget som skär av sandlagret.

SGUs kartor för berggrund, jordarter och jorddjup presenteras i bilaga 2a-c.

2.4.3 Grundvattenförhållanden

I området bildas grundvatten framförallt i isälvsmaterial. Utströmning av grundvatten sker mot vattendrag och diken, Västersjön och Dumme mosse.

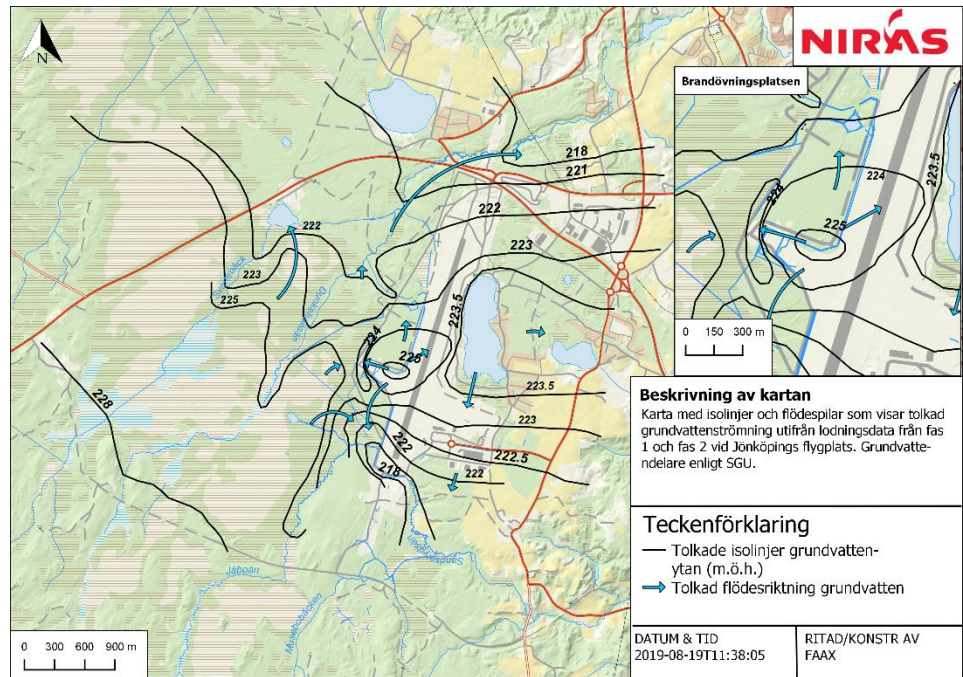
Hårdgjorda ytor inom flygplatsområdet begränsar den naturliga grundvattenbildningen. Regn- och smältvatten inom dessa områden samlas upp och avleds till flygplatsens dagvattensystem och Sandserydsån. Andelen hårdgjorda ytor har uppskattats till 30 procent inom flygplatsen. Tillsammans gör de hårdgjorda ytorna inom flygplatsen att grundvattenbildningen i området är mindre än under naturliga förhållanden och att en del av nederbörden avgår som ytvatten genom dagvattensystemet (diken och dagvattenledningar) direkt till Sandserydsån. Inom brandövningsplatsen där brandsläckningsskum har använts är andelen hårdgjorda ytor liten, men inom f.d. drivmedelsanläggningen 100 procent.

Enligt rapporten Grundvattenbildning i Svenska typjordar (Rodhe m fl., 2006) uppgår den potentiella grundvattenbildningen i området till 300-375 mm/år i grova jordar ("grovmå, sand, grus" och "isälvs sediment"). Motsvarande grundvattenbildning i området från SGU är 363 mm/år (ref SGU HMAG_GMAG_GEOM). Skattningen är baserad på modellering och tar inte hänsyn till ytavrinning och den verkliga grundvattenbildningen är sannolik därmed mindre.

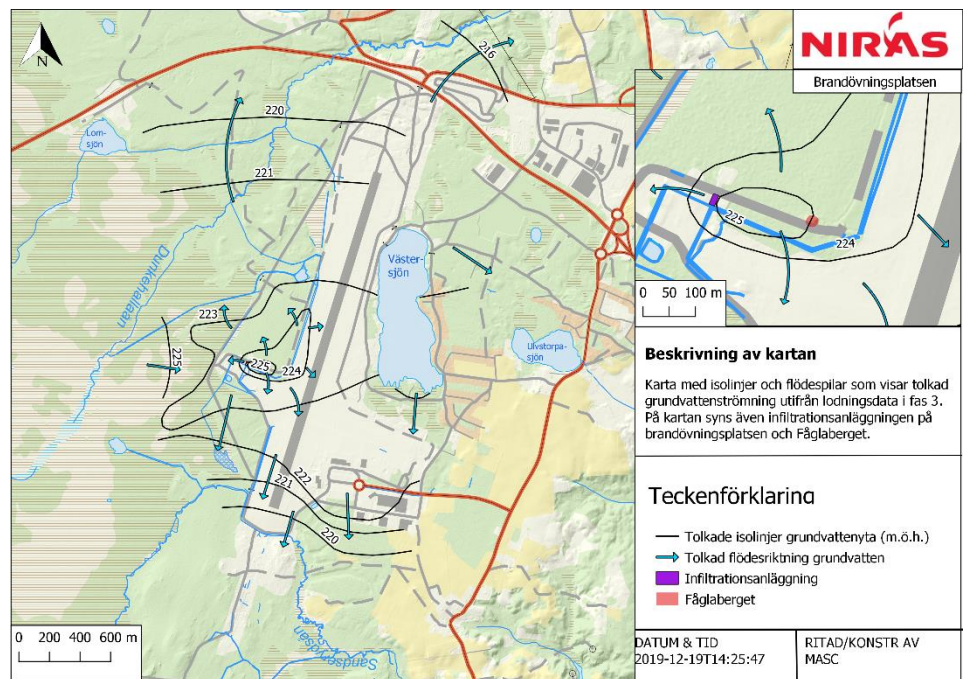
2.4.3.1 Grundvattennivåer

Grundvattnet ligger högst på den nordöstra delen av brandövningsplatsen (224,7-225,2 m ö h). Lodningar i rör på brandövningsplatsen visar att grundvattennivåerna varierar med ca 1 m under året (0,4-1,5 m u my), med de högsta nivåerna under våren och de lägsta under sensommar-tidig höst (NIRAS, 2020).

Tidigare undersökning (NIRAS, 2020) tyder på att det finns en grundvattendelare i öst-västlig riktning på norra delen av brandövningsplatsen med de högsta grundvattennivåerna vid infiltrationsanläggningen och vid Fåglaberget, se Figur 2.5 och Figur 2.6. Denna grundvattendelare återfinns även på SGUs grundvattenmagasinskartor, se bilaga 2d. Därifrån strömmar grundvattnet i nordlig riktning (förmodligen mot Dunkehallaån och Vättern), sydlig riktning (mot Sandserydsån) och östlig riktning (mot Västersjön). Sannolikt finns det säsongvis även en strömningsriktning mot Dumme mosse. Men tryckpotentialen verkar huvudsakligen vara högre i Dumme mosse än på brandövningsplatsen vilket ger grundvattnet en östlig strömningsriktning.



Figur 2.5. Kartan visa en tolkning av isolinjer (m.ö.h.) och grundvattenströmning utifrån lodningsdata i fas 1 och fas 2. (NIRAS, 2020)



Figur 2.6. Kartan visa en tolkning av isolinjer (m.ö.h.) och grundvattenströmning utifrån lodningsdata i fas 3 (NIRAS, 2020). På kartan syns även infiltrationsanläggningen och Fåglaberget, mellan vilka grundvattennivåerna ligger som högst. (NIRAS, 2020)

Grundvattendelaren gör att inget grundvatten strömmar till brandövningsplatsen norrifrån. Det grundvatten som flödar från brandövningsplatsen mot söder har sannolikt bildats genom infiltrerande nederbörd samt åtminstone periodvis inströmmande grundvatten från Dumme mosse. På samma sätt gör grundvattendelaren att inget grundvatten strömmar till söderifrån, dvs det grundvatten som flödar från brandövningsplatsen mot norr har sannolikt även det bildats med infiltrerande nederbörd samt åtminstone periodvis inströmmande grundvatten från Dumme mosse.

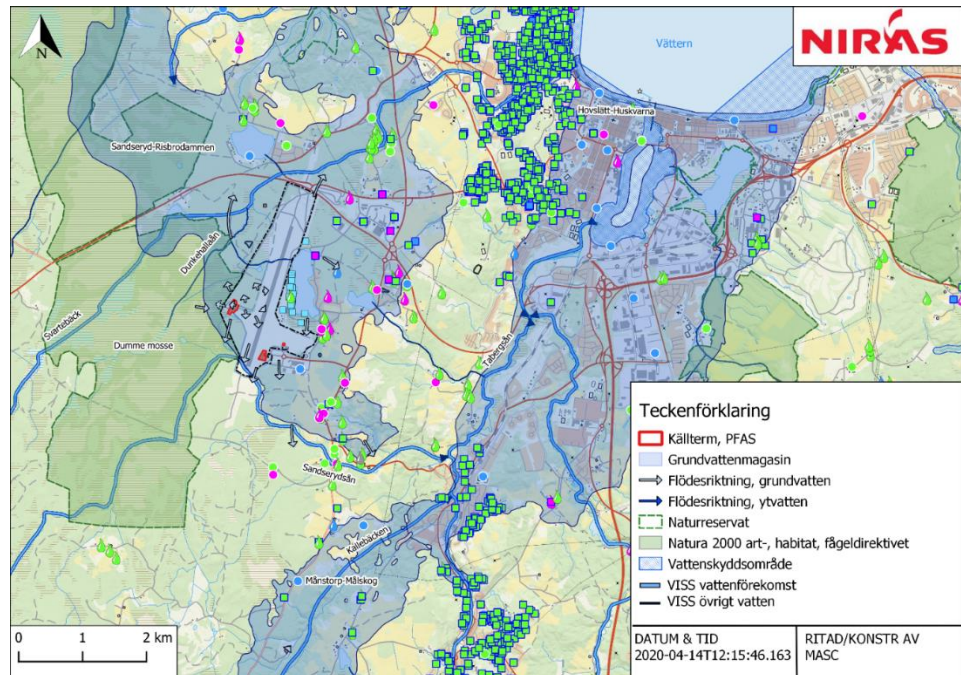
Branddammen på brandövningsplatsen saknar in- och utlopp och regleras endast av grundvattentillströmning, nederbörd och avdunstning. En utvärdering av vattennivåerna i dammen och i grundvatten inom brandövningsplatsen (NIRAS, 2020) visade att grundvattnet vid brandövningsplatsen låg ett antal cm högre än dammen och att det, åtminstone periodvis, sker en grundvattentillströmning till dammen.

Söder om Västersjön, där de f.d. spolplattorna och f.d. drivmedelsförvaret legat, är grundvattenströmningen sydvästlig mot Sanderydsån. Lodningar utförda vid f.d. drivmedelsförvaret (grundvattenrör benämnt J807:09) visar att grundvattennivån varierar med minst 2 m under året (från 1,8 m u my till minst 4 m u my, då röret har varit torrt vid lodning), med de högsta nivåerna under våren och de lägsta under sensommar-tidig höst (NIRAS, 2020). Grundvattenrören vid f.d. spolplattorna har endast lodats vid ett tillfälle under hösten 2020 så ingen information finns om hur grundvattennivån varierar under året. Grundvattennivån bedöms dock även här variera med ca 2 m under året med tanke på de hydrogeologiska förutsättningarna och grundvattennivåfluktuationen i närområdet (NIRAS, 2020).

Tidigare undersökningar (NIRAS, 2020) har visat att grundvattnet vid Sanderydsån söder om banorna låg ca 2,2–2,5 m högre än ytvattnet och att grundvatten alltså strömmar ut i Sanderydsån på denna sträcka, vilket även överensstämmer med SGUs grundvattenmagasinkartor, se bilaga 2d. Enligt grundvattenmagasinkartan sträcker sig detta utströmningsområde i Sanderydsån längs å-sträckan vid den södra banändan och ca 700 m nedströms. Enligt samma grundvattenmagasinkarta finns även grund- och ytvattenkontakt i Västersjön. I Västersjön sker utbytet i huvudsak från Västersjön till grundvattenmagasinet (SGU, 2020c).

2.4.3.2 Grundvattenförekomster

Jönköpings flygplats är belägen på grundvattenförekomsten Sanderyd-Risbrodammen (SE640721-139662) med mycket goda eller utmärkta uttagsmöjligheter (5-25 l/s) (VISS, 2020), se Figur 2.7. Kvalitetskraven är god kemisk status och god kvalitativ status. Vid de senaste förvaltningscyklerna klassades den kemiska statusen som otillfredsställande baserat på ett förorenat område i riskklass 2 (brandövningsplatsen). För grundvattenförekomsten finns beslutade kvalitetskrav för god kemisk grundvattenstatus, med undantag av PFAS-11 fram till år 2027. Grundvattenmagasinet är ej skyddat område enligt dricksvattenförsörjning artikel 7 (VISS, 2020).



Figur 2.7. Översiktskarta över grundvattenförekomster och brunnar inom och i anslutning till Jönköpings flygplats. Pilar markerar även ut bedömda grundvattenriktningar (NIRAS, 2020). Karta i helsidesformat presenteras i bilaga 2f.

Inom flygplatsens verksamhetsområde sker inget grundvattenuttag för dricksvattenkonsumtion, närmaste grundvattenuttag i grundvattenförekomsten i nedströms riktning sker av boende väster om Västersjön (SGU, 2020c). De närmaste brunnarna är belägna ca 700-800 m öster om brandövningsplatsen, ca 50 m öster om flygplatsområdet, se Figur 2.7. Dricksvattenbrunnar finns även på den östra sidan av Västersjön. Utöver brunnarna vid Västersjön finns dricksvattenbrunnar ca 1-1,5 km sydöst om Sandserydsån samt vid Axamosjön norr om flygplatsen.

Ca 3-4 km öster om Jönköpings flygplats ligger ytterligare en grundvattenförekomst, Hovslätt-Huskvarna (VISS EU_CD: SE640552-140324), där sand- och grusförekomsten har utmärkta eller ovanligt goda uttagsmöjligheter i bästa delen av grundvattenmagasinet. Grundvattenförekomsten bedöms ha en otillfredsställande kemisk status, bl.a. beroende på förorenade områden i Jönköping och Huskvarna tätort (VISS, 2020). Grundvattenuttag för dricksvattenkonsumtion sker i grundvattenförekomsten (SGU, 2020c). Grundvattenmagasinet är ej skyddat område enligt dricksvattenförsörjning artikel 7 (VISS, 2020).

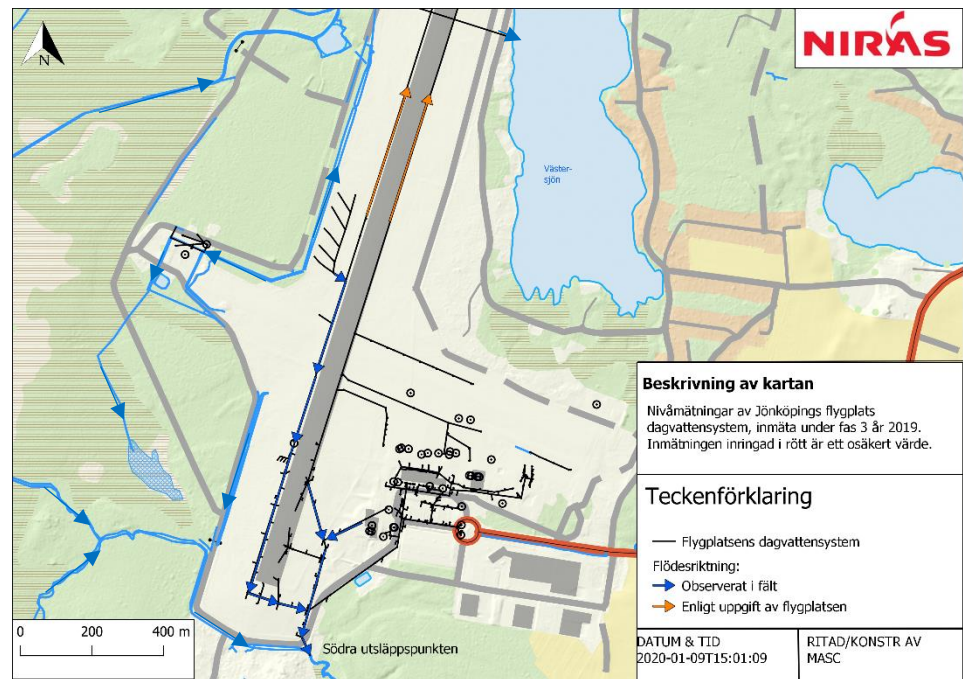
2.4.4 Ytvattenförhållanden

2.4.4.1 Ytvattenavrinning

Jönköpings flygplats avvattnas till Vättern, delvis via Sandserydsån i söder och delvis via Dunkehallaån i nordväst, se översiktskarta i Figur 2.1.

Avvattning sker via ett dagvattensystem samt ett nätverk av diken, se Figur 2.8. Som det framgår av figuren finns det ett nätverk av diken som avvattnar området kring brandövningsplatsen. De mindre diken avleder ytligt vatten dels från södra och mellersta området av brandövningsplatsen söderut mot ett våtmarksområde och vidare mot Sandserydsån och dels från det allra nordligaste området av brandövningsplatsen åt norr mot Dunkehallaån.

På den södra delen av flygplatsen, i nivå med brandövningsplatsen, sker ytavrinning via ett dagvattensystem med avrinning mot söder med utsläppspunkt i Sandserysån. I den norra delen av flygplatsen sker ytavrinning via dagvattensystem mot norr. Ytavrinning från området kring f.d. spolplattorna och området kring f.d. drivmedelsanläggningen sker sålunda mot söder. Den norra delen av flygplatsen dräneras dels i Västersjön och dels i diken som ansluter till Dunkehallaån.



Figur 2.8. Kartan visar strömningsriktningen i flygplatsens yt- och dagvattensystem. Blå streck avser diken och vattendrag emedan svarta streck avser dagvattensystemet. De mörkblå pilarna visar riktningar i dagvattensystemet observerade i fält och de i orange enligt uppgift från Jönköpings flygplats. De mellanblå pilarna visar riktningar i diken och vattendrag observerade i fält. Karta hämtad från NIRAS rapport 2020.

2.4.4.2 Recipienter

Jönköpings flygplats ligger inom huvudavrinningsområde "Motala ström".

Södra delen av Jönköpings flygplats ligger inom delavrinningsområde "Mynnar i Tabergsåån" (ca 24,39 km²) vars avrinning sker med Sandserysån (SE640309-139514) och vidare mot Tabergsåån och Munksjön (0,84 km²). Sandserysån, som rinner längs södra sidan av rullbanan, har ett uppmätt vattenflöde direkt nedströms flygplatsen om ca 0,3-0,35 m³/s (NIRAS, 2020), och ett modellerat vattenflöde om ca 0,24 m³/s då den går ihop med Tabergsåån (SMHI, 2020).

Den norra och centrala delen av Jönköpings flygplats ligger inom delavrinningsområde "Ovan None" (ca 18,27 km²) vars avrinning sker med Dunkehallaån (SE640644-139638). Dunkehallaån har ett uppmätt vattenflöde om 0,19 m³/s (NIRAS, 2020), och ett modellerat vattenflöde om ca 0,20 m³/s (SMHI, 2020). Inom delavrinningsområdet är Västersjön (0,31 km²) belägen. Västersjön har inget inlopp, men ett utlopp via ett dike mot Dunkehallaån. Västersjön har en beräknad omsättningstid på 1,5 år (Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2009).

Både sträckan Sandserydsån-Tabergsån-Munksjön och Dunkehallaån avvattnas till Vättern (1 756 km²). Delavrinningsområdena med tillhörande sjöar och vattendrag illustreras i bilaga 2f.

2.4.4.3 Ytvattenförekomster

Sandserydsån och Dunkehallaån är ytvattenförekomster som ej bedöms uppnå god kemisk status samt har måttlig ekologisk status (VISS, 2020). Båda åarna har kvalitetskrav på god kemisk ytvattenstatus samt god ekologisk status 2021. Mätdata för PFOS från Sandserydsån visar halter som innebär en risk att vattenförekomsten inte uppnår god status till 2027 (VISS, 2020). Inte heller ytvattenförekomsten och vattenskyddsområdet Vättern, belägen nedströms dessa åar, bedöms uppnå god kemisk status (VISS, 2020). Vätterns vatten utgör en viktig dricksvattenresurs.

Västersjön är inte klassad som ytvattenförekomst och omfattas därmed inte av kvalitetskrav gällande kemisk eller ekologisk status.

2.5 Skyddad natur och naturvärden i närområdet

Dumme mosse klassas som naturreservat och utgör även ett Natura 2000-område skyddat enligt Art- och Habitatdirektivet och Fågelskyddsdirektivet (VISS, 2020). Området utgör även ett skyddat område enligt Vattenförvaltningsförordningen (vattenrelaterade Natura 2000). Dumme mosse är väl anpassad för friluftsliv. I naturreservatet finns det en rekommendation om att endast röra sig på stigarna för att inte störa fågellivet.

3 Beskrivning av föroreningsituationen

Nedan följer en sammanfattande beskrivning av föroreningsituationen. För mer detaljerad information om uppmätta halter i respektive media och provpunkt i området hänvisas till NIRAS (2020).

3.1 Statistisk databearbetning

I redovisningen av föroreningsituation nedan används minvärde, medelvärde, 50-percentilen (median), 90-percentilen och maxvärde då dessa ger en enkel men översiktlig bild av föroreningsituationen inom respektive område och provmedia. För utvalda datamängder har även den övre 95-procentiga konfidensgränsen för medelvärdet (UCLM95) beräknats. UCLM95 är ett statistiskt skattat medelvärde som den faktiska medelhalten med 95 procents säkerhet ligger under. Då UCLM95 endast kan beräknas för slumpmässig data valda inom en datamängd (med samma egenskaper, t.ex. samma provtagningsskala, föroreningsbild etc.) har UCLM95 endast beräknats för datamängder där dessa kriterier bedömts uppfylla.

Alla statistiska mått har beräknats i programvaran ProUCL. UCLM95 har beräknats för samtliga testade fördelningar och det värde föreslagits av programmet har valts om ej annat anges i denna rapport. För sammanställning av statistiska mått för jord och grundvatten inom respektive riskkälla hänvisas till efterföljande avsnitt samt bilaga 3. I efterföljande avsnitt finns även data för ytvatten, sediment och fisk.

I bilaga 3 presenteras även hur datamängden (för vilka de statistiska måtten har beräknats) har valts ut. För utdrag ur ProUCL se bilaga 4.

För att öka datamängden från området har analysdata från olika provtagningsomgångar använts vid framtagande av de statistiska måtten. För att analysdata ska representera samma provtagningsvolym har analysdata från olika tillfällen, med olika provtagningsmetoder (som t.ex. skruvborrning, foderrörsborrning, sonic- eller handborrning eller provgrovsgrävning) inte slagits samman om detta inte anges specifikt. Av samma anledning har inte heller analysdata för samlingsprov (en provpunkt) och generalprov (där flera samlingsprov är sammanslagna) använts i de statistiska beräkningarna.

Vid uttag av olika typer av geologiskt material, såsom t.ex. jord och torv på Dumme mosse, har dessa slagits samman i samma datamängd trots att egenskaperna för dessa material bedöms påverka urlakningen kontra fastläggningen av förorening på olika sätt. Sammanslagningen har gjorts då ingen signifikant skillnad i halter mellan datamängderna har kunnat påvisats.

Vid analys av samlingsprov tagna i samma provpunkt, men på olika djupnivå, har analysresultaten från bägge dataset tagits med i datamängden om dessa två inte utgör mer än 10 procent av denna. Utgör proven en större andel av datamängden har djupintervallet om möjligt delats i flera djupintervall alternativt endast ett av provena valts ut genom slumpning.

Vid duplikatprov, dvs. vid analys av samlingsprov i samma provpunkt och i samma djupnivå, har ett av dataseten valts genom slumpning för att en jordvolym inte ska representeras flera gånger i beräkningarna.

Då antalet grundvattenprov är relativt litet har uppmätta halter inom respektive källområde och högst 10 meter nedströms använts för att beräkna representativa halter.

Vid prov uttagna i samma provpunkt, men vid olika tillfällen t.ex. grund- och ytvattenprov har medelhalten i provpunkten valts. På grund av få återkommande prov på grund- och ytvatten (<5 prov) har inte CV (variationskoefficient) beräknats för dessa medier för att bedöma trend över tid.

Analysdata under rapporteringsgräns har inkluderats i beräkningarna genom extrapolering i ProUCL med en parametrisk metod, vilken bygger på ett antagande om en viss statistisk fördelningsmodell. Vid extrapoleringen för jord har generellt antagits att halterna följer en lognormalfördelning. För att kontrollera om datamängderna inom Jönköpings flygplats följer en lognormalfördelning har analysdata över rapporteringsgräns kontrollerats med ett Goodness-of-fit test i ProUCL. För ett urval av datamängderna (PFOS, PFAS-11 och PFAS-20) samt datamängder som inte bedöms följa en lognormalfördelning enligt ovan nämnda metod har även Q-Q-diagram studerats i ProUCL (en grafisk metod för att jämföra data med olika sannolikhetsfördelningar) för att verifiera fördelningarna visuellt.

För att använda ovannämnda metod för att extrapolera data måste det finnas tillräckligt många analysdata över laboratoriets rapporteringsgräns. Om antalet analysdata för PFAS, PFAS-11 och PFAS-20 över rapporteringsgräns är litet ($5 \leq n < 10$) har ett antagande om att halterna följer en lognormalfördelning gjorts. Detta har dock inte kontrollerats med ett efterföljande Goodness-of-fit test eller genom studie av Q-Q-diagram. Det innebär en osäkerhet att generellt anta (utan att kunna kontrollera detta) en lognormalfördelning vid extrapoleringen. Denna osäkerhet bedöms vara liten vid låga halter då osäkerheten blir lägre ju längre ifrån medelhalten som rapporteringsgränsen ligger.

Om antalet analysdata för PFAS, PFAS-11 och PFAS-20 över rapporteringsgränsen är mycket litet ($n < 5$) har halter under rapporteringsgräns satts till noll. För övriga ämnen har halter under laboratoriets rapporteringsgräns ersatts med noll (0) om antalet analysdata över laboratoriets rapporteringsgräns är mindre än 10 (<10).

I de fall där laboratoriets rapporteringsgräns saknats för summaparametrarna PFAS-11 och PFAS-20 har rapporteringsgränsen för en enskild PFAS valts.

3.2 Brandövningsplatsen (BÖP)

Nedan följer en sammanställning av föroreningsituationen i jord, grundvatten och ytvattnet inom och i anslutning till brandövningsplatsen.

3.2.1 PFAS i jord

PFAS i jord har undersökts vid brandövningsplatsen och omkringliggande områden inom flygplatsens verksamhetsområde samt inom Dumme mosse. I NIRAS (2020) presenteras samtliga analysresultat. Provpunkternas placering med uppmätta maxhalter visas i Figur 3.1 och Figur 3.2 nedan.

PFAS har analyserats i totalt 39 jordprover tagna inom brandövningsplatsen (33 skruvborrning, 3 handborrning, 2 geoprobe och 1 foderrörsborrning) från olika djup ned till som mest 5,9 m under markytan. Merparten av jordproverna har uttagits i friktionsjord inom delar av djupintervallet ca 0-2 m under markytan. Då antalet prov inom djupintervallet 1-2 m under markytan är mycket begränsat (2 jordprover från samma punkt) visas statistik för friktionsjord inom djupintervallet 0-2 m u my. Endast 2 jordprover (2 geoprobe) har uttagits i en provpunkt i kohesionsjord belägen djupare än 3 meter under markytan.

PFAS har analyserats i totalt 84 jordprover i omkringliggande områden (46 skruvborrning, 32 provgroppgrävning och 6 handborrning) från olika djup ned till som mest 3,8 m (ned till berg) under markytan. 73 av dessa har analyserats som samlingsprov inom delar av djupintervallet 0-1 eller 1-2 m under markytan, medan en mindre del av proven har analyserats som generalprov från flera provpunkter. Endast 1 jordprov (1 skruvborrning) har uttagits i kohesionsjord belägen djupare än 3 meter under markytan.

PFAS har analyserat i totalt 22 jord- och 12 torvprover i 11 unika provpunkter inom angränsande Dumme mosse (2 skruvborrning, 32 handborrning) från olika djup ned till som mest 4,5 meter under markytan.

I Tabell 3.1 nedan redovisas sammanfattande statistik för PFOS, PFAS-11 och PFAS-20 i jord, dels inom den aktiva delen av brandövningsplatsen (där övningar med brandskum sker eller har skett) och dels inom övriga delar av brandövningsplatsen samt angränsande områden inom flygplatsens verksamhetsområde. I Tabell 3.2 redovisas sammanfattande statistik för PFOS, PFAS-11 och PFAS-20 i jord inom Dumme mosse. För sammanfattande statistik för övriga PFAS hänvisas till bilaga 3 – statistiska beräkningar.

Tabell 3.1. Sammanfattande statistik för uppmätta PFAS-halter i jord inom brandövningsplatsen samt i jord i omkringliggande områden inom flygplatsens verksamhetsområde. Datamängd märkt med (s), (g) eller (p) avser prov uttagna med hjälp av skruvborrning, provgrovsgrävning respektive borrning med geoprobe. Representativa halter i respektive datamängd anges i fet stil. Samtliga halter anges i µg/kg TS.

Brandövningsplatsen										
Ämne	Djup	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM 95
PFOS	0-2	33 (s)*	<0,1	14 000	570	66	410	2 400	4,3	2 900
PFAS11	0-2	33 (s)*	<1,1	14 000	580	71	410	2 500	4,3	3 300
PFAS20	0-2	33 (s)*	<2,0	14 000	580	71	410	2 500	4,3	3 300
PFOS	>3	2 (p)	3,2	12	7,6	-	-	-	-	*
PFAS11	>3	2 (p)	7,0	13	10	-	-	-	-	*
PFAS20	>3	2 (p)	<2,2	13	6,7	-	-	-	-	*
Områden inom flygplatsens verksamhetsområde										
Ämne	Djup	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM 95
PFOS	0-1	26 (s)	0,12	190	17	2,6	43	43	2,5	100
PFAS11	0-1	40 (s)	<0,1	190	12	0,12	22	36	2,9	51
PFAS20	0-1	40 (s)	<0,1	190	12	0,13	22	36	2,9	57
PFOS	1-2	4 (s)	<0,1	2	0,95	0,90	1,8	0,92	1,0	*
PFAS11	1-2	13(s)**	<0,1	2,2	0,28	<0,1	1,1	0,70	0,40	*
PFAS20	1-2	13(s)**	<0,1	2,2	0,28	<0,1	1,1	0,70	0,40	*
PFOS	1-2	9 (p)	0,12	6,0	1,6	0,45	3,8	2,0	0,80	*
PFAS11	1-2	10 (p)	<0,1	9,9	2,2	1,0	4,1	3,0	0,72	3,9
PFAS20	1-2	10 (p)	<0,1	9,9	2,2	1,0	4,1	3,0	0,72	3,9
PFOS	>3	1 (s)	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-	*
PFAS11	>3	1 (s)	<1,1	<1,1	<1,1	-	-	-	-	*
PFAS20	>3	1 (s)	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-	*

* Antal analysdata är <10 eller antal analysdata över rapporteringsgräns är <5. Beräkning av UCLM) har ej utförts.
 ** Datamängden innehåller två prov inom djupintervallet 1-2 m u my, resten är uttagna 0-1 m u my.

Tabell 3.2. Sammanfattande statistik för uppmätta PFAS-halter i jord i Dumme mosse. Datamängd märkt med (s), (g) eller (p) avser prov uttagna med hjälp av skruvborrning, provgrovsgrävning respektive borrning med geoprobe. Representativa halter i respektive datamängd anges i fet stil. Samtliga halter anges i µg/kg TS.

Våtmarksområdet väster om brandövningsplatsen, Dumme mosse										
Ämne	Djup	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM95
PFOS	0-1	11(s)	<0,1	0,12	0,010	<0,1	<0,1	0,04	0,30	*
PFAS11	0-1	11(s)	<0,1	3,9	0,48	0,11	0,55	1,2	0,42	2,2
PFAS20	0-1	11(s)	<0,1	3,9	0,50	0,12	0,55	1,1	0,43	1,8
PFOS	1-2	10(s)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	*
PFAS11	1-2	10(s)	<0,1	7,9	0,87	<0,1	1,4	2,5	0,35	*
PFAS20	1-2	10(s)	<0,1	7,9	0,88	<0,1	1,4	2,5	0,36	*
PFOS	>2	13(s)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	*
PFAS11	>2	13(s)	<0,1	25	2,1	<0,1	1,7	7,0	0,31	*
PFAS20	>2	13(s)	<0,1	25	2,2	<0,1	1,7	7,0	0,31	*

* Antal analysdata är <10 eller antal analysdata över rapporteringsgräns är <5. Beräkning av UCLM95 har ej utförts.

Den aktiva delen av brandövningsplatsen, där förhöjda halter PFAS noterats i jorden, omfattar ett ca 21 300 m² stort område. Därtill förekommer förhöjda halter PFAS i närliggande områden inom flygplatsens verksamhetsområde samt i våtmarksområdet direkt väster om brandövningsplatsen.

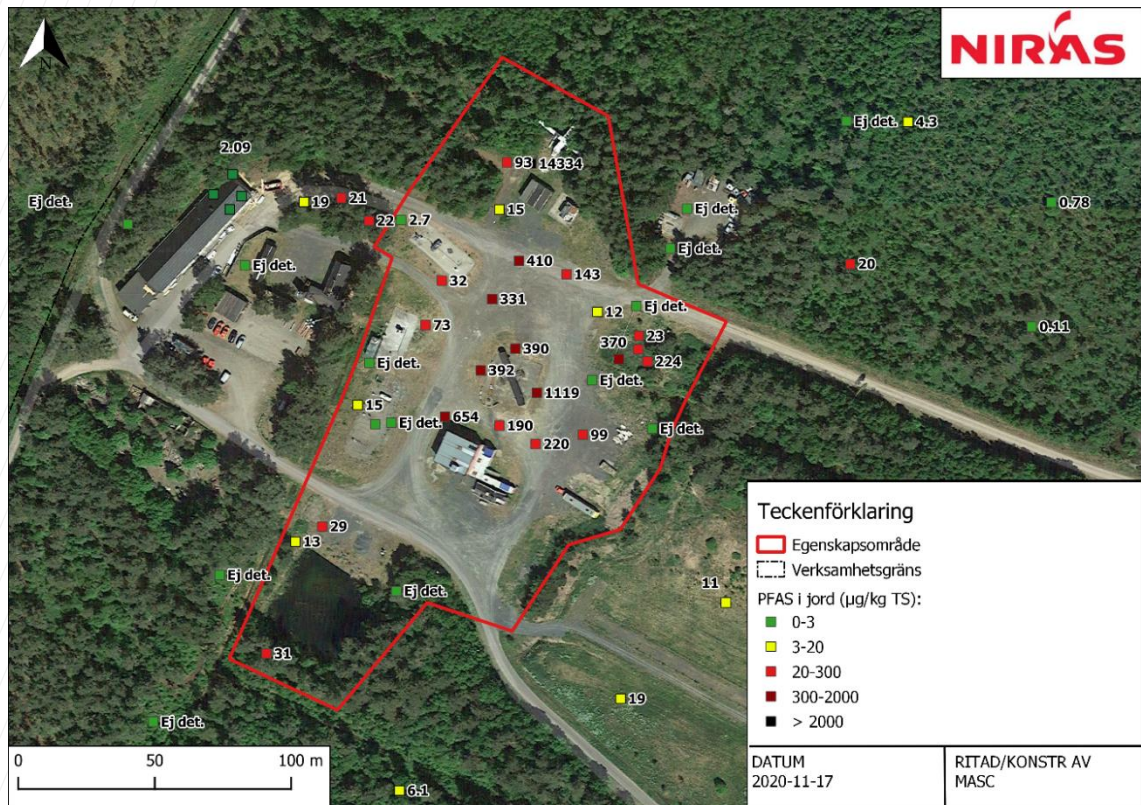
Det framgår av Tabell 3.1 (samt av bilaga 3) att haltvariationen är mycket stor inom brandövningsplatsen. I de jordprover som uttogs i djupintervallet 0-2 m under markytan varierade den summerade halten av PFAS-20 från under rapporteringsgräns till ca 14 000 µg/kg TS, kring ett medelvärde på 580 µg/kg TS. Notera det betydligt lägre medianvärdet på 71 µg/kg TS. Dominerande PFAS i jord var PFOS (98 % av PFAS-20 baserat på medelvärde inom brandövningsplatsen), följt av PFHxS (1,4 %), PFOSA (0,48 %), PFOA (0,45 %) och FTS 6:2 (0,40 %). De stora skillnaderna mellan medelhalt och medianvärde visar på stora koncentrationsskillnader i de övre jordlagren inom brandövningsplatsen. Vilket avspeglas i beräknad variationskoefficient (CV), där CV>3 visar en mycket stor variabilitet i data.

Det framgår vidare av Tabell 3.1 (samt av bilaga 3) att haltvariationen är stor inom ytliga jordlager utanför brandövningsplatsen, där varierade den summerade halten av PFAS-20 från under rapporteringsgräns till ca 190 µg/kg TS. Även här är den dominerande PFAS i jord PFOS (80 % av PFAS-20) och skillnaden mellan medelvärde och median (12 respektive 0,13 µg/kg TS). I de jordprover som uttogs i djupare jordlager var både halter och haltvariationen lägre. De beräknade variationskoefficienten i djupintervallet 0-1 m och 1-2 m under markytan kan tolkas som stor (CV>2) respektive liten (CV<0,5) variabilitet.

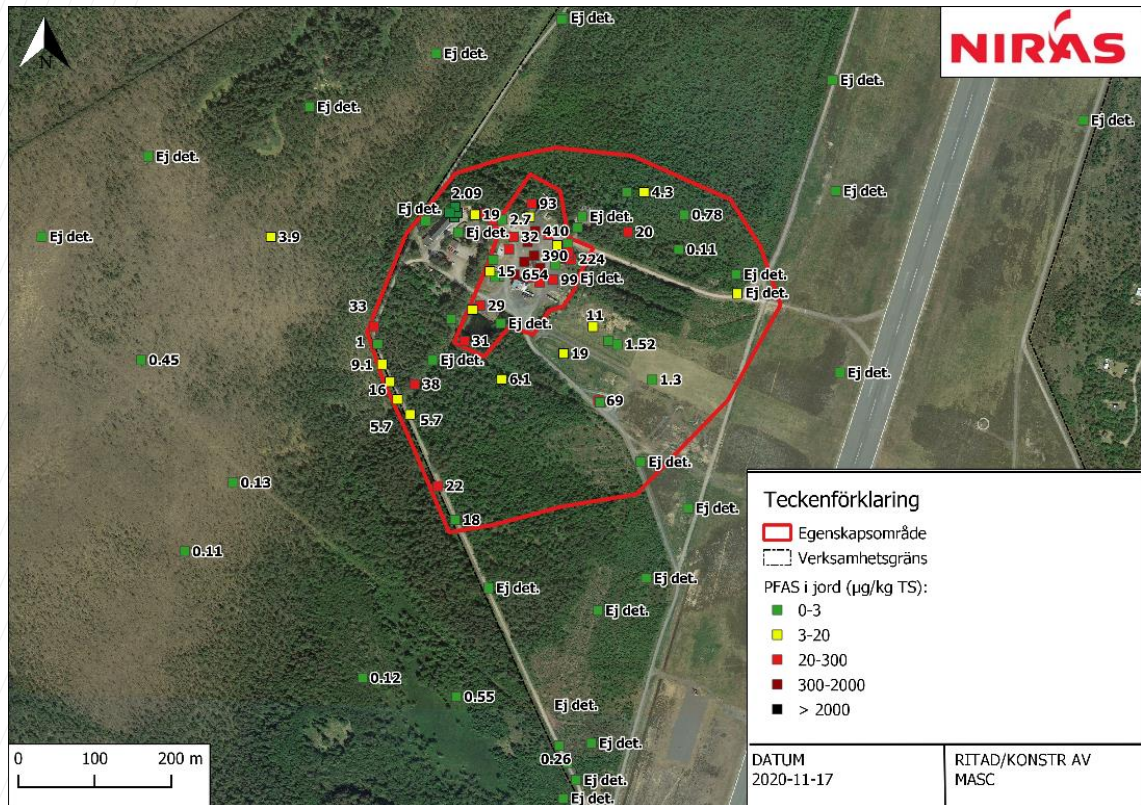
Även inom våtmarksområdet väster om brandövningsplatsen är halterna och haltvariationerna lägre än i yttlig jord inom flygplatsens verksamhetsområde. I de jordprover som uttogs i djupintervallet 0-2 m under markytan varierade den summerade halten av PFAS-20 från under rapporteringsgräns till ca 8 µg/kg TS. Medan de jord-

prover som uttogs i djupare djupintervall varierade halten PFAS-20 från under rapporteringsgräns till 25 µg/kg TS. Dominerande PFAS i jord var PFPeA (71-90 % av PFAS-20). Trots att halten 25 µg/kg TS som uppmättes i torv i provpunkt JT1901 på djupet 2,5 m under markytan är betydligt högre än övriga uppmätta halter, är skillnaden mellan medelhalt och median generellt liten inom våtmarksområdet och de beräknade variationskoefficienten kan tolkas som liten (CV<0,5) variabilitet i data.

I Figur 3.1 och i Figur 3.2 nedan redovisas de uppmätta halter PFAS-11 från de övre jordlagren, dvs. 0-2 m under markytan, i relation till SGI:s preliminära riktvärden för känslig markanvändning ($RV_{KM} = 3 \mu\text{g}/\text{kg TS}$) respektive mindre känslig markanvändning ($RV_{MKM} = 20 \mu\text{g}/\text{kg TS}$). Såväl den beräknade medelhalten som medianhalten överskrider MKM. Även andra PFAS förekom i enskilda halter över KM (främst PFHxS, PFOSA, PFOA och FTS 6:2).



Figur 3.1. Uppmätta halter PFAS-11 i sandiga jordlager (0-2 m u my) inom BÖP. Areal för den aktiva delen av BÖP är 21 325 m².



Figur 3.2. Uppmätta halter PFAS-11 i sandiga jordlager (0-2 m u my) inom BÖP med omnejd. Areal för den aktiva delen av BÖP är 21 325 m² och areal för omkringliggande ytor (BÖP yttre) är 193 114 m².

Den huvudsakliga föroreningen i jorden återfinns centralt på brandövningsplatsen vid huvudövningsplattan, där halterna PFAS-20 överstiger KM, och ligger i intervallet 390-1 100 µg/kg TS. Vid infiltrationsanläggningen ligger halten på 24-270 µg/kg TS, med den högsta halten centralt på infiltrationsbädden. Den högsta PFAS-halten återfinns dock på den plats som tidigare användes som huvudövningsplats innan betongplattan byggdes 1992. Där har 14 000 µg/kg TS (punkt SB1832) noterats i jord på djupet 0,3-0,6 m under markytan. Intill denna plats, vid punkt JJBOP1915, har området enda jordprov uttagits av djupare jordlager. Vid JJBOP1915 uttogs prover 3-4 m u my med ett innehåll på 13 µg/kg TS och 7,2 µg/kg TS vid 4,9-5,9 m u my. Detta visar att PFAS-föroreningen finns även djupare ner än 2 m u my. Den djupare föroreningen beror antagligen på grundvattensspridning (NIRAS, 2020).

3.2.2 PFAS i grundvatten

PFAS i grundvatten och provpunkternas placering med uppmätta maxhalter visas i Figur 3.7 och Figur 3.8 nedan.

PFAS har analyserats i totalt 20 grundvattenprover, varav 6 prov från unika grundvattenrör och resterade 14 från upprepande provtagning i 5 unika grundvattenrör. Grundvattenproven är uttagna som mest ned till 3,0 m under markytan, dvs i den ytliga delen av grundvattenmagasinet.

I Tabell 3.3 nedan redovisas sammanfattande statistik för PFOS, PFAS-11 och PFAS-20 i grundvatten. För sammanfattande statistik för övriga PFAS hänvisas till bilaga 3 – statistiska beräkningar.

Tabell 3.3. Sammanfattande statistik för uppmätta PFAS-halter i grundvatten inom brandövningsplatsen. Djupet anges i meter under markytan. Samtliga halter anges i ng/l.

Brandövningsplatsen, hela										
Ämne	Djup	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM 95
PFOS	1-3	11	2 100	130 000	34 000	22 000	110 000	44 000	0,8	93 000
PFAS11	1-3	7	7 500	170 000	49 000	32 000	99 000	56 000	0,9	*
PFAS20	1-3	6	7 900	150 000	47 000	31 000	100 000	55 000	0,9	*

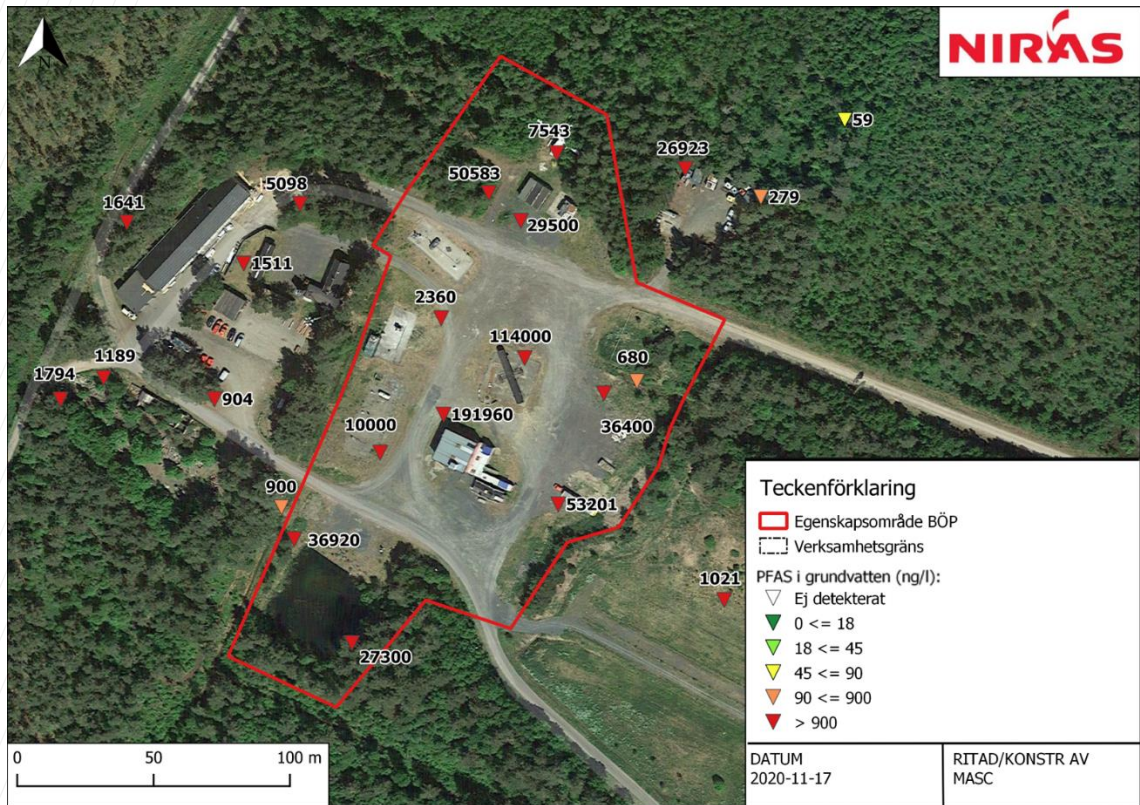
* Antal analysdata är <10 eller antal analysdata över rapporteringsgräns är <5. Beräkning av UCLM)5 har ej utförts.

I grundvattnet uppmättes halter av PFAS-20 mellan 7 900 ng/L och 150 000 ng/L (medel: 47 00 ng/L, median 31 000 ng/L) inom brandövningsplatsen. I grundvattnet, liksom i jorden, dominerade PFOS (73 % av PFAS-20 baserat på medelvärde för hela området) efterföljt av PFOA (10 %), FTS 6:2 (8 %), PFHxS (6 %), PFPeA (5%) och PFHxA (4%). Andelen av andra PFAS än PFOS är generellt högre i grundvattnet inom brandövningsplatsen än i jordmatrisen.

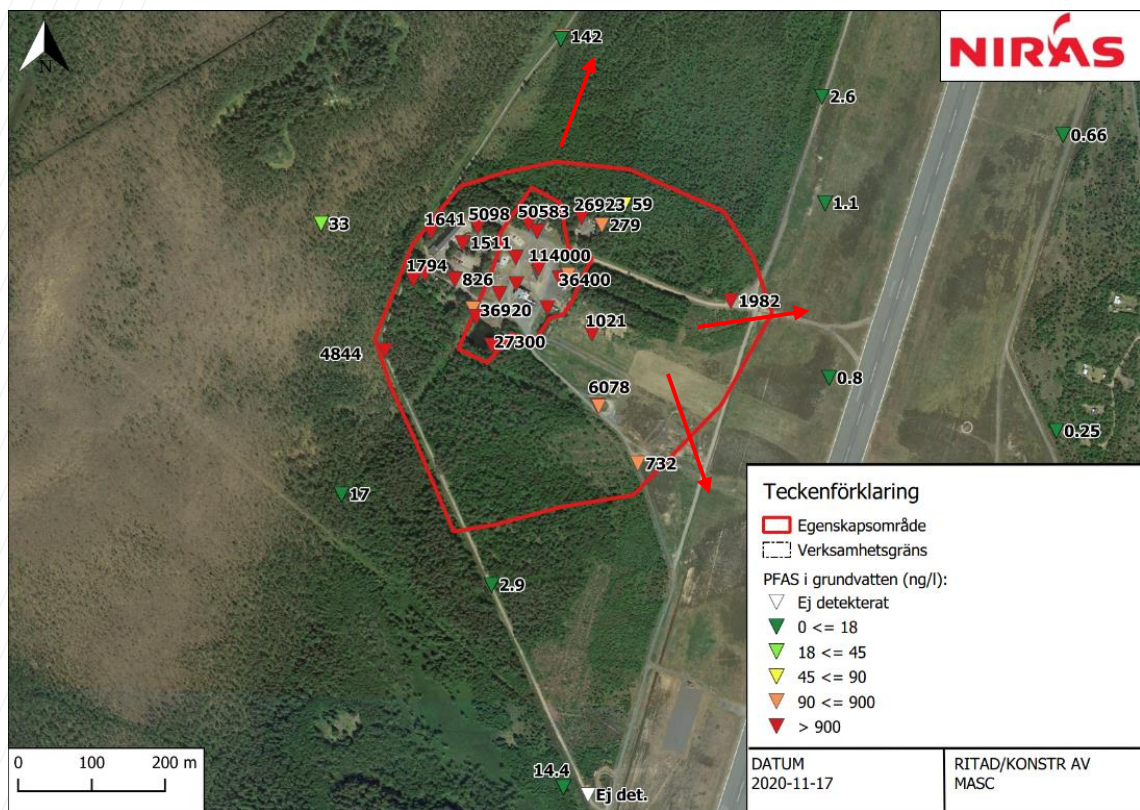
I de grundvattenprov som togs inom brandövningsplatsen uppmättes halter av PFOS mellan 21 000 ng/L och 130 000 ng/L. Skillnaden mellan medelvärde och median (34 000 ng/L respektive 22 000 ng/L) visar till skillnad från jordmatrisen inte på stora koncentrationsskillnader. Denna måttliga heterogenitet i grundvattnet avspeglas även i beräknad korrelationskoefficient (CV), där CV<1 kan tolkas som en liten variabilitet i data.

I Figur 3.3 och Figur 3.4 nedan redovisas de uppmätta halter PFAS-11 i grundvattnet inom brandövningsplatsen samt i dess närområden, i relation till SGI:s preliminära riktvärden för grundvatten ($RV_{MKM}=45$ ng/L). För huvudsakliga spridningsvägar i grundvattnet (NIRAS, 2020), se bilaga 2g.

Såväl den beräknade medelhalten som medianhalten av PFOS och PFAS-11 överskrider riktvärdet. Även andra PFAS förekom i enskilda halter över riktvärdet (främst PFOA, FTS 6:2, PFHxS, PFPeA och PFHxA). Av figuren framgår att PFAS-11 avtar snabbt med avståndet från brandövningsplatsen och att halterna ligger på nivåer ca 5-50 gånger lägre än riktvärdet i lägre liggande terräng ca 400 meter nedströms.



Figur 3.3. Högsta uppmätta halter PFAS-11 i grundvatten, provtagna mellan åren 2016-2019 på brandövningsplatsen.

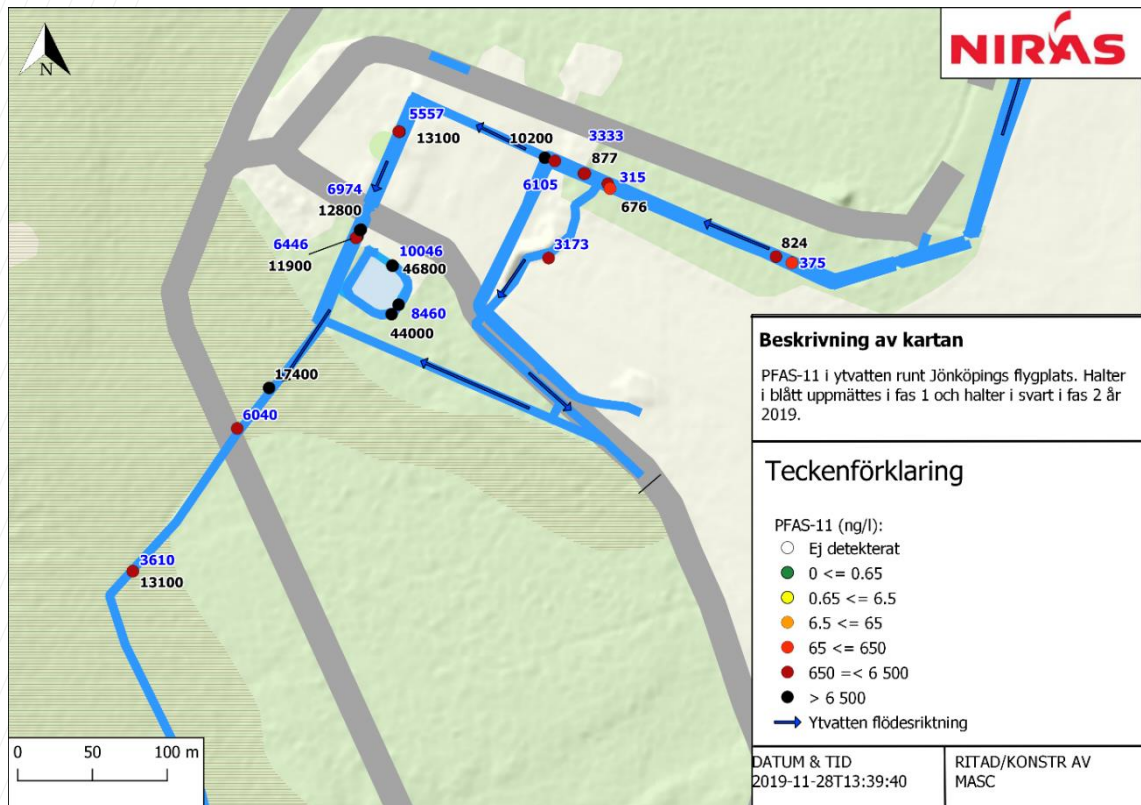


Figur 3.4. Högsta uppmätta halter PFAS-11 i grundvatten, provtagna mellan åren 2016-2019 kring brandövningsplatsen. Bedömda huvudsakliga spridningsplymer enligt NIRAS (2020) anges med röda pilar. Periodvis spridning åt Dumme mosse i väster kan heller inte uteslutas (NIRAS, 2020).

3.2.3 PFAS i ytvattensystem och branddamm

PFAS i ytvatten har undersökts vid brandövningsplatsen och omkringliggande områden inom flygplatsens verksamhetsområde, se Figur 3.5.

De högsta halterna i ytvattnet har uppmätts på brandövningsplatsen, där de varierar mellan ca 300 och 47 000 ng/l med den högsta halten i branddammen. I ytvattnet i diket som passerar branddammen är halterna fortsatt höga (ca 3 000–13 000 ng/l) och när diket sedan leder vattnet mot sydväst mot Dumme mosse, där diket förgrenar sig och mynnar ut i ett våtmarksområde uppmätts halter om 13 000 ng/l. Våtmarken dräneras sedan till ett annat dike som mynnar ut i Sandserysån (se även avsnitt 3.5.1). I ytvattnet, liksom i jord och grundvatten vid brandövningsplatsen, dominerade PFOS (30-80%) efterföljt av PFHxS (10-30 %) (NIRAS, 2020).



Figur 3.5. PFAS-11 uppmätt på brandövningsplatsen i fas 1 och fas 2. Halter i blått från fas 1 och halter i svart från fas 2. Inga provtagningar utfördes i detta område under fas 3. (från NIRAS, 2020)

3.3 F.d. spolplattorna

Nedan följer en sammanställning av föroreningsituationen i jord och grundvatten inom och i anslutning till området vid f.d. spolplattorna.

3.3.1 PFAS i jord

Provpunkternas placering med uppmätta maxhalter visas i Figur 3.6.

PFAS har analyserats i totalt 12 jordprover tagna inom f.d. spolplattorna (5 skruvborrning, 4 provgropgrävning och 3 foderrörsborrning) från olika djup ned till som mest 2,0 m under markytan. Proverna uttagna med provgropsgrävning är även analyserade som generalprov, bestående av samlingsprov från flera provgropar. Merparten av jordproverna har uttagits i friktionsjord inom delar av djupintervallet ca 0-1 m under markytan. Då antalet prov inom djupintervallet 1-2 m under markytan är mycket begränsat (2 jordprover) visas statistik för friktionsjord inom djupintervallet 0-1 m u my. För djupnivån 1-2 m under markytan visas enbart uppmätta halter. Inga jordprover har uttagits i djupare jordlager.

I Tabell 3.4 nedan redovisas sammanfattande statistik för PFOS, PFAS-11 och PFAS-20 i jord, dels från skruvprovtagning och foderrörsborrning och dels från provgropsgrävning. Sammanslagningen av analysdata från skruvborrning och foderrörsborrning har gjorts då dataunderlaget är litet och dessa prov representerar ungefär samma provmängd. För sammanfattande statistik för övriga PFAS hänvisas till bilaga 3 – statistiska beräkningar.

Tabell 3.4. Sammanfattande statistik för uppmätta PFAS-halter i jord inom spolplattorna (på djupnivån 0-1 m y my respektive 2 prover på djupnivån 1-2 m u my). Datamängd märkt med (sf) eller (g) avser prov uttagna med hjälp av skruvborrning eller foderrörsborrning respektive provgropsgrävning. Representativa halter i respektive datamängd anges i fet stil. Samtliga halter anges i µg/kg TS.

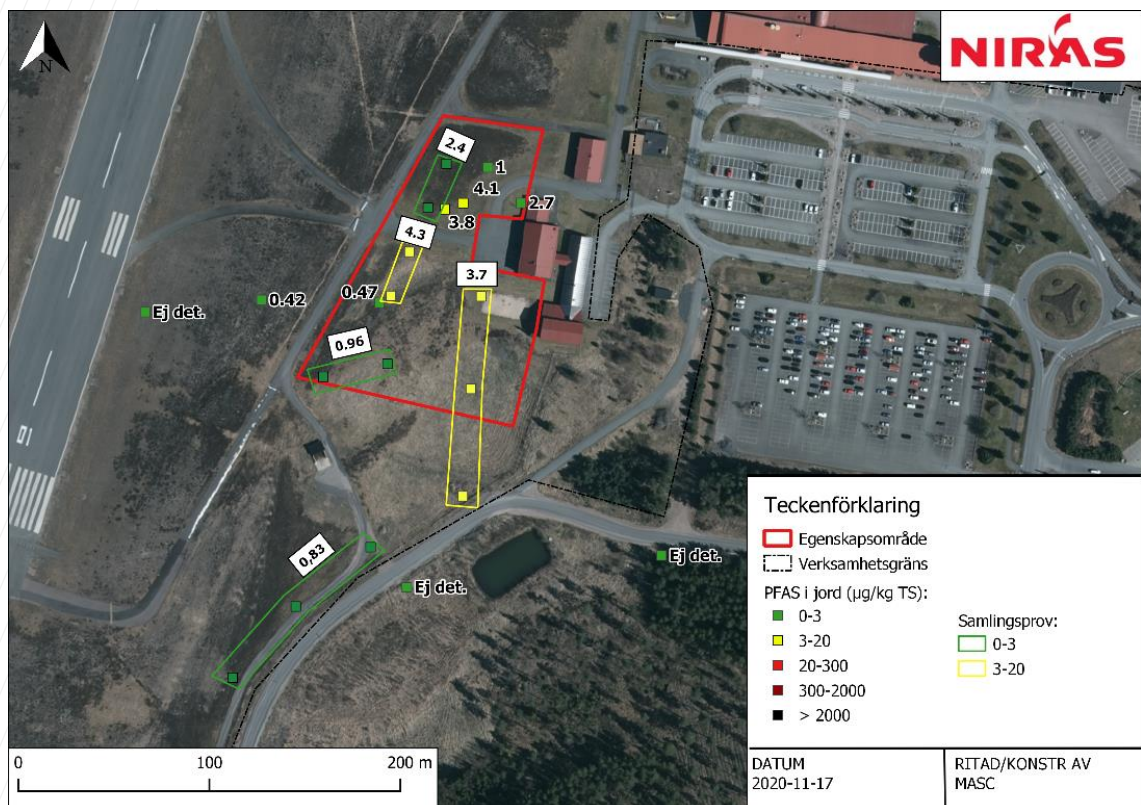
F.d. spolplattorna										
Ämne	Djup	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM ₉₅
PFOS	0-1	4 (g)	0,85	4,0	2,3	2,3	3,5	1,3	1,8	*
PFAS11	0-1	4 (g)	0,96	4,3	2,8	3,1	4,1	1,5	1,9	*
PFAS20	0-1	4 (g)	0,96	4,3	2,8	3,1	4,1	1,5	1,9	*
PFOS	0-1	4 (sf)	0,47	3,8	2,2	2,3	3,7	1,5	1,5	*
PFAS11	0-1	4 (sf)	0,59	4,1	2,4	2,7	3,8	1,5	1,6	*
PFAS20	0-1	4 (sf)	0,47	4,1	2,4	2,7	3,9	1,6	1,5	*
PFOS	1-2	2 (s)	0,44	2,1	-	-	-	-	-	*
PFAS11	1-2	2 (s)	0,44	3,0	-	-	-	-	-	*
PFAS20	1-2	2 (s)	0,44	3,0	-	-	-	-	-	*

* Antal analysdata är <10 eller antal analysdata över rapporteringsgräns är <5. Beräkning av UCLM)5 har ej utförts.

Området med de f.d. spolplattorna, där verksamheten har bedrivits och där förhöjda halter PFAS noterats i jorden, omfattar ett ca 12 200 m² stort område.

Det framgår av Tabell 3.4 (samt av bilaga 3) att haltvariationen är liten till relativt stor inom området. I de jordprover som uttogs i djup-intervallet 0-1 m under markytan varierade den summerade halten av PFAS-20 från 0,47 till ca 4,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS, kring ett medelvärde på 2,4 eller 2,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS beroende på provtagningsmetodik. Notera det något högre medianvärderna på 2,7 respektive 3,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS. Dominerande PFAS i jord var PFOS (83-92 % av PFAS-20 baserat på medelvärde inom området), följt PFOA (1-8 %), PFPeA (3-6 %). Skillnaderna mellan medelhalt och medianvärde för de dominerande PFAS visar på måttliga koncentrationskillnader i de övre jordlagren inom området. Denna måttliga homogenitet i området avspeglas dock inte helt i beräknad variationskoefficient (CV), där $CV > 1,5$ kan tolkas som en relativt stor variabilitet i data. Endast två jordprover är uttagna på jorddjup större än 1 meter under markytan, och därför presenteras endast min- och maxvärde.

I Figur 3.6 nedan redovisas uppmätta halter PFAS-11 från de övre jordlagren, dvs 0-1 m under markytan, i relation till KM ($RV_{KM} = 3 \mu\text{g}/\text{kg}$ TS) respektive MKM ($RV_{MKM} = 20 \mu\text{g}/\text{kg}$ TS). Varken den beräknade medelhalten eller medianhalten överstiger MKM.



Figur 3.6. Uppmätta halter PFAS-11 i sandiga jordlager (0-1 m u my) inom området för de f.d. spolplattformarna. Areal för aktuellt område är ca 12 200 m^2 .

3.3.2 PFAS i grundvattnet

PFAS i grundvatten har undersökts i området för f.d. spolplattorna. I NIRAS (2020) presenteras samtliga analysresultat. Provpunkternas placering med uppmätta maxhalter visas i Figur 3.7 nedan.

PFAS har analyserats i totalt tre grundvattenprover från unika grundvattenrör. Grundvattenproven är uttagna som mest ned till 4,0 m under markytan.

I Tabell 3.5 nedan redovisas sammanfattande statistik för PFOS, PFAS-11 och PFAS-20 i grundvatten. För sammanfattande statistik för övriga PFAS hänvisas till bilaga 3 – statistiska beräkningar.

Tabell 3.5. Sammanfattande statistik för uppmätta PFAS-halter i grundvatten inom området med de f.d. spolplattorna. Djupet anges i meter under markytan. Samtliga halter anges i ng/l.

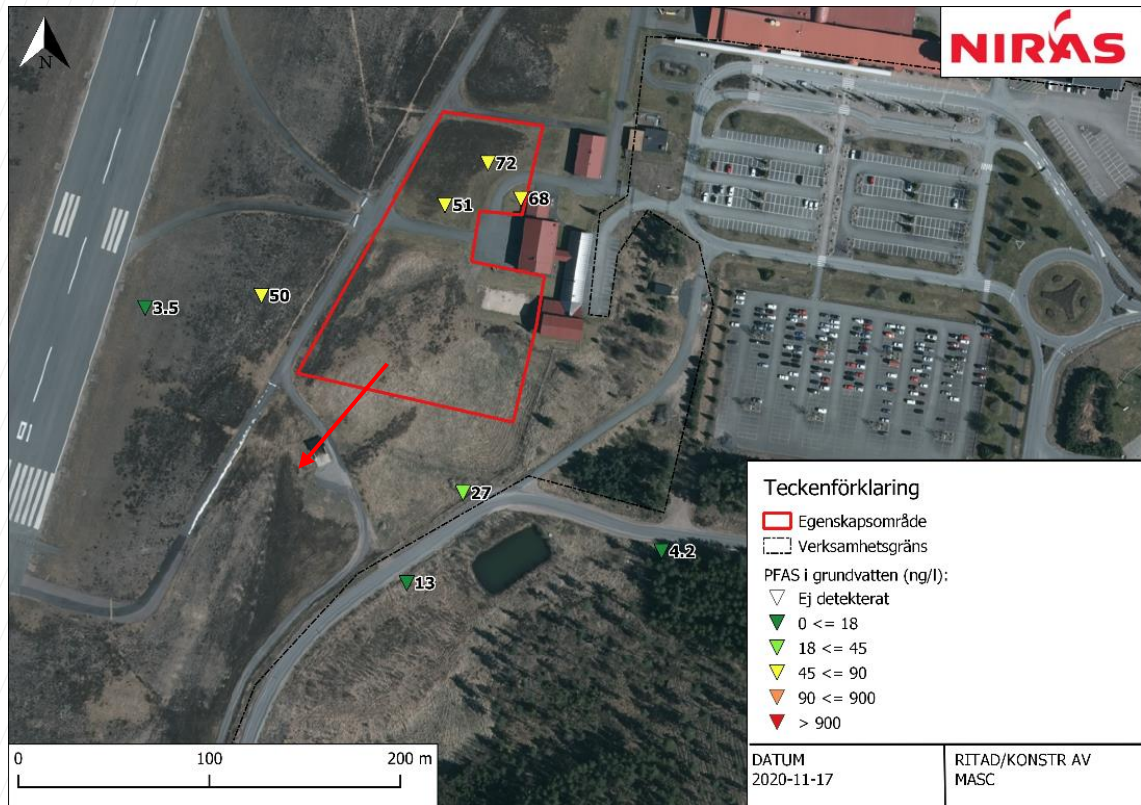
F.d. spolplattorna										
Ämne	Djup	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM 95
PFOS	1-4	3	19	39	26	19	35	12	2,2	*
PFAS11	1-4	3	51	72	64	68	71	11	5,7	*
PFAS20	1-4	3	53	74	65	69	73	11	5,8	*

* Antal analysdata är <10 eller antal analysdata över rapporteringsgräns är <5. Beräkning av UCLM95 har ej utförts.

I grundvattnet uppmättes halter av PFAS-20 mellan 53 ng/L och 74 ng/L (medel: 65 ng/L, median 69 ng/L). I grundvattnet, liksom i jorden, dominerade PFOS (39 % av PFAS-20 baserat på medelvärde för hela området), efterföljt av PFHxS (17 %), PFOA (12 %), PFPeA (9 %) och PFHxA (8 %). Andelen av andra PFAS än PFOS är betydligt högre i grundvattnet än i jordmatrisen.

I grundvattenprov är skillnad mellan medelvärde och median begränsad (26 ng/L respektive 19 ng/L). Detta till trots visar CV hög variabilitet (> 2) vilket beror av att enbart tre mätvärden ingår i beräkning och där uppmätta halter varierat från 19 ng/l till 39 ng/l.

I Figur 3.7 nedan redovisas de uppmätta halter PFAS-11 i grundvattnet, i relation till riktvärde för grundvatten (RV=45 ng/L). Den beräknade medelhalten PFOS överskrider inte det riktvärdet, men det gör summahalten av PFAS-11. Inte heller andra PFAS har noterats i enskilda halter över riktvärdet.



Figur 3.7. Högsta uppmätta halter PFAS-11 i grundvatten vid de f.d. spolplattorna, provtagna åren 2016-2019. Bedömd huvudsaklig spridningsplym enligt NIRAS (2020) anges med röd pil.

Av figuren framgår att PFAS-11 avtar snabbt med avståndet från spolplattorna och att halterna ligger på nivåer runt riktvärdet både innanför och direkt utanför området för de f.d. spolplattorna.

3.4 F.d. drivmedelsförvar

Nedan följer en sammanställning av föroreningsituationen i jord och grundvatten inom och i anslutning till området vid f.d. drivmedelsförvaret.

3.4.1 PFAS i jord

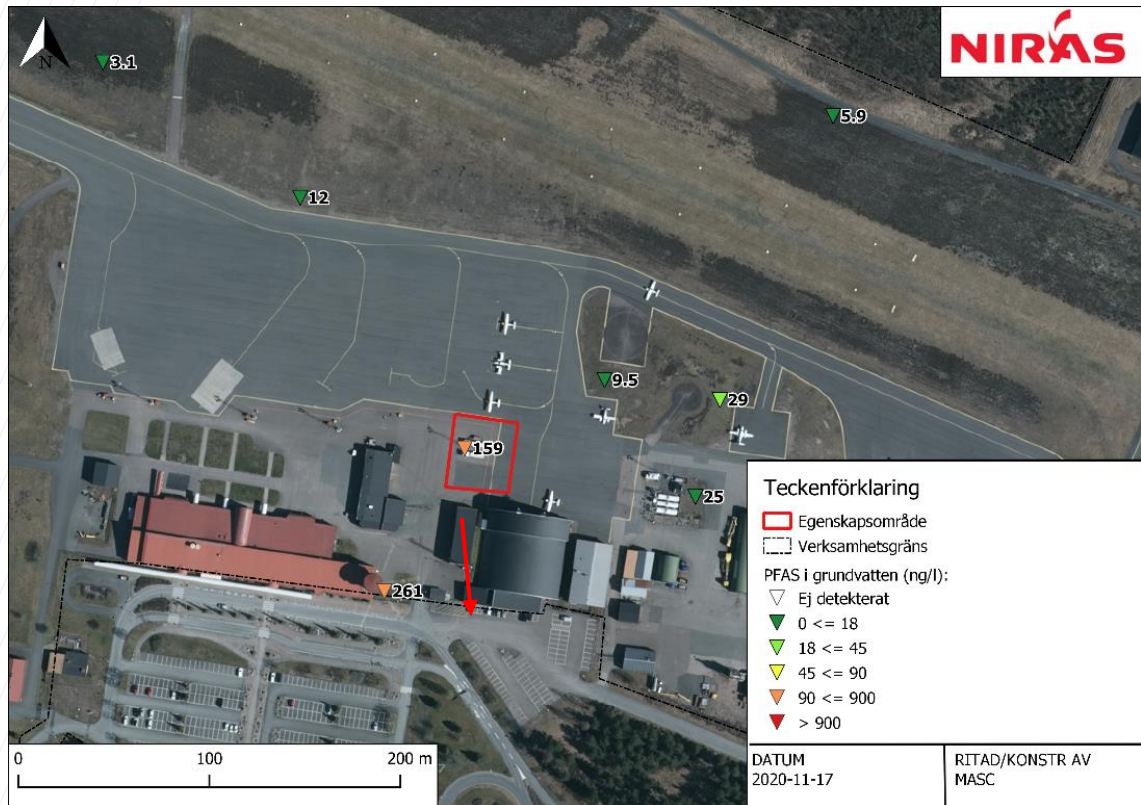
PFAS i jord har inte undersökts i jord vid f.d. drivmedelsförvaret.

3.4.2 PFAS i grundvatten

PFAS i grundvatten har analyserats i en punkt inom området för f.d. drivmedelsförvaret.

I punkten uppmättes halter av PFAS-20 om 159 ng/L. I grundvattnet dominerade PFOS (37 % av PFAS-20), efterföljt av PFPeA (16 %), PFBA (12 %), PFHxA (10 %) och PFHxS (9 %). Då endast ett prov uttagits i området är osäkerheten om dess representativitet stor.

I Figur 3.8 nedan redovisas de uppmätta halter PFAS-11 i grundvattnet inom drivmedelsanläggningen samt i dess närområden, i relation till riktvärdet (RV=45 ng/L). Halten PFOS överskrider det preliminära riktvärdet i källområdet, och så gör även summahalten av PFAS-11. Inga andra PFAS än PFOS har noterats i enskilda halter över det preliminära riktvärdet.



Figur 3.8. Uppmätta halter PFAS-11 i grundvattnet omkring det f.d. drivmedelsförvaret, provtagna år 2019. Bedömd huvudsaklig spridningsplym enligt NIRAS (2020) anges med röd pil.

3.5 Beräkning av föroreningsmängder

För att bedöma hur stora volymer jord som kan vara förorenade har respektive områdes yta tagits ur GIS baserat på identifierad utbredning i jord ovan. En grov beräkning av de förorenade områdenas yta och volym har därmed kunnat utföras.

I Tabell 3.6 sammanfattas beräkningen av hur mycket jord som kan vara förorenad för respektive källområde, dvs. där medelhalten eller medianhalten för PFAS-11 är större än KM, 3 µg/kg TS (SGI, 2015). Jord med halter över denna haltgräns bedöms kunna vara tillräckligt låg för att kunna identifiera de mest betydande områdena för föroreningssituationen. Mängden PFAS-11 beräknades sedan utifrån volym samt medel och medianhalter inom respektive område, se Tabell 3.7. Beräkningen ger en grov indikation på föroreningsmängden men får antas vara relativt osäker, speciellt för djupare jordlager där antalet jordprov är litet.

Tabell 3.6. Översiktligt beräknade areor, volymer och mängder med förorenad jord med halter av PFAS-11 över riktvärde för KM. Vid beräkning av mängd PFAS-förorenad jord antas en densitet om 1,8 kg/dm³ jord.

Källområde	Djup	Area (m ²)	Volym (m ³)	Vikt (ton)
BÖP, inre	0-2	21 325	42 650	76 770
BÖP, inre	2-4**	21 325	42 650	76 770
BÖP, yttre	0-1	193 114	193 114	347 605
F.d. spolplattorna	0-1	12 212	24 424	43 963
F.d. drivmedelsförvar	*	*	*	*
SUMMA		226 651	302 838	545 108

* Analysdata finns ej. ** Osäker uppgift. Avgränsning i djupled saknas.

Tabell 3.7. Beräknade mängder PFAS-11 i de identifierade områdena, beräknat med medelhalt respektive medianhalt.

Källområde	Djup	Halt PFAS11 Medel (µg/kg TS)	Halt PFAS11 Median (µg/kg TS)	Mängd PFAS11 Medel (kg)	Mängd PFAS11 Median (kg)
BÖP, inre	0-2	580	71	44	5,4
BÖP, inre	2-4**	10	-	0,78	-
BÖP, yttre	0-1	12	0,12	4,2	0,04
F.d. spolplattorna	0-1	2,8	3,1	0,12	0,14
F.d. drivmedelsförvar	*	*	*	*	*
SUMMA				49	5,6

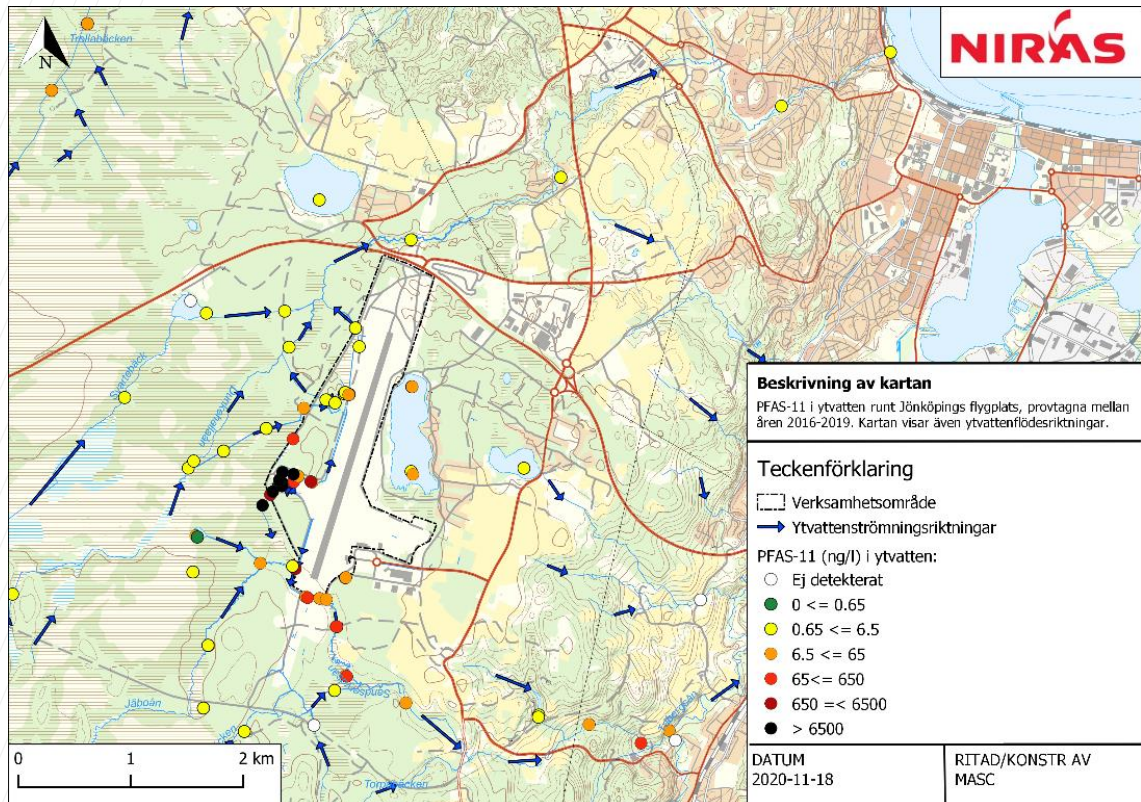
* Analysdata finns ej. ** Osäker uppgift. Avgränsning i djupled saknas.

Jordvolymen inom de förorenade områdena uppgår till sammanlagt 540 000 ton, baserad på en volym om 300 000 m³ och en antagen jorddensitet om 1,8 kg/dm³. Av schablonberäkningarna framgår att ca 5,4-44 kg PFAS-11 återfinns inom de ytliga jordlagren inom brandövningsplatsen, vilket utgör ca 90 procent av mängden PFAS i jord inom riskobjekten. Då halterna inom brandövningsplatsen är mycket heterogent fördelade erfordras fler analyser för en bättre noggrannhet. Detta gäller även för spolplattorna och för drivmedelsförvaret där antalet data är mycket litet eller saknas. Av denna anledning bör ovannämnda schablonberäkning inte ses som exakta siffror utan endast användas för att prioritera mellan de olika områdena.

Utöver PFAS i jord återfinns PFAS även i grundvatten inom riskobjekten. Ingen beräkning av mängd PFAS i grundvatten har emellertid utförts. Antalet grundvattenprover är än färre än antalet jordprover varför en sådan beräkning skulle förknippas med en än större osäkerhet. Med beaktande av PFAS vattenlöslighet bör dock grundvattnet beaktas som betydande för mängden PFAS inom riskobjekten.

3.6 PFAS i ytvatten

PFAS har analyserats i ytvatten i Sandserydsån och Dunkehallaån med tillflöden samt i Västersjön som samtliga är belägna nedströms riskkällorna. Provpunkternas placering och uppmätta halter (NIRAS, 2020) och ytvattnets strömningsriktning redovisas översiktligt i Figur 3.9 nedan. Det skall observeras att bakgrundshalter i området ligger på 0,65 till 6,5 ng/l PFOS (Naturvårdsverket, 2016).



Figur 3.9. Karta över ytvattenpunkter som provtagits i fas 1, fas 2 och fas 3, färgkodade efter halt, klassificeringen förklaras på kartan. Pilarna illustrerar ytvattenflödesriktningar. (från NIRAS, 2020).

3.6.1 Sandserydsån med biflöden

PFAS i ytvatten har undersökts i Sandserydsån längs sträckningen som passerar Jönköpings flygplats i riktning österut mot Tabergsån. Därtill har sediment undersökts i fyra punkter i Sandserydsån. Provpunkternas placering och vattendragens riktning i de viktigaste biflödena framgår av Figur 3.9 ovan samt bilaga 2g och 2f.

Beräknade medelvärden i respektive punkt i nedströms riktning i Sandserydsån presenteras i Tabell 3.8. Intentionen är att följa ytvattnets väg (från Jäboån till Sandserydsåns utlopp i Tabergsån) och påvisa eventuell påverkan från inströmmande vattenflöden till Sandserydsån.

Tabell 3.8. PFAS i ytvattnet i Sandserydsån vid 1-3 tillfällen (fas 1-3). Halterna avser medelvärden av uppmätta totalhalter, dvs PFAS i både löst och partikulär form. (J) anger att provpunkten är belägen i Jäboån, (S) att punkten är belägen i Sandserydsån och (T) att punkten är belägen i Tabergsån. (IN) anger att halten är uppmätt i ett inflöde till Sandserydsån. Samtliga halter anges i ng/l.

Sandserydsån											
Ämne	JYVJN 1904 (J)**	JYVJN 1901 (S)*	JYVJN 1902 (IN)**	YV07 (S)**	JYVSA 1901 (S)*	GJ1 (IN)	Sands eryds. (S)**	JYVSA 1902 (S)**	JYVSA 1905 (S)**	JYVSA 1906 (S)	JYVSA 1907 (T)
PFOS	0,45	2,4	4,6	0,26	39	23	69	60	41	51	37
PFAS11	1,6	5,0	15	0,66	72	54	106	99	63	80	59
PFAS20	1,6	5,0	15	1,31	73	54	108	101	64	82	60

* Beräknad medelhalt baserat på tre mättillfällen. ** Beräknad medelhalt baserat på två mättillfällen.

I Sandserydsån uppmättes medelhalter av PFAS-20 från 1,6 ng/l till 106 ng/l i de nio provpunkter som provtagits längs sträckan från Jäboån (pkt JYVJN1904) till Tabergsån (JYVSA1907). De högsta halterna uppmättes direkt nedströms flygplatsen i provpunkt "Sandserydsån" (100-114 ng/l; medelvärde 108 ng/L).

Halterna i diket som rinner från brandövningsplatsen ut i Sandserydsån (se även avsnitt 3.1.3 ovan) var höga (1 534 ng/l). Detta dike rinner ut i Sandserydsån, där halterna i ytvattnet ökar tydligt (pkt JYVSA1901). I ytvattnet nedströms brandövningsplatsen (diket) liksom i jord och grundvatten, dominerade PFOS (61 % av PFAS-20 baserat på medelvärde av 6 pkt), efterföljt av PFHxS (9 %), PFHxA (7 %), PFOA (6 %) och PFPeA (6 %). Andelen PFOS i ytvattnet uppströms diket är betydligt lägre (0,4 % av PFAS-20 baserat på medelvärde av 3 pkt). Uppströms diket återfinns heller inte PFHxS i ytvattnet. Det är tydligt att en spridning från brandövningsplatsen sker via diket och vidare till Sandserydsån och i förlängningen vidare till Vättern via Tabergsån.

Andra inflöden i Sandserydsån är ett mindre inflöde från Dumme mosse i väster (pkt JYVJN1902), från flygplatsen i norr (GJ1, dagvatten), från ett skogsområde i söder (JYVMU1901) och flera inflöden längre nedströms som inte presenteras närmare i denna rapport.

Då antalet analyser i Sandserydsån med biflöden är mycket begränsat (1-3 analyser per provpunkt) saknas information som belyser trend över tid. Dock kan noteras att halterna i ett mindre inflöde från Dumme mosse i väster (pkt JYVJN1902) varierar med en tiopotens mellan de tre provtagningstillfällena.

PFAS har även undersökts i Sandserydsåns sediment i fyra punkter, se bilaga 2i. I sedimenten har halter av PFAS-20 från 1,0 till 2,4 µg/kg TS (4 pkt) uppmätts. Detta kan jämföras med halten 1,2 µg/kg TS (1 pkt) i Dumme mosse.

3.6.2 Dunkehallaån med biflöden

PFAS i ytvatten har undersökts i Dunkehallaån längs sträckningen som passerar Jönköpings flygplats och nedströms brandövningsplatsen i riktning nordost mot Vättern. Provpunkternas placering och vattendragens riktning i de viktigaste biflödena framgår Figur 3.9 ovan samt bilaga 2g.

Uppmätta halter i varje provpunkt i nedströms riktning i Dunkehallaån presenteras i Tabell 3.9. Intentionen är att följa ytvattnets väg och påvisa eventuell påverkan från inströmmande vattenflöden till Dunkehallaån.

Tabell 3.9. PFAS i ytvattnet i Dunkehallaån vid 1-3 tillfällen (fas 1-3). Halterna avser enskilt uppmätta totalhalter och beräknade medelvärden av uppmätta totalhalter, dvs PFAS i både löst och partikulär form. (D) anger att provpunkten är belägen i Dunkehallaån. (IN) anger att halten är uppmätt i ett inföde till Dunkehallaån. Samtliga halter anges i ng/L.

Dunkehallaån med biflöden											
Ämne	JYVDH 1901 (D)	JYVDH 1902 (D)	JYVDH 1903 (D)	JYVDM 1907 (IN)	JYVDM 1908 (IN)	YV 1813 (IN)	JYVDH 1904 (D)	GJ5 (IN)	JYVDH 1905 (D)	JYVDH 1906 (D)	JYVDH 1907 (D)
PFOS	<0,2	0,26	0,54	0,55	0,68	6,0*	1,5	1,3	1,1	0,86	0,85
PFAS11	0,97	1,2	3,0	5,8	7,1	12*	3,9	6,4	2,9	2,7	3,2
PFAS20	0,97	1,2	3,0	5,8	7,1	7,6 **	3,9	6,4	2,9	2,7	3,2

* Beräknad medelhalt baserat på tre mätillfällen. ** Beräknad medelhalt på två mätillfällen.

I Dunkehallaån med biflöden uppmättes halter av PFAS-20 från under laboratoriets rapporteringsgräns till 3,9 ng/l i de sju provpunkter som provtagits längs sträckan från provpunkt JYVDH1901 till provpunkt JYVDM1907 belägen längre nedströms mot Vättern. De högsta halterna i Dunkehallaån uppmättes direkt nedströms flygplatsen i provpunkt JYVDH1904.

Strax innan provpunkt JYVDH1903 avleds en mindre del av Dunkehallaåns ytvatten till ett dike som leder mot flygplatsen för att sedan vända tillbaka till Dunkehallaån vid provpunkt JYVDH1904. Av resultaten kan ses att halterna PFAS-20 i diket ökar i dikets strömningsriktning (JYVDM1907, JYVDM1908 och YV1813).

I ytvattnet i Dunkehallaån, där diket rinner samman med Dunkehallaån igen, dominerar PFOS (40 % av PFAS-20), efterföljt av PFBA (17 %), PFHxS (16 %), PFOA (15 %) och PFHxA (14 %). Andelen PFOS i Dunkehallaån uppströms diket är lägre (11 % av PFAS-20 baserat på medelvärde av 2 pkt). Uppströms diket återfinns heller inte PFBA och PFHxS i ytvattnet. Analysresultaten, både avseende halt och PFAS sammansättning, tyder på ett tillskott av PFAS-20 till Dunkehallaån från detta dike. Av analysresultatet noteras dock att halterna i Dunkehallaån endast stiger från 3,0 till 3,9 ng/l efter att det blandats med vatten från detta dike.

Andra inflöden i Dunkehallaån är ett mindre inflöde från den nordligaste delen av flygplatsen (provpunkt GJ5). Inflödet innebär dock ingen mätbar ökning av summahalten PFAS-20 i Dunkehallaån.

Då antalet analyser i Dunkehallaån med biflöden är begränsat (1-3 analyser per provpunkt) saknas information som belyser trend över tid. Dock kan noteras att halterna i diket från flygplatsområdet (pkt YV1813) varierar med en tiopotens mellan de tre provtagningstillfällena.

PFAS i sediment har undersökts i en provpunkt (JSED1912) belägen i det mindre inflödet från den nordligaste delen av flygplatsen, se bilaga 2i. I detta vattendrag/dike har halter av PFAS-20 om 2,2 µg/kg TS uppmätts. Detta kan jämföras med halten 1,2 µg/kg TS (1 pkt) i Dumme mosse. I övrigt har sediment inte undersökts i Dunkehallaåns sediment.

3.6.3 Västersjön

PFAS har undersökts i ytvatten och sediment i två punkter i Västersjön. Provpunkternas placering framgår av Figur 3.9 ovan samt bilaga 2g och 2i. Resultatet för ytvatten presenteras i Tabell 3.10.

Tabell 3.10. PFAS i ytvattnet i Västersjön vid två mätillfällen. Halterna avser uppmätta totalhalter, dvs PFAS i både löst och partikulär form. Samtliga halter anges i ng/L.

Västersjön										
Ämne	Plats	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM 95
PFOS	Sjön	2*2	0,65	0,91	0,76	0,74	0,87	0,09	-	*
PFAS11	Sjön	2*2	5,5	9,4	7,5	7,5	9,3	1,8	-	*
PFAS20	Sjön	2*1	5,5	5,8	5,7	5,7	5,7	0,13	-	*

* Antal analysdata är <10 eller antal analysdata över rapporteringsgräns är <5. Beräkning av UCLM)5 har ej utförts.

Av resultatet kan ses att PFAS-11-halterna i ytvatten i Västersjön varierar mellan 5,5 och 9,4 ng/l, med ett medelvärde på 7,5 ng/l i sjön.

PFAS-11 har även undersökts i Västersjöns sediment i två punkter, se bilaga 2i. I sediment har halter av PFAS-11 från 1,6 till 1,8 µg/kg TS (2 pkt) uppmätts.

3.7 PFAS i dagvatten

PFAS i dagvatten har undersökts inom Jönköpings flygplats. Provpunkternas placering och dagvattenriktning, samt uppmätta halter, i de viktigaste diken och ledningarna framgår av bilaga 2j. Av resultatet kan ses att halterna PFAS-11 i dagvatten varierar mellan 13,7 och 1 124 ng/l, där de högsta halterna uppmätts i provpunkt BR1902, belägen direkt nedströms f.d. spolplattorna. Halten vid utloppet till Sandserydsån har uppmätts till 202 ng/l (NIRAS, 2020).

3.8 PFAS i dricksvatten

PFAS i grundvatten har analyserats 27 enskilda brunnar invid Västersjön. Resultaten visar att PFAS har noterats i merparten av brunnarna (NIRAS, 2020).

I Tabell 3.11 redovisas resultaten för de brunnar som har de högsta halterna på respektive sida av Västersjön. Halterna i brunnarna på den västra sidan av Västersjön (n=17) varierar mellan halter under laboratoriets rapporteringsgräns till 250 ng/L. Halterna i de grävda brunnarna varierar med upp till en tiopotens över tid, medan halten i den enda bergborrade brunnen (PrBr12) är relativt konstant. Den brunn som påvisar högst halter PFAS-11 är brunn PrBr09 (12-250 ng/l), efterföljt av brunn PrBr12 (29 ng/l) och PrBr13 (25-29 ng/l).

Halterna i brunnarna på den södra sidan av Västersjön (n=5) varierar mellan 0,46 och 7,1 ng/l. Även här varierar halterna i de grävda brunnarna med upp till en tiopotens över tid. Den brunn som påvisar högst halter PFAS-11 är brunn PrBr20 (7,1 ng/L), efterföljt av brunn PrBr21 (0,61-4,8 ng/L).

Halterna i brunnar norr och öster om Västersjön (n=5) varierar mellan 3,1 och 9,3 ng/l. Då dessa brunnar endast provtagits vid ett tillfälle så saknas information om variation. Den brunn som påvisar högst halter är PrBr26 (9,3 ng/l), efterföljt av intilliggande brunn PrBr25 (7,7 ng/l). Båda belägna öster om Västersjön.

Tabell 3.11. PFAS-11 i brunnar vid Västersjön vid fyra provtagningstillfällen (2018, och fas 1-3 år 2019). Samtliga halter anges i ng/L.

Enskilda brunnar										
Ämne	Plats	Antal	Min	Max	Medel	50 perc	90 perc	Std	CV	UCLM 95
Norr om Västersjön										
PFAS11	PrBr01	1	3,2	3,2	3,2	*	*	*	*	*
Söder om Västersjön										
PFAS11	BrBr20	1	7,1	7,1	7,1	*	*	*	*	*
PFAS11	PrBr21	4	0,61	4,8	2,8	2,9	4,3	1,7	0,62	*
Öster om Västersjön										
PFAS11	PrBr26	1	9,3	9,3	9,3	*	*	*	*	*
PFAS11	PrBr25	1	7,7	7,7	7,7	*	*	*	*	*
Väster om Västersjön										
PFAS11	PrBr09	4	12	250	88	45	200	111	1,3	*
PFAS11	PrBr12	1	29	29	29	*	*	*	*	*
PFAS11	PrBr13	4	25	29	27	27	29	2,0	0,07	*

* Dataunderlaget är för litet

4 Förutsättningar för riskbedömningen

4.1 Övergripande åtgärds mål

De övergripande åtgärds målen är en viktig del i riskbedömningsprocessen samt arbetet med att, om behov föreligger, planera och projektera en åtgärd.

Nuvarande markanvändning har använts som utgångspunkt för de övergripande åtgärds målen med antagande att samma markanvändning är aktuell i ett 100-års perspektiv. Detta innebär att föroreningar i jord och vatten inte ska begränsa möjligheten att använda fastigheten för flygplatsverksamhet. Utifrån detta perspektiv har sex övergripande åtgärds mål tagits fram för Jönköpings flygplats. Dessa är enligt följande:

MÅL 1: Aktuella områden inom flygplatsen skall kunna användas för avsett ändamål utan att människor som vistas på området utsätts för oacceptabla hälsorisker p.g.a. markföroreningar av PFAS.

MÅL 2: Spridning av PFAS från flygplatsens verksamhetsområde får inte äventyra möjligheterna att uppnå god kemisk grundvattenstatus i grundvattenförekomsten Sanderyd-Risbrodammen till 2027 eller till att människor som använder grundvattnet för dricksvattenkonsumtion eller bevattning utsätts för oacceptabla hälsorisker.

MÅL 3: Spridning av PFAS från aktuella områden ska inte enskilt eller tillsammans äventyra möjligheterna att uppnå god kemisk ytvattenstatus i Sanderydsån och Dunkehallaån till 2027 eller till att människor som vistas vid åarna på sin fritid utsätts för oacceptabla hälsorisker.

MÅL 4: Närliggande ytvattenrecipient Västersjön skall skyddas som övrigt vatten och eventuella tillskott av PFAS från aktuella områden ska inte enskilt eller tillsammans påverka möjligheten till att bedriva friluftsliv, bad och fiske i och i anslutning till denna.

MÅL 5: Eventuella tillskott av PFAS från aktuella områden ska inte enskilt eller tillsammans på ett betydande sätt påverka miljön i Natura 2000-området Dumme mosse eller till att människor som vistas på våtmarksområdet på sin fritid utsätts för oacceptabla hälsorisker.

MÅL 6: Marken inom och i direkt anslutning till aktuella områden ska uppfylla de krav på ekologiska funktioner som kan förväntas med hänsyn till områdets historia och planerad markanvändning.

De övergripande åtgärds målen har tagits fram i samråd med Trafikverket. Även Enheten för förorenade områden och miljödata på Länsstyrelsen i Jönköpings län samt Jönköpings kommun har getts möjlighet att ge synpunkter i samband med att åtgärds målen togs fram på avstämningsmöte som hölls mellan Trafikverket, NIRAS, Länsstyrelsen i Jönköping samt Miljöskyddskontoret på Jönköpings kommun den 2020-05-26. Det framarbetade förslaget skickades även ut på internremiss hos vattenenheten, fiskeenheten enheten för naturskydd och tillsyn samt kulturmiljöenheten hos Länsstyrelsen den 28 maj 2020. Remissvar erhöles från vattenenheten och enheten för naturskydd och tillsyn den 15 juni 2020

För mer information kring motivering till de valda åtgärds målen och hur dessa ska tolkas se bilaga 5.

4.2 Områden av betydelse för risksituationen

För att fokusera riskbedömningen på de områden som är av betydelse för risksituationen med avseende på PFAS har områden med halter över KM i jord valts ut inom undersökningsområdet. KM har använts här av försiktighetsskäl, dvs. halter under denna nivå bedöms inte bidra till eventuella risker.

Därefter har uppmätta halter i jord inom dessa områden studerats och jämförts med en förväntad föroreningsbild baserat på riskkällornas historik och möjliga spridningsvägar. Har tydliga haltskillnader i jord noterats som kan förklaras av områdets historiska användning har området delats upp i delområden.

Följande delområden av betydelse för risksituationen har identifierats:

- A. BÖP, inre:** Den aktiva delen av brandövningsplatsen, dvs där brandövningarna ägt rum.
- B. BÖP, yttre:** Brandövningsplatsen yttre delar. I detta område finns byggnader för personal. Här ingår även de närmsta körytorna kring brandövningsplatsen där personal kan vistas i samband med övningarna.
- C. F.d. spolplattorna:** Områden inne på flygplatsområdet dit flygplatsens räddningsfordon tidigare åkte för att skölja ur vattentankar efter övning.
- D. F.d. drivmedelsförvar:** Det f.d. drivmedelsförvaret. Skumanvändning har inte har bekräftats, men PFAS har noterats i grundvattnet.

Utänför ovannämnda delområden sprids PFAS via grundvatten, ytvatten och dagvatten varför PFAS även påträffas inom andra delområden.

4.3 Problembeskrivning och konceptuell modell

Problembeskrivningen är en övergripande beskrivning av de aspekter som främst påverkar riskbilden. Problembeskrivningen är framtagen med utgångspunkt i de avgränsningar och förutsättningar som beskrivs i kapitel 1 och de övergripande åtgärds målen i avsnitt 4.1.

I efterföljande avsnitt beskrivs de olika aspekterna och uppgifterna sammanfattas slutligen i en konceptuell modell för respektive område.

4.3.1 Föroreningar och föroreningskällor

PFAS-föroreningen har uppkommit på grund av att brandsläckningsskum med PFAS har använts vid brandövningsplatsen och sannolikt även vid f.d. spolplattorna och f.d. drivmedelsanläggningen.

Föroreningen har även uppkommit genom att släckvatten har samlats upp vid brandövningsplatsen, renats och sedan fått infiltrera i en infiltrationsanläggning inom brandövningsplatsen. Hanteringen har lett till att jord har förorenats med PFAS vilket innebär en sekundärkälla varifrån PFAS kontinuerligt sprids till grundvatten och ytvatten. Föroreningen inom de två övriga områdena antas ha uppkommit genom rengöring av släckvattentankarna och utrustning på spolplattorna och genom förvaring eller test av brandsläckningsskum vid den f.d. tankanläggningen. PFAS förekommer även i dagvatten inom flygplatsen. Källan till PFAS i dagvatten kan vara omkringliggande jord och grundvatten, men det kan även vara material i brunnar och oljeavskiljare.

Den dimensionerande föroreningen i samtliga dessa områden är PFOS (kap 3). Utöver PFOS har även ett antal andra PFAS noterats i jord, grundvatten, ytvatten, sediment och fisk inom och i anslutning till identifierade riskkällor enligt kapitel 3. Av kapitel 3 framgår att även PFHxS m. fl. påträffas i jord samt 6:2 FTS, PFOA, PFPeA och PFHxS m. fl. påträffas i grundvattnet. För jord och grundvatten har SGI tagit fram preliminära riktvärden för PFOS. Den uppmätta maxhalten PFOS överstiger dessa riktvärden för både jord och grundvatten.

Uppmätta maxhalter PFHxS i jord är betydligt lägre än uppmätta maxhalter PFOS. PFHxS har påträffats i 25 av 33 jordprov inom brandövningsplatsen med en maxhalt om 250 µg/kg TS. Det ska jämföras med PFOS som har uppmätts i 31 av 33 prover inom samma område och med en maxhalt om 14 000 µg/kg TS. PFOS, 6:2 FTS, PFOA, PFPeA och PFHxS m. fl. har noterats i samtliga grundvattenprov inom brandövningsplatsen. Även i grundvattnet är maxhalten PFOS betydligt högre (160 000 ng/L) än för alla övriga PFAS (21 000 ng/L och lägre). Inom f.d. spolplattorna och f.d. tankanläggningen kan en liknande fördelning skönjas, även om halterna är betydligt lägre.

Då PFOS generellt förekommer i betydligt högre halter och i fler provpunkter än övriga PFAS, bedöms PFOS vara dimensionerande för risken för exponering.

4.3.2 Spridningsvägar

Följande spridningsvägar har identifierats:

- Via eventuell damning från ytliga jordlager.
- Urlakning från jord till grundvatten.
- Fastläggning från grundvatten till jord.
- Spridning med grundvattnet.
- Utströmning av grundvatten till ytvatten eller våtmarksområde.
- Spridning från grundvatten till ytvatten via dagvattennätet.
- Fastläggning från ytvatten till dikes-/bäcksediment.
- Urlakning från sediment till ytvatten.
- Bevattning av grödor med grundvatten eller ytvatten.

Spridning bedöms främst ske genom att löst förorening transporteras med vatten. Från brandövningsplatsen och f.d. spolplattorna kan spridning ske genom damning. Vid f.d. tankanläggningen är markytan hårdgjord varför spridning genom damning inom detta källområde endast kan ske vid markarbeten.

PFAS flyktighet är begränsad vilket gör att spridning via ångor inte bedöms ha någon större betydelse för spridningen av PFAS inom och/eller i anslutning till Jönköpings flygplats.

Jordlagren består i huvudsak av friktionsjord och bedöms vara genomsläppliga. I genomsläppliga jordarter rör sig vatten snabbare än i täta jordlager. En snabb transport medför att en större mängd vatten kan röra sig genom jordlagren vilket medför att föroreningstransporten med grundvattnet kan vara betydande.

Innehållet av organiskt material i jord (TOC) och grundvatten (DOC) påverkar mobiliteten hos PFAS. Högre halt organiskt material i jordlagren medför att PFAS binds hårdare till jordpartiklarna och därmed lakar ut mindre ur jordmatrisen. Även halten organiskt material i grundvattnet påverkar lakning och fastläggning för PFAS.

Genomförda undersökningar av halten organiskt material i jord och grundvatten visar på relativt likartat innehåll av organiskt material i jord. Halten TOC i analyserade prover varierar mellan <0,2 % till 2,7 %, med ett medel på 0,73 %. Halterna är således något lägre än indata i Naturvårdsverkets beräkningsmetodik för generella riktvärden för förorenad mark. På intilliggande Dumme mosse har inga analyser avseende organisk halt utförts, men med beaktande av att där finns torv kan antas att halten organiskt material är betydligt högre på Dumme mosse. Halterna organiskt material i grundvattnet varierar mellan <1 mg/L till 110 mg/L med ett medel på 13,4 mg/L inom hela undersökningsområdet. Halterna organiskt material i grundvatten från i område med torv har uppmätts till 35 mg/L vilket är högre än i området som helhet.

Dessa resultat tyder på att förutsättningarna för fastläggning och lakbarhet är relativt lika inom undersökningsområdet, dock med viss reservation för Dumme mosse där högre halt organiskt material i jord och grundvatten är att vänta.

PFAS löst i grundvattnet transporteras med grundvatten till utströmningsområden för grundvatten i ytvatten. Jönköpings flygplats avvattnas i huvudsakligen mot Sandserydsån och Dunkehallaån. Flygplatsen avvattnas även till viss del till Västersjön, vars enda utlopp är till Dunkehallaån. Det kan inte heller uteslutas att Dumme mosse väster om brandövningsplatsen under vissa tider under året fungerar som utströmningsområde för grundvatten från brandövningsplatsen. Till ytvatten sprids även PFAS via dagvattnet. Dagvatten från flygplatsen leds till Sandserydsån i söder, som mynnar ut i Munksjön som i sin tur avvattnas till Vättern. I ledningsnätet och i vattendrag kan sedan transport av PFAS ske både i partikulär och löst form. Spridningsvägarna har illustrerats i en konceptuell modell för spridning i grundvatten och ytvatten i avsnitt 4.3.5.

Transport av PFAS löst i grundvatten transporteras även med grundvattnet till brunnar för bevattning som är belägna nedströms källområdena. Vid bevattning med detta vatten kan löst PFAS transporteras till grödor och vidare till konsument.

4.3.3 Exponeringsvägar

Följande exponeringsvägar har identifierats:

- Intag av jord.
- Hudkontakt med jord och damm.
- Inandning av damm.
- Intag och hudkontakt ytvatten och sediment vid bad.
- Intag av dricksvatten (grundvatten).
- Intag av växter bevattnade med grundvatten eller ytvatten .
- Intag av fisk.
- Intag av växter som växer i utströmningsområden för förorenat grundvatten.
- Intag av ytvatten
- Intag av växter och marklevande organismer.

Människor som vistas inom och i anslutning till källområdena på Jönköpings flygplats kan exponeras för föroreningar i jord via hudkontakt, oralt intag av förorenad jord samt inandning av damm eller jordpartiklar. Direktexponering bedöms därmed ske främst från ytliga jordlager. För människor som arbetar på området bedöms direktintag vara den viktigaste exponeringsvägen under normala förhållanden. Exponering från djupare jordlager kan även ske. Medvetenheten att man gräver i PFAS-förorenad jord bedöms dock medföra att försiktighetsåtgärder vidtas i samband med

sådana arbeten varvid exponeringen från djupare jordlager minimeras. Föroreningarna utgörs av PFAS som i huvudsak inte är flyktiga varför inandning av ångor från jordmatrisen inte är aktuell.

Människor som vistas inom och i anslutning till Jönköpings flygplats kan även teoretiskt exponeras för föroreningar i ytvatten, dagvatten och grundvatten.

Kontakt med ytvatten kan ske genom hudkontakt och oralt intag. Då inget dricksvatten uttas från ytvatten är det främst via bad detta bedöms ske. Bad förekommer i Västersjön, men inte i vattendragen. Exponering via hudkontakt och bad bedöms ske i en begränsad omfattning vid ett begränsat antal tillfällen per år. Eftersom PFAS i huvudsak inte är flyktiga och exponering av ytvatten enbart sker utomhus bedöms inandning av ångor inte vara en betydande exponeringsväg.

Exponering kan även ske genom att vatten från enskilda dricksvattenbrunnar, som finns nedströms det förorenade området, används som dricksvatten och för bevattning. Människor och husdjur kan även exponeras via grödor som bevattnats med förorenat grundvatten. Brunnar finns nedströms flygplatsen på västra sidan (för bevattning) och på östra sidan (för dricksvatten) av Västersjön.

Föroreningar som spridits till ytvatten kan tas upp av organismer som lever i ytvattnet. Därmed kan även konsumtion av fisk vara en exponeringsväg för människor. Ytvatten kan eventuellt även användas för bevattning och människor och husdjur kan då exponeras via grödor som bevattnats med förorenat ytvatten.

Även människor som inte besöker området vid Jönköpingsflygplats kan exponeras för PFAS som kommer från aktuella källområden. Sådan exponering kan ske genom intag av fisk från vattendrag och Västersjön nedströms området. Föroreningar som har spridits till ytvatten kan tas upp av organismer som lever i ytvattnet. Fiske kan ske i både sjöar och vattendrag. Plockning av svamp och bär bedöms inte ske inom flygplatsområdet, men i utströmningsområdet för grundvatten i Dumme mosse.

Fåglar och högre stående djur kan exponeras på samma sätt som människor för föroreningarna. Vidare kan djur även exponeras för föroreningarna genom intag av ytvatten i området samt genom intag av växter och marklevande organismer inom flygplatsområdet.

4.3.4 Skyddsobjekt

Följande skyddsobjekt har identifierats:

- Yrkesarbetande människor som vistas inom och vid källområdena.
- Människor som äter fisk från omgivande vatten.
- Människor som nyttjar närliggande områden för rekreation.
- Människor som badar i Västersjön.
- Människor som använder grundvattnet för dricksvattenuttag eller bevattning.
- Grundvattnet som naturresurs utanför flygplatsområdet.
- Akvatisk miljö i Sanderydsån och Dunkehallaån.
- Växt- och djurliv i utströmningsområden för grundvatten i Dumme mosse.
- Markmiljön utanför källområdena, men inom flygplatsens verksamhetsområde.

Människor som arbetar på flygplatsområdet omfattar yrkesarbetande som vistas på flygplatsen. Människor som tillfälligt besöker flygplatsen, såsom resenärer, bedöms inte röra sig inom aktuella riskområden varför dessa inte bedöms utgöra skyddsobjekt.

Människor (barn och vuxna) som äter fisk från omgivande vatten (Sanderydsån, Dunkehallaån eller Västersjön). De människor som äter fisk från området behöver inte ha någon koppling till området.

Människor (barn och vuxna) som nyttjar närliggande områden för rekreation (Områdena kring Sanderydsån, Dunkehallaån och Västersjön samt Dumme mosse). De människor som utnyttjar närområdet för rekreation eller badar i Västersjön behöver inte ha någon koppling till området i övrigt.

Människor (barn och vuxna) som använder grundvattnet nedströms flygplatsen för dricksvattenuttag eller bevattning. Närmsta brunnar nedströms är belägna väster om Västersjön, men brunnar finns även öster om Västersjön.

Grundvattnet som naturresurs för befintligt eller framtida dricksvattenuttag utanför flygplatsens verksamhetsområde. Skyddsobjektet avser inte en specifik uttagsbrunn utan avser möjligheten att använda grundvattnet utanför flygplatsen som dricksvatten. Skyddas grundvattnet som naturresurs för dricksvattenuttag utanför flygplatsens verksamhetsområde bedöms flygplatsen bidra till att MKN (eller bakgrundshalterna om dessa är högre än MKN) kan nås i grundvattenmagasinet som helhet. Indirekt innebär detta att befintliga grundvattenbrunnar, längre nedströms, ingår i skyddsobjektet. Grundvattnet inom Jönköpings flygplats har inte inkluderats som skyddsobjekt eftersom detta inte nyttjas för dricksvattenändamål och inte bedöms innefatta särskilt skyddsvärda grundvattenekosystem.

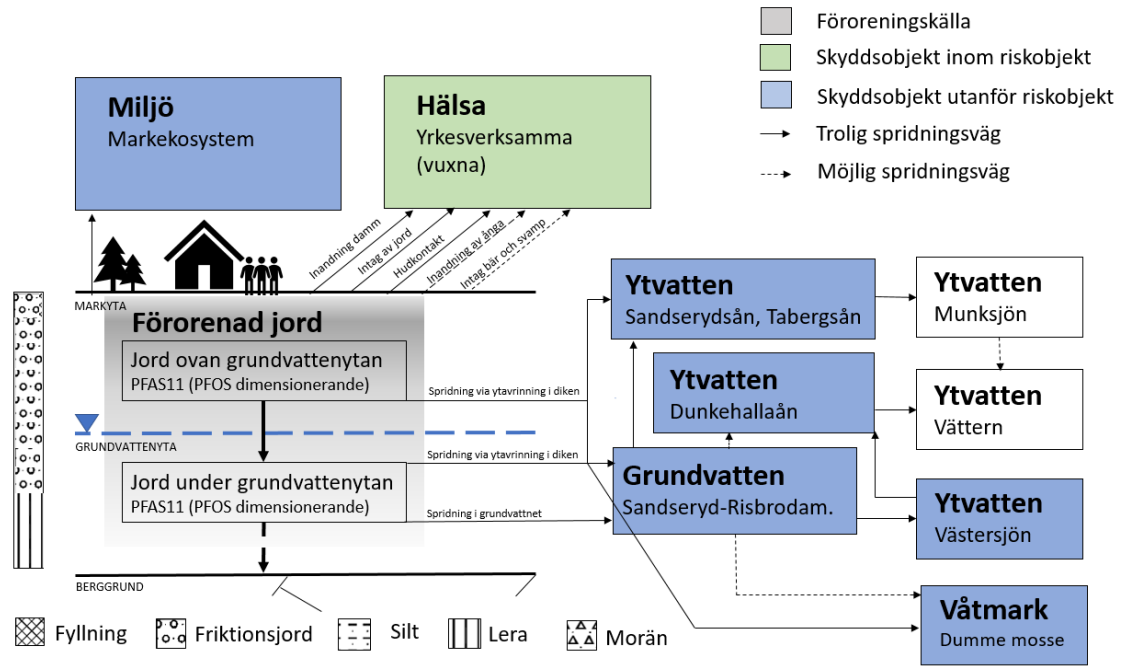
Akvatisk miljö i Sanderydsån och Dunkehallaån nedströms Jönköpings flygplats omfattar det akvatiska ekosystemets funktion i dessa vattendrag. Det akvatiska ekosystemet utgörs av ett sammanlänkat system av alger, växt- och djurplankton samt bottenlevande djur och fiskar.

Markmiljö som skyddsobjekt avser markekosystemets funktion. Dessa funktioner utgörs av ett samverkande system av marklevande djur, bakterier, virus och protozoer, svampar och mykorrhiza. Markekosystemet hänger också ihop med flora och fauna. Markmiljön inom källområdena har inte inkluderats som skyddsobjekt då markytorna inom dessa är hårdgjorda, grusade eller bebyggda. Här är ingen växtlighet önskvärd för verksamheten inom flygplatsområdet och markmiljön bedöms därmed inte vara skyddsvärd inom källområdena.

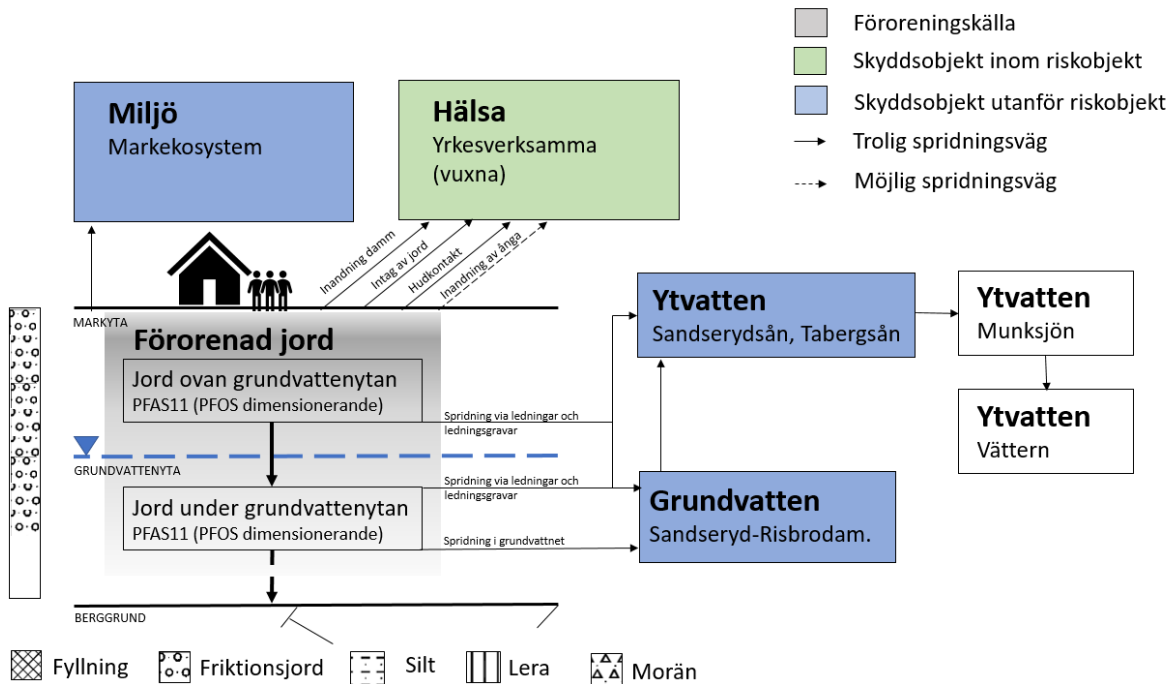
Flora och fauna inom Dumme mosse avser de växter och djur som finns inom utströmningsområdet för grundvatten i Dumme mosse. Flora och fauna inkluderar både terrestra och akvatiska växter och djur och är nära förknippade med skyddsobjekten akvatisk miljö och markmiljö. Högre djur kan även exponeras sekundärt genom att de äter växter eller djur som direkt exponerats för föroreningarna.

4.3.5 Konceptuell modell

Nedan presenteras konceptuella modeller för respektive riskkälla samt en översikt av samtliga betydande transportvägar i grund- och ytvatten från flygplatsen. Modellerna visar översiktligt föroreningskällor och skyddsobjekt samt hur föroreningarna når skyddsobjekten. Då det finns tre riskkällor inom Jönköpings flygplats som påverkar flera av skyddsobjekten så presenteras även en övergripande spridning.



Figur 4.1. Konceptuell modell för brandövningsplatsen inom Jönköpings flygplats. Modellen visar föroreningsskällor, spridnings- och transportvägar samt skyddsobjekt. På kartan i Figur 4.4. visas identifierade ytvatten, dvs Sandserysån, Västersjön och Dunkehallaån (skyddsobjekt). Identifierat grundvattenmagasin (skyddsobjekt) visas ej på kartan då detta underlagrar hela flygplatsområdet.



Figur 4.2. Konceptuell modell för f.d. spolplattformarna inom Jönköpings flygplats. Modellen visar föroreningsskällor, spridnings- och transportvägar samt skyddsobjekt. På kartan i Figur 4.4. visas identifierade ytvatten, dvs Sandserysån (skyddsobjekt). Identifierat grundvattenmagasin (skyddsobjekt) visas ej på kartan då detta underlagrar hela flygplatsområdet.

5 Riskbedömning

Detta kapitel avser att beskriva och bedöma riskerna som är förknippade med förekomst av PFAS inom Jönköpings flygplats. I bedömningen tas hänsyn till hur och i vilken omfattning människor och miljön kan utsättas för PFAS i jord, grundvatten och ytvatten.

Nedan redovisas allmänt om hur riskbedömningen har utförts, därefter presenteras riskbedömningen för de olika skyddsobjekten separat.

5.1 Allmänt om riskbedömningen

Risk uttrycks vanligen som sannolikheten för multiplicerat med konsekvensen av en händelse som kan medföra skada på ett skyddsobjekt, till exempelvis människors hälsa eller miljön (Naturvårdsverket, 2009a). För att ett förorenat område ska kunna utgöra en risk krävs en föroreningskälla där föroreningen är tillgänglig eller kan transporteras till platser där den kan orsaka exponering på människa och miljö eller där den kan försämra kvaliteten på naturresurser.



Riskbedömningen skattar vilka risker som föroreningssituationen medför idag och i framtiden. Nedan följer en beskrivning hur dessa bedömningar har utförts för de skyddsobjekt som identifierats i kapitel 4 ovan.

5.1.1 Metodik för att identifiera oacceptabel risk

För att identifiera oacceptabel risk har representativa halter beräknats och jämförts med olika jämförvärden såsom t.ex. gränsvärden och platsspecifika riktvärden.

Om representativa halter av en förorening i mark eller grundvatten inom ett förorenat område överskrider riktvärdena kan risk föreligga, idag eller i framtiden. Det är dock viktigt att komma ihåg att även om de representativa halterna inom det förorenade området överskrider jämförvärde behöver det således inte innebära en risk i praktiken.

För de flesta skyddsobjekten används jämförvärden för bedömningen, och i de fallen görs en beräkning av s.k. riskkvoter.

Riskkvoter beräknas enligt:

$$RK_{\text{skyddsobjekt}} = \frac{C_{\text{repr}}}{RV_{\text{skyddsobjekt}}}$$

Där C_{repr} är den representativa halten och $RV_{\text{skyddsobjekt}}$ är det beräknade riktvärdet för aktuellt skyddsobjekt. En riskkvot under ett anger att den bedömda risken är acceptabel.

på 20% av riktvärdet, d.v.s. 18 ng/l, bör åtgärder vidtas för att undvika att halterna stiger. Riktvärdena fastställdes av Vattendelationerna i oktober år 2018.

Miljö kvalitetsnormer för PFOS i sötvatten (ytvatten) har framlagts i EU:s vattendirektiv (2013/39/EU) och implementerats som gränsvärden i svensk lagstiftning genom Havs- och vattenmyndighetens författningssamling (2019:25). Miljö kvalitetsnormer saknas för andra PFAS. För PFOS utgår miljö kvalitetsnormen från EFSA:s tidigare TDI på 0,15 µg/kg/dag och är fastställt för fisk till 9,1 µg/kg våtvikt (2013/39 EU, HVMFS 2019:25). Det innebär att det bedöms som säkert för människor att äta fisk som innehåller lägre halter PFOS. Omräknat till vattenfas blir denna norm 0,65 ng/l för inlandsvatten och 0,13 ng/l för andra ytvatten. PFOS toxicitet har inom vattendirektivet även bedömts med avseende på risk för sekundär förgiftning samt giftighet för vattenlevande organismer. Halterna av PFOS i fisk bör inte överskrida 33 µg/kg våtvikt för skydd av predatorer medan halterna i vatten bör ligga under 0,23 µg/l (0,023 µg/l i marina vatten) för att pelagiska organismer ska skyddas (Europeiska Kommissionen, 2011a).

Enligt Livsmedelsverkets föreskrifter (7 § 2001:30) får dricksvatten inte innehålla ämnen i sådana halter att de kan utgöra en hälsofara. Mot bakgrund av att PFAS från brandsläckningsmedel har påträffats i vattentäkter (KemI, 2013), har Livsmedelsverket tagit fram rekommendationer riktade till dricksvattenproducenter och kontrollmyndigheter (Livsmedelsverket, 2016). Sammanfattningsvis har Livsmedelsverket satt en åtgärdsgräns på 90 ng/l och ett hälsobaserat riktvärde baserat på tolerabelt dagligt intag (TDI) på 900 ng/l för haltsumman (PFAS-11) av ett urval om 11 PFAS (PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFBS, PFHxS, PFOS och 6:2 FTS). Vid summeringen beaktas enbart påvisade PFAS. Det vill säga att rapporterade "mindre än-värden" för de ämnen som förekommer i så låga halter att de inte kan mätas och/eller rapporteras ej påverkar haltsumman. Rapporteringsgränsen för enskilda PFAS bör vara ≤10 ng/l.

5.1.1.3 *Platsspecifika riktvärden för jord*

I denna riskbedömning har platsspecifika riktvärden för jord tagits fram. Dessa har beräknats med hjälp av Naturvårdsverkets beräkningsmodell för generella riktvärden för förorenad mark och presenteras i bilaga 6.

Platsspecifika riktvärden har beräknats för skydd av människors hälsa (PSRVJ_H), markmiljön (PSRVJ_MM) samt grundvatten och ytvatten som naturresurs (PSRVJ_GV respektive PSRVJ_YV) inom tre olika typområden inom och i anslutning till källområdena. De tre olika typområdena är 1) källområdena, 2) angränsande områden inom Jönköpings flygplats, 3) strövområden utanför Jönköpings flygplats. För mer information om hur dessa har tagits fram se bilaga 6 och 7.

5.1.2 **Metodik för bedömning av flera PFAS**

Poly- och perfluorerade ämnen (PFAS) är en grupp av syntetiska högfluorerade organiska ämnen som i allmänhet är svårnedbrytbara och långlivade i miljön. I dagsläget föreligger stora kunskapsluckor avseende PFAS eventuella påverkan på människa och miljö. Utifrån PFAS strukturella, fysiokemiska och toxiska likheter är det relevant att utvärdera ämnenas sammanlagda påverkan. Detta görs lämpligtvis genom att utvärdera ämnenas relativa toxicitet. Men då kunskapen om toxiciteten hos olika PFAS är bristfällig bedöms exponeringen för PFAS-11 mot jämförvärden för PFOS. Då PFOS bedöms vara mer toxiskt än övriga PFAS bedöms förfarandet vara konservativt.

5.2 Bedömning av hälsorisker

För människor bedöms och beskrivs hur exponering kan ske, exempelvis genom intag av förorenad jord via munnen, hudkontakt med förorenad jord, inandning av förorenade jord/dammpartiklar, intag av förorenat grundvatten (via dricksvatten) och ytvatten (via bad) samt intag av fisk. Det är viktigt att notera att detta inte automatiskt innebär att dessa exponeringsvägar utgör en risk, däremot är bedömning av exponeringsvägarna en viktig del av själva riskbedömningsprocessen.

5.2.1 Människor som arbetar inom eller vid källområdena

Människor som arbetar inom eller vid källområdena kan exponeras för PFAS i ytlig jord (intag, hudkontakt, inandning jord/damm). Exponering för PFAS i djupare jordlager eller i grundvatten antas inte ske. Människor antas vistas i lika stor utsträckning inom alla delar av de identifierade delområdena i avsnitt 4.2.

Bedömning av risker för människors hälsa har utgått ifrån framtagna plats specifika riktvärden (Hälsobaserat riktvärde PSRVJ_JKPG_H), vilka jämförs med uppmätta halter i ytlig jord inom flygplatsområdet för att bedöma om det kan föreligga en risk.

Beräknade riskkvoter för identifierade delområden redovisas i Tabell 5.1 tillsammans med representativa halter och tillämpade riktvärden.

Tabell 5.1. Representativa halter för PFA11 i jord inom varje delområde presenteras tillsammans med riktvärden för aktuellt område (se bilaga 6) och beräknade riskkvoter. Representativ halt anges i fet stil. För jämförelse presenteras statistiska mått för UCLM95, 90-percentilen och maxhalt i tabellen. Samtliga halter anges i µg/kg TS.

	Rikt- värde	Antal prov	UCLM95	90-per- centil	Maxhalt	Risk- kvot
BÖP_inre	41 000	33	3 300	410	14 000	0,08
BÖP_yttre	41 000	40	51	22	190	0,001
Spolplattorna	41 000	4	*	**	4,3	0,0001
Drivmedelsför- var	41 000	0	***	***	***	***

* Dataunderlaget är mindre än 10. Beräknas ej.

** Dataunderlaget är mindre än 5. Beräknas ej.

*** Dataunderlag saknas. Kan ej beräknas.

Av tabellen framgår att inga riskkvoter överstiger 1, dvs. att den bedömda risken för människors hälsa är acceptabel. Av tabellen framgår även att inga uppmätta maxhalter PFAS-11 överskrider riktvärdet för skydd av människors hälsa.

Inom det f.d. drivmedelsförvaret har inga jordprov uttagits. Detta medför att risk för människors hälsa förknippad med exponering för förorenad jord vid arbete inom eller vid det f.d. drivmedelsförvaret inte kan bedömas.

Sammantaget bedöms de konstaterade föroreningarna inom och i anslutning till källområdena inte utgöra en risk för människors hälsa.

5.2.2 Människor som bor i närområdet

Människor som bor i närområdet kan exponeras för PFAS genom intag av dricksvatten. Människor antas även kunna exponeras för PFAS genom intag av grödor som bevattats med detta vatten.

Bedömning av risker för människors hälsa genom dricksvattenkonsumtion har utgått från Livsmedelsverkets framtagna halter för PFAS-11 i dricksvatten, <90 ng/L (SLV, 2016). Om vattnet kan användas för dricksvattenkonsumtion antas vattnet även vara lämpligt för bevattning av grödor, bad och disk.

För bedömning av hälsorisker för människor som bor kring Västersjön och nyttjar grundvattnet har uppmätta halter i brunnsvattnet använts. Människor antas nyttja dricksvatten från en brunn.

Beräknade riskkvoter för den eller de brunnar med de högsta uppmätta halterna i respektive väderstreck redovisas i Tabell 5.2 tillsammans med representativa halter och tillämpade riktvärden.

Tabell 5.2. Representativa halter för PFAS-11 i grundvatten i brunnar kring Västersjön presenteras tillsammans med Livsmedelsverkets framtagna gränsvärden för dricksvatten (SLV, 2016) och beräknade riskkvoter. Representativ halt anges i fet stil. Riskkvot över ett (1), dvs oacceptabel risk, färgmarkeras med orange. För jämförelse presenteras statistiska mått för maxhalt i tabellen. Samtliga halter anges i ng/l.

Väderstreck, brunn	Rikt-värde	Antal Prov	Maxhalt	Riskkvot
Norr PrBr01	90	1	3,2	0,04
Söder PrBr20	90	1	7,1	0,08
Söder PrBr21	90	4	4,8	0,05
Öster PrBr26	90	1	9,3	0,1
Öster PrBr25	90	1	7,7	0,09
Väster PrBr09	90	4	250	2,8
Väster PrBr12	90	1	29	0,3
Väster PrBr13	90	4	29	0,3

Av tabellen framgår att riskkvoten är större än 1 i den brunn där de högsta halterna har uppmätts på den västra sidan av Västersjön (brunn PrBr09).

I övriga brunnar överstiger inga beräknade riskkvoter 1, dvs. den bedömda risken för människors hälsa är acceptabel. För flertalet av dessa har brunnen endast provtagits vid ett tillfälle. Med tanke på haltvariationen i grävda brunnar är osäkerheten i bedömningen stor och det kan inte uteslutas att det periodvis även förekommer högre halter i en eller flera av dessa.

Sammantaget bedöms de konstaterade föroreningarna i brunnar invid Västersjön kunna utgöra en risk för människors hälsa, i åtminstone en brunn.

5.2.3 Människor som tillfälligt besöker närområdet

5.2.3.1 Människor som vistas vid vattendrag och sjöar

Människor som vistas invid vattendrag och sjöar i närområdet kan exponeras genom intag av och hudkontakt med ytvatten som förorenats av PFAS från flygplatsen genom spridning via grundvattnet och ytvattnet.

Risker för människors hälsa genom enstaka exponering har, på samma sätt som för dricksvattenkonsumtion, utgått från Livsmedelsverkets framtagna haltgränser för PFAS-11 i dricksvatten (SLV, 2016). Här har dock åtgärdsgränsen för när konsumenten avråds från att dricka vattnet (900 ng/l) används. Om människor avråds från att användas för dricksvattenkonsumtion antas vattnet även vara olämpligt att komma i kontakt med i samband med friluftsliv. Dessa jämförvärden har jämförts med uppmätta halter i ytvattnet. Antagandet bedöms vara konservativt.

För bedömning av hälsorisker för människor som vistas vid vattendragen har uppmätta halter i ytvatten använts. Människor antas vistas i lika stor utsträckning inom alla delar av områdena kring Västersjön, Dunkehallaån och Sanderydsån. Då antalet provpunkter och provtagningstillfällen inom de berörda områdena är begränsat har maxhalten i den punkt med högst uppmätta halter utanför flygplatsens verksamhetsområde valts som representativ halt inom respektive ytvatten.

Beräknade riskkvoter för representativ halt i Sanderydsån, Dunkehallaån och Västersjön redovisas i Tabell 5.3 tillsammans med representativa halter och tillämpade riktvärden.

Tabell 5.3. Representativa halter för PFAS-11 i Sanderydsån, Dunkehallaån och Västersjön presenteras tillsammans med Livsmedelsverkets framtagna åtgärdsgräns för dricksvatten då konsumenter avråds från att dricka vattnet (SLV, 2016) och beräknade riskkvoter. Representativ halt anges i fet stil. Riskkvot över ett (1), dvs oacceptabel risk, färgmarkeras med orange. För jämförelse presenteras statistiska mått för maxhalt i tabellen. Samtliga halter anges i ng/l.

Väderstreck	Rikt- värde	Antal Prov	Maxhalt	Risk- kvot
Sanderydsån	900	2	110	0,12
Dunkehallaån	900	2	19	0,02
Västersjön	900	2*2	9,4	0,01

Av tabellen framgår att inga riskkvoter överstiger 1, dvs. att den bedömda risken för människors hälsa är acceptabel. Bedömningen baseras enbart på några prov vilket är ett mycket litet underlag. De beräknade riskkvoterna är dock mycket låga vilket indikerar att osäkerheten som detta medför med avseende på risker för människors hälsa trots det är begränsad.

5.2.3.2 Människor som badar i närliggande sjö

Människor som badar i närliggande sjö kan exponeras för PFAS genom intag av och hudkontakt med ytvatten som förorenats av PFAS från flygplatsen genom spridning via grundvattnet. Risker för människors hälsa genom bad har, på samma sätt som för dricksvattenkonsumtion, utgått från Livsmedelsverkets framtagna halter för PFAS-11 i dricksvatten, <90 ng/L (SLV, 2016). Om vattnet kan användas för dricksvattenkonsumtion antas vattnet även vara lämpligt för bad.

För bedömning av hälsorisker för människor som badar i Västersjön har uppmätta halter i ytvatten använts. Människor antas vistas i lika stor utsträckning inom alla delar av Västersjön.

Beräknade riskkvoter för representativ halt i Västersjön redovisas i Tabell 5.4 tillsammans med representativa halter och tillämpade riktvärden.

Tabell 5.4. Representativa halter för PFA11 i Västersjön presenteras tillsammans med Livsmedelsverkets framtagna riktvärden för dricksvatten (SLV, 2016) och beräknade riskkvoter. Representativ halt anges i fet stil. För jämförelse presenteras statistiska mått för maxhalt i tabellen. Samtliga halter anges i ng/l.

Väderstreck	Rikt- värde	Antal Prov	Maxhalt	Risk- kvot
Västersjön	90	4	9,4	0,1

Av tabellen framgår att inga riskkvoter överstiger 1, dvs. att den bedömda risken för människors hälsa är acceptabel. Bedömningen baseras enbart på två prov från två olika provpunkter vilket är ett begränsat underlag. Den beräknade riskkvoten är dock mycket låg vilket indikerar att osäkerheten som detta medför med avseende på risker för människors hälsa trots det är begränsad.

Sammantaget bedöms de konstaterade föroreningarna i ytvattnet i Västersjön inte utgöra en risk för människors hälsa.

5.2.3.3 Människor som vistas på Dumme mosse

Människor som vistas på Dumme mosse på sin fritid kan exponeras för PFAS genom intag av PFAS i yttlig jord (intag, hudkontakt, inandning jord/damm). Exponering för PFAS i djupare jordlager eller grundvatten antas inte ske. Människor antas vistas i lika stor utsträckning inom alla delar av det i kapitel 3 identifierade området på Dumme mosse.

Bedömning av risker för människors hälsa har utgått ifrån framtagna platsspecifika riktvärden (Hälsobaserat riktvärde PSRVJ_STRÖV_H), vilka jämförs med uppmätta halter i yttlig jord för att bedöma om det kan föreligga en risk.

Beräknade riskkvoter för området redovisas i Tabell 5.5 tillsammans med representativ halt och riktvärde.

Tabell 5.5. Representativa halter för PFAS-11 i inom Dumme mosse presenteras tillsammans med riktvärde för aktuellt område och beräknade riskkvoter. Representativ halt anges i fet stil. För jämförelse presenteras statistiska mått för UCLM95, 90-percentilen och maxhalt i tabellen. Samtliga halter anges i µg/kg TS

	Rikt- värde	Antal prov	UCLM95	90-per- centil	Max- halt	Riskkvot
Dumme mosse	2 300	11	2,2	0,55	3,9	0,001

Av tabellen framgår att riskkvoten inte överstiger 1, dvs. att oacceptabel risk för människors hälsa inte föreligger.

5.2.4 Människor som äter fisk från omgivande ytvatten

Människor som äter fisk fångad i omgivande ytvatten kan exponeras för PFAS genom intag av fisk som förorenats av PFAS från flygplatsen genom spridning via grundvatten och ytvatten.

Bedömning av risker för människors hälsa genom intag av fisk har utgått ifrån MKN för fisk, 9,1 µg PFOS per kg våtvikt. Miljökvalitetsnormen är satt utifrån skydd för människors hälsa och baseras på ett dagligt intag av 115 g fisk per dag (vuxna) samt att högst 10 procent av det dagliga intaget av PFOS får komma från fisk (EC, 2011a och 2011b). Dessa jämförvärden har jämförts med uppmätta halter i fisk. I de fall där analys av fiskmuskel saknas har bedömning av risk för människors hälsa utgått från MKN för ytvatten, 0,65 ng PFOS per liter. Miljökvalitetsnormen för ytvatten är satt utifrån MKN för fisk. Tillvägagångssätt är i linje med Naturvårdsverket (2009) för att ta fram generella riktvärden, sedan tillämpat av SGI (2015), som pekar på att sambandet mellan halter av föroreningar inom ett förorenat område och halter i fisk ofta är svag. Istället pekar Naturvårdsverket (2019) på att halter i fisk styrs i högre grad av andra faktorer såsom föroreningshalter i ytvatten och sediment. Av denna anledning har NIRAS valt att inte beakta exponeringsvägen intag av fisk vid beräkning av platsspecifika riktvärden för jord.

Riskbedömningen avseende människor som äter fisk från sjöar och vattendrag i flygplatsens närområde utgår inte från någon jämförelse med beräknade riktvärden och därför har ingen riskkvot beräknats.

5.2.4.1 Fisk från Västersjön

Inom ramen för NIRAS uppdrag har inte analys av fisk från närliggande sjöar och vattendrag utförts. Det finns dock resultat från miljögiftsundersökningen 2014 (Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2018) som omfattade provtagning och analys av PFAS12 i fiskmuskel i Västersjön. Ett samlingsprov av muskel från ca 10 abborrar i storleken 15-20 cm användes i analysen och analysen påvisade PFOS och PFDS (1,03 respektive 0,02 µg/kg våtvikt). Detta upprepades i miljögiftsundersökningen 2017-2019 (Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2020) där endast PFOS noterades i abborrar i Västersjön i halter om 0,93 µg/kg våtvikt. Då gränsvärdet för PFOS avser fiskfilé, eftersom human hälsa är mest styrande för värdet (Havs- och Vattenmyndigheten, 2016), bedöms dessa analyser vara tillämpbara. De uppmätta halterna i fiskmuskel i Västersjön underskrider således MKN om 9,1 µg/kg våtvikt i båda miljögiftsundersökningar vilket indikerar att halterna i fisk sannolikt inte utgör en risk för människors hälsa. Då bedömningen endast baseras på provtagning av abborre vid två tillfällen ska resultatet hanteras med försiktighet.

5.2.4.2 Fisk från Dunkehallaån och Sandserydsån

Det finns inga PFAS-analyser av fisk från Sandserydsån eller Dunkehallaån tillgängliga. Mot bakgrund av detta har istället uppmätta halter i ytvatten jämförts med MKN för ytvatten. Detta då dessa styrs av MKN för fisk, vilket i sin tur styrs av risker för människors hälsa. Både i Dunkehallaån och i Sandserydsån överskrider halterna PFAS-11 i ytvatten MKN för ytvatten (0,65 ng/l), både uppströms och nedströms flygplatsen. I avsnitt 5.3.2 nedan presenteras halterna i dessa vattendrag närmare. Baserat på detta bedöms de teoretiska föroreningshalterna i fisk i Sandserydsån och Dunkehallaån kunna utgöra en risk för människors hälsa. Detta betyder dock inte automatiskt att det är en risk för människors hälsa då bedömningen är utförd på uppmätta halter i ytvatten (och inte fisk) och då beräkningarna som ligger till grund för miljökvalitetsnormen och bedömningen av hälsorisker utgår från att intag av 115 g fisk per dag (vuxna) (Europeiska kommissionen, 2011a). Intaget är sannolikt betydligt mindre för dessa vattendrag.

5.3 Bedömning av miljörisker

För bedömning av miljöeffekter av föroreningar på organismer som lever i jord, grund- och ytvatten utförs riskbedömningen på ett mer övergripande sätt. Utvärderingen fokuserar inte på hur organismerna exponeras i jord och vatten utan baseras enbart på totalhalter i dessa medier samt generella riktvärden.

5.3.1 Grundvatten som naturresurs

Grundvattnet nedströms flygplatsen kan påverkas av PFAS genom transport av PFAS-förorenat grundvatten från flygplatsområdet.

I de övergripande åtgärdsmålen har grundvattenförekomsten Sandseryd-Risbrodammen pekats ut som det grundvatten som ska skyddas, dvs. det grundvattenmagasin där miljökvalitetsnormen (MKN) ska nås. Vid PFOS över 90 ng/l betraktas grundvattenförekomsten ha otillfredsställande status.

Påverkan på grundvattnet utvärderas mot MKN för grundvatten på tre olika sätt.

1. Uppmätta halter i jord inom källområdena jämförs med beräknade plats-specifika riktvärden för PFOS i jord med avseende på skydd av grundvatten (PSRV_GV), se bilaga 6. Detta platspecifika riktvärde för jord avseende skydd för grundvatten baseras på halva MKN för grundvatten.
2. Teoretiska halter i grundvattnet utanför Jönköpings flygplats jämförs med SGI:s preliminära riktvärde för grundvatten med avseende på skydd av grundvatten, 45 ng PFOS/L (2015). Detta riktvärde baseras på halva MKN för grundvatten.

Med teoretiska halter i grundvattnet avses de halter som teoretiskt kan uppstå i grundvattnet efter en utspädning av utspädningen från brandövningsplatsen till skyddat grundvatten om 21 gånger, se bilaga 6. Skattningen baseras på beräknat grundvattenflöde i området.

3. Uppmätta halter i grundvattnet utanför Jönköpings flygplats jämförs direkt med MKN för grundvatten, 90 ng/L.

Punkt 1 och 2 beskriver den teoretiska risk att MKN för grundvatten överskrids på sikt i grundvattenförekomsten. Punkt 3 speglar grundvattenmagasinet i nuläget, dvs. om det finns en risk idag att MKN inte uppnås i grundvattenförekomsten.

För de tre områdena som potentiell bidrar till förorening i grundvattnet har riskkvoter beräknats för förorening i jord och grundvatten inom respektive källområde. Riskkvoter har även beräknats för kringliggande områden (BÖP yttre och Dumme mosse) där PFAS har noterats i jord. Den representativa halten i jord bedöms vara medelhalten i den jord som grundvattnet strömmar igenom. Detta innebär att representativa halter har beräknats för olika djuplager, dock är antalet analyser i djupare jordlager begränsat varför bedömningen främst bör baseras på de övre jordlagren. Även för grundvatten bedöms medelhalten vara lämplig som representativ halt.

Beräknade riskkvoter för respektive område redovisas i Tabell 5.6 och Tabell 5.7 tillsammans med representativ halt och riktvärde. Tabellen visar att de beräknade riskkvoterna skiljer sig avsevärt mellan olika områden.

Tabell 5.6. Representativa halter för PFAS-11 i jord samt beräknade riskkvoter för skydd av grundvatten. Riskkvoter är beräknade på platsspecifika riktvärden för jord avseende skydd av grundvatten (PSRVJ_GV). Representativ halt anges i fet stil. Riskkvot över ett (1), dvs oacceptabel risk, färgmarkeras med orange. Samtliga halter anges i µg/kg TS.

	Rikt-värde	Djup (m u my)	N	UCLM95	90-per-centil	Max-halt	Risk-kvot
BÖP_inre	4,7	0-2	33	3 300	410	14 000	700
	4,7	>3	2	*	*	13	2,9
BÖP_yttre	4,7	0-1	40	51	22	190	11
	4,7	1-2	10	3,9	4,1	9,9	0,8
	4,7	>3	1	*	*	<1,1	<0,2
Spolplattorna	4,7	0-1	4	*	4,1	4,3	0,9
	4,7	1-2	2	*	*	3,0	0,6
Drivmedelsför-var	4,7	-	0	**	**	**	**
Dumme mosse	4,7	0-1	11	2,2	0,55	3,9	0,5
	4,7	1-2	10	***	1,4	7,9	0,3
	4,7	>2	13	***	1,7	25	0,4

* Dataunderlaget är mindre än 5 för 90-percentil eller 10 för UCLM95. Beräknas ej.

** Dataunderlag saknas. Kan ej beräknas.

*** Merparten av dataunderlaget är under rapporteringsgräns. Beräknas ej.

Tabell 5.7. Representativa halter för PFAS-11 i grundvatten inom respektive delområde och plym samt beräknade riskkvoter för skydd av grundvatten vid en teoretisk utspädning till verksamhetsgräns i enlighet med bilaga 6. Riskkvoter är beräknade på preliminära riktvärden för grundvatten (SGI, 2015) avseende skydd av grundvatten. Riskkvot över ett (1), dvs oacceptabel risk, färgmarkeras med orange. Samtliga halter anges i ng/l.

	Rikt-värde	N	Repr. halt GV	Typ	Utspädnings-faktor	Beräk-nad halt GV	Risk-kvot
BÖP inre	45	7	99 000	UCLM95	21	4 700	100
Nordlig plym*	45	1	330	Maxhalt	-	-	7
Östlig plym mot Västersjön**	45	1	1 100	Maxhalt	-	-	24
Östlig plym mot Sanderydsån***	45	1	8 600	Maxhalt	-	-	190
Spolplattorna	45	3	72	Maxhalt	21	3,4	0,07
Drivmedels-förvar	45	1	160	Maxhalt	21	7,5	0,2

* JGVT1901, ** JGVT1908, ***JGVT1910.

Av Tabell 5.6 ovan framgår att riskkvoten inom brandövningsplatsen, både ytliga och djupa jordlager samt inom brandövningsplatsens ytterområden överstiger 1, dvs. risk för grundvattnet föreligger i relation till dessa riktvärden. Även teoretiskt beräknade riskkvoter för grundvattnet i Tabell 5.7 styrker detta.

Som tidigare beskrivits i kapitel 3 bedöms tre större föroreningsplymer finnas i grundvattnet vid brandövningsplatsen, en mot norr och en mot öster som sedan förgrenas till en plym mot nordost (Västersjön) och en mot sydväst (mot Sandserysån) (NIRAS, 2020). I plymen mot norr har halter om 330 ng/l noterats och i plymen mot öster har halter om 1 100 ng/l (mot Västersjön) respektive 8 600 ng/l (mot Sandserysån) noterats, även här överstiger riskkvoterna 1 vilket stärker bedömningen att en negativ påverkan sker från brandövningsplatsen.

Halter som uppmätts vid verksamhetsgränsen mot norr och nordost om brandövningsplatsen är 466 ng/l respektive 252 ng/l (JGV1902 och PrBr09) och söder om f.d. drivmedelsförvaret är 440 ng/l (JGV1921). Resultatet från mätningarna vid verksamhetsgränsen (alltså skyddat grundvatten enligt åtgärdsmålen) visar att grundvattentransporten från dessa områden kan vara mindre än vad som antagits i riktvärdesberäkningarna då faktiskt uppmätta halter är ca en tiopotens lägre än teoretisk beräknade halter ($99\ 000/21=4\ 714$ ng/l). Detta innebär i sin tur att riskerna avseende skydd av grundvattnet kan ha överskattats.

De beräknade riskkvoterna för jord och grundvatten inom källområdet spolplattorna understiger 1, dvs. risk för grundvattnet föreligger inte. Trots att utspädningsfaktorn som användes vid framtagande av de platsspecifika riktvärdena baseras på områdesförhållandena vid brandövningsplatsen bedöms beräkningen som rimlig eftersom inga halter över halva MKN har noterats i grundvattnet vid verksamhetsgränsen nedströms spolplattorna.

Även den beräknade riskkvoten för grundvatten vid f.d. drivmedelsförvaret understiger 1. Här kan dock konstateras att inga jordanalyser har utförts inom området och att de högsta halterna i grundvattnet inte finns i källområdet (157 ng/l), utan nedströms vid verksamhetsgränsen (404 ng/l). Halterna vid källområdet och nedströms överskrider halva MKN.

Sammantaget tyder tillgänglig information på att det sker en spridning av PFAS i grundvattnet utanför området. De viktigaste källorna till PFAS i grundvattenförekomsten är brandövningsplatsen, efterföljt av f.d. drivmedelsanläggningen. Spridningen kan ge upphov till halter över kvalitetskriteriet för grundvatten (SGI, 2015) och MKN för grundvatten (90 ng/l) utanför flygplatsens verksamhetsområde.

5.3.2 Ytvatten och tillhörande ekosystem

Ytvattnet nedströms flygplatsen kan påverkas av PFAS genom transport av PFAS-förorenat grundvatten och ytvatten från flygplatsområdet.

5.3.2.1 Bedömning av kemisk status

I de övergripande åtgärds målen har ytvattenförekomsterna Sandserysån och Dunkehallaån pekats ut som ytvatten som ska skyddas, dvs. ytvatten där miljökvalitetsnormen 0,65 ng/l (PFOS) ska nås. Riskbedömningen avser även nedströms belägna ytvattenförekomster.

Risker för påverkan från de olika källområdena bedöms genom utvärdering mot MKN för ytvatten, 0,65 ng/l (HVMFS 2013:19). Vid PFOS över 0,65 ng/l betraktas ytvattenförekomsten ha otillfredsställande status.

Påverkan på ytvattnet utvärderas mot MKN för grundvatten på tre olika sätt.

1. Uppmätta halter i jord inom källområdena jämförs med beräknade plats-specifika riktvärden för PFOS i jord med avseende på skydd av ytvatten (PSRV_YV), se bilaga 6. Detta platsspecifika riktvärde baseras på MKN för ytvatten.
2. Teoretiska halter i ytvattnet jämförs med MKN för ytvatten. Med teoretiska halter i ytvattnet avses de halter som teoretiskt kan uppstå i ytvattnet efter en utspädning av utspädningen från brandövningsplatsen till skyddat ytvatten om 2 606 gånger, se bilaga 6. Skattningen baserades på beräknat grundvattenflöde i området samt flödet i Sandserysån.
3. Uppmätta halter i ytvattenförekomsterna Sandserysån och Dunkehallaån jämförs direkt med MKN för ytvatten.

Punkt 1 och 2 beskriver den teoretiska risken att MKN för ytvatten överskrids på sikt i ytvattenförekomsten. Punkt 3 belyser direkt om ytvattnet i en punkt inom närliggande ytvattenförekomster uppvisar halter över MKN.

För att ta reda på hur tre källområdena potentiellt bidrar till förorening i ytvattnet har riskkvoter beräknats för förorening i jord och grundvatten inom respektive källområde. Riskkvoter har även beräknats för kringliggande områden (BÖP yttre och Dumme mosse) där PFAS har noterats i jord.

Som representativa halter vid beräkning av skydd av ytvatten har samma halter som vid beräkningen av riskkvoter för grundvatten använts.

Beräknade riskkvoter för respektive område redovisas i Tabell 5.8 och Tabell 5.9 tillsammans med representativ halt och riktvärde. Utgångspunkten för beräkningarna är att miljökvalitetsnormen 0,65 ng/l (PFOS) ska hållas i vattenförekomsterna. Det är rimligt att anta att allt grundvatten och dagvatten från källområdena till slut hamnar i dessa vattendrag, men att halter förändras genom sedimentation samt utspädning.

Tabell 5.8. Representativa halter för PFAS-11 i jord samt beräknade riskkvoter för skydd av ytvatten. Riskkvoter är beräknade på platsspecifika riktvärden för jord avseende skydd av ytvatten (PSRVJ_YV). Riskkvot över ett (1), dvs oacceptabel risk, färgmarkeras med orange. Samtliga halter anges i µg/kg TS.

	Rikt-värde	Djup (m u my)	N	UCLM95	90-per-centil	Max-halt	Risk-kvot
BÖP_inre	8,6	0-2	33	3 300	410	14 000	380
	8,6	>3	2	*	*	13	1,6
BÖP_yttre	8,6	0-1	40	51	22	190	5,9
	8,6	1-2	10	3,9	4,08	9,9	0,5
	8,6	>3	1	*	*	<1,1	0,1
Spolplattorna	8,6	0-1	4	*	4,09	4,3	0,5
	8,6	1-2	2	*	*	3,0	0,4
Drivmedels-förvar	8,6	-	0	**	**	**	-
Dumme mosse	8,6	0-1	11	2,2	0,55	3,9	0,3
	8,6	1-2	10	***	1,4	7,9	0,2
	8,6	>2	13	***	1,7	25	0,2

* Dataunderlaget är mindre än 5 för 90-percentil eller 10 för UCLM95. Beräknas ej.

** Dataunderlag saknas. Kan ej beräknas.

*** Merparten av dataunderlaget är under rapporteringsgräns. Beräknas ej.

Tabell 5.9. Representativa halter för PFAS-11 i grundvatten inom respektive delområde samt beräknade riskkvoter för skydd av ytvatten vid en teoretisk utspädning till ytvattnet i enlighet med bilaga 6. Riskkvoter är beräknade på MKN för ytvatten. Riskkvot över ett (1), dvs oacceptabel risk, färgmarkeras med orange. Samtliga halter anges i ng/l.

	Rikt-värde	N	Repr. halt GV	Typ	Utspädnings-faktor	Beräknad halt YV	Risk-kvot
BÖP inre	0,65	7	99 000	UCLM95	2 606	38	58
Spolplattorna	0,65	3	72	Maxhalt	2 606	0,003	0,04
Drivmedels-förvar	0,65	1	160	Maxhalt	2 606	0,06	0,09

Av tabellerna ovan framgår att riskkvoten inom brandövningsplatsen, både ytliga och djupa jordlager samt inom brandövningsplatsens ytterområden överstiger 1, dvs. det finns risk att områdena bidrar till otillfredsställande kemisk status i vattendragen. Även den teoretiskt beräknade riskkvoten för ytvattnet, baserat på en utspädning av halterna i grundvattnet inom brandövningsplatsen, styrker detta.

Som nämnt ovan, bedöms tre större föroreningsplymer finnas vid brandövningsplatsen, varav en av dessa är riktad mot Sandserysån och en är riktad mot Dunkehallaån. Baserat på faktiskt uppmätta kan förhöjda halter i ytvatten noteras i förlängningen av dessa plymer.

Vid beräkning av riktvärdena för jord skattades utspädningen av grundvatten vid brandövningsplatsen till skyddat ytvatten till 2 606 gånger. Beräknade medelhalter i Sandserysån (kapitel 3) uppgår till ca 70 ng/l direkt nedströms brandövningsplatsen, vilket är i nivå med teoretisk beräknade halter (38 ng/l) i Tabell 5.9. Utöver masstransporten via grundvatten från brandövningsplatsen sker åtminstone även en periodvis masstransport av PFAS till Sandserysån via diken från brandövningsplatsen vilket bidrar till föroreningen i Sandserysån.

De beräknade riskkvoterna för jord och grundvatten inom källområdena f.d. spolplattorna och f.d. drivmedelsanläggningen understiger 1, dvs. risk för ytvatten bedöms inte föreligga. Även dessa källområden avvattnas söderut mot Sandserysån.

För att bedöma aktuell kemisk status avseende PFOS i ytvattenförekomsterna Sandserysån och Dunkehallaån bör medelvärden från återkommande provtagning under ett år i representativa provtagningsplatser beräknas för att sedan beräkna ett medelvärde över en vald tidsperiod som jämförs med MKN för ytvatten (Hav- och Vattenmyndigheten, 2016). Sådana data finns inte för dessa ytvattenförekomster. Av denna anledning har en grov bedömning istället utförts baserat på medelvärden för respektive provpunkt baserat på data från 1-3 mättilfällen.

Enligt kapitel 3 överstiger uppmätta (medel)halter av PFAS-11 (och PFOS) i Sandserysån miljö kvalitetsnormen 0,65 ng/l både uppströms och nedströms flygplatsen ända ner till och med Tabergsån som mynnar i Vättern. Halterna ökar nedströms brandövningsplatsen (JYV1901; PFOS 39 ng/l; PFAS-11 72 ng/l) för att sedan öka ytterligare söder om flygplatsen och sedan avta.

I Dunkehallaån överstiger uppmätta (medel)halter av PFAS-11 (och PFOS) miljö kvalitetsnormen 0,65 ng/l från flygplatsen och nedströms ända ner till Vättern. Halterna ökar från 0,97 ng/l uppströms flygplatsen till 3,9 ng/l (JYVDH1904) direkt nedströms flygplatsen och sedan avta.

En representativ provtagningsplats för ytvattenförekomsten är enligt Hav- och Vattenmyndigheten (2016) inte belägen direkt vid källan. Men då samtliga provpunkter i Sandserysån och merparten av provpunkterna i Dunkehallaån har halter över MKN för ytvatten kan konstateras att ytvattenförekomsten Sandserysån som helhet är påverkad av föroreningen och inte uppfyller kemisk god status.

5.3.2.2 Skydd av akvatiska ekosystem

Utöver utvärdering mot MKN för ytvatten (som grundar sig i risk för människors hälsa vid intag av fisk från vattenförekomsten) görs även en bedömning av risk för vattenekosystemet samt risk för eventuell påverkan på rovdjur som exponeras via föda från dessa, s.k. secondary poisoning.

För att bedöma eventuell påverkan på akvatiska sötvattens ekosystem i Sandserysån, Dunkehallaån och Västersjön har det riktvärde för skydd av vattenlevande organismer använts som presenteras i underlaget till MKN för PFOS (Europeiska Kommissionen, 2011a). Dessa riktvärden om 230 ng/l (AQS, långtidsrisk) respek-

tive 36 000 ng/l (MAC, akut risk) är baserade på data från ekotoxikologiska undersökningar. I tabellen nedan redovisas en sammanställning av uppmätta halter PFAS-11 samt beräknade riskkvoter.

Tabell 5.10. Sammanställning av uppmätta halter PFAS-11 (PFOS halter anges inom parentes) i ytvatten samt beräknade riskkvoter. Uppmätta halter avser medelvärden från 1-3 mätfällan i den provpunkt där högst halter uppmätts. Riskkvoterna är beräknade på summaparametern PFAS-11. Samtliga halter anges i ng/l.

	Repr.halt YV	Riktvärde AA-QS	Riktvärde MAC	Riskkvot kronisk	Riskkvot akut
Sandserydsån	106 (69)	230	36 000	0,5	0,002
Dunkehallaån	3,9 (1,5)	230	36 000	0,02	0,0001
Västersjön	7,5 (0,76)	230	36 000	0,03	0,0002

Av tabellen framgår att inga halter av PFAS-11 har noterats som kan utgöra en risk för akvatiskt liv.

5.3.2.3 Skydd av predatorer

Det finns inga PFAS-analyser av rovfisk från Sandserydsån, Dunkehallaån eller Västersjön. Mot bakgrund av detta har istället eventuell påverkan på rovdjur jämförts med det riktvärde för sekundära effekter som presenteras i underlaget till MKN för PFOS (Europeiska Kommissionen, 2011a). Detta riktvärde om 2 ng/l är baserat på data från ekotoxikologiska undersökningar. I tabellen nedan redovisas en sammanställning av uppmätta halter PFAS-11 (och PFOS) i ytvatten i Sandserydsån, Dunkehallaån och Västersjön samt beräknade riskkvoter.

Tabell 5.11. Sammanställning av uppmätta halter PFAS-11 (PFOS) i ytvatten samt beräknade riskkvoter. Uppmätta halter avser medelvärden från 1-3 mätfällan i den provpunkt där högst halter uppmätts. Riskkvoterna är beräknade på PFAS-11. Riskkvot över ett (1), dvs oacceptabel risk, färgmarkeras med orange. Samtliga halter anges i ng/l.

	Repr.halt YV	Riktvärde Predator	Riskkvot Predator
Sandserydsån	106 (69)	2	53
Dunkehallaån	3,9 (1,5)	2	2,0
Västersjön	7,5 (0,76)	2	3,6

Av tabellen framgår att halter av PFAS-11 kan utgöra en risk för organismer högre upp i näringskedjan. Baserat på detta bedöms det finnas en teoretisk risk för predatorers som söker föda i Sandserydsån, Dunkehallaån och Västersjön. Detta betyder dock inte automatiskt att det är en risk för dessa högre stående djur då bedömningen är utförd på uppmätta halter i ytvatten (och inte fisk) och då beräkningarna som ligger till grund för riktvärdet baseras på att rovdjuren äter fisk från ett och samma området under hela sin livstid. Området för födosök är sannolikt större för vissa predatorer, tex fåglar, vilket gör att intaget av föda från dessa vattendrag sannolikt är betydligt mindre för vissa djurgrupper.

Halten för sekundära effekter i ytvatten baseras på att PFOS-halten i fisk inte ska överstiga 33 µg/kg våtvikt. Det ska noteras att uppmätta halterna är lägre än detta i Västersjön varför risken för predatorer sannolikt inte är aktuell. Dock äter predatorer även lever och andra organ som inte ingick i analysen av fisk i Västersjön varför en bedömning baserad på fisk i Västersjön är osäker.

5.3.3 Markmiljö inklusive däggdjur och fåglar

Markmiljön inom flygplatsen kan exponeras för PFAS genom direktkontakt med jord. Även markmiljön inom utströmningsområdet för grundvattnet inom Dumme mosse kan exponeras för PFAS genom direktkontakt med jord och grundvatten.

Risker för påverkan på markekosystemet har utgått ifrån framtagna platsspecifika riktvärden (Riktvärde för skydd av markmiljö PSRVJ_MM), vilka jämförs med uppmätta halter i ytlig jord för att bedöma om det kan föreligga en risk.

För bedömning av markmiljön utanför källområdena, både innanför flygplatsens verksamhetsområde och på Dumme mosse har uppmätta halter i ytlig jord använts. Detta för det markeologiska systemet primärt finns i ytlig jord och att jordens betydelse för markens totala ekologiska funktioner förväntas avta med djupet. Medelhalten i respektive delområde bedöms vara lämplig som representativ halt vid bedömning av risker för markmiljön eftersom medelhalten visar på förhållandena inom hela delområdet. Enstaka högre halter kan eventuellt orsaka en lokal påverkan på markmiljön. Därmed används samma representativa halter som vid bedömning av risk för människors hälsa.

Beräknade riskkvoter för identifierade delområden redovisas i Tabell 5.12 tillsammans med representativa halter och tillämpade riktvärden.

Tabell 5.12. Representativa halter för PFAS11 i ytlig jord inom varje delområde presenteras tillsammans med riktvärden för aktuellt område (se bilaga 6) och beräknade riskkvoter. Som representativ (anges i fet stil) halt används UCLM95 om antalet analyser är 10 eller större, annars används 90-percentilen. För jämförelse presenteras även uppmätt maxhalt i tabellen. Samtliga halter anges i µg/kg TS.

	Rikt- värde	Antal prov	UCLM95	90- per- centil	Max- halt	Risk- kvot
BÖP_yttre	300	40	51	22	190	0,2
Dumme mosse	3	11	2,2	0,55	3,9	0,7

Av tabellen framgår att inga riskkvoter överstiger 1, dvs. att risk för markmiljö inte föreligger i relation till tillämpade riktvärden.

Det platsspecifika riktvärdet för Dumme mosse baseras på RIVM framtagna MPC-värde som är framtaget för att skydda 95-procent av arterna. Riktvärdet beaktar även "secondary påvisning", dvs. skydd av djur högre upp i näringskedjan. För flygplatsens verksamhetsområde har riktvärdet för skydd av markmiljö satts till 100 gånger ovanstående och SGI bedömer att halten inte skyddar arter högre upp i näringskedjan. För flygplatsområdet, som inte utgör något djurs huvudsakliga habitat genom att skydds jakt på fåglar och däggdjur bedrivs, bedöms aktuellt riktvärde därför vara tillräcklig skyddsnivå. Genom skyddsjakten minimeras även risk för spridning i näringskedjan.

Då PFAS har noterats i jord och grundvatten i Dumme mosse tyder detta på att mossen, periodvis ett utströmningsområde för PFAS-förorenat grundvatten från brandövningsplatsen. Av denna anledning har även risker för påverkan på markekosystemet inom utströmningsområdet för Dumme mosse bedöms genom att uppmätta halter i grundvattnet i Dumme mosse jämförs det MPC-värde för skydd av direktexponering av organismer i sötvatten (23 ng/l) som SGI (2015) använt vid framtagandet av de preliminära riktvärdena för skydd av våtmark. Av analysresultaten (se bilaga 2k) framgår att det i två punkter i anslutning till brandövningsplatsen förekommer halter över detta riktvärde, dvs 33 och 37 ng/l, medan övriga halter i grundvattnet är lägre än denna haltgräns. Detta tyder på att en lokal påverkan inte kan uteslutas, vilket är i linje med bedömningen av uppmätta halter i jord.

5.4 Bedömning av spridning och belastning

Någon belastningsberäkning avseende masstransport, utöver den som utfördes av NIRAS (2020) har inte utförts inom ramen för detta uppdrag. I Tabell 5.13 redovisas en sammanställning över beräknad masstransport i grundvatten och dagvatten av PFAS-11 från varje källområde till recipienten. I tabell 5.14 redovisas en sammanställning över beräknad masstransport i respektive vattendrag.

Tabell 5.13. En sammanställning av beräknad masstransport via grundvatten och dagvatten (ledningsnät och diken) från NIRAS (2020). Samtliga mängder anges i g/år.

Spridningsväg	Grundvatten	Diken	Ledningsnät
Mot Sandserydsån			
Från brandövningsplatsen	2,8*	15 000	-
Från f.d. spolplattorna	Okänt	-	4,4
Från f.d. drivmedelsförvar	Okänt	-	-
Mot Västersjön			
Från brandövningsplatsen	2,8*	-	Okänt
Mot Dunkehallaån			
Från brandövningsplatsen	0,2	Okänt	-

* Massflödet avser spridning mot öster, vilket sprids mot både Västersjön och Sandserydsån.

Tabell 5.14. En Sammanställning av beräknad masstransport i vattendragen som avvattnar flygplatsen från NIRAS (2020). Samtliga mängder anges i g/år.

Vattendrag	Uppströms	Vid flygplatsen	Nedströms
Sandserydsån	Okänt	6 000	1 000
Dunkehallaån	Okänt	60	Okänt

6 Slutsatser och behov av riskreduktion

Riskbedömningen avseende förekomst av PFAS vid Jönköpingsflygplats har utgått från de övergripande åtgärds mål som redovisas i kapitel 4 samt i bilaga 5. Detta betyder att om samtliga övergripande åtgärds mål är uppfylla så bedöms inget behov av riskreduktion föreligga.

I tabellen nedan presenteras en övergripande utvärdering av de övergripande åtgärds målen för Jönköpingsflygplats, efterföljt av en mer detaljerad utläggning i efterföljande avsnitt. Förutom en mer utförlig beskrivning av måluppfyllelsen diskuteras även behovet av kompletterande utredningar.

Tabell 6.1. Sammanställning av måluppfyllelse.

Övergripande åtgärds mål	Uppfylls?	Kommentar
1. Aktuella områden inom flygplatsen skall kunna användas för avsett ändamål utan att människor som vistas på området utsätts för oacceptabla hälsorisker p.g.a. markföroreningar av PFAS.	Ja	Riskbedömningen visar inte på oacceptabla risker till följd av PFAS-förorening i mark eller vatten för människor som arbetar eller besöker flygplatsens verksamhetsområde.
2. Spridning av PFAS från flygplatsens verksamhetsområde får inte äventyra möjligheterna att uppnå god kemisk grundvattenstatus i grundvattenförekomsten Sandseryd-Risbrodammen till 2027 eller till att människor som använder grundvattnet för dricksvattenkonsumtion eller bevattning utsätts för oacceptabla hälsorisker.	Nej	Riskbedömningen visar att PFAS-förorening på området kan leda till att god kemisk status i grundvattenförekomsten inte uppnås till 2027. Riskbedömningen visar även att människor som använder vattnet för dricksvattenkonsumtion eller bevattning kan utsättas för oacceptabla hälsorisker. Halter över Livsmedelsverkets åtgärdsgräns (90 ng/l) förekommer i brunn vid Västersjön.
3. Spridning av PFAS från aktuella områden ska inte enskilt eller tillsammans äventyra möjligheterna att uppnå god kemisk ytvattenstatus i Sandserysån och Dunkehallaån till 2027 eller till att människor som vistas vid åarna på sin fritid utsätts för oacceptabla hälsorisker.	Nej, bara delvis	Riskbedömningen visar att PFAS-förorening på området kan leda till att god kemisk status i Sandserysån och Dunkehallaån inte uppnås till 2027. Riskbedömningen visar att flera källor bidrar till belastningen i Sandserysån samt att båda vattendragen är belastade redan uppströms flygplatsen. Riskbedömningen indikerar att oacceptabel risk för akvatiskt liv i vattendragen inte förekommer, men <u>indikerar</u> en oacceptabel risk för predatorer som söker föda i vattendragen. Denna risk är sannolikt liten. Riskbedömningen visar inte på oacceptabla hälsorisker för människor som vistas vid Sandserysån och Dunkehallaån, på sin fritid. Riskbedömningen <u>indikerar</u> dock på en oacceptabel hälsorisk för människors hälsa vid intag av fisk från båda vattendragen.
4. Närliggande ytvattenrecipient Västersjön skall skyddas som övrigt vatten och eventuella tillskott av PFAS från aktuella områden ska inte enskilt eller tillsammans påverka möjligheten till att bedriva friluftsliv, bad och fiske i och i anslutning till denna.	Ja	Riskbedömningen visar inte på oacceptabla risker för akvatiska ekosystem i Västersjön. Riskbedömningen <u>indikerar inte</u> heller några oacceptabla risker för predatorer (secondary poisoning). Riskbedömningen <u>indikerar inte</u> på oacceptabla hälsorisker för människor som bedriver friluftsliv, badar eller äter fisk från sjön.

Övergripande åtgärds mål	Uppfylls?	Kommentar
5. Eventuella tillskott av PFAS från aktuella områden ska inte enskilt eller tillsammans på ett betydande sätt påverka miljön i Natura 2000-området Dumme mosse eller till att människor som vistas på våtmarksområdet på sin fritid utsätts för oacceptabla hälsorisker.	Ja	Riskbedömningen visar inte på oacceptabla risker för markmiljö, eller fåglar eller högre stående djur. Riskbedömningen visar heller inte på oacceptabla risker för människors hälsa som bedriver friluftsliv på Dumme mosse.
6. Marken inom och i direkt anslutning till aktuella områden ska uppfylla de krav på ekologiska funktioner som kan förväntas med hänsyn till områdets historia och planerad markanvändning.	Ja	Riskbedömningen visar inte på oacceptabla risker för markmiljön inom flygplatsens verksamhetsområde.

Mål 1: Riskbedömningen visar inte på oacceptabla risker för människor som arbetar på eller besöker flygplatsens verksamhetsområde. Människor kan nyttja källområdena i den omfattning som kan antas inom ett inhägnat verksamhetsområde med begränsat tillträde för allmänheten. Sammantaget uppfylls åtgärds målet avseende de som arbetar inom området och de som besöker området.

Mål 2: Riskbedömningen visar att det sker en spridning av PFAS till grundvatten utanför flygplatsens verksamhetsområde. Denna spridning kan innebära att grundvattenförekomsten inte uppnår god kemisk status till 2027 och att möjligheterna att använda grundvattnet som dricksvatten begränsas utanför flygplatsen. Detta innebär att åtgärds målet avseende skydd av grundvattnet som en naturresurs inte uppfylls. I nuläget finns flertalet brunnar runt Västersjön. I en brunn uppmättes år 2018 halter över Livsmedelsverkets åtgärdsgräns (90 ng/l). Brunnen är belägen i en av de spridningsriktningar som PFAS-föreningen vid brandövningsplatsen bedöms ha. Sedan dess har koncentrationen sjunkit och legat på 44 ng/l (september 2018), 12 ng/l, 26 ng/l och 64 ng/l (fas1, fas 2 och fas 3 i NIRAS, 2020). Det är dock inte säkert att reduktionen i koncentrationsnivå från 2018 till 2019 kan förklaras av en minskad påverkan från brandövningsplatsen, det kan istället bero på årstidsvariationer i grundvattennivån eller mindre ändringar i strömningsriktningar. Det finns en teori om att de brunnar som är belägna ca 20-30 m från sjökanten står i kontakt med Västersjöns ytvatten (NIRAS, 2020). Det finns även brunnar vid Västersjön där PFAS noterats i brunnsvattnet, men inte i halter över åtgärdsgränsen. Bland annat har PFAS noterats i brunnar öster om Västersjön. Förutom att halterna i dessa kan stå i kontakt med ytvattnet i Västersjön finns en teori att en grundvattenplym sträcker sig under Västersjön som är en mycket grund sjö. Dock är antalet provtagningstillfällen i varje brunn mycket litet och halterna varierar i tid varför det råder viss osäkerhet om fler brunnar har förhöjda halter i relation till denna åtgärdsgräns. Sammantaget förekommer påverkan på grundvattenförekomsten utanför flygplatsens verksamhetsområde och åtgärds målet nås därmed inte i dagsläget. Eftersom inte åtgärds målet nås finns behov av riskreduktion för att skydda grundvattenförekomsten och dricksvattenresursen.

Mål 3: Riskbedömningen visar samtidigt att det finns risker med spridning av PFAS till ytvatten. Miljökvalitetsnormen avseende ytvatten överskrids nedströms i ytvattenförekomsterna Sandserysån och Dunkehallaån. Spridningen från flygplatsen bidrar till dessa överskridanden, men miljökvalitetsnormerna skulle överskridas även utan flygplatsens bidrag.

Den primära källan på flygplatsen avseende belastning på ytvatten, både Sandserysån och Dunkehallaån, är den aktiva delen av brandövningsplatsen, men även brandövningsplatsens ytterområden bedöms bidra till belastningen. Till den sammanlagda belastningen bedöms även de f.d. spolplattorna och eventuellt drivmedelsförvaret bidra. Osäkerheten kring drivmedelsförvaret är stor då endast en provpunkt finns inom eller i riskobjektet direkta närhet.

Spridningen från brandövningsplatsen sker via ytvatten, men även via grundvattnet till Sandserysån. Via diken sprids förorenat ytvatten söderut som sedan infiltrerar i ett mindre våtmarksområde som dräneras till ett annat dike som i sin tur rinner ut i Sandserysån där halterna tydligt ökar (JYVSA1901). Masstransporten (löst och partikulärt bunden PFAS) via diket söderut från brandövningsplatsen har beräknats av NIRAS (2020) till ca 15 kg/år. Det är oklart hur stor andel som dräneras till det andra diket och hur stor del som dräneras via grundvattnet rakt ut i Sandserysån. Halterna ökar i Sandserysån direkt efter detta dike. Massflödet i Sandserysån har beräknats till ca 6 kg/år efter detta dike (NIRAS, 2020). Halterna i Sandserysån ökar även strax innan detta dike samt längre nedströms detta dike, vilket sannolikt delvis förklaras med uppträngande grundvatten som transporterar förorening från brandövningsplatsen.

För grundvatten har föroreningsutbredning mot öster identifierats, plymen delas sedan i en plym mot Sandserysån och en mot Västersjön. Masstransporten via denna plym österut har identifierats till ca 2,8 g/år (NIRAS, 2020), men är sannolikt större än så då de undersökta transekterna var belägna långt ifrån brandövningsplatsen.

Nedströms utloppet för diket från brandövningsplatsen ansluter även dagvattenledningen från den södra delen av flygplatsen till Sandserysån. Efter dagvattenutloppet ökar halterna i ytvattnet ytterligare. Masstransporten via dagvattennätet har beräknats till 4,4 g/år (NIRAS, 2020). Det högsta halterna i dagvattnet har hittats vid f.d. spolplattorna och de är ca 20 gånger högre i dagvattenledningarna än i grundvattnet på platsen. Då de uppmätta halterna avser både löst och partikulär förorening kan det inte uteslutas att de högre halterna i dagvattnet reflekteras av ett högre innehåll av partiklar.

Spridning från brandövningsplatsen sker även till Dunkehallaån. Påslag verkar främst ske via diken vid flygplatsen som sedan rinner ut i Dunkehallaån. Då endast ett av dessa diken är sammankopplat med brandövningsplatsen, tyder halterna i övriga diken på påslag av förorenat grundvatten. En föroreningsplym har även identifierats från brandövningsplatsen och norrut som styrker denna tes. Masstransporten av denna plym norrut har beräknats till 0,2 g/år. Även ett mindre påslag (betydligt mindre än från den södra delen av flygplatsen) verkar kunna ske via dagvattennätet som avvattnar den norra delen av flygplatsen.

Riskbedömningen indikerar att oacceptabel risk för akvatiskt liv i vattendragen inte förekommer. Vad gäller risk för predatorer, t.ex. örn som fiskar i Sandserysån och Dunkehallaån kan risk inte uteslutas. Riktvärdet för sekundära effekter baseras på att rovdjuren äter fisk inom samma område, eller områden med likvärdiga halter, under hela sin livstid. Så även om dessa riktvärden överskrids så behöver det inte automatiskt innebära en risk om rovdjuren har ett större födosöksområde. Bedömningen av risker för predatorer baseras på uppmätta halter i ytvattnet. Provtagning av fisk (analys av hel fisk) skulle ge ett bättre underlag för riskbedömningen.

Riskbedömningen indikerar inte på oacceptabla hälsorisker för människor som vistas vid Sandserydsån och Dunkehallaån på sin fritid. Bedömningen är emellertid baserad på att ytvattnet används på samma sätt som ett dricksvatten, vilket är ett konservativt antagande. En beräkning av faktisk exponering för förorenat ytvatten skulle ge bättre underlag för riskbedömningen.

Riskbedömningen indikerar dock en oacceptabel hälsorisk för människors hälsa vid intag av fisk från Sandserydsån och Dunkehallaån. Även bedömningen av risker för intag av fisk från Sandserydsån och Dunkehallaån baseras på uppmätta halter i ytvattnet. Provtagning av fisk (analys av fiskmuskel) skulle ge ett bättre underlag för riskbedömningen. Bedömningen baseras också på att en viss mängd fisk från området intas. För att bedöma verklig risk behöver möjligheterna för fiske i sådan omfattning bedömas.

Eftersom inte åtgärds målet nås avseende att skydda ytvattenförekomsterna som en naturresurs finns behov av riskreduktion för att skydda dem, där Sandserydsåns behov av riskreduktion bedöms vara störst. Riskreduktionen för Sandserydsån bör omfatta minskad PFAS-spridning från brandövningsplatsen via ytvatten och grundvatten. Riskreduktionen bör eventuellt omfatta spridning via dagvattnet från f.d. spolplattorna. Oklart vilken påverkan drivmedelsförvaret har på halterna i Sandserydsån har då detta riskobjekt och eventuell spridningsplym inte är avgränsad.

Åtgärds målet nås eventuellt inte heller i avseende att skydda predatorer och människor som äter fisk från vattendragen. Här behövs ytterligare utredningar för att bedöma om det finns behov av riskreduktion eller inte för att nå åtgärds målet.

Mål 4: Riskbedömningen indikerar att oacceptabla risker för akvatiskt liv och för predatorer som söker föda i Västersjön inte förekommer till följd av PFAS-förorening från flygplatsen. Bedömningen för sekundära effekter baseras på att PFOS-halten i fisk inte ska överstiga 33 µg/kg våtvikt. Halterna är lägre än detta i Västersjön varför risken för predatorer inte bedöms aktuell i Västersjön. Dock äter predatorer även lever och andra organ som inte ingick i analysen av fisk i Västersjön, varför bedömningen är något osäker. Provtagning av fisk (analys av hel fisk) skulle ge ett bättre underlag för riskbedömningen. Riskbedömningen visar inte på oacceptabla hälsorisker för människor som vistas vid Västersjön på sin fritid. Bad kan ske i sjön och fiske kan ske utan risk. Baserat på befintligt underlag visar riskbedömningen inte heller på en oacceptabel hälsorisk vid intag av fisk från Västersjön. Underlaget för att bedöma hälsorisk vid intag av fisk är emellertid litet varför bedömningen för hälsorisk vid intag av fisk från Västersjön är något osäker. Kompletterande provtagning av fisk skulle ge ett bättre underlag för riskbedömningen. Sammantaget tyder underlaget på att åtgärds målet avseende Västersjön uppfylls.

Mål 5: Riskbedömningen visar inte på oacceptabla risker för markmiljö, eller fåglar och andra högre stående djur på Dumme mosse. Riskbedömningen visar heller inte på oacceptabla risker för hälsan hos de människor som bedriver friluftsliv på Dumme mosse. Sammantaget uppfylls åtgärds målet avseende Dumme mosse.

Mål 6: Riskbedömningen visar inte på en oacceptabel risk för markekosystemet eller djur högre upp i näringskedjan på flygplatsens verksamhetsområde. Risker för djur högre upp i näringskedjan inom flygplatsens verksamhetsområde kan dock inte uteslutas, dock är vistelsetiden för högre stående djur begränsad inom flygplatsen på grund av skydds jakt av fåglar och annat vilt inom flygplatsen. Flygplatsen är dessutom inhägnad. Djur högre upp i näringskedjan söker ofta föda inom ett större om-

råde vilket gör att riskerna sannolikt överskattas. Sammantaget uppfylls åtgärds-målet avseende markmiljön inom flygplatsens verksamhetsområde samt i Dumme mosse.

Sammantaget visar riskbedömningen på ett behov av riskreduktion inom Jönköpings flygplats avseende brandövningsplatsen och förorenings-spridningen från denna.

En viktig fråga i sammanhanget är om föroreningskällorna är avgränsade i djup och sidled. Efter undersökningen 2020 är föroreningen inom brandövningsplatsen inte helt avgränsad (NIRAS, 2020). Föroreningen i jord är relativt väl avgränsade i horisontalled, men en avgränsning på djupet saknas. Föroreningen i grundvattnet och de huvudsakliga grundvattenplymerna är inte helt avgränsade, men avtagande halter har noterats i horisontalled.

Den översiktligt uppskattade mängden förorenad jord, med halter över de platsspecifika riktvärdena är ca 500 000 ton. Då föroreningen i jorden bedömts vara mycket heterogent fördelad så bedöms denna jordvolym kunna minska vid förtätad provtagning inför en eventuell åtgärd. Mängden PFAS i dessa massor har skattats till 5,4-44 kg beroende på om mängdberäkningarna utförts på medelhalt eller median. Utöver föroreningen i jord finns även en betydande mängd PFAS i grundvattnet och en mindre andel i sediment i diken från brandövningsplatsen. Befintlig utredning av NIRAS (2020) visar att spridningen från brandövningsplatsen är störst via ytavrinning i diken till Sandserysån. Den masstransport som har beräknats från brandövningsplatsen, via grundvatten och diken (NIRAS, 2020) baseras på stickprov av halt och beräknat flöde. Trots osäkerhet i mängd- och massfluxberäkningar bedöms slutsatsen vara korrekt, dvs. att merparten av föroreningskällan finns inom brandövningsplatsen och att detta område har störst betydelse för spridning.

Inom f.d. spolplattorna har inga behov av riskreduktion identifierats. Dock ska påpekas att dagvattennätet från denna del av flygplatsen bidrar till masstransporten av PFAS i Sandserysån. Halterna i dagvattennätet är högre än i grundvattnet i detta område, varför belastningen kan komma från en stor del andel partikulärt bunden PFAS i vattenprovet eller en annan föroreningskälla. Här behövs ytterligare utredningar för att bedöma källan till halterna i dagvattnet.

Inom f.d. spolplattorna har endast ett grundvattenprov uttagits, och halterna i detta rör är lägre än nedströms identifierad riskkälla. Det är därmed inte helt säkert att riskkällan är identifierad. Riskkällan och dess eventuella spridningsplymer är därmed inte avgränsad. Här behövs ytterligare utredningar för att bedöma om det finns behov av riskreduktion eller inte för att nå åtgärds-målet.

Sammanfattningsvis visar riskbedömningen att de övergripande åtgärds-målen inte nås fullt ut, att risker till följd av PFAS-förorening inom flygplatsområdet inte kan uteslutas och att det finns behov av riskreduktion samt till viss del kompletterande undersökningar för att bekräfta eller avfärda risker. Vidare behöver en åtgärdsutredning utföras för att utreda mål, omfattning och möjliga metoder för en eventuell åtgärd. En åtgärdsutredning bör fokusera på att minska urlakning och spridning av PFAS från brandövningsplatsen till grundvatten och ytvattenrecipienter. Utförda utredningar tyder på att den mest betydande masstransporten av PFAS från brandövningsplatsen är via dagvattnet, dvs. angränsande diken, till Sandserysån. Utförda utredningar visar även på att urlakning av PFAS till grundvattnet bidrar till spridning av PFAS till grundvatten och ytvattenrecipienter. En källtermsreduktion inom brandövningsplatsen (jord och eventuellt dikessediment) bör därför övervägas. En sådan

källtermsreduktion bör lämpligen kompletteras med en källtermsreduktion eller tekniska skyddsåtgärder för att hantera det grundvatten till vilken urlakning av PFAS redan skett.

7 Osäkerheter

Följande osäkerheter har identifierats:

- Antalet analysdata i jord och grundvatten inom brandövningsplatsen är litet, med beaktande av föroreningsens utbredning i djup- och sidled och heterogenitet. Detta ger sannolikt en överskattning av beräknad mängd förorenade massor och mängd förorening i dessa. Om det visar sig att det går att dela in brandövningsplatsen i ytterligare egenskapsområden kan skattningen av mängden förorenade massor och mängden förorening få en högre noggrannhet.
- Antalet analysdata inom f.d. spolplattorna är litet och föroreningen är inte avgränsad i djup- eller sidled. Högre halter kan således inte uteslutas. Det har även noterats högre halter i dagvattnet i detta område än i grundvattnet.
- Antalet analysdata inom f.d. drivmedelsförvaret är litet. Det är därmed inte helt säkert att riskkällan är identifierad.
- Föroreningsplymerna i grundvattnet från brandövningsplatsen, spolplattorna och drivmedelsförvaret är identifierade men inte avgränsade. Därmed saknas information om huruvida spridningsplymer dräneras till diken, vattendrag och Västersjön eller om plymerna fortsätter under dessa.
- Bedömda föroreningshalter i ytvatten är baserade på ett eller några stickprov varför den representativa halten i vattendragen avser en ögonblicksbild av föroreningssituationen. Även de flöden som är uppmätt i diken och vattendrag är ögonblicksbilder. Detta medför att de masstransporter via ytvatten som beräknats av NIRAS (2020) är osäkra. Vid jämförelse av schablonmässigt beräknade föroreningsmängder i jord inom brandövningsplatsen (4,5-44 kg) och beräknad masstransport via ytvatten (15 kg/år) noteras att om med aktuell masstransport skulle all PFAS snart vara borta från brandövningsplatsen. En kontinuerlig provtagning och flödesmätning i Sandserydsån och diken samt upprättande av massbalans från området skulle kunna öka förståelsen av föroreningsspridningen via ytvatten kontra grundvatten.
- De risker som identifieras bygger delvis på teoretiska resonemang och kan vara överskattade. Detta gäller bland annat följande:
 - Predatorer som äter fisk i Sandserydsån och Dunkehallaån. Om det faktiska intaget från områden som är belastade av PFAS-förorening från Jönköpings flygplats utgör en mindre del av rovdjurens kost kan det innebära att det inte finns något behov av riskreduktion för att skydda rovdjur som söker föda i vattendragen.
 - Detsamma gäller faktiska halter i fisk i dessa vattendrag. Om de faktiska halterna i fisk är lägre än de som beräknats från halter i ytvatten kan det även betyda att det inte finns något behov av riskreduktion för att skydda rovdjur som äter fisk i vattendragen.
- Risker som bedömts med hjälp av ett mycket litet dataunderlag kan vara både överskattade och underskattade. Detta gäller bland annat följande:

- Människor som äter fisk från Västersjön. Vid utförda undersökningar har inga halter över MKN för fiskmuskel uppmätts i fisk från Västersjön. Men dataunderlaget är litet och det kan inte uteslutas att högre halter förekommer.

Osäkerheten avseende de toxikologiska referensvärdena för PFOS och andra PFAS bör även beaktas. Under september 2020 publicerade EFSA slutliga TWI-värden (tolerable weekly intake), vilka är avsevärt lägre än tidigare TDI-värden (tolerable daily intake). TWI och TDI är begrepp inom toxicologi som anger den mängd av ett ämne som en människa bedöms kunna få i sig per vecka respektive dag utan att det ger några negativa hälsoeffekter. Värdet som EFSA nu fastställt är 4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka, vilket motsvarar $6,28 \cdot 10^{-7}$ kg/kg kroppsvikt och dag. Detta innebär en mycket kraftig sänkning av det tidigare TDI-värdet ($1,5 \cdot 10^{-5}$ kg/kg kroppsvikt, dag) (EFSA, 2020). Revideringen från EFSA förväntas innebära en justering av de jämförvärden som använts i riskbedömningen (t.ex. miljökvalitetsnormer och Livsmedelsverkets åtgärdsgräns för dricksvatten).

Inom EU pågår för tillfället ett arbete med att införliva de nya TWI för PFAS i dricksvattendirektivet. När direktivet är fastställt har medlemsstaterna två år på sig att implementera direktivet till nationella dricksvattenföreskrifter. Dricksvattendirektivet från EU är ett så kallat minimidirektiv, vilket innebär att medlemsstaterna kan välja att införa striktare lagstiftning i sina föreskrifter om det finns skäl för detta. EU-kommissionens förslag på parametervärden är i skrivandes stund PFAS-20: 100 ng/l och PFAS total: 500 ng/l. Vissa av de PFAS som innefattas av gällande åtgärdsgränser för PFAS-11 i Sverige finns inte med i EU-kommissionens förslag till nya dricksvattendirektivet. Det finns därför skäl att tro att även dessa ämnen läggs till i de kommande svenska föreskrifterna. (Livsmedelsverket, 2020)

I NIRAS bedömningar används de riktlinjer som finns från svenska myndigheter, där inga justeringar ännu gjorts av jämförvärden. Om TDI justeras i beräkning av platsspecifika riktvärden för jord enligt Naturvårdsverkets modell, se bilaga 6, skulle de beräknade riktvärdena bli betydligt lägre än de preliminära riktvärdena (SGI, 2015). En justering av tolerabelt intag bör följas av en konsekvensanalys som inte kan göras för bara ett enskilt objekt. Detta sammantaget gör att det TDI-värde som SGI använde sig av vid framtagande av de preliminära riktvärdena för PFOS används i denna rapport.

Om de nya TWI-värdena skulle användas skulle riktvärdet för skydd av hälsa sänkas från 41 000 µg/kg TS till 170 µg/kg TS för PSRV-scenariot, se utförd känslighetsanalys i bilaga 6. Detta skulle innebära att det sammansatta platsspecifika riktvärdet, presenterat i bilaga 6, fortfarande skulle styras av skyddet för grundvatten och skyddet för ytvatten. Även MKN skulle troligtvis sänkas vid en implementering av de nya TWI-värdena varför även de platsspecifika riktvärdena för skyddet för grundvatten och skyddet för ytvatten troligtvis skulle sänkas.

8 Behov av kompletterande utredningar

Riskbedömningen visar att risker för flera skyddsobjekt inte kan uteslutas. Riskbedömningen är dock behäftad med osäkerheter och kompletterande undersökningar eller utredningar enligt nedan kan göras för att minimera dessa. Kompletteringarna skulle ge ett bättre underlag för åtgärdsutredningen.

1. Förtätad provtagning av jord inom brandövningsplatsen, och dess ytterområden, för att om möjligt utkristallisera delområden med olika åtgärdsbehov. I dagsläget antas hela brandövningsplatsen med ytterområden vara förorenad i halter över de platsspecifika riktvärdena.

En förtätad provtagning av jord kan medföra att det förorenade områdets storlek är mindre än den area som antagits vid framtagandet av de platsspecifika riktvärdena. Då de platsspecifika riktvärdena för bl.a. skydd av grundvatten och ytvatten som naturresurs till stor del styrs av det förorenade områdets storlek kan detta medföra att de platsspecifika riktvärdena för jord kan räknas om. En sådan omräkning leder sannolikt till att de platsspecifika riktvärden kan justeras upp något.

2. Kompletterande provtagning av jord och grundvatten inom f.d. drivmedelförvaret, för att bekräfta det antagna källområdet samt avgränsa spridningsplymen i grundvattnet. I dagsläget finns ett grundvattenprov, och inget jordprov, uttaget i källområdet.
3. Kompletterande provtagning (löst och partikulärt bunden PFAS) i ledningsnätet vid f.d. spolplattorna för att utreda om de förhöjda PFAS-halterna härrör från en pågående föroreningsspridning från f.d. spolplattorna eller från annat källområde eller om halterna är ett resultat av tidigare sederterade partiklar i ledningarna. Provtagningen kompletteras med fördel av flödesmätning för att möjliggöra beräkning av masstransport.
4. Kompletterande provtagning av fisk i Västersjön för att säkerställa representativa halter i matfisk över tid och för olika fiskarter.

För att säkerställa att eventuella vidtagna riskreducerande åtgärder resulterar i önskad riskreduktion för skyddsobjekten rekommenderas följande:

5. Långsiktigt kontrollprogram för haltövervakning i grundvatten och ytvatten nedströms flygplatsen, för att säkerställa att riskreduceringen erhålls i ett längre tidsperspektiv. Det långsiktiga kontrollprogrammet bör omfatta provtagning av ytvatten och eventuellt fisk i Sandserydsån och Dunkehallaån samt provtagning av grundvatten i brunnar vid Västersjön samt representativa punkter i grundvattenförekomsten. Kontrollprogrammet bör starta i god tid före åtgärden, så att ett utgångsläge kan fastställas.

Referenser

EFSA, 2020. <https://www.efsa.europa.eu/en/news/pfas-food-efsa-assesses-risks-and-sets-tolerable-intake>, 2020-11-06.

Europeiska kommissionen, 2011a. PFOS EQS dossier 2011. <https://circabc.europa.eu/sd/a/027ff47c-038b-4929-a84c-da3359acecee/PFOS%20EQS%20dossier%202011.pdf>, besökt 2020-10-14.

Europeiska kommissionen, 2011a. PFOS EQS dossier. <https://circabc.europa.eu/sd/a/027ff47c-038b-4929-a84c-da3359acecee/PFOS%20EQS%20dossier%202011.pdf>

Europeiska kommissionen, 2011b. TGD-EQS: Technical Guidance for deriving Environmental Quality Standards. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Guidance Document No. 27. <https://circabc.europa.eu/sd/a/0cc3581b-5f65-4b6f-91c6-433a1e947838/TGD-EQS%20CIS-WFD%2027%20EC%202011.pdf>. Besökt 2020-10-14.

Giesy J.P., Kannan K. (2002) Perfluorochemical Surfactants in the Environment. American Chemical Society, Environmental Science & Technology, 147-152.

Havs- och Vattenmyndigheten, 2016. Miljögifter i vatten – Klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19.

Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.

HVMFS (2013). Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Regeringskansliet. Konsoliderad elektronisk utgåva, senast uppdaterad 2019-01-01.

KEMI (2013) Brandskum som möjlig förorenare av dricksvattentäkter. Livsmedelsverket och Kemikalieinspektionen, PM 5/13.

Jönköping Airport AB, 2020. Hemsida <https://jonkopingsairport.se/om-oss>, 2020-04-30.

Jönköpings kommun, 2002. Områdesbestämmelser dör del av Norrahammars-Ulvstorp 1:7, fritidshusområde öster om Västersjön, Jönköpings kommun, antagandehandling 2002-02-07. Laga kraft 2002-06-29.

Jönköpings kommun, 2004. Detaljplan för Hedentorp 1:3 (del av) m fl., Verksamhetsområde SV Tpl Hedenstorp, Jönköpings kommun, Antagandehandling 2004-04-02.

Jönköpings kommun, 2020a. Jönköpings kommuns hemsida <https://www.jonkopings.se>, 2020-04-23.

Jönköpings kommun, 2020b. Biträdande räddningschef Göran Melin, Räddningstjänsten, Jönköpings kommun, E-post, 2020-04-23.

Jönköpings kommun, 2020c. Jönköpings kommuns digitala översiktsplan. <http://karta.jonkopings.se/app/oplan/antagen/index.html>, 2020-04-30.

Livsmedelsverket (2016). Risker vid förorening av dricksvatten med PFAS. RISK-HANTERINGSRAPPORT 2016-02-29. (se även Livsmedelsverkets råd till dricksvattenproducenter och kontrollmyndigheter. www.livsmedelsverket.se)

Livsmedelsverket, 2020. Livsmedelsverkets hemsida <http://livsmedelsverket.se>, 2020-11-18.

Länsstyrelsen i Jönköpings Län, 2009. Värdefulla vatten i Jönköpings län, meddelande 2009:23.

Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2012, Miljögiftsundersökningar i Jönköpings län 2017-2019, meddelande nr 2020:18.

Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2018, Miljögiftsundersökningar i Jönköpings län 2014-2016, meddelande nr 2018:13.

Länsstyrelsen i Jönköpings Län, 2020. Länsstyrelsens hemsida <https://www.lanstyrelsen.se/jonkoping>, 2020-04-23.

Naturvårdsverket, 2009a. Riskbedömning av förorenade områden. En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning. Rapport 5977. Rapport daterad december 2009.

Naturvårdsverket, 2009b. Riktvärden för mark, modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976, Rapport daterad september 2009.

Naturvårdsverket, 2009c. Metodik för statistisk utvärdering av miljötekniska undersökningar i jord, Hållbar sanering, rapport 5932, Juli 2009.

Naturvårdsverket, 2016. Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel. En sammantagen bild av förekomsten i miljön. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 6709. Mars 2016.

SGI, 2015. Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) mark och grundvatten. SGI Publikation 21.

SGU, 2020a. Kartvisare Jordarter 1:25000-100000. www.sgu.se, 2020-05-06.

SGU, 2020b. Kartvisare berggrund 1:50000-1:250000, www.sgu.se, 2020-05-06.

SGU, 2020c. Kartvisare grundvattenmagasin, www.sgu.se, 2020-05-06.

SGU, 2020d, Kartvisare brunnar, www.sgu.se, 2020-05-06.

SGU, 2020e. Kartvisare Jorddjup, www.sgu.se, 2020-05-06.

SLV, 2016. Risker vid förorening av dricksvatten med PFAS. RISKHANTERINGSRAPPORT 2016-02-29

SMHI, vattenwebb, 2020. Sjöinformation. <https://vattenwebb.smhi.se/modelregion/>

Svensk MKB, 2008. Munksjön Utredning gällande miljöstatus och påverkan av utsläpp från Munksjö Paper och SCA Hygiene Products.

Vatteninformationsystem Sverige (VISS), 2020.

Vattenmyndigheterna (2018). Åtgärdsprogram 2018-2021 för nya prioriterade ämnen i ytvatten och PFAS i grundvatten för Sveriges fem vattendistrikt – Åtgärder riktade till myndigheter och kommuner samt konsekvensanalys.

Appendix 1: Historiska flygbilder

Appendix 2: Kartor och ritningsunderlag

Appendix 3: Statistiska beräkningar

Appendix 4: Utdrag ur ProUCL

Appendix 5: Övergripande åtgärds mål

Appendix 6: Platsspecifika riktvärden för PFOS i jord

Appendix 7: Utdrag ur Naturvårdsverkets beräkningsmodell

Appendix 8: PRIOR I och II

Appendix 9: Utdrag ur PRIOR