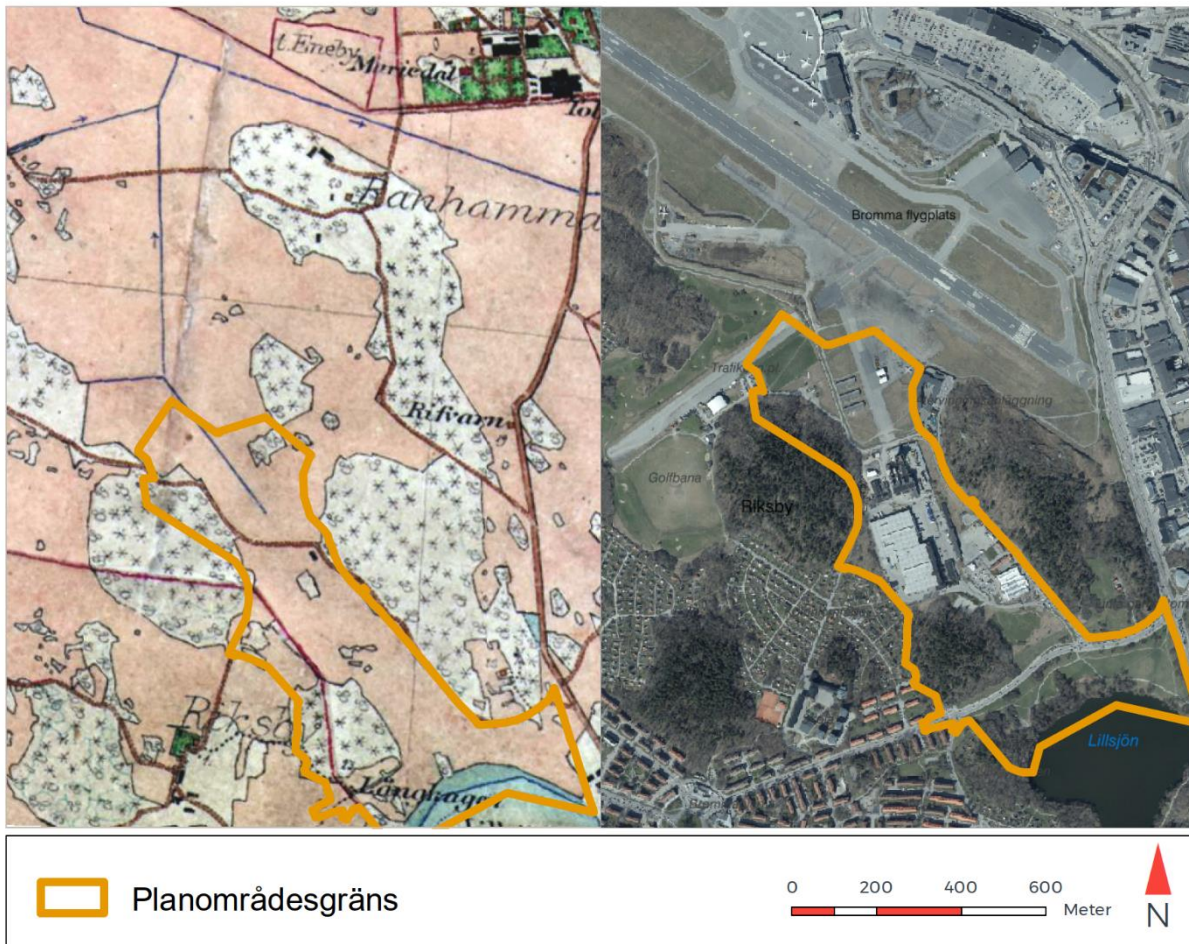


LINTA GÅRDSVÄG

SAMMANFATTANDE HYDROLOGIRAPPORT INKL. SPRIDNINGSMÖNSTER OCH MÄNGDER AVSEENDE PFAS



2023-06-22

Detaljplan för Riksbys 1:13 m.fl. vid Linta gårdsväg Centrala Bromma, Riksbys, etapp 1
Dnr 2017-16020



Linta Gårdsväg

Sammanfattande hydrologirapport inkl. spridningsmönster och mängder avseende PFAS

Uppdragsnamn	Centrala Bromma-Riksby - Geohydrologi
Uppdragsnummer	10284362
Författare	Mattis Johansson
Datum	2022-11-10
Ändringsdatum	2023-06-22
Granskad av	Mats Hagman
Godkänd av	Mattis Johansson

KUND

Stockholms stad - Exploateringskontoret

KONSULT

WSP

Box 574
201 25 Malmö
Besök: Jungmansgatan 10
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Mattis Johansson

mattis.johansson@wsp.com

010-722 93 89

Mats Hagman

mats.hagman@wsp.com

010-722 63 02

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	4
2	Inledning och syfte	5
2.1	Historisk markanvändning	6
2.2	Framtida vattenavledning	6
3	Avrinning av vatten enligt S-HYPE-modell	7
4	Konceptuell geologisk modell	9
4.1	Konceptuell geologisk modell i byggskedet	10
5	Grundvattennivåmätningar	11
6	Hydrauliska tester	12
7	Grundvattenbortledning - byggskede	12
7.1	Grundvattensänkning – skadeförebyggande åtgärder	15
7.2	Grundvattensänkning – riskobjekt sättning	15
7.3	Grundvattensänkning – länshållning av vatten	16
8	PFAS	17
9	Bromma Flygplats - PFAS	18
10	PFAS - spridningsmönster	19
11	PFAS – Mängder	21
11.1	PFAS – beräkningar masstransport	22
11.1.1	Masstransport baserat på flödesmätningar 2020-2021	23
11.1.2	Masstransport baserat på flöden för ett "normalår"	24
11.2	PFAS – växtbäddar	25
11.3	Diskussion PFAS-beräkningar	28
12	Slutsatser	31
13	Referenser	32

Bilaga 1.	Kartillustration PFAS-undersökningar
Bilaga 2.	Kartillustration primär och sekundär plym
Bilaga 3.	Beräkningsbilaga

1 SAMMANFATTNING

Utredningen görs inom ramen för Detaljplan för Linta gårdsväg, Riksby 1:13 m.fl. (Dnr 2017–16020). Planförslaget innebär att området kring Lintaverken söder om Bromma flygplats omvandlas till en stadsdel med bostäder och verksamheter i enlighet med programmet för centrala Bromma.

Området kan beskrivas som en topografiskt varierande bergöveryta, där dalgångarna fyllts med jordlager. Jordlagren består av friktionsjord på bergytan som överlagras av lera. I stora delar av planområdet överlagras leran av fyllnadsmaterial. Grundvatten som fyller porer eller sprickor, förekommer i princip i samtliga lagerenheter. Stora delar av området är hårdgjort vilket medför att en stor andel av nederbörden avrinner i dagvattensystem. En vattendelare finns vid Lintaverken där grundvatten norr om denna har transportriktning mot Bällstaviken i nordöst. Söder om vattendelaren är transportriktningen mot Lillsjön.

I likhet med andra flygplatsområden finns det en PFAS-förorening (brandskumsförorening) i närområdet som uppkommit p.g.a. brandövningsverksamhet. Den gamla brandövningsplatsen som ligger ca 400 m väster om planområdets norra del förväntas utgöra den primära källan till PFAS-förorening. Swedavia har under flera år utfört arbeten för att utreda omfattning av PFAS-föroreningen. Swedavia har också ett pågående arbete med riskbedömning och åtgärdsutredning avseende föroreningen.

PFAS förekommer i mark, grundvatten och dagvatten i planområdets norra del och dess spridningsmönster har konceptuellt beskrivits i rubricerad rapport.

Vid byggande av djupa konstruktioner önskas en grundvattensänkning för att ge byggbarhet och bibehålla markstabilitet. Eftersom ett antal djupa konstruktioner planeras att byggas så kommer temporära grundvattensänkningar att ske. I byggskedet kommer därför en vattenmängd att länshållas. En möjlig väg att bortleda vatten finns via befintliga ledningar under Bromma flygplats. Ett alternativ är att vattnet återinfiltreras i marken. Det är troligt att PFAS finns i länshållningsvattnet som kommer behöva hanteras under entreprenaden. Denna hantering beskrivs vidare i PM åtgärdsutredning (WSP, 2023).

Grundvattennivåerna kommer att sänkas under byggskedet men beräknas åter ligga nära normal situation en tid efter att länshållning avslutats. Mindre lokala variationer kommer dock att ske till följd av att lera ersätts med fyllningsmassor eller växtbäddar.

Arbetet med detaljplanen har strävat efter att i minsta möjliga mån förändra föroreningsbild och spridning av den befintliga PFAS-föroreningen inom området. Samtidigt ska avledning av dagvatten norrut mot flygplatsen bibehållas. De befintliga ledningar som påverkas av exploateringen kommer därför att behöva läggas om. Det ska förtydligas att det befintliga dagvattensystemet innehållande PFAS, som går mot flygplatsområdet, kommer att separeras från nya planerade systemet.

I ett kommande driftskede kommer dagvattenhanteringen i detaljplanens norra delar att ske söderut mot Lillsjön i stället för som idag norrut mot Bromma flygplats. Vid beräkningarna av masstransport (PFAS) förväntas dock PFAS-transporten, jämfört med idag, fortfarande ske på ett snarlikt sätt. Slutsatsen är att storleksordningen 5 gram PFAS per år (varav 50% utgörs av PFOS) kan under vissa förutsättningar anta ett annat transportmönster jämfört med nuläge och istället ledas till Lillsjön. Denna beräknade mängd utgår från ett teoretiskt inläckage (Svenskt Vattens publikation P110) av vatten till dagvattensystem. Inläckaget kan uppstå som följd av otäta ledningar pga skador, felkopplingar och anslutna dräneringsledningar och uppskattas utifrån erfarenhetsmässiga mätningar. Avseende den planerade exploateringen får det anses som konservativt då ledningsnätet kommer att ersättas av nyinstallation för att minimera risker för inläckage, se PM åtgärdsutredning (WSP, 2023).

Om källföroreningen av PFAS åtgärdas kommer situationen att förbättras. I detta PM har inga åtgärder på källområden för PFAS beaktats. I det fall sådana åtgärder vidtas kommer spridning av PFAS till grund- och dagvattennät minska ytterligare.

2 INLEDNING OCH SYFTE

Utredningen görs inom ramen för Detaljplan för Linta gårdsväg, Riksby 1:13 m.fl. (Dnr 2017–16020), Figur 1. Planförslaget innebär att området kring Lintaverken söder om flygplatsen omvandlas till en stadsdel med bostäder och verksamheter i enlighet med programmet för centrala Bromma. Detaljplanens syfte är att pröva omfattning, placering och utformning för cirka 1250 bostäder samt totalt cirka 150 000 kvm BTA (bruttoarea) verksamhetsyta, en ny grundskola, förskolor, ca 30 000 kvm BTA idrottshallar och ytterligare ytor för idrott utomhus. Dessutom omfattar planen nya gator, torg, parker och tekniska anläggningar. Planen bevarar även delar av det kulturhistoriskt värdefulla Lintaverken.

Detaljplanen är den första av flera tänkta utbyggnadsetapper i norra delen av Riksby. Området ska utvecklas till en hållbar och levande stadsdel med en tät och variationsrik bebyggelse med i befintliga lokala kvaliteter, såsom natur- och kulturvärden samt varierad topografi. Inom området planeras även för ett kvarter som innehåller ett "mobilitetshus" med parkering och service samt en ny pumpstation för fjärrvärme. Detta kvarter handläggs i en separat plan (dnr 2019–03328).



Figur 1. Illustrationsplan

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2023-08-21, Dnr 2017-16020

- ## 2.1 HISTORISK MARKANVÄNDNING

The image displays a side-by-side comparison of two maps of the Riksby area. The left map is a historical cadastral map from 1863, showing land parcels, fields, and forests. It includes labels for 'L. Eneby', 'Mörnedal', 'Bahhamna', 'Rifarna', 'Riksby', and 'Länshagen'. A yellow line outlines the 'Planområdesgräns' (plan area boundary). The right map is a modern aerial photograph of the same area, showing the 'Bromma flygplats' (Bromma Airport), 'Riksby' residential area, 'Golfbana' (Golf Course), and 'Lillsjön'. The same yellow boundary line is overlaid on the photograph. Below the maps is a legend with a yellow box icon and the text 'Planområdesgräns'. To the right of the legend is a scale bar marked from 0 to 600 meters and a north arrow pointing upwards.

2.2 FRAMTIDA VATTENAVLEDNING

10284362 • Centrala Bromma-Riksby - Geohydrologi | 6

3 AVRINNING AV VATTEN ENLIGT S-HYPE-MODELL

Avrinning beskrivs som den del av nederbörden, regn eller snösmältning, som rinner av till sjöar och vattendrag. Man brukar skilja på ytavrinning, där vattnet rinner av på markytan, och grundvattenavrinning som sker via grundvattnet. Den övervägande delen av avrinningen från ett område når vattendrag via grundvattnet (SGU, 2017). Dagvattenavrinning brukar beskrivas som ytavrinning.

Evapotranspiration (avdunstning) beskrivs som det sammanlagda vattenångeflödet till atmosfären, dvs den del av nederbörden som inte avrinner (SGU, 2017, Bilaga 3).

Grundvattenbildning beskrivs som tillförsel av vatten till grundvattenzonen. Grundvattenbildning härrör huvudsakligen från nederbörd men kan även skapas genom exempelvis inducerad grundvattenbildning (SGU, 2017). Detta sker exempelvis i direkt anslutning till ett otätt ledningssystem där vatten kan tränga ut.

I det aktuella området finns hårdgjorda ytor vilka leder till dagvattenavrinning, såväl nu som i framtiden. Det finns även dräneringsledningar där nyligen bildat grundvatten omvandlas till dagvatten. I stadsmiljöer brukar ursprungliga vattendrag med tiden omvandlas till ledningssystem som avleder en stor del, och ibland hela, avrinningen.

Med syfte att uppskatta avrinningen i området invid aktuell detaljplan har SMHI:s beräkningsverktyg nyttjats. SMHI har under många år arbetat med en modell kallad S-HYPE. Det anges vara en HYPE-modell (Hydrological Predictions for the Environment) för hela Sverige.

Det aktuella området tillhör: huvudavrinningsområde 61. Norrström, delavrinningsområdets SUBID: 7181, delavrinningsområdets AROID: 658244–162242 och namn "Rinner till Mälaren-Ulvsundasjön" och inrymmer med god marginal detaljplaneområdet.

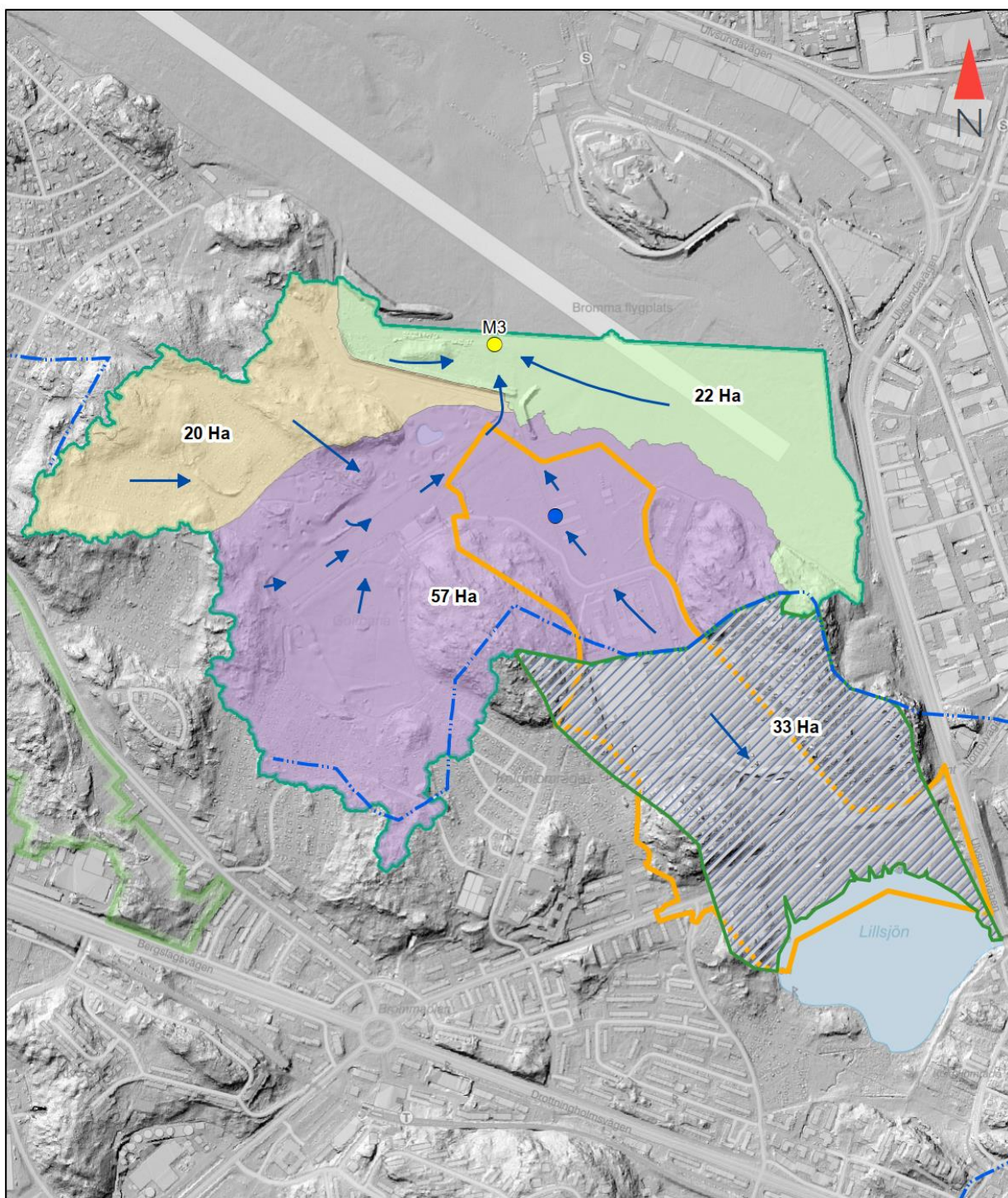
Totalytan (SUBID: 7181) anges till knappt 8 km² (7.83 km²). I tillhörande vattenbalansberäkningar för perioden 1991–2020 (s-hype2016_version_16_i, HYPE_version_5_19_0) anges nederbörd 699 mm/år och evapotranspiration 462 mm/år. Därmed blir total avrinning 238 mm/år. De modellberäknade beloppen kan avrundas för att ge storleksordningar på nederbörd 700 mm/år, evapotranspiration 460 mm/år och uppskattad total avrinning till storleksordningen 240 mm/år.

I Figur 3 illustreras avrinningsområdena som berör planområdet. Det aktuella planområdet har markerats med orange-gul linje. Topografin i planområdet och i dess närhet innebär vattendelare som delar detaljplaneområdet i två delar. Det norra avrinningsområdet i Figur 3, som rinner via punkten M3, uppgår till en yta om 1 km² med en antagen avrinning om 240 mm/år. Avrinnande flöde motsvarar 240 000 m³/år eller som medelflöde knappt 8 l/s. Till samma avrinningsområde hör även omkringliggande halkbana, kolonilotter, naturmark och delar av flygplatsen. Detaljplanens norra del utgör endast en mindre del av avrinningsområdet, men hela området är intressant i fortsatta beräkningar för PFAS.

En underjordisk pumpstation för dagvatten planeras i läget för den blå punkten i Figur 3. En ansenlig del av avrinningen inom detaljplaneområdets norra del kommer i framtiden att ledas till och ansamlas vid pumpstationen för att därefter pumpas över vattendelaren till ledningar söderut mot Lillsjön. I den södra delen kommer avrinning att ske söderut mot Lillsjön i likhet med nuvarande avrinning.

Det finns planer för kommande etapp i närområdet där även delar av det lilamarkerade området väster om gul linje kan komma att avledas mot pumpstationen. Det lila området motsvarar knappt ca 0,6 km² och skulle med ovan nämnda beräkningar motsvara avrinnande flöde på 140 000 m³/år eller som medelflöde drygt 4 l/s.

För vattenbalansberäkningen i stort och för beräkning av länshållning under byggskede kan ovanstående storleksordningar vara intressanta. För dimensionering av pumpstationen och ledningar är dock de mer extrema situationerna vid intensiv nederbörd eller snösmältning intressanta.



Teckenförklaring

- Grundvattendelare
- Planområdesgräns
- Planerad pumpstation för dagvatten
- Tolkad strömningsriktning | nuläge
- Delavrinningsområde Söder
- Avrinningsområde M3
- Dagvattenbrunn M3

0 100 200 300
 m
 © Open Stockholm

Figur 3. Vattenavrinning i närområdet, orange-gul linje motsvarar gräns för detaljplan.

4 KONCEPTUELL GEOLOGISK MODELL

Området vid Bromma flygplats kan beskrivas som en topografiskt varierande bergöveryta där dalgångarna fyllts med jordlager. Dalgången avvattnas naturligt mot Bällstaån i nordöst och avrinningen följer topografin.

Historiska kartor över området visar att vissa delar har varit utströmningsområden, dvs. att grundvatten trängt fram i lägre liggande partier för att bilda bäckar eller vattendrag (Figur 2). I ett urbaniserat perspektiv avvattnas inte området via bäckar utan snarare via ledningar.

Stora delar av området är hårdgjort vilket medför att en stor andel av nederbörden avrinner i dagvattensystem. En vattendelare finns vid Lintaverken där grundvatten norr om denna har transportriktning mot Bällstaviken i nordöst och söder om vattendelaren har transportriktning mot Lillsjön.

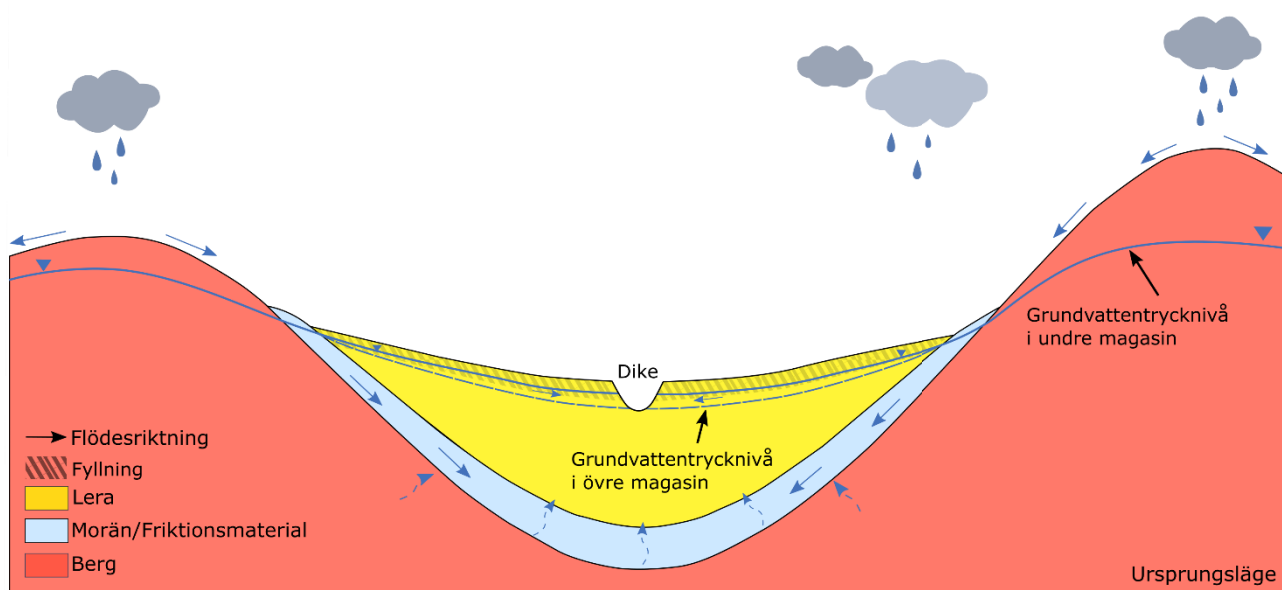
Jordlagren består av friktionsjord på bergytan som överlagras av lera. I och med anläggandet av flygplatsen har stora delar av området fyllts ut med mestadels grovkorniga fyllnadsmassor.

Vid topografiska höjder förekommer morän eller berg-i-dagen, medan lägre liggande områden normalt sett har fyllning eller leriga sediment ytnära.

Grundvatten som fyller porer eller sprickor förekommer i princip i samtliga lagerenheter. De mer vattenförande lagerenheterna utgörs av fyllnadsmassor, friktionsmaterial samt sprickor i berg medan torrskorpelera, lera och sprickfritt berg betraktas som tätare. Grundvatten i de olika lagerenheterna kommunicerar med varandra och ger upphov till en grundvattentransport i både horisontell och vertikal led. Transporten går mot lägre trycknivåer och styrs av tryckskillnader samt av de enskilda lagrens genomsläpplighet.

Ett övre öppet grundvattenmagasin (Figur 4) kan främst identifieras i fyllningslagret, men delvis även i torrskorpelera. Grundvattennivåerna i lagren varierar både med årstiden och geografin. Detta innebär att varaktiga övre grundvattenmagasin inte kan förväntas förekomma överallt inom området.

Ett undre grundvattenmagasin kan identifieras i friktionsmaterial och i sprickor i berget. Grundvattennivåerna i magasinet varierar med både årstiden och geografin. I de topografiska höjdområdena kan även det undre grundvattenmagasinet nå ytnära läge. Till skillnad från det övre magasinet är det undre magasinet varaktigt och förekommer över stora delar av området under hela året.



Figur 4. Konceptuell geologisk modell. Nybildning av grundvatten till undre magasinet förväntas främst ske vid dalgångens kanter där friktionsmaterial når ett ytnära läge. Nybildning av grundvatten till övre magasinet förväntas ske vid stora delar av dalgången. Nybildat grundvatten i övre magasinet förväntas avrinna jämförelsevis snabbt via ledningar och diken.

Grundvattenbildning till det övre grundvattenmagasinet sker främst genom nederbörd på icke-hårdgjorda ytor. En del grundvattenbildning sker även genom läckage från dagvattensystemen och genom hårdgjorda ytor (exempelvis skarvar). I det övre magasinet kan betydande mängder grundvatten nybildas via nederbörd, men en stor del avrinner vanligen snabbt på ytan och till dagvatten.

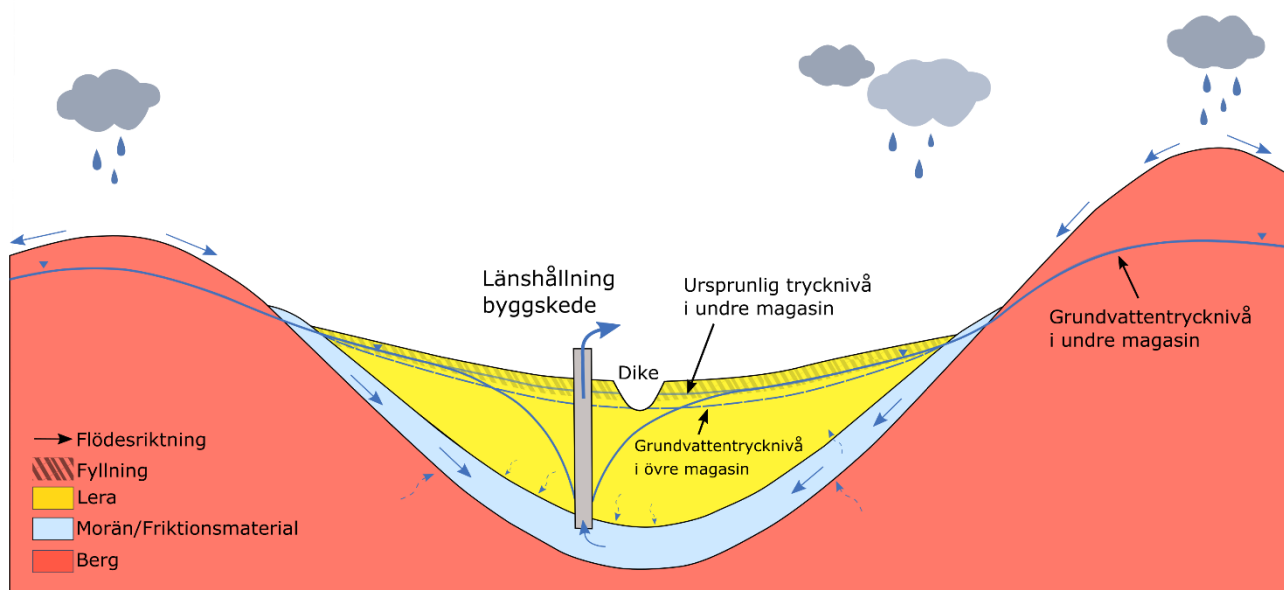
Grundvattenbildning i det undre magasinet sker i huvudsak genom tillrinning från dess kanter mot berg och morän i dagen.

Nybildning av grundvatten till det undre magasinet kan även ske vertikalt genom leriga lager i dalgången, men blir beroende av hur tryckförhållandena varierar. Detta beror även på att lerlagret har begränsad genomsläpplighet vilket begränsar möjligheten för grundvatten att infiltrera till det undre magasinet.

En del av grundvattenbildningen stannar sålunda i det övre magasinet vid höga grundvattennivåer i det undre magasinet. I opåverkade förhållanden sker transport i det undre magasinet normalt långsammare jämfört med i det övre magasinet på grund av mycket mindre vattenomsättning, men i huvudsak med samma horisontella riktning som i det övre.

4.1 KONCEPTUELL GEOLOGISK MODELL I BYGGSKEDET

Den konceptuella modellen (Figur 5) under byggskeket överensstämmer i princip med dagens situation men med ett viktigt undantag. Eftersom ett antal djupa konstruktioner planeras att byggas så kommer temporära grundvattensänkningar att ske. Vid byggande av djupa konstruktioner önskas en grundvattensänkning för att bibehålla stabilitet och undvika situationer där exempelvis bottenuppträckning kan riskeras. Grundvattenuttag görs vanligen i friktionsmaterial eller där det läcker in. Detta innebär att en grundvattensänkning sker i de djupare lagren bestående av friktionsmaterial. Detta medför i sin tur att vattenomsättningen i det undre magasinet förändras och att påfyllning sker såväl vertikalt genom ett läckage genom leriga lager, som genom horisontell transport med påfyllning från dalgångens sidor där friktionsmaterialet når ytnära läge.

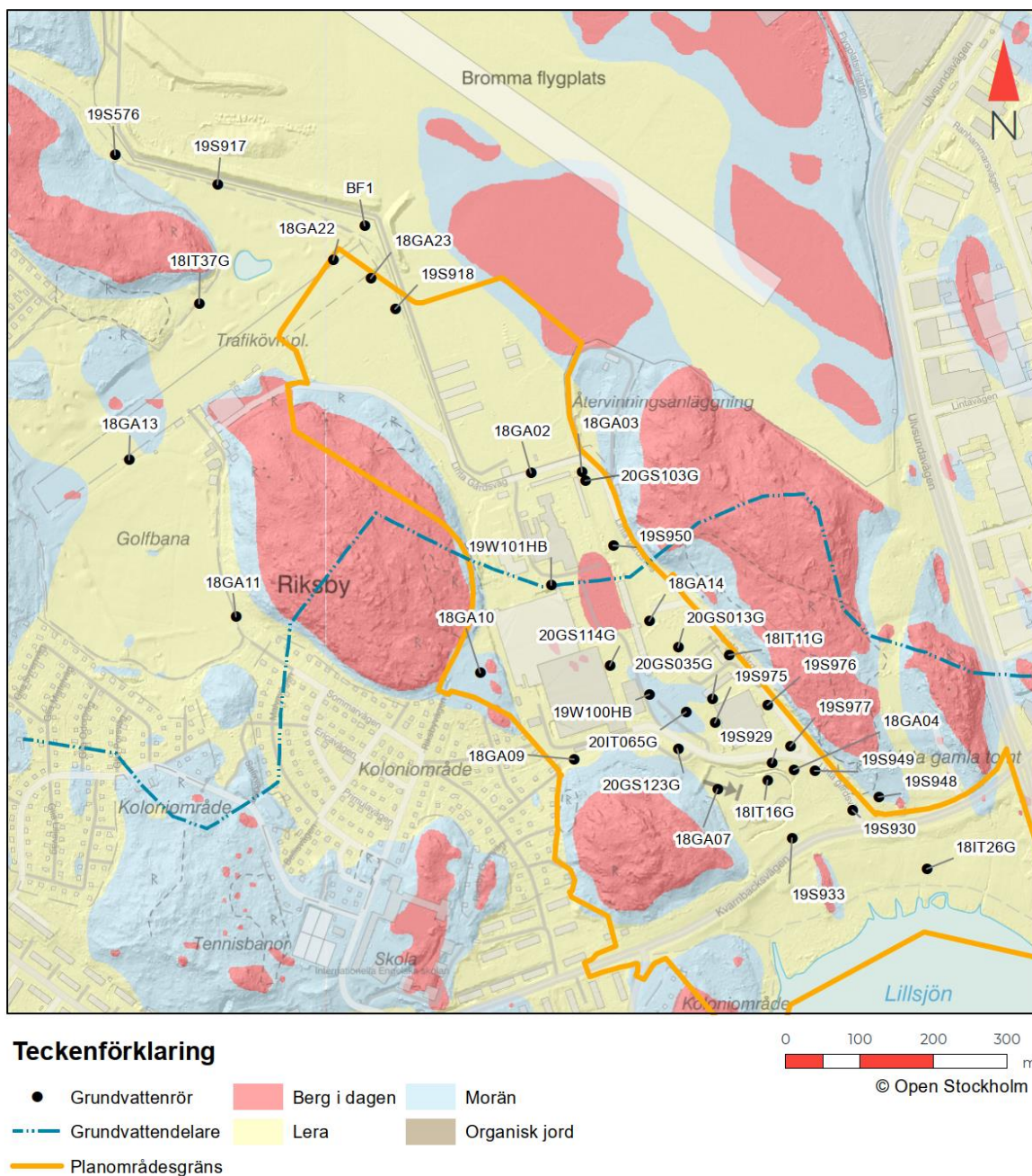


Figur 5. Konceptuell geologisk modell vid byggskeket. Nybildning av grundvatten till undre magasinet förväntas främst ske vid dalgångens kanter där friktionsmaterial når ett ytnära läge. Nybildning av grundvatten till övre magasinet förväntas ske vid stora delar av dalgångens kanter där friktionsmaterial når ett ytnära läge. Nybildat grundvatten i övre magasinet förväntas avrinna jämförelsevis snabbt via ledningar och diken. Byggskedets grundvattensänkning (Exempel: temporär grundvattensänkning vid byggande av pumpstation) i det undre magasinet ökar vattenomsättningen i detta och förändrar det vertikala läckaget mellan övre och undre magasin.

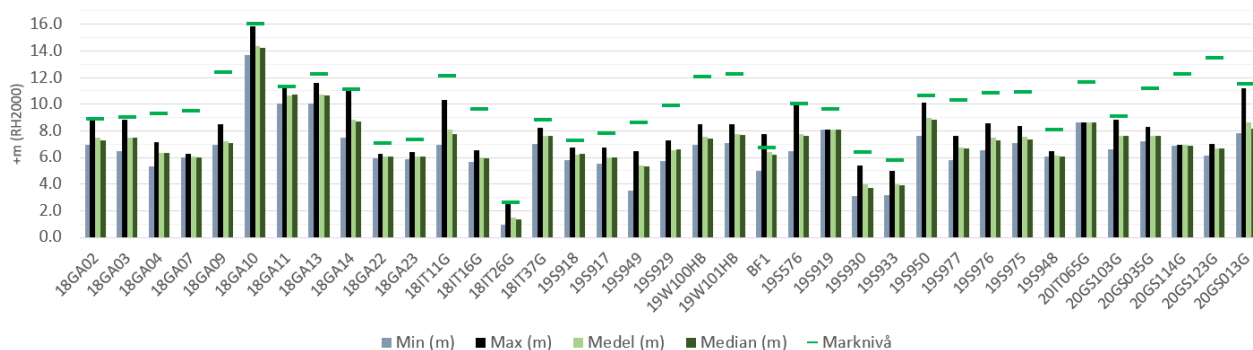
5 GRUNDVATTENNIVÅMÄTNINGAR

Grundvattennivåmätningar har utförts i grundvattenrör under perioden 2019–2022. 34 av grundvattenrören är belägna i jordlager och två är borrade i berg. Läge och benämning av grundvattenrören framgår av Figur 6. I samma figur illustreras vattendelaren. De grundvattenmätningar som utförts bekräftar i stora drag läget för vattendelaren.

Grundvattennivåmätningar har analyserats för min-, max-, medel- och mediannivå och resultaten illustreras i Figur 7 (36 st grundvattenrör). På kartskisser representeras grundvattenrör av svarta prickar. Aktuellt höjdsystem för nivåuppgifter i denna rapport är RH2000. Uppmätta avstånd (medelvärden) mellan markyta och grundvattennivå har, för olika grundvattenrör, varierat mellan ca 1 m - ca 5 m i norra delen av planområdet och mellan ca 1 m - ca 7 m i södra delen av planområdet. Betraktas de vanligaste avläsningarna ligger de mellan 1 m och 2 m i norra delen av planområdet samt mellan 3 m och 4 m i södra delen av planområdet.



Figur 6. Grundvattennivåmätningar - grundvattenrörens läge och benämning samt tolkad grundvattendelare/-gräns delavrinningsområde. Källa vattendelare: SMHI.



Figur 7. Grundvattenmätningar - uppmätta nivåer mellan 2019 – 2022 (markyta illustreras som gröna streck medan staplarna illustrerar grundvattnets minimi- maximi- medel- och mediannivå) – 36 st grundvattenrör.

6 HYDRAULISKA TESTER

Hydrauliska tester, så kallade slugtest, har utförts i befintliga grundvattenrör i centrala Bromma/Riksby. Testerna syftar till att bestämma vattengenomsläpplighet i jordlager kring grundvattenrörets filterdel. Metodiken är en etablerad in-situ-undersökning som går ut på att man håller vatten i ett grundvattenrör, mäter hur mycket grundvattenytan höjs och tiden det tar för grundvattnet att återställa sig till nära ursprunglig nivå. Syfte med undersökningarna var att bestämma jordlagrens genomsläpplighet, s.k. hydraulisk konduktivitet.

Grundvattenrören har filterspets och fältundersökningsresultat kan delas upp hur filterspetsen har placerats, i lera, friktionsjord eller okänt material. För de totalt 27 testerna kan 7 kopplas till lera vid filterspetsen, medan resterande 20 kopplas till sand, friktionsjord eller okänt material vid filterspetsen.

För de lägen där provtagning anger lera vid filterspetsen, har resultaten tolkats visa genomsläpplighet för lera motsvarande storleksordningen $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. För lera kan grundvattentransport därmed beräknas till storleksordningen någon enstaka meter per år.

Resterande 20 tester har kopplats till sand, friktionsjord eller okänt material vid filterspetsen. Resultaten för dessa har tolkats till $5 \cdot 10^{-6}$ m/s. Denna materialegenskap kan uttryckas som ca 150 m/år.

Grundvattentransporten för materialet i området kan beräknas till storleksordningen 30 m/år efter en justering för gradient (0.01) och effektiv porositet (0.05).

7 GRUNDVATTENBORTLEDNING - BYGGSKEDE

Grundvattensänkningar görs inte enbart för att bygga i torrhet utan även för att säkra markstabilitet. Ett alltför högt grundvattentryck under schaktgrop kan innebära en risk för bottenuppträckning under byggskedet. För att undvika detta önskas en bortledning av vatten. För att sänka trycket utförs ofta i förebyggande syfte en grundvattenbortledning i friktionslagret under leran.

I byggskedet kommer en vattenmängd att länshållas, dvs vatten pumpas ut för att schakt ska hållas torra. En mängd kommer att bestå av grundvatten som läcker in i botten på schakter medan en mängd av vattnet kommer att bestå av nederbörd som faller ned i schaktgropen. Under byggskedet finns möjlig avledning via befintliga ledningar vidare norrut mot flygplatsen. En delmängd kan ledas bort genom s.k. återinfiltration av grundvatten. Ämnet behandlas närmare i rapporten "Åtgärdsutredning med avseende på spridning av PFAS till recipient" (WSP, 2023).

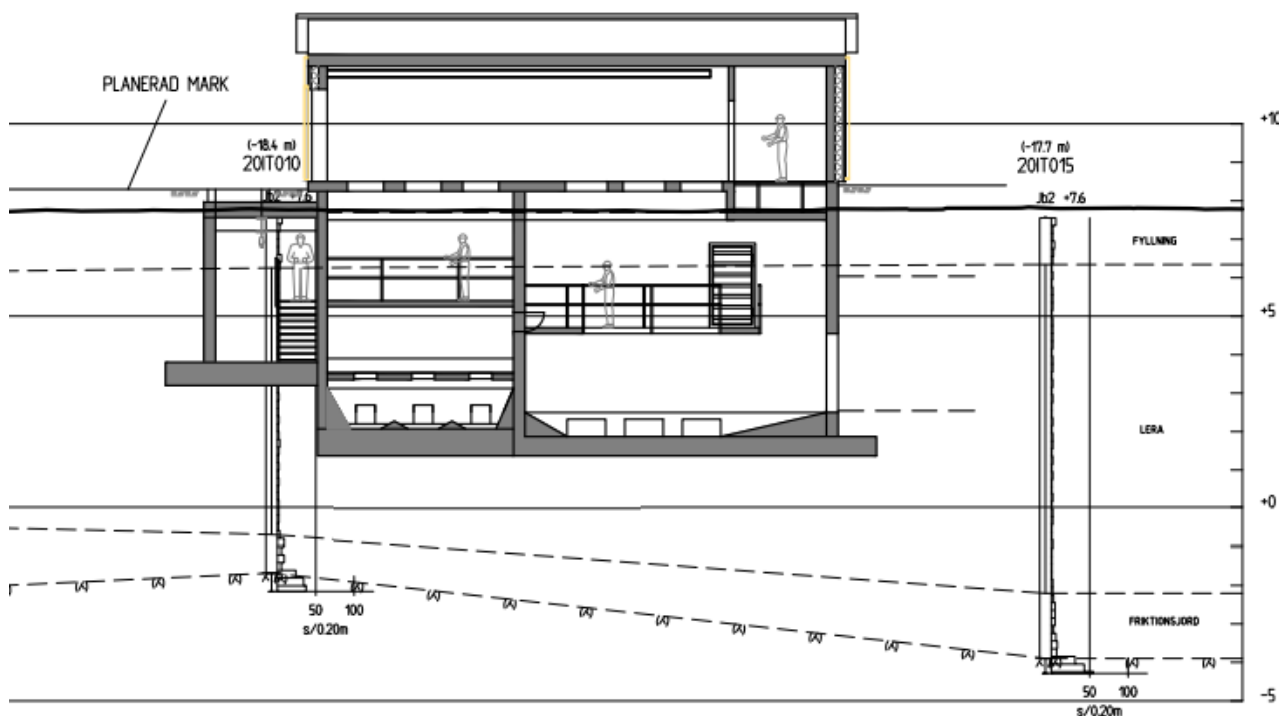
Det kommer därmed troligen att behövas en beredskap för att ta emot såväl större momentana vattenflöden som vatten med varierande kvalitet under byggskedet. Grundvattenbortledning kommer att behövas för anläggning av pumpstation, dagvattenmagasin och avloppsledningar.

Sättningar bedöms pågå inom delar av området. Geoteknisk bedömning har gett resultat att leran inom området är sättningskänslig. Utförande av markförstärkningsåtgärder planeras, vilket reducerar risken för att sättningar kan komma att uppstå vid lastökningar.

En serie beräkningar har utförts baserat på temporära grundvattensänkningar gällande ledningar och anläggningar för allmän platsmark. Exempelvis planeras en pumpstation för dagvatten. Marknivå i detta läge ligger på drygt +7 (RH2000). I Figur 8 illustreras planerad pumpstation och läget illustreras med en blå punkt i Figur 9.

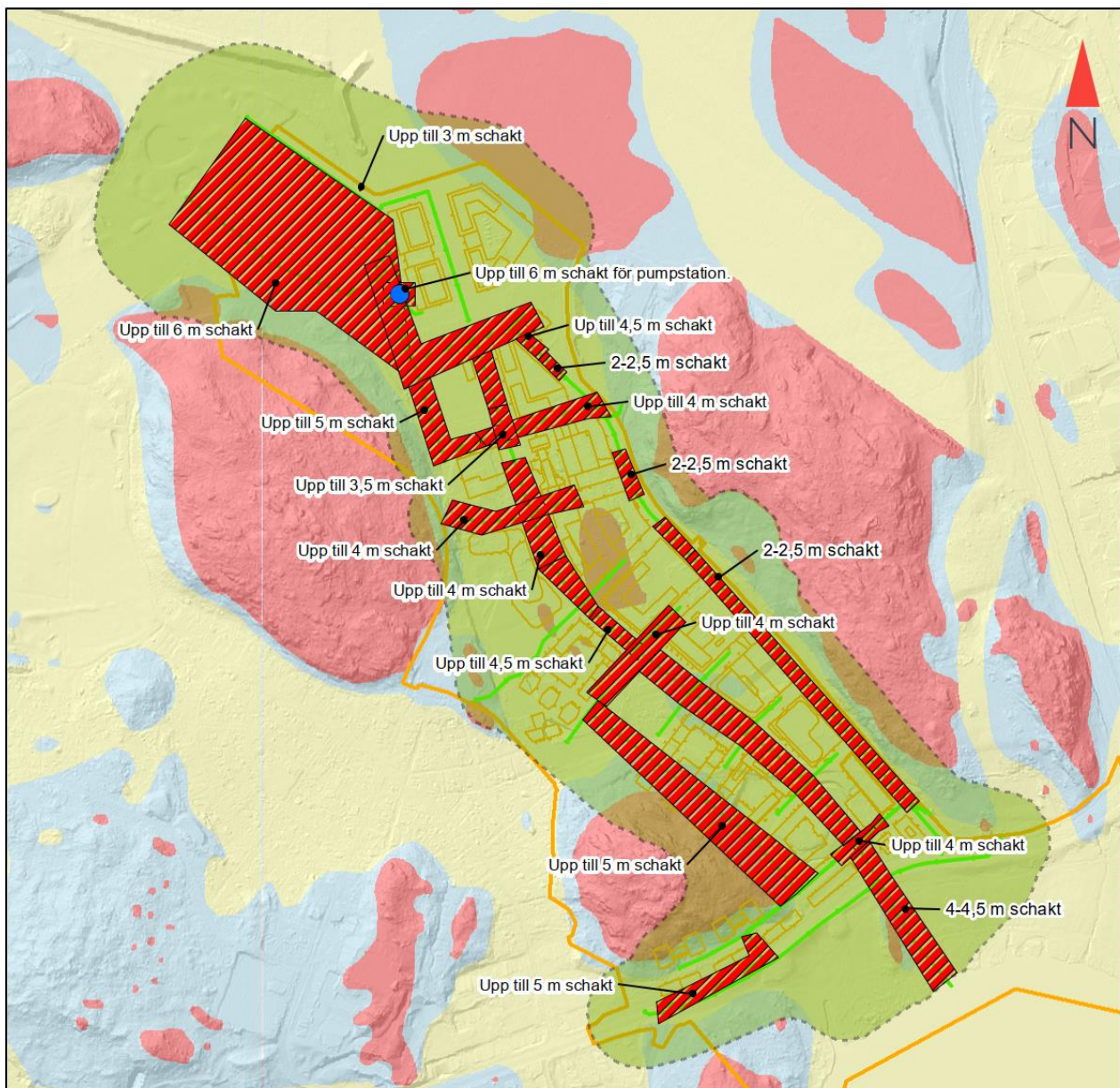
Grundvattennivån har mätts till drygt +6 vid pumpstationen och under byggskedet förväntas en grundvattensänkning till omkring +1. Förväntat schaktdjup har angetts till storleksordningen 6 m och grundvattensänkning i storleksordningen 5 m.

Grundvattensänkningen i friktionslagret blir störst under eller invid aktuell konstruktion, men fortplantas åt sidorna. Grundvatten rinner till och det främsta tillskottet sker genom de mer vattenförande jordlagren, vilket här tolkats som friktionsmaterialet närmast bergövertytan.



Figur 8. Planerad pumpstation (utdrag ritning G10.2-010 Geoteknisk undersökning – sektion pumpstation, 2022-11-10).

Bedömt influensområde baserat på beräkningar redovisas i Figur 9. Grundvattensänkning beräknas geografiskt påverka merparten av dalgången. Grundvattensänkningen utbredning styrs främst av grundvattensänkning i det undre magasinet, till vilken påfyllnad främst sker vid topografiskt högre belägna områden där friktionsjorden når ytnära läge.



Teckenförklaring

- Pumpstation för dagvatten
- Planområdesgräns
- Schaktområden

- Beräknat influensområde | Schakt
- VA-ledningar

- Berg i dagen
- Lera
- Morän
- Organisk jord

0 100 200
m
© Open Stockholm

Figur 9. Bedömt influensområde (grönt) baserat på beräkningar. Grundvattensänkning beräknas ske i rasterade områden.

Beräkningar för grundvattensänkning har främst gjorts med SGU:s modellansatser, men även med Thiems brunnsekvation. I Figur 9 ovan framgår att tydliga temporära grundvattensänkningar planeras över merparten av detaljplaneområdet. Pumpstation med tillhörande dagvattenmagasin (betongkonstruktion under mark) i den norra delen förtjänas att lyftas fram. Det kan sägas att grundvattensänkningarna påverkar varandra och en redan pågående grundvattensänkning i närområdet (exempelvis dagvattenmagasin) reducerar flödesbehovet i en närliggande grundvattensänkning (exempelvis pumpstation).

7.1 GRUNDVATTENSÄNKNING – SKADEFÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER

Grundvattensänkning, grundläggning och schaktarbeten kan utföras med skadeförebyggande åtgärder för att reducera eller i bästa fall eliminera sättningsskador, genom exempelvis pålning, temporära sponter, markförstärkning eller infiltration/återföring av grundvatten. Utkomsten av skadeförebyggande åtgärder är dock beroende av utförandet samt att markåtkomst finns vid givna tidpunkter, något som inte alltid är känt på förhand.

Skadeförebyggande åtgärder i form av temporära sponter minskar normalt inläckaget från sidan, men eliminerar sällan grundvatteninläckage helt eftersom inläckage fortfarande sker i botten. Negativa effekter av pumpning för att undvika bottenuppsyckning kan reduceras med stödinfiltration. I förlängningen kan det leda till att infiltrerat vatten når den aktuella grundvattensänkningen, med kortslutning och en större vattenomsättning som följdverkan. Slutresultatet innebär ofta ett nettouttag av grundvatten.

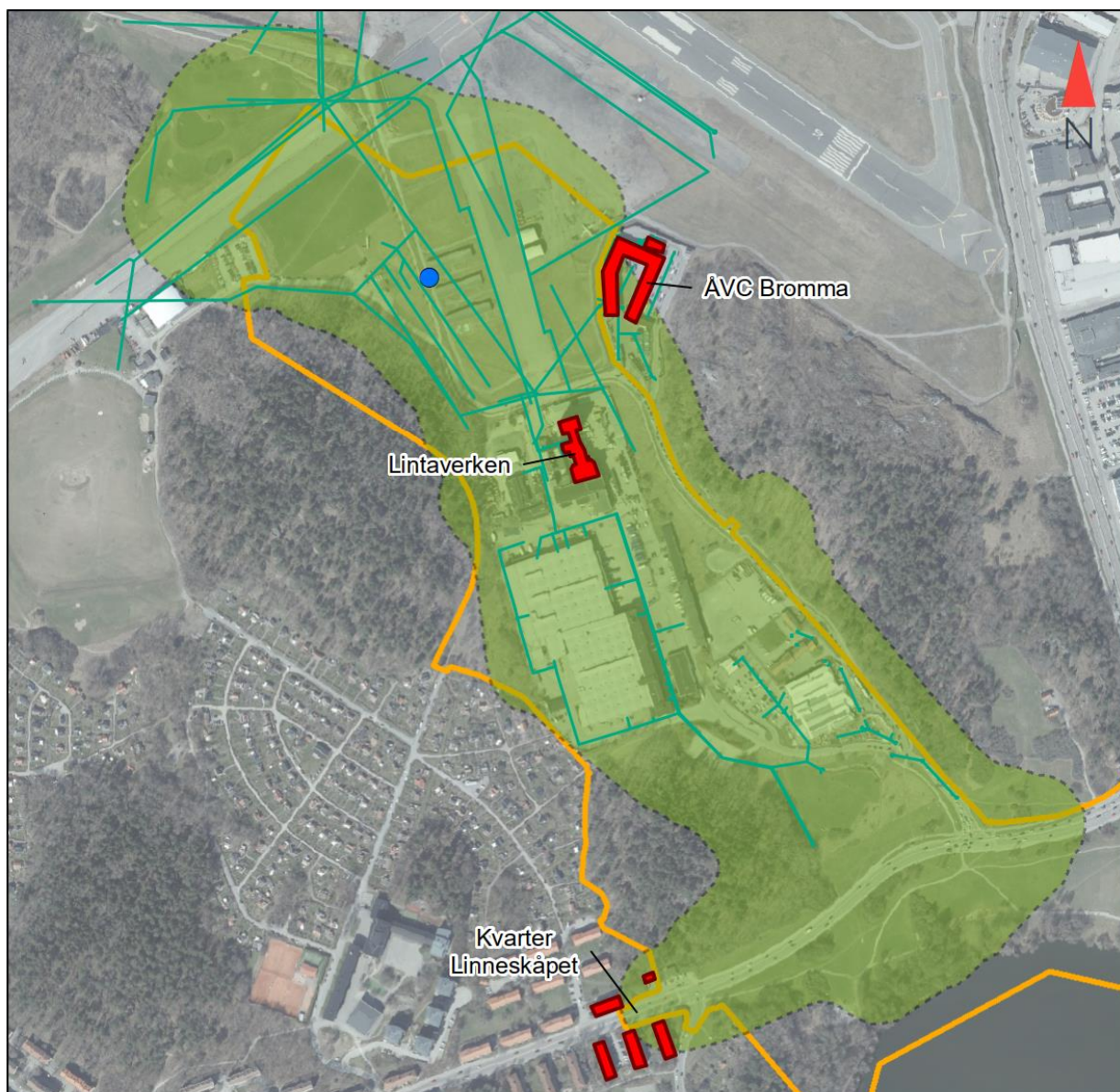
7.2 GRUNDVATTENSÄNKNING – RISKOBJEKT SÄTTNING

Kombinationen av grundvattensänkning och tid innebär en risk för sättningar. Byggtiden med grundvattensänkning har via projektet översiktligt uppskattats till storleksordningen 1 år. En tumregel anger att grundvattensänkning längre än 3 månader innebär en risk för sättningar. Även vid kortare tid i kombination med ogynnsamma förutsättningar, såsom nedbrytning av organiskt material, kan det finnas risk för sättningar.

Sättningar kan efter en tid även ske på nybyggda anläggningar men i detta läge finns en medvetenhet om lerans sättningsbenägenhet och den nu utvärderade skaderisken avser främst befintliga anläggningar som ska ligga kvar.

Riskobjekt eller potentiella skadeobjekt kan identifieras inom området. Dessa är Kv Linneskåpet, Lintaverken och ÅVC Bromma. Även befintliga ledningar/anläggningar kan påverkas av sättningar, Figur 10.

Lintaverken har angetts som grundlagd på pålar som når berg, men betraktas ändå som ett möjligt riskobjekt. Eftersom påhängslaster kan uppkomma på pålarna vid sättningar, kan detta orsaka skador på grundläggningen/byggnaden. Vidare bedöms plattan som fribärande vilket innebär att även plattan och befintliga ledningar invid plattan kan få sättningsskador.



Teckenförklaring

- Pumpstation för dagvatten
- Riskobjekt
- Beräknat influensområde | Schakt
- Planområdesgräns
- Dagvattenledningar

0 100 200 300 m
© Open Stockholm

Figur 10. Bedömt influensområde baserat på beräkningar. Grundvattensänkning beräknas geografiskt täcka merparten av dalgången. Grundvattensänkningen utbredning styrs främst av grundvattensänkning i det undre magasinet. Grundvattensänkning kan ge upphov till sättningsskador på befintliga konstruktioner. Bland de identifierade befintliga objekt som kan skadas har befintliga ledningar som även kommer användas framgent identifierats, Kv Linneskåpet, Lintaverken och AVC. Ledningar inom detaljplanen kommer ersättas med nya. Läge och kondition för ledningar kring halkbanan är osäkra.

7.3 GRUNDVATTENSÄNKNING – LÄNSHÅLLNING AV VATTEN

Vid grundvattensänkning under byggskele uppstår en kvittblivningsproblematik av vatten. Grundvattensänkning innebär ett vattenöverskott som tydligt ökar vid kraftig nederbörd eller snösmältning. Förutom variationen i vattenmängd behöver även vattnets kvalitet beaktas. Utöver den grumlighet som vanligtvis uppstår i länshållningsvatten behövs en beredskap kring PFAS-frågor. Bortledning av vatten kan därför komma att innebära omfattande logistik för att hantera utgående vattens kvantitet och kvalitet. Detta behandlas närmare i rapportering kring "Åtgärdsutredning med avseende på spridning av PFAS till recipient" (WSP, 2023).

8 PFAS

Högfluorerade ämnen, eller PFAS som de också kallas, kan finnas i impregnerade textilier, impregnerat papper, rengöringsmedel och brandsläckningsskum. Ämnena finns även i produkter som används i verkstads- och elektronikindustrin. De högfluorerade ämnena används eftersom de har förmåga att bilda släta, vatten-, fett- och smutsavvisande ytor. De används i låga halter i många produkter. Kemikalieinspektionen beskriver PFAS som bland annat svårnedbrytbar, vattenlöslig och lätttrörlig i mark (Kemikalieinspektionen, 2022).

Det finns en mängd benämningar för PFAS, varför en kort introduktion kan behövas. Livsmedelsverket beskriver på sin hemsida att PFAS (poly- och perfluorerade alkylsubstanser) är ett samlingsnamn för en stor grupp ämnen. De förekommer inte naturligt, utan började framställas i mitten av 1900-talet. Det finns väldigt många olika PFAS-ämnen. De mest kända substanserna kallas PFOS och PFOA (Livsmedelsverket, 2022).

Vid provtagning görs numera oftast analyser för flera substanser, men redovisningen har varierat beroende på aktuella jämförvärden, Tabell 1. Av denna anledning kan exempelvis PFOS, men också PFOA, redovisas separat, men även som en delmängd av PFAS 4, PFAS 7, PFAS 11 eller PFAS 20. Siffran i beteckningen anger hur många substanser som ingår i respektive begrepp.

Tabell 1. PFAS-ämnen och dess förhållande till PFAS 4, PFAS 7, PFAS 11 och PFAS 20.

	PFAS 4	PFAS 7	PFAS 11	PFAS 20
PFOS	x	x	x	x
PFOA	x	x	x	x
PFHxS	x	x	x	x
PFNA	x		x	x
PFBS		x	x	x
PFHpA		x	x	x
PFHxA		x	x	x
PFPeA		x	x	x
PFBA			x	x
PFDA			x	x
6:2 FTS			x	
PFDS				x
PFDoDA				x
PFDoDS				x
PFHpS				x
PFNS				x
PFPS				x
PFTTrDA				x
PFTTrDS				x
PFUnDA				x
PFUnDS				x
Antal	4	7	11	20

9 BROMMA FLYGPLATS - PFAS

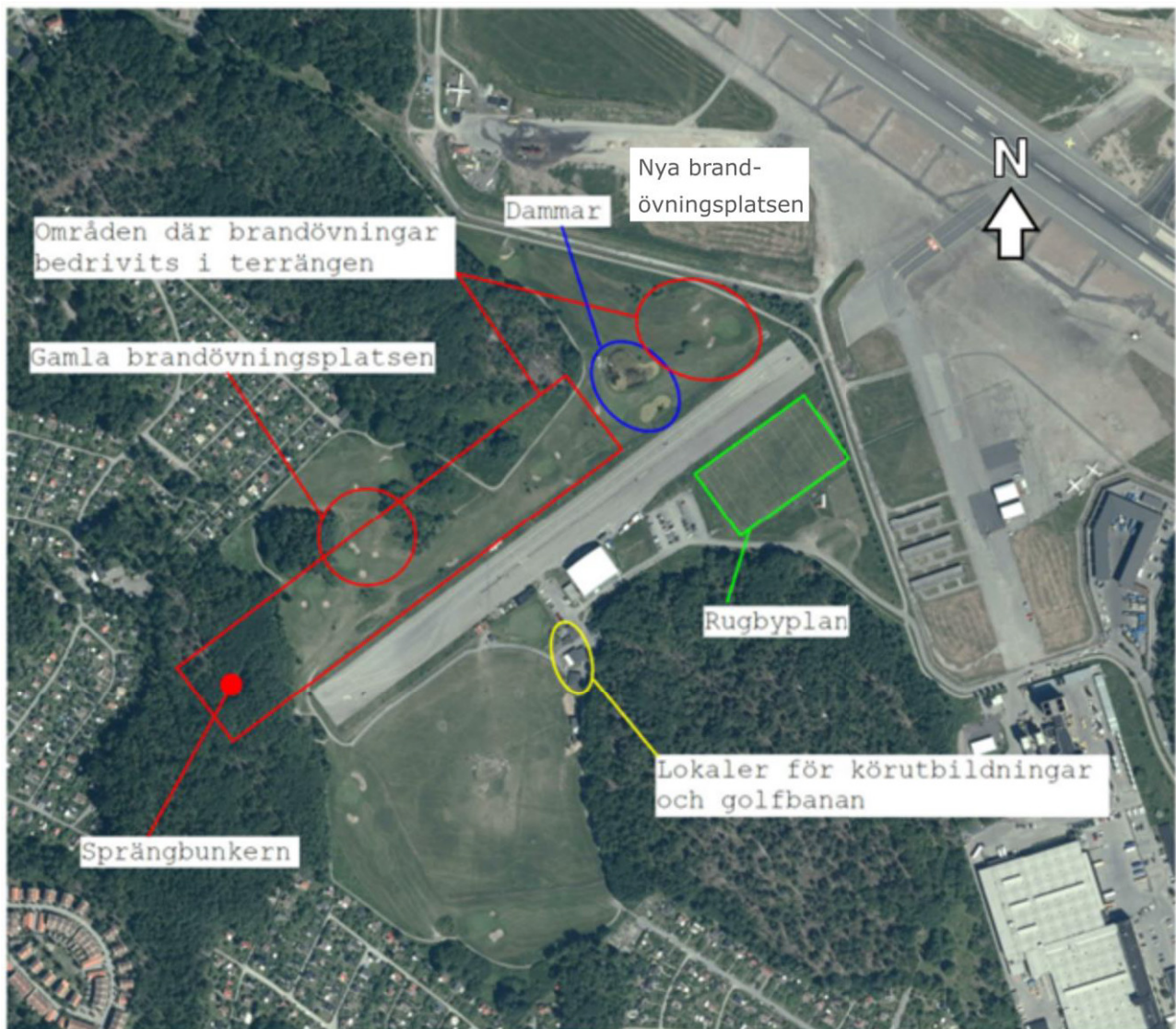
Vid Bromma flygplats och de nu aktuella brandövningsplatserna, Gamla brandövningsplatsen, Nya brandövningsplatsen och Sprängbunkern, har brandskum varit den mest intressanta användningen ur förorenings-synpunkt, se Figur 11. Det finns olika typer av brandskum som används vid olika sorters bränder. Så kallade klass A-skum är till för bränder i fibrösa material såsom byggnader medan klass B-skum används för bränder i vätska. Det är i klass B-skum som högfluorerade ämnen används. De används främst på grund av sin effektiva förmåga att skapa en tunn vattenfilm mellan skummet och det brinnande bränslet. Vattenfilmen innebär att skummet snabbt kan sprida ut sig över vätskeytan samtidigt som avdunstning och värmestrålning förhindras. Dessa brandskum är till för petroleumbränder på exempelvis flygplatser och oljeraffinaderier, men finns även i handbrandsläckare som är märkta som B-släckare.

Föreliggande detaljplan har en närhet till Bromma flygplats och tillhörande brandövningsplatser, vilket även innebär närhet till PFAS-föroreningar i jord- och grundvatten, Figur 11. Det kan därmed inte uteslutas att en kommande temporär grundvattensänkning kan påverka transporten av PFAS-föroreningen i grundvatten. Vid anläggande av djupa konstruktioner länshålls grundvatten, vilket i sin tur innebär grundvattentransport från lägen med högre grundvattennivåer, i riktning mot lägen med temporära lägre grundvattennivåer. Föroreningar kan därför transporteras mot lägen där länshållning utförs. De nu kända, mest förorenade delarna, befinner sig utanför detaljplanens avgränsning, men dagvattenmagasinet och pumpstationens placering i den planerade detaljplanens norra del (vid nuvarande Rugbyplan, Figur 11) befinner sig i anslutning till föroreningsplymerna i grund- och dagvatten.

I en text från Swedavias undersökningar från 2013 anges att:

”Dagvattenledningarna är inte tätta utan är så kallade infiltrationsledningar, vilket medför att det ytliga grundvattnet kan tränga in i rören. Med hjälp av infiltrationsledningar kan den ytliga grundvattenytans nivå kontrolleras och hållas mer konstant.”

Någon definitiv gräns mellan dagvatten och grundvatten blir därmed svår att sätta. Nederbörd som infiltrerar i omättad zon, kan då transportera en löst förorening, nå mättad zon, bilda förorenat grundvatten och transporteras ut i dagvattenledningarna.

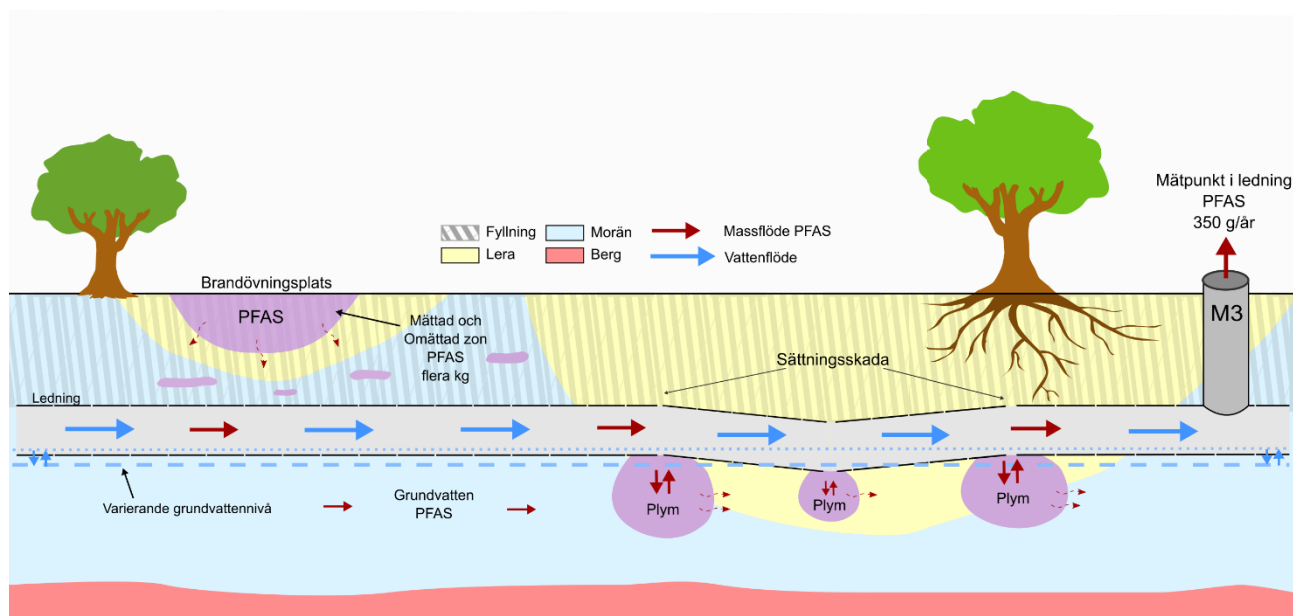


Figur 11. Figur 2.2 från Sweco och Swedavias rapport daterad 2022-09-30. Utbredning av terrängövningsområden är mycket ungefärliga och baseras på svar från intervjuer från personal som arbetat på flygplatsens brandkår (Sweco, 2019). Figuren har modifierats genom att läge för Nya brandövningsplatsen lagts in i bilden.

10 PFAS - SPRIDNINGSMÖNSTER

Ett möjligt spridningsmönster för PFAS följer också vattnets spridningsmönster. En liten, men principiellt viktig PFAS-källa, kommer också från nederbörd/atmosfärisk deposition (Naturvårdsverket, 2016). PFAS-halter har påvisats i nederbörd, vilket kan orsaka halter om 0 – 5 ng/l. I detta sammanhang innebär PFAS-tillskott från nederbörd något enstaka gram per år.

Nederbörd faller över hela avrinningsområdet. Vid brandövningsplatser förväntas nederbörd passera omättad zon och mättad zon och laka ut PFAS-förorening, Figur 12. Grundvatten och dagvatten nära brandövningsplatser förväntas därför ha tydligt förhöjda halter av PFAS. Vattnet transporteras via mark, ledningsgravar och ledningar. Ledningarna mellan Sprängbunkern, Gamla brandövningsplatsen och flygplatsområdet förväntas ha varierande kondition och sättningsskador förväntas förekomma på ledningar.



Figur 12. Konceptuell modell över transport av PFAS från brandövningsplats (primär plym) via ledningar och grundvatten. Årstidsberoende utläckage/inläckage ger sekundära plymer av PFAS längs ledningar. Ledningar förväntas ha varierande kondition. På Bromma flygplats finns en dagvattenbrunn benämnd M3 där masstransporten av PFAS uppskattats till 350 gram/år.

Vid en sättningskada, exempelvis en otät skarv mellan ledningar, kan förorenat dagvatten läcka ut och orsaka en sekundär plym i grundvatten, skilt från källområdet (Figur 12). Transporten styrs av vattennivå i ledning jämfört med vattennivå hos omgivande grundvatten. Sådan transport kan gå åt båda håll, beroende på hur lokala tryckförhållanden varierar med årstiden och hur tryckförhållanden i ledning och grundvattennivå förändras. Därmed kan löst PFAS-förorening förekomma både i dag- och grundvatten och beroende på variation i flöden och grundvattennivåer sker denna transport på olika sätt under året.

Historiskt sett har en dränering skett norrut genom det nuvarande flygplatsområdet. Avvattningen skedde förr genom öppna diken och numera främst genom ledningssystem.

Merparten av föroreningen bedöms finnas vid brandövningsplatserna (Swedavia AB och Sweco, 2019-05-27), Figur 12, där pågående urlakning gör att den kan följa med grundvatten och dagvatten via ledningar vid halkbanan mot flygplatsområdet till samlingspunkt för dagvatten, M3, för att sedan fortsätta till Bällstaviken i Ulvsundasjön.

Swedavia har under flera år utfört arbeten för att utreda förekomsten av PFAS. Resonemanget ovan verkar också stämma med Swedavias bild. I Swecos rapport daterad 2022-09-30, på uppdrag av Swedavia, anges det i avsnitt 3.3 att undersökningar utförda 2020–2021 visade att uttransport av PFAS (PFAS 11) från flygplatsområdet till recipient uppskattades till 0,5 – 1 kg PFAS per år.

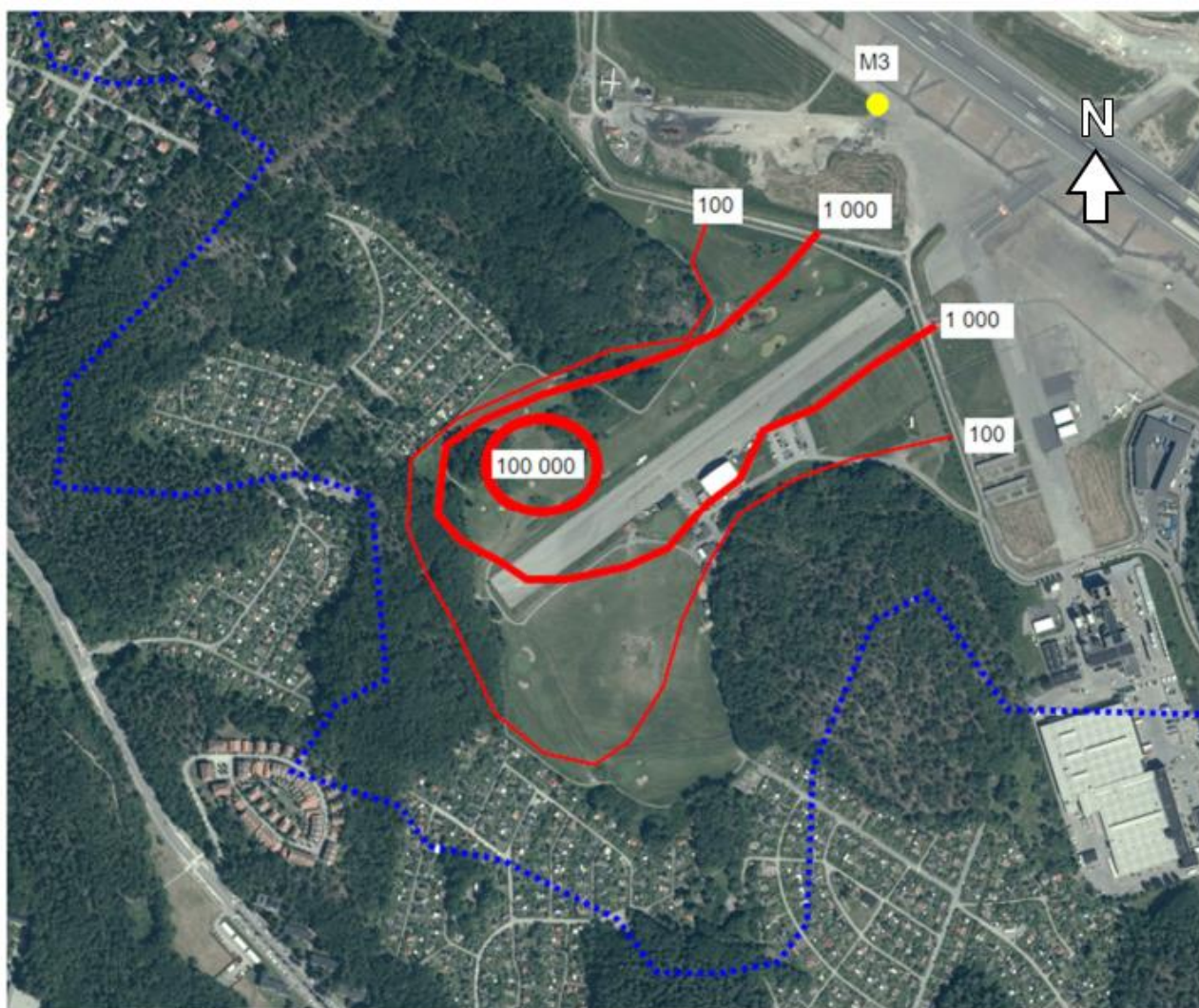
Swedavia har också mätt flöden och PFAS-koncentrationer i flera mätpunkter, däribland dagvattenbrunn M3 (se Figur 12 och Figur 13). I Swedavia och Swecos rapportering daterad 2021-06-04, anges i avsnitt 4.3.2 och avsnitt 5 en uppskattning av en årlig PFAS-transport i dagvattenbrunn M3 till 350 gram/år. Swedavias uppskattning tolkas inte handla om en tillfällig belastning. Belastningen tolkas ligga stabilt i samma storleksordning, men med vissa variationer. All avrinning passerar inte dagvattenbrunn M3. Avrinning sker även vid en parallell ledning (punkt M4) där flödesmätning utfördes men där flödesproportionell provtagning ej gick att utföra. Grundvatten avrinner också i samma riktning.

Betraktas utförd provtagning i grundvatten (Bilaga 1) och dagvatten, så återfinns tydliga halter invid brandövningsplatser samt i anslutning till halkbanan/gamla landningsbanan. Resultat från provtagning styrker det förväntade spridningsmönstret (Golder, 2019), (Swedavia/ Sweco, 2019), (Swedavia/ Sweco, 2021), (Swedavia/ Sweco, 2022) och (Geosigma, 2022-12-19).

11 PFAS – MÄNGDER

I detta kapitel diskuteras beräknade mängder av PFAS från olika områden på och invid Bromma flygplats. Om inget annat anges avses benämningen av PFAS som summahalten av PFAS 11. I texten beskrivs områden och dess PFAS-innehåll antingen som en plym eller som en diffus förorening. Gränsen mellan dessa är haltberoende: halter över 1000 ng/l i grundvatten ses som en plym medan halter under 1000 ng/liter ses som diffus förorening. Figur 13 nedan visar en schematisk bild av PFAS-halter i grundvattnet, framtagen vid Swedavias undersökningar. Linjen som betecknas "1000" anger en ungefärlig gräns mellan plym och förväntad diffus förorening.

Främst brandövningsplatser, men även halkbana och landningsbanor, har tolkats som källområden eller utsläppspunkter för PFAS och innefattar föroreningsplymer. Detta beror dels på Swedavias rapportering och beskrivning av verksamheten, dels på den provtagning som utförts (se bilaga 1). Diffusa föroreningar antas också förekomma i närområden där PFAS påträffats vid provtagning men där förekomsten inte har någon tydligt definierad utsläppspunkt. Det finns dock undantag i form av brandövningsplatsen "Sprängbunkern" strax sydväst om halkbanan (se även Bilaga 1) samt det befintliga flygplatsområdet. Dessa delar har också tolkats som plymer i detta sammanhang. För flygplatsområdet finns dock relativt lite data tillgänglig.



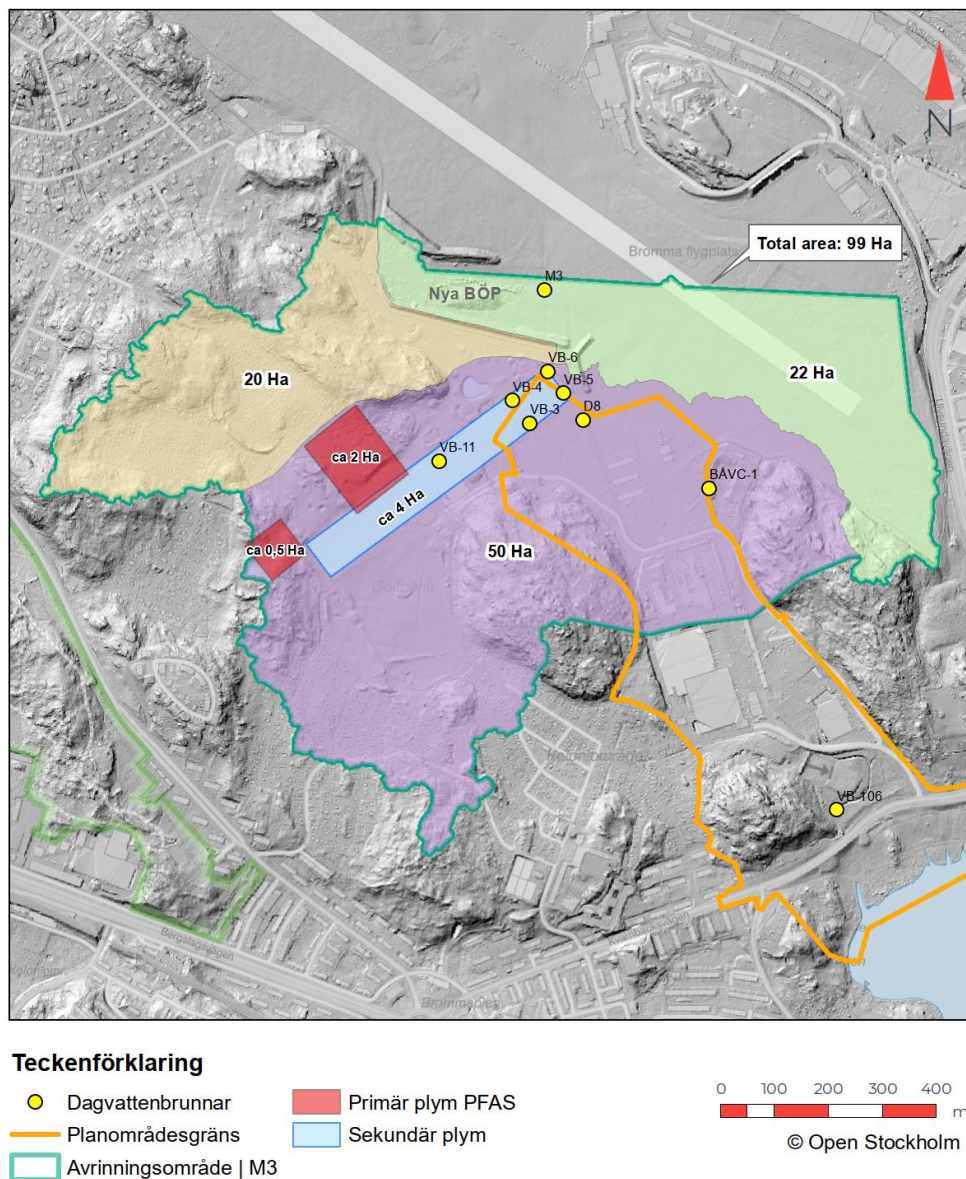
Figur 13. Schematisk bild av PFAS-halter (PFAS 11) i grundvattnet (ng/l), dagvattenmätpunkten M3 samt tolkad vattendelare (blåprickad linje). Utdrag ur Swedavia AB och Sweco: Åtgärdsutredning PFAS. Gamla brandövningsplatsen, Bromma Airport., 2022-06-29, rev 2022-09-30. Uppdragsnummer 13007143; figur 3.1 sidan 14.

11.1 PFAS – BERÄKNINGAR MASSTRANSPORT

Beräkningar för masstransport av PFAS har utförts och redovisas i rapportens bilaga 3. Resultaten summeras i slutet av beräkningsbilagan och presenteras i nedanstående avsnitt.

I Figur 14 illustreras avrinningsområde för dagvattenbrunn M3.

- Den största delen ca 57 ha (lilamarkerat) inrymmer de primära plymerna (Gamla brandövningsplatsen och Sprängbunkern 2-3 ha) och en sekundär plym ca 4 ha (halkbana) samt ett område med ett mer diffust PFAS-innehåll. Den senare utgör storleksordningen 50 ha.
- I norr finns ett område om ca 20 ha (gulmarkerat) där PFAS-halter förväntas ligga jämförelsevis lågt.
- Flygplatsområdet i öster omfattande ca 22 ha (grönmarkerat) som förväntas innefatta områden med ett tydligt PFAS-innehåll. Kännedom om PFAS-halter i dessa delar är dock inte närmare kända. Området innefattar "Nya brandövningsplatsen" i nära anslutning till dagvattenbrunn M3.



Figur 14. Schematisk bild av avrinningsområde för dagvattenmätpunkten M3. En parallell ledning med ett lägre uppmätt flödesbelopp samt grundvattentransport invid ledningar och fyllnadsmassor och naturliga jordar förväntas också bidra till totalavrinning.

Slutsatsen av överslagsberäkningarna är att för perioden då flödesmätningar utfördes i dagvattenssystemet (mars 2020-mars 2021), erhålls en sammanlagd PFAS-masstransport från de aktuella områdena i storleksordningen 500 gram/år. Motsvarande överslagsberäkningar för ett normalår ger en sammanlagd masstransport i storleksordningen 600 gram/år.

Masstransporten genom dagvattenbrunn M3 förväntas utgöra merparten och motsvarar ca 350 gram/år (mars 2020-mars 2021) samt 350 - 450 gram/år under ett normalår. Resterande del (150 -250 gram/år) förväntas transporteras som grundvatten, i ledningsgrav eller genom via en parallell ledning.

Dessa tal kan anses förenliga med de uppskattningar som presenterats i Swecos rapport daterad 2022-09-30, på uppdrag av Swedavia. I denna anges det i avsnitt 3.3 att undersökningar 2020–2021 visade att uttransport av PFAS (PFAS 11) från flygplatsområdet till recipient uppskattades till 500 – 1 000 gram PFAS per år. Detta belopp innefattade dock även PFAS från ytor liggande längre nedströms inom flygplatsområdet.

11.1.1 Masstransport baserat på flödesmätningar 2020-2021

Överslagsberäkningar för perioden då flödesmätningar utfördes (mars 2020-mars 2021) ger en sammanlagd masstransport från de aktuella områdena i storleksordningen 500 gram/år (se Tabell 2). Detta kan jämföras med den masstransport motsvarande 350 gram/år, som beräknades av Swedavia/Sweco baserat på vatten som passerat dagvattenbrunn M3 under perioden mars 2020-mars 2021.

I bilaga 3 beskrivs mätresultat från flödesmätningarna. Med ingångsvärdet att avrinning genom dagvattenbrunn M3 utgör merparten (60-75%) av total avrinning för aktuell period, blir också uppskattningarna förenliga med varandra, då 70% av ca 500 gram/år motsvarar ca 350 gram/år. Resterande del ca 150 gram/år, förväntas transporteras som grundvatten, i ledningsgrav eller genom via en parallell ledning. Den parallella ledningen, genom dagvattenbrunn M4, visade vid flödesmätningen ett väsentligt lägre flöde och PFAS-provtagning genomfördes inte i denna mätpunkt (Swedavia, 2021-06-04, tabell 12, s.16; tabell 19, s. 21).

Tabell 2. Årlig beräknad masstransport av PFAS-ämnen med ursprung i olika närliggande ytor (mars 2020- mars 2021). Merparten (60-75%) kan förväntas passera dagvattenbrunn M3.

	Färg i figur	Nettonederbörd (mm/år) - (SMHI)	Yta (hektar)	Ansatt Konc PFAS 11 (ng/liter)	Konc PFAS-11 Intervall (ng/liter)	Massflöde PFAS 11 (gram/år)
Primär plym Brandövningsplats	Röd	200	2,5	50000	10000 - 230000	250
Sekundär plym Halkbana	Blå	200	4	5000	1000 - 10000	40
Flygplatsområde	Grön	200	ca 22	4000	1000 - 100000	200
Diffus förorening	Lila	200	ca 50	100	1000 - 10000	10
Diffus förorening	Gul	200	ca 20	50	10 - 1000	2
Nederbörd		200	100	3	0 - 10	1
Summa						ca 500

11.1.2 Masstransport baserat på flöden för ett "normalår"

Nedanstående överslagsberäkning ger en masstransport motsvarande storleksordningen 600 gram/år från de aktuella områdena ett normalår (avrinning 240 mm/år), Tabell 3. Transporten förväntas ske i och invid ledningar nära dagvattenbrunn M3.

Vid dagvattenbrunn M3, där merparten av avrinningen (60-75%) och PFAS-transporten förväntas passera, kan en årstransport uppskattas till 350 – 450 gram/år. Resterande del (ca 150-250 gram/år) förväntas transporteras som grundvatten, i ledningsgrav eller genom via en parallell ledning.

Även dessa tal kan anses förenliga med de uppskattningar som presenterats i Swecos rapport daterad 2022-09-30, på uppdrag av Swedavia. I denna anges det i avsnitt 3.3 att undersökningar 2020–2021 visade att uttransport av PFAS (PFAS 11) från flygplats-området till recipient uppskattades till 500 – 1000 g PFAS per år. Detta belopp innefattade dock även PFAS från ytor liggande längre nedströms inom flygplatsområdet.

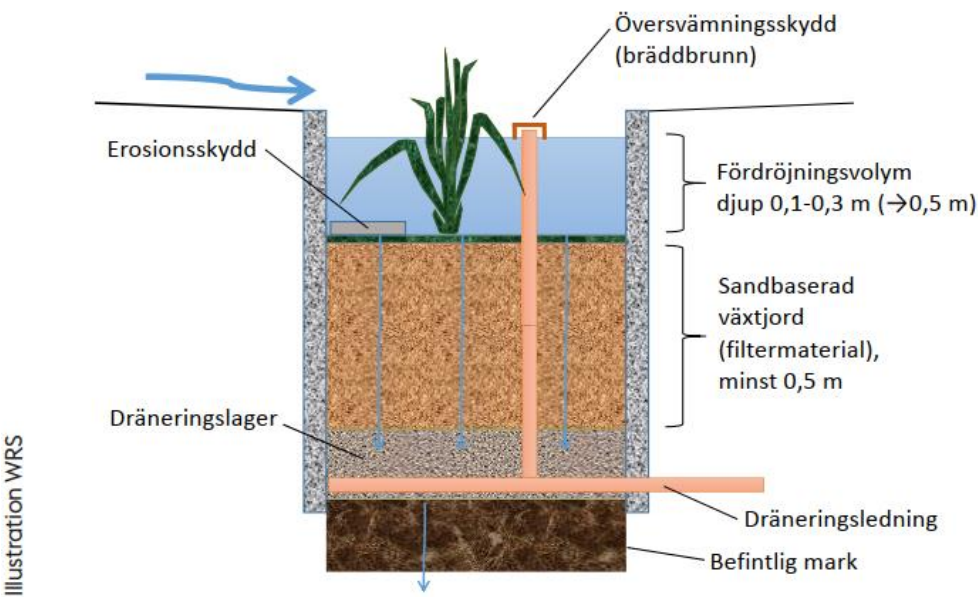
Tabell 3. Årlig beräknad masstransport av PFAS-ämnen med ursprung i olika närliggande ytor (Normalår). Merparten (60-75%) kan förväntas passera dagvattenbrunn M3.

	Färg i figur	Nettonederbörd (mm/år) - (SMHI)	Yta (hektar)	Ansatt Konc PFAS 11 (ng/liter)	Konc PFAS 11 Intervall (ng/liter)	Massflöde PFAS 11 (gram/år)
Primär plym	Röd	240	2,5	50000	10000 - 230000	300
Brandövningsplats						
Sekundär plym	Blå	240	4	5000	1000 - 10000	50
Halkbana						
Flygplatsområde	Grön	240	ca 22	4000	1000 - 100000	200
Diffus förorening	Lila	240	ca 50	100	1000 - 10000	10
Diffus förorening	Gul	240	ca 20	50	10 - 1000	2
Nederbörd		240	100	3	0 - 10	1
Summa						knappt 600

11.2 PFAS – VÄXTBÄDDAR

Växtbäddar är nedsänkta ytor i gaturummet för fördröjning och rening av dagvatten, med en principuppbyggnad enligt Figur 15. Transport mellan dagvatten och grundvatten kan ske genom växtbäddens botten, både uppåtriktat och nedåtriktat, beroende på aktuella tryckförhållanden. Även om befintlig mark utgörs av lera så kan vattentransport ske via tunna silt- eller sandlinser.

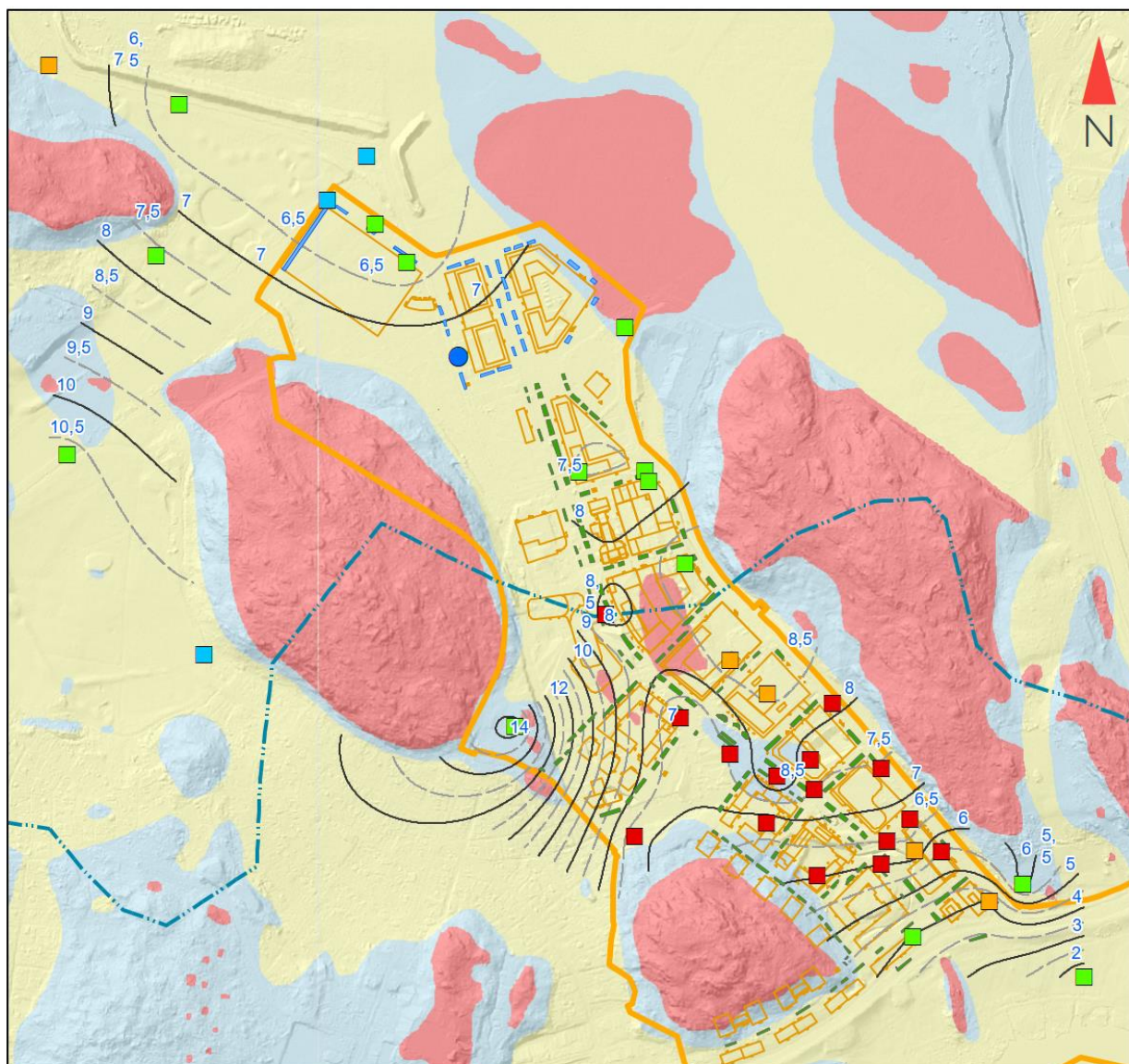
Tidigare i arbetet har diskussioner förts om anläggande av växtbäddar inom området kan medföra spridning av PFAS-förorening. Växtbädden består av genomsläppligt material och kan utformas med eller utan dräneringsledning i botten. Växtbäddens totalhöjden kan variera mellan 1-1,5 m. I aktuell detaljplan är växtbäddar planerade i de flesta gator (se Figur 16) och generellt med en dräneringsledning på 1,2 m under färdig mark. Se ”Åtgärdsutredning med avseende på spridning av PFAS till recipient” (WSP, 2023) för åtgärder kring växtbäddar och PFAS-spridning. Beräkningarna nedan bygger på att växtbäddarna har dräneringsledning och inte tät botten.



Figur 15 Principskiss för nedsänkt växtbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden. Växtbädden kan dräneras till underliggande mark genom perkolation, eller via dräneringsledning till dagvattennätet. Källa: Stockholmshavfall.se

Provtagning i grundvatten och dagvatten med tillhörande tolkning (se Bilaga 1, Figur 13) har påvisat PFAS-halter motsvarande 100 – 1000 ng/l i områdets norra del. Pågående grundvattenmätningar har påvisat grundvattennivåns årstidsväxlingar och att en dränering av grundvatten i vissa områden ses därmed som möjlig, främst under vinter och vår, se blåmarkerade växtbäddar i Figur 16. Under sommar och höst bedöms växtbäddar medge möjlighet till grundvattenbildning vilket är positivt då tillförsel av vatten kan minska risk för sättningar. Växtbäddens primära funktion har dock angetts vara att fördröja dagvattenavrinningen och förbättra växtbetingelser.

För att bedöma masstransport av PFAS via växtbäddar kan följande resonemang göras, utgående från ett antaget dräneringsflöde via växtbäddar i storleksordningen 5 000 m³/år (årsmedelflöde 0,1–0,2 l/s) och en koncentration på 100 - 300 ng/l. Koncentrationen har baserats på provtagning i grundvatten och dagvatten med tillhörande tolkning (se Bilaga 1, Bilaga 2, Figur 13) samt baserat på lokal provtagning i dagvattenbrunn D8 och VB-5. Genom att koncentrationen multipliceras med flödet kan en PFAS-transport motsvarande storleksordningen 1 gram/år beräknas (se lilamarkerade området i Figur 14 samt Tabell 2 och 3). Denna transport av vatten och PFAS (1 gram/år) från grundvatten, via växtbäddar och till dagvatten ingår som en delmängd av det dagvatten som kommer att ledas mot Lillsjön (se vidare (C₂ – efter exploatering) i avsnitt 11.3). Beräkningarna bygger på att växtbäddarna har dräneringsledning och inte har tät botten, se även Åtgärdsutredning med avseende på spridning av PFAS till recipient (WSP, 2023).



Teckenförklaring

— Planområdesgräns	Medeldjup till grundvattennivå	Interpolerade medelgrundvattennivåer	Berg i dagen
● Pumpstation för dagvatten	Mer än 3 m	— Efter tolkning	Lera
--- Grundvattendelare	2 - 3 m		Morän
■ Växtbäddar	1 - 2 m		
■ Växtbäddar	Mindre än 1 m		
■ Uppträngande grundvatten			

0 50 100 150 m
© Open Stockholm

Figur 16. Schematisk bild av planerade kvarter och mellanliggande gator med växtbäddar. Blåmarkerade växtbäddar i de norra delarna förväntas under delar av året (vinter-vår) erhålla uppträngande grundvatten. Grundvattenrör markeras med färger som illustrerar uppmätta avstånd mellan befintlig markyta och medeldjup till grundvatten.

11.3 DISKUSSION PFAS-BERÄKNINGAR

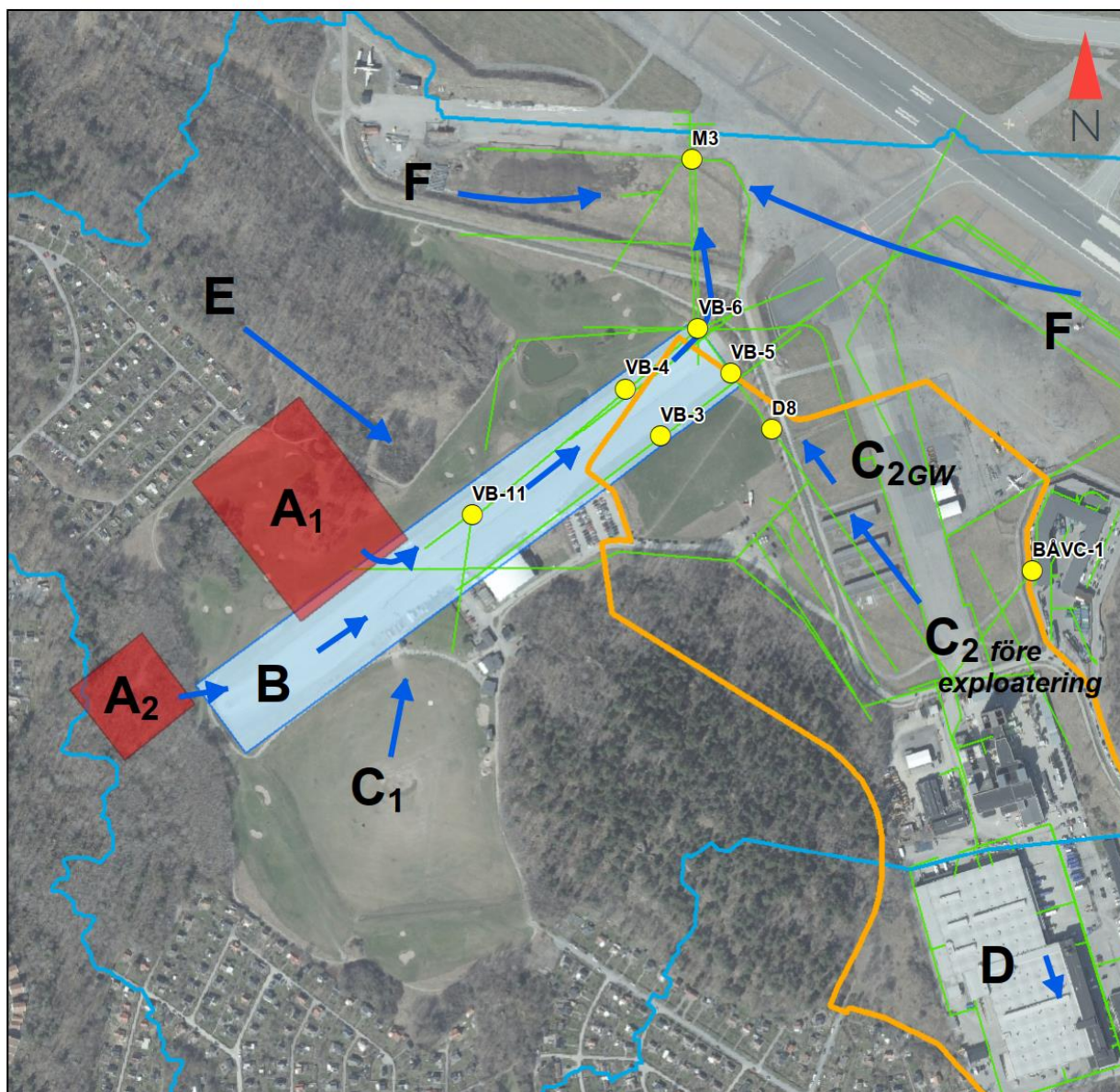
Arbetet med detaljplanen för Linta Gårdsväg, Riksby 1:13 m.fl, Centrala Bromma, Riksby etapp 1 har strävat efter att i planerad exploatering i minsta möjliga mån förändra föroreningsbild och spridning av den befintliga PFAS-föroreningen inom området. Samtidigt ska avledning av dagvatten från PFAS-källområden och vidare norrut mot flygplatsen bibehållas. Den befintliga situationen med källområden och transportriktningar illustreras schematiskt (Figur 17). De befintliga ledningar som påverkas av exploateringen kommer därför att behöva läggas om. Omlagd ledningsträckning planeras i nära anslutning till dagvattenbrunnarna VB4 och VB6 vid detaljplanens norra gräns (Figur 18). Det ska förtydligas att det befintliga dagvattensystemet innehållande PFAS, som går mot flygplatsområdet, kommer att separeras från det nya planerade systemet.

I ett kommande driftskede kommer dagvattenhanteringen av detaljplanens norra delar att ske söderut mot Lillsjön, istället för som idag norrut mot Bromma flygplats. Vid utförda beräkningar av masstransport förväntas dock merparten av PFAS-transporten fortfarande ske på ett snarlikt sätt från brandövningsplatserna och vidare mot flygplatsområdet. Detta illustreras i Figur 18 genom att pilar vid områden markerade med A (källområden) och B (halkbanan) fortfarande transporteras mot flygplatsområdet. Detta gäller även masstransport markerad C₁ (driving range). Ett grundvattenflöde (C_{2 GW}) kommer oförändrat att söka sig mot flygplatsområdet i norr.

En mindre del av den totala masstransporten av PFAS, markerad (C₂ – efter exploatering) förväntas efter exploatering ta en annan väg jämfört med idag via planerad pumpstation och ledning söderut mot Lillsjön. Orsaken till mängden PFAS i transportväg (C₂ – efter exploatering) är ett teoretiskt inläckage i ledning och växtbäddar. Denna beräknade mängd utgår från ett eventuellt inläckage (Svenskt Vattens publikation P110) i dagvattensystem. Inläckaget kan uppstå som följd av otäta ledningar pga skador, felkopplingar och anslutna dräneringsledningar och uppskattas utifrån erfarenhetsmässiga mätningar. Eftersom detta system är nytt och åtgärder görs för att minimera risker för inläckage ska detta i vårt fall ses som konservativt.

Detaljplanens södra delar innefattar även denna en befintlig PFAS-transport mot Lillsjön, markerad med D, som inte förväntas förändras.

Beräknade förhållanden före exploatering och efter exploatering redovisas i Tabell 4 samt i Figur 17 och Figur 18, där slutsatsen är att PFAS i storleksordningen 5 gram/år (varav 50% PFOS) eventuellt kan förväntas anta ett annat transportmönster jämfört med nuläge och istället ledas till Lillsjön.

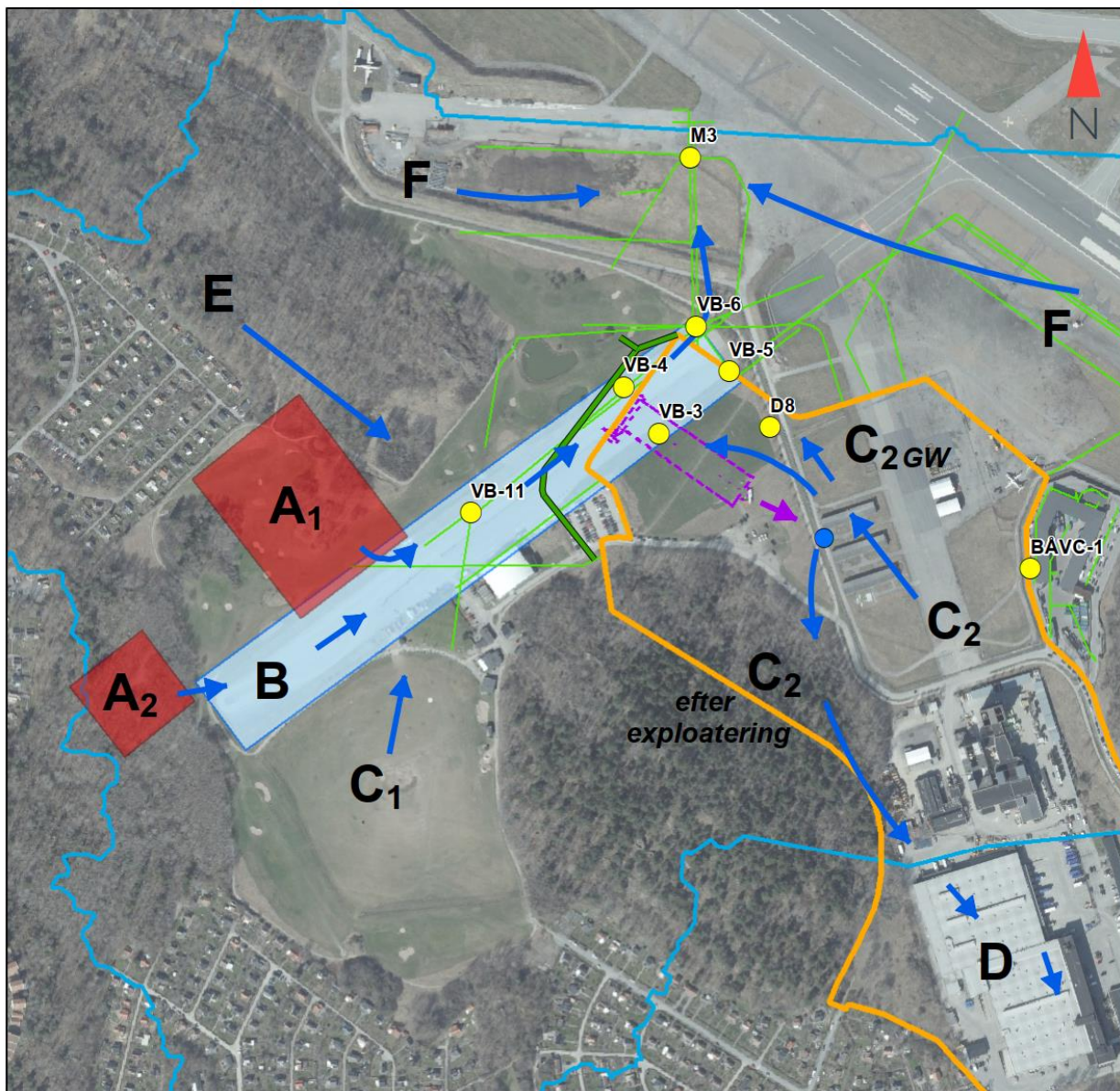


Teckenförklaring

- | | | |
|--|--|---|
| ● Dagvattenbrunnar | ➔ Transportriktning | Primär plym PFAS |
| Tolkat delavrinningsområde | — Befintliga ledningar enligt arkiv | Sekundär plym |

0 50 100 150
m
© Open Stockholm

Figur 17. Schematisk bild av PFAS-transport före exploatering. Ledningar inom detaljplanen kommer ersättas med nya. Läge och kondition för ledningar kring halkbanan är osäkra.



Teckenförklaring

- | | | |
|---|--|--|
| ● Dagvattenbrunnar | --- Dagvattenmagasin | — Omledning av dagvatten |
| ● Pumpstation för dagvatten | Tolkat delavrinningsområde | Primär plym PFAS |
| → Transportriktning | — Dagvattenledningar enligt arkiv | Sekundär plym |

0 50 100 150
m
© Open Stockholm

Figur 18. Schematisk bild av PFAS-transport efter exploatering. Ledningar inom detaljplanen kommer ersättas med nya. Läge och kondition för ledningar kring halkbanan är osäkra.

Tabell 4. Årlig beräknad masstransport av PFAS-ämnen före exploatering respektive efter exploatering. Jämför Tabell 3. Beteckningar avser koppling till illustration i Figur 17 och 18. Masstransport för C₂, efter exploatering, beror på ett beräknat teoretiskt inläckage i ledning.

Före Exploatering	Beteckning		Transportväg	Primär recipient	Vattenförekomst
Masstransport PFAS Plym (gram/år)	A1 A2 B	350	Norrut mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS Flygplats (gram/år)	F	200	Inom Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	C1	5	Norrut mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	C2	5	Norrut mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
	(C2 Gw+C2 före explo)				
Masstransport PFAS (gram/år)	E	2	Mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	D	5	Från planområdet söderut mot Lillsjön via dagvatten och grundvatten	Lillsjön	Ulvundasjön
Efter Exploatering			Transportväg	Primär recipient	Vattenförekomst
Masstransport PFAS Plym (gram/år)	A1 A2 B	350	Norrut mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS Flygplats (gram/år)	F	200	Inom Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	C1	5	Norrut mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	C2 Gw	0-5	Norrut mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	C2 efter explo	0-5	Från planområdet söderut mot Lillsjön	Lillsjön	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	E	2	Mot Bromma Airport (riktning mot punkt M3)	Bromma Airport	Ulvundasjön
Masstransport PFAS (gram/år)	D	5	Från planområdet söderut mot Lillsjön via dagvatten och grundvatten	Lillsjön	Ulvundasjön
Förändrat transportmönster efter exploatering			Transportväg	Primär recipient	Vattenförekomst
Masstransport PFAS (gram/år)	C2 efter explo	0-5	via Ny pumpstation till Lillsjön	Lillsjön	Ulvundasjön
varav PFOS (gram/år)		< 3	via Ny pumpstation	Lillsjön	Ulvundasjön
(uppskattat till 50% av PFAS-innehåll)					

12 SLUTSATSER

I byggskedet kommer flera schakter utföras där tillfälliga grundvattensänkningar kommer att krävas. Grundvattensänkningarna beräknas geografiskt täcka merparten av detaljplanens område under olika tider vid genomförandet. Grundvattensänkningens utbredning styrs främst av grundvattensänkning i det undre magasinet, till vilken påfyllnad främst sker vid topografiskt högre belägna områden där friktionsjord når ytnära läge. Dessa grundvattensänkningar kan bl.a. innebära sättningsrisker varför projektet har ett pågående arbete vid sidan av detaljplaneprocessen gällande ansökan om vattenverksamhet.

Det är troligt att PFAS finns i länshållningsvattnet under byggskedet. Detta innebär en risk för ett något förändrat transportmönster för PFAS i byggskedet. Vid anläggningsarbeten länshålls grundvatten, vilket i sin tur innebär grundvattentransport från lägen med högre grundvattentrycknivåer, i riktning mot schaktgropen med temporära lägre grundvattentrycknivåer. Föroreningar kan därför transporteras mot schaktgropen. Detta kommer behöva hanteras under entreprenaden. Hantering avseende reningsmöjligheter av PFAS beskrivs vidare i PM åtgärdsutredning (WSP, 2023).

Brandövningsplatser invid Bromma flygplats (Gamla brandövningsplatsen, Nya brandövningsplatsen och Sprängbunkern) utgör de primära källorna för PFAS-förorening i närområdet. Swedavia har under flera år utfört arbeten för att utreda omfattning av PFAS-föroreningen, och har ett pågående arbete med riskbedömning och åtgärdsutredning. Sammanfattningsvis bör antaganden för PFAS-innehåll i vatten kunna ses som konservativa i denna överslagsberäkning även om ytterligare resultat i mätdata hade beskrivit nuläget bättre.

Beräknade förhållanden (se Bilaga 3) för driftskede före respektive efter exploatering redovisas i Tabell 4 samt i Figur 17 och Figur 18, där slutsatsen är att PFAS-förorening i storleksordningen 5 gram/år eventuellt kan förväntas anta ett annat transportmönster jämfört med nuläge och istället ledas till Lillsjön. PFAS-transport (1 gram/år) från växtbäddar ingår som en delmängd i denna masstransport.

Utgående från att PFOS utgör ca 50% av PFAS-innehållet, se Bilaga 3, kan då en uppskattning av den till Lillsjön tillkommande mängden PFOS beräknas till mindre än 3 gram/år (Tabell 4).

Om källföroreningen av PFAS åtgärdas kommer situationen att förbättras. Det som här har beaktats i överslagsberäkningar har utgått från befintlig situation, dvs utan att någon hänsyn tagits till en sådan förbättring.

13 REFERENSER

Golder Associates, Miljöteknisk markundersökning, centrala Bromma, 2019-07-04, rev 2019-12-03

Golder Associates, Miljöteknisk markundersökning, centrala Bromma, 2021-04-09

Geosigma, Sammanställd översiktlig miljöteknisk markundersökning, centrala Riksby/Bromma, 2022-12-19).

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:

Grundvattenutredning Central/Bromma /Riksby – Geohydrologi 2019-08-30, rev 2019-09-05

Kemikalieinspektionen, 2022

<https://www.kemi.se/kemiska-amnen-och-material/hogfluorerade-amnen-pfas>

Livsmedelsverket, 2022

<https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser>

Naturvårdsverket

Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel - en sammantagen bild av förekomsten i miljön, Redovisning av ett regeringsuppdrag, Rapport 6709, mars 2016

SMHI, 2023

HYPE-modell (Hydrological Predictions for the Environment) för Sverige

HYPE modelluppsättning: s-hype2016_version_16_i; HYPE_version_5_19_0

<https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb>

Stockholm stad Exploateringskontoret och Sweco:

Linta gårdsväg SH, Centrala Bromma, Etapp 1, Granskningshandling,

Geoteknisk undersökning, Sektion G-G, H-H, Pumpstation, Ritning G-10-2-010, daterad 2022-11-10

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:

PM angående spridning av PFAS via växtbäddar - ledningsschakt för Linta gårdsväg, Bromma, 2020-03-27

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:

PM analys grundvattennivåer, 2021-03-31

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:

PM slugtest, Linta gårdsväg, Systemhandling, Arbetsmaterial, 2021-03-12, rev 2021-03-31

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:

PM Tillstånd för vattenverksamhet, Detaljplan för Linta gårdsväg, Riksby 1:13 m. fl., Centrala Bromma, Riksby etapp 1, 2021-05-28

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:

PM Detaljplan för Linta Gårdsväg, Riksby 1:13 m.fl, Centrala Bromma, Riksby etapp 1, Analys av mätta grundvattennivåer, 2022-03-31

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:
PM Detaljplan för Linta Gårdsväg, Riksby 1:13 m.fl, Centrala Bromma, Riksby etapp 1, Analys av
mätta grundvattennivåer, 2022-03-31

Stockholm stad Exploateringskontoret och WSP:
Centrala Bromma, Riksby – Geohydrologi, PM Grundvattenförhållanden och influensområden,
2022-07-07

Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, 2017
Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige, Diarie-nr: N2016/07991/SUN,
N2016/07822/KLS, SGUs diarie-nr: 21-2925/2016, RR 2017:09

Swedavia AB och Sweco: Swedavia Bromma Airport Översiktlig undersökning av förekomst och
spridning av perfluorerande ämnen vid brandövningsplats Bromma flygplats, uppdrag 1155872000,
2013-03-21

Swedavia AB och Sweco: Swedavia Bromma PFOS, Fördjupad undersökning av av perfluorerande
ämnen vid Bromma flygplats, uppdrag 1155872000, 2013-08-23

Swedavia AB och Sweco: Utvidgad undersökning av av perfluorerande ämnen vid Bromma flygplats,
Markundersökningar vid den nuvarande brandövningsplatsen samt grundvattenundersökningar vid
gamla brandövningsplatsen, uppdrag 1155872000, 2014-04-11

Swedavia AB och Sweco: Grundvattenundersökning – Markteknisk undersökningsrapport med
geoteknisk sonderingsmätning, geohydrologisk modell, samt åtgärdsförslag för grundvatten vid
Bromma golfbana, uppdrag 1156228000, 2015-09-01

Swedavia AB och Sweco: Avgränsning av perfluorerande ämnen vid Bromma golfbana, uppdrag
13000622, 2017-12-21, rev 2018-07-06

Swedavia AB och Sweco: Bromma PFAS–Sammanställning av tidigare utförda undersökningar,
2019-05-27. Uppdragsnummer 13007143

Swedavia AB och Sweco: Riksby, Linta Gårdsväg. Redovisning av PFAS-provtagning i yttlig jord.
Rapport daterad, 2021-01-19, reviderad 2021-04-22. Uppdragsnummer 30004640.047

Swedavia AB och Sweco: Riksby, övriga områden. Redovisning av PFAS-provtagning i yttlig jord.
Rapport daterad 2021-04-22. Uppdragsnummer 30004640.047

Swedavia AB och Sweco: Dagvattenutredning. Flödesmätning och provtagning av PFAS på Bromma
Airport. Rapport daterad 2021-06-04. Uppdragsnummer 30004640.030

Swedavia AB och Sweco: Åtgärdsutredning PFAS, Gamla brandövningsplatsen, Bromma Airport.
Rapport daterad 2022-06-29, rev 2022-09-30. Uppdragsnummer 30004640.160

Svenskt Vatten: Publikation P110, Avledning av dag-, drän- och spillvatten, 2019

SVOA & Calluna: Dagvattenkontroll Bromma och Lövsta återvinningscentral, nov 2021 (2021-12-22)
SVOA & Calluna: Dagvattenkontroll Bromma och Lövsta återvinningscentral, apr 2022 (2022-05-03)
SVOA & Calluna: Dagvattenkontroll Bromma och Lövsta återvinningscentral, maj 2022 (2022-06-17)

WSP och Stockholm stad Exploateringskontoret:
Detaljplan för, Riksby 1:13 m.fl. vid Linta Gårdsväg, 2017–16020,
Åtgärdsutredning med avseende på spridning av PFAS till recipient, 2023-04-28

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Box 574
201 25 Malmö
Besök: Jungmansgatan 10

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com



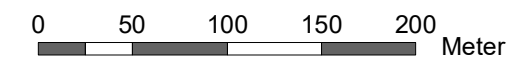
Ritad av: E. Christiansen & M. Johansson

© Open Stockholm, Lantmäteriet

Datum: 2023-06-22

A3, Skala: 1:4 000

Koordinatsystem: SWEREF 99 18 00



Teckenförklaring

Grundvattenrör | PFAS ng/l

Pumpstation för dagvatten

Planområdesgräns

Dagvattenmagasin

Byggnadsgeologiska

Jordart

Berg i dagen

Lera

Morän

Grundvattenrör PFAS-halt ng/l:

Blått: Dec 2018-Mars 2019

Rosa: 2020 / feb 2021

Grönt: Aug-Sept 2021

Rött: Mars 2022

Turkos: Mars 2023

PFAS-undersökning SWEKO

Teckenförklaring

OmråderProvtagning

Summa PFAS 11 (µg/kg TS)

<LOQ

0,010 - 3,0

3,1 - 20

21 - 100

110 - 500

510 - 1 000

1 100 - 10 000

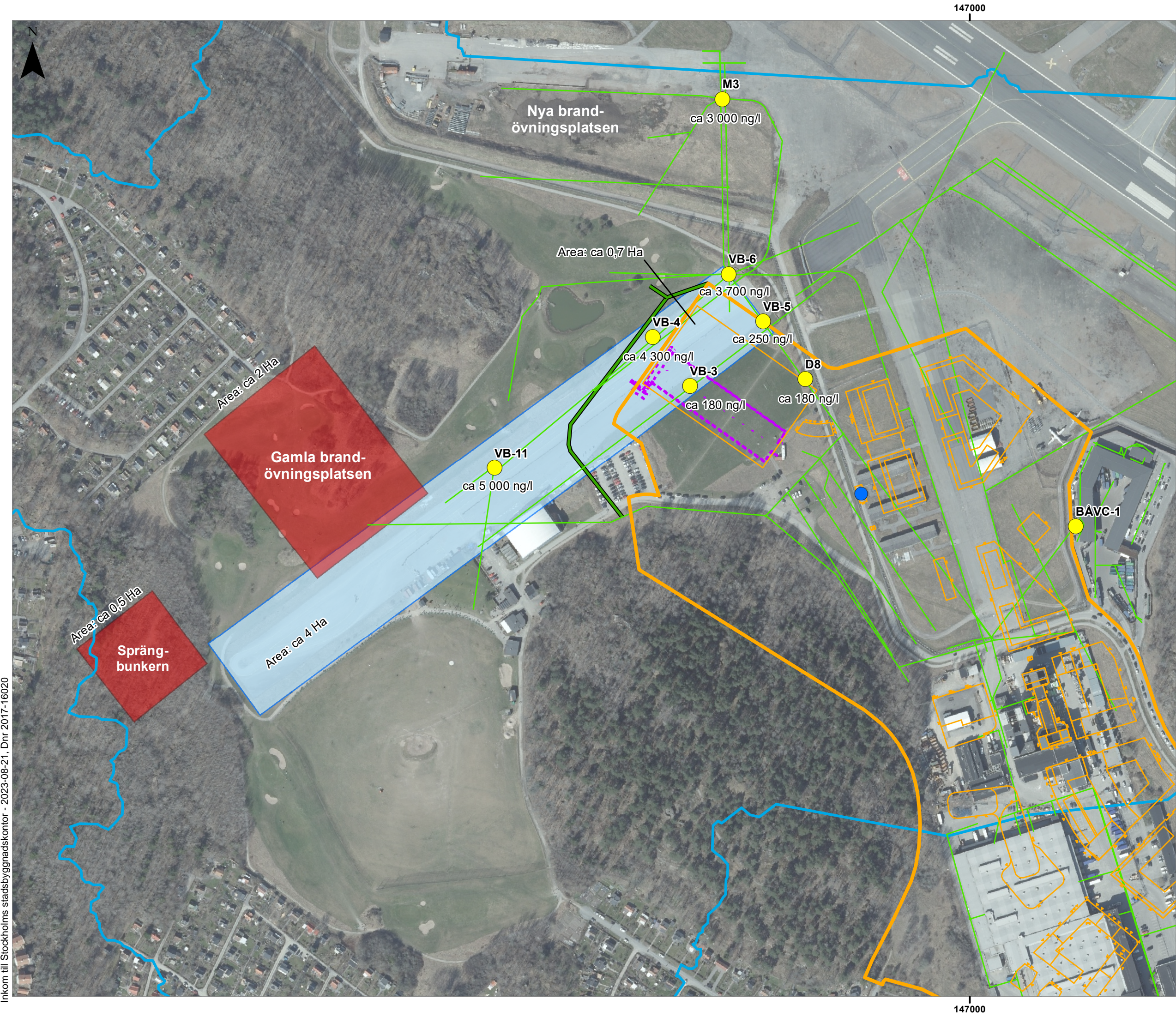
11 000 - 100 000

110 000 - 210 000

Lagret visande PFAS-undersökning:

"RIT samlad.pdf" - SWEKO 2021

Bilaga 1



Projekt: Linta Gårdsväg

Ritad av: E. Christiansen & M. Johansson

© Open Stockholm, Lantmäteriet

Datum: 2023-06-22

A3, Skala: 1:3 000

Koordinatsystem: SWEREF 99 18 00



Teckenförklaring

- Planområdesgräns
- Dagvattenbrunnar
- Befintliga ledningar | enligt arkiv
- Tolkat delavrinningsområde
- Omledning dagvatten
- Dagvattenmagasin
- Primär plym PFAS
- Sekundär plym
- Pumpstation för dagvatten

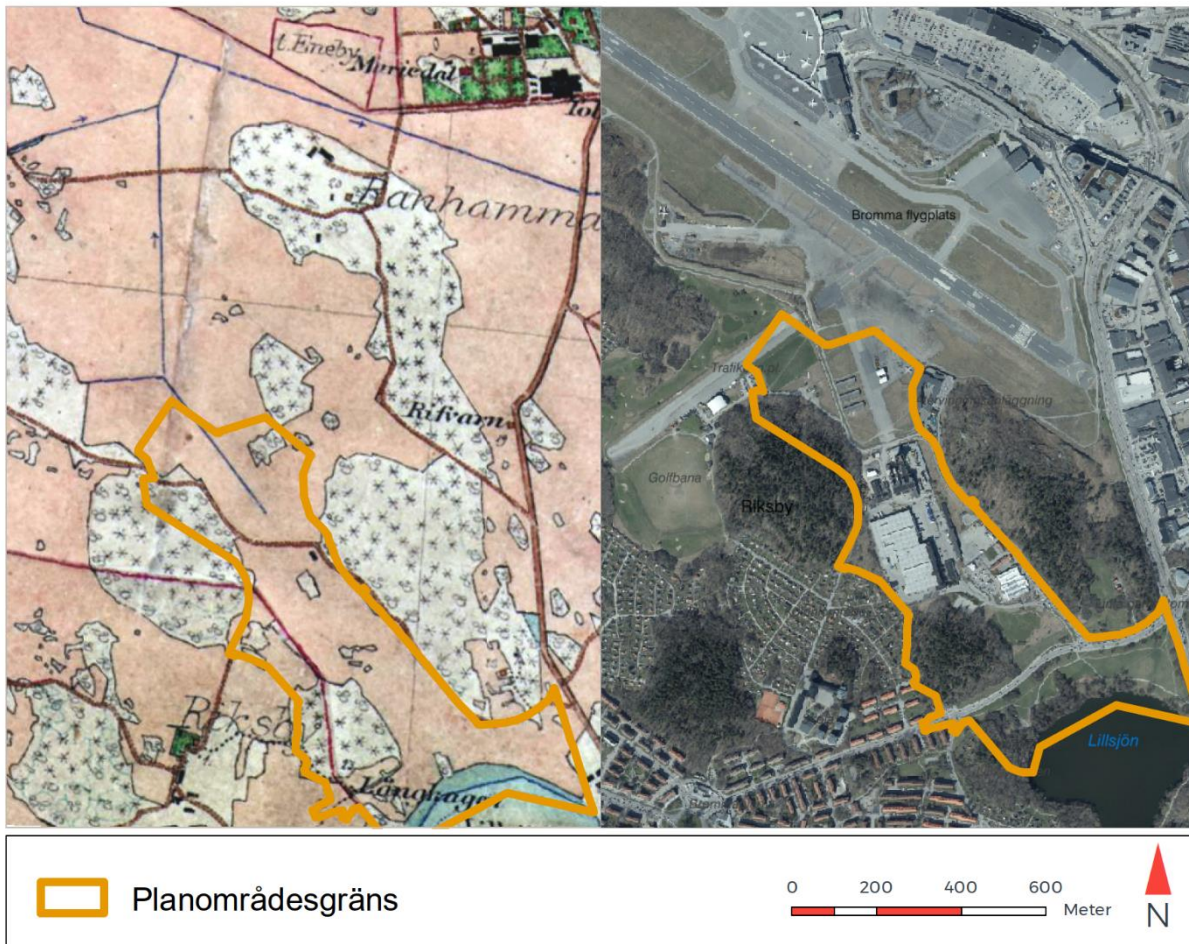
Lagren över befintliga ledningar
är från CAD-filerna:

"bef dagvatten inklusive dike digitaliserat.dwg"
"Befledningar_enligt arkiv.dwg"

Bilaga 2

LINTA GÅRDSVÄG

SAMMANFATTANDE HYDROLOGIRAPPORT INKL. SPRIDNINGSMÖNSTER OCH MÄNGDER AVSEENDE PFAS - BERÄKNINGSBILAGA



2023-06-22

Detaljplan för Riksbys 1:13 m.fl. vid Linta gårdsväg Centrala Bromma, Riksbys, etapp 1
Dnr 2017-16020



Linta Gårdsväg

Sammanfattande hydrologirapport inkl. spridningsmönster och mängder avseende PFAS - Beräkningsbilaga

Uppdragsnamn	Centrala Bromma-Riksby - Geohydrologi
Uppdragsnummer	10284362
Författare	Mattis Johansson
Datum	2022-11-10
Ändringsdatum	2023-06-22
Granskad av	Mats Hagman
Godkänd av	Mattis Johansson

KUND

Stockholms stad - Exploateringskontoret

KONSULT

WSP

Box 574
201 25 Malmö
Besök: Jungmansgatan 10
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Mattis Johansson
mattis.johansson@wsp.com
010-722 93 89

Mats Hagman
mats.hagman@wsp.com
010-722 63 02

INNEHÅLL

1	Bromma flygplats – Bakgrund om PFAS	4
1.1	Beräknade och uppmätta dagvattenflöden	5
1.2	PFAS – Provtagning i dagvattenbrunn M3	6
1.3	PFAS – uppmätta halter i grundvatten och dagvatten	6
2	PFAS – Mängder	6
2.1	Primär plym – brandövningsplats	7
2.2	Sekundär plym	9
2.3	Förorening vid flygplats	9
2.4	Diffus förorening norr om Gamla brandövningsplatsen	11
2.5	Bromma ÅVC	11
2.6	Diffus förorening norr om vattendelare	11
2.7	Diffus förorening söder om vattendelare	12
2.8	Summering masstransport	13
2.8.1	Masstransport baserat på flödesmätningar 2020 - 2021	13
2.8.2	Masstransport baserat på flöden för ett "normalår"	13

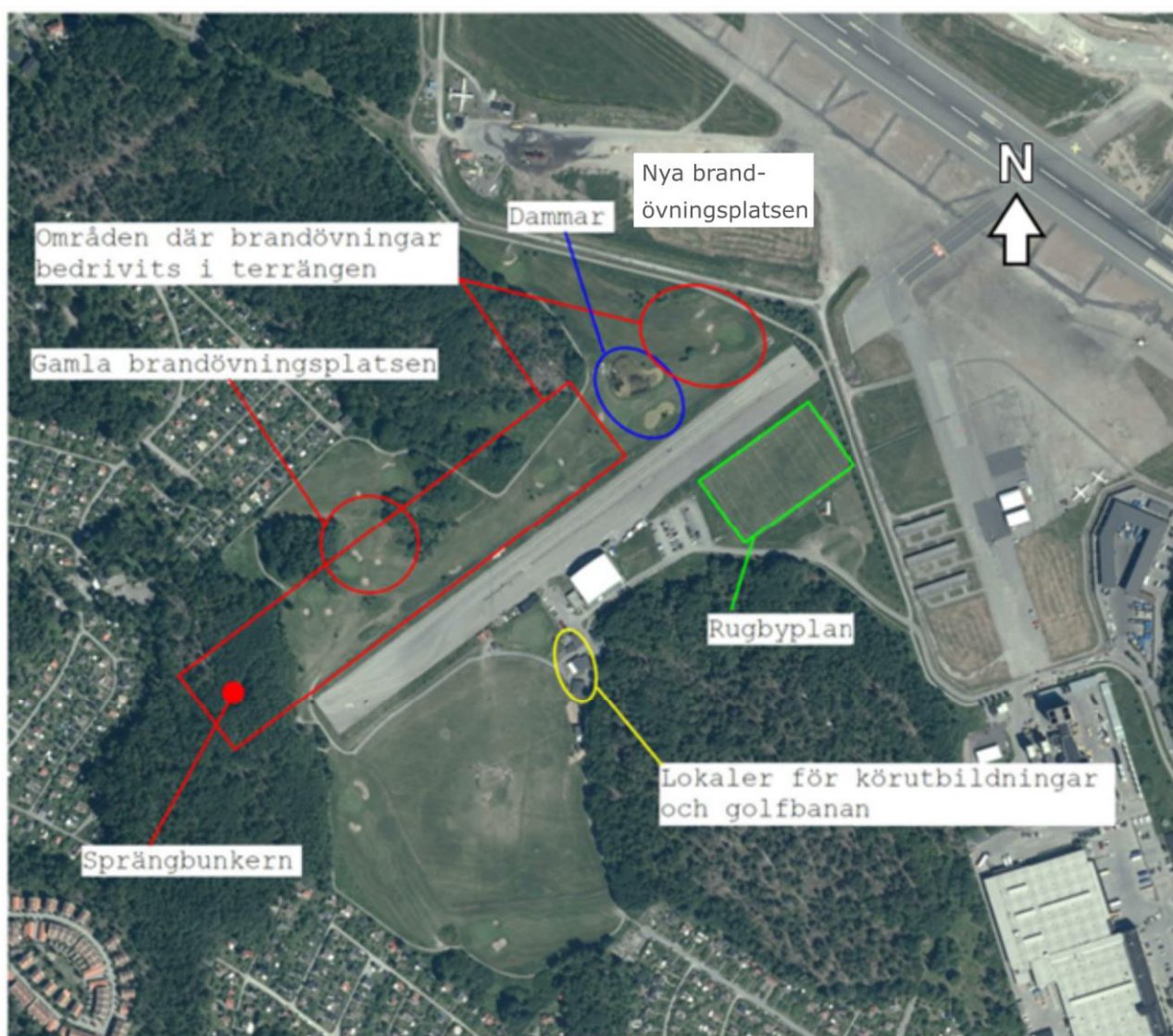
1 BROMMA FLYGPLATS – BAKGRUND OM PFAS

Närheten till Bromma flygplats och tillhörande brandövningsplatser innebär även närhet till PFAS-föroreningar i jord- och grundvatten, Figur 1. En kommande temporär grundvattensänkning kan komma att påverka transporten av PFAS-föroreningen i grundvatten. De nu kända, mest förorenade delarna, befinner sig utanför detaljplanens avgränsning (se karta på framsida), men dagvattenmagasinet och pumpstationens placering i den planerade detaljplanens norra del (vid nuvarande Rugbyplan, Figur 1) befinner sig geografiskt nära.

I en text från Swedavias undersökningar från 2013 anges att:

"Dagvattenledningarna är inte tätta utan är så kallade infiltrationsledningar, vilket medför att det ytliga grundvattnet kan tränga in i rören. Med hjälp av infiltrationsledningar kan den ytliga grundvattenytans nivå kontrolleras och hållas mer konstant."

Någon definitiv gräns mellan dagvatten och grundvatten blir därmed svår att sätta vilket innebär att nederbörd som infiltrerar i omättad zon kan transportera en löst förorening.



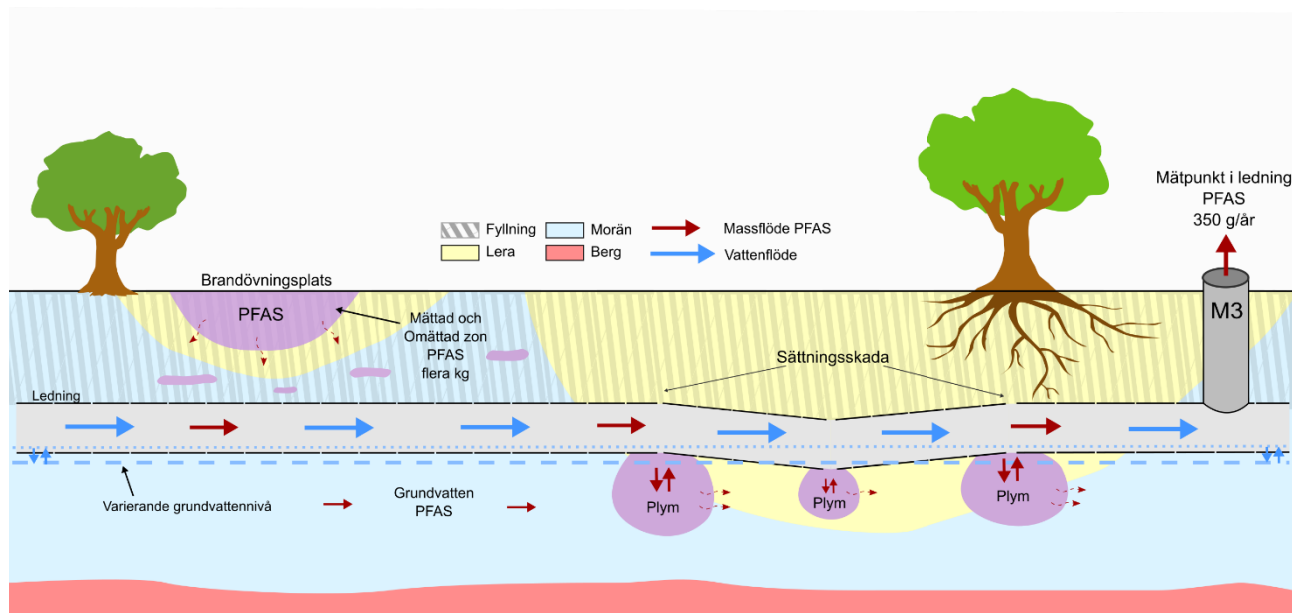
Figur 1. Figur 2.2 från Sweco och Swedavias rapport daterad 2022-09-30. Utbredning av terrängövningsområden är mycket ungefärliga och baseras på svar från intervjuer från personal som arbetat på flygplatsens brandkår (Sweco, 2019). Figuren har modifierats genom att läge för Nya brandövningsplatsen lagts in i bilden.

Betraktas uppmätta halter av PFAS 11 i dagvattenbrunnar visar dessa högre värden närmare Gamla brandövningsplatsen, för att sedan minska mot öster. Liknande mönster kan även ses vid provtagning i grundvattenrör.

I Swecos rapport daterad 2022-09-30, på uppdrag av Swedavia, anges det i avsnitt 3.3 att undersökningar 2020–2021 visade att uttransport av PFAS (PFAS 11) från flygplatsområdet till recipient uppskattades till 500 – 1000 gram PFAS per år.

1.1 BERÄKNADE OCH UPPMÄTTA DAGVATTENFLÖDEN

För perioden mars 2020 – mars 2021 har en total avrinning (dagvatten och grundvatten) på 200 000 m³/år beräknats för aktuellt område (ca 1 km² eller 100 hektar). Beräkningen har uppskattats med hjälp av SMHI:s S-Hype-modell och sedan stämts av mot uppmätta flöden i dagvattenbrunn M3 (se Figur 2 och 3). Eftersom M3 befinner sig geografiskt nära anses den mest intressant för detta ändamål. Nedan redogörs först för de dagvattenflöden som beräknats teoretiskt och därefter redogörs resultatet av uppmätta flöden. I Figur 2 presenteras en konceptuell modell över PFAS-transport i ledningar och grundvatten.



Figur 2. Konceptuell modell över transport av PFAS från brandövningsplats (primär plym) via ledningar och grundvatten. Årstidsberoende utläckage/inläckage ger sekundära plymer av PFAS längs ledningar. Ledningar förväntas ha varierande kondition. På Bromma flygplats finns en mätpunkt benämnd M3 där masstransporten av PFAS uppskattats till 350 gram/år.

Beräkningar av dagvattenflöde har utförts för flera dagvattenbrunnar (M1-M6) åren 2016-2020 (Swedavia, 2021-06-04, tabell 19, s.21). Eftersom en stor del av ytorna på och invid Bromma flygplats är mer eller mindre hårdgjorda avrinner en stor andel av nederbörden som ett dagvattenflöde. Dagvattenflödet som passerar dagvattenbrunn M3 har uppskattats till drygt 100 000 m³/år, med undantag för torråret 2018 (Swedavia, 2021-06-04, tabell 19, s.21).

Flödesmätningar utfördes från mars 2020 till mars 2021 i flera dagvattenbrunnar, varav dagvattenbrunn M3 mättes 2020-03-13 – 2021-03-17 (Swedavia, 2021-06-04, tabell 1, s.2). Mätdata (drygt 230 000 mätillfällen) har erhållits av Swedavia. Mätfrekvens var en mätning varannan minut och aritmetiskt medelvärde för samtliga registrerade mätningar bestämdes till 4,3 l/s (130 000 – 140 000 m³/år). När rå flödesmätdata summerades erhöles ett årsflöde genom dagvattenbrunn M3 i storleksordningen 120 000 m³/år. Då det konstaterades att en mindre del av flödesdata (knappt 3%) hade registrerats som negativa tal, och att det inom mätperioden fanns en period (2020-08-04 – 2020-09-06) då flödesdata inte registrerades, justerades beräkningarna för dessa osäkerheter. Då kunde årsflödet genom brunn M3 uppskattas till 120 000 – 150 000 m³/år.

Med hjälp av SMHI:s S-Hype-modell har en total avrinning för mars 2020 - mars 2021 uppskattats till strax över 200 mm/år. Med ett avrinningsområde uppskattat till strax under 1 km² kan avrinning uppskattas till 200 000 m³/år. Med dessa uppgifter kan merparten av avrinningen uppskattas passera M3, omkring 60-75% av den totala avrinningen.

1.2 PFAS – PROVTAGNING I DAGVATTENBRUNN M3

Den årliga transporten av PFAS kan beräknas på två olika sätt. Då dessa metoder ger olika belopp, 150 gram/år respektive 350 gram/år, har ett konservativt angreppssätt valts, varför det högre beloppet används för vidare beräkningar. Nedan redovisas de två beräkningssätten samt slutsatser.

Det lägre årsbeloppet beräknades utifrån nio provtagningar i brunn M3 under juni och december 2020 och mars 2021 (se Swedavia AB och Sweco, 2021-06-04, bilaga 1) och baseras på dygnsflöden.

Betraktas utförd dagvattenprovtagning i kombination med dygnsflöden (se Swedavia AB och Sweco, 2021-06-04, tabell 11, s.15), redovisas nio dygn/tillfällen (i juni 2020, december 2020 och mars 2021). Flödesdata för enskilda dygn har multiplicerats med motsvarande uppmätt koncentration. Resultaten (transporterad mängd PFAS 11) varierar mellan 0,11 gram/dygn (3 juni 2020) och 1,2 gram/dygn (9 dec 2020), med medianvärde (0,36 gram/dygn), geometriskt medelvärde (0,35 gram/dygn) och aritmetiskt medelvärde (0,45 gram/dygn). Om nyss angivna median- och medelvärden multipliceras med 365 dygn fås ett årsbelopp för PFAS-transport i storleksordningen 150 gram/år.

Det högre årsbeloppet beräknades utifrån samma nio provtagningar i brunn M3 (under juni och december 2020 och mars 2021, se Swedavia AB och Sweco, 2021-06-04, bilaga 1), men med fokus på årsmedelhalt och årsflöde. Resultaten (PFAS 11) varierar mellan 1 300 ng/l (juni 2020) och 5 200 ng/l (mars 2021), med ett aritmetiskt medelvärde på ca 3 000 ng/l. Medianvärde och geometriskt medelvärde motsvarar ca 2 700 ng/l. Andelen PFOS i jämförelse med PFAS 11 i dessa provtagningar motsvarar 25–40 %.

Det högre årsbeloppet baseras därför på aritmetiskt medelvärde på uppmätta PFAS-koncentrationer (3 000 ng/l) multiplicerat med ett årsbelopp (118 000 m³/år) för flödet (Swedavia, 2021-06-04, tabell 21, s.24). Denna beräkning ger med andra ord en PFAS-transport på 350 gram/år.

Substansen PFOS diskuteras ibland som separat substans, men ingår också som en delmängd i de olika PFAS-benämningarna. Med syftet att överslagsmässigt uppskatta mängden PFOS som andel av total PFAS i andra beräkningar i aktuell rapport, görs ansatsen att PFOS-halten motsvarar ca 50% av PFAS-halten.

1.3 PFAS – UPPMÄTTA HALTER I GRUNDVATTEN OCH DAGVATTEN

Uppmätta värden från provtagning i grundvatten och dagvatten illustreras i Bilaga 1. Tydliga halter PFAS 11 finns i anslutning till brandövningsplatser och halkbanan (gamla landningsbanan, se Bilaga 1), vilket alltså styrker det förväntade spridningsmönstret (Golder, 2019), (Swedavia/ Sweco, 2019), (Swedavia/ Sweco, 2021), (Swedavia/ Sweco, 2022) och (Geosigma, 2022-12-19).

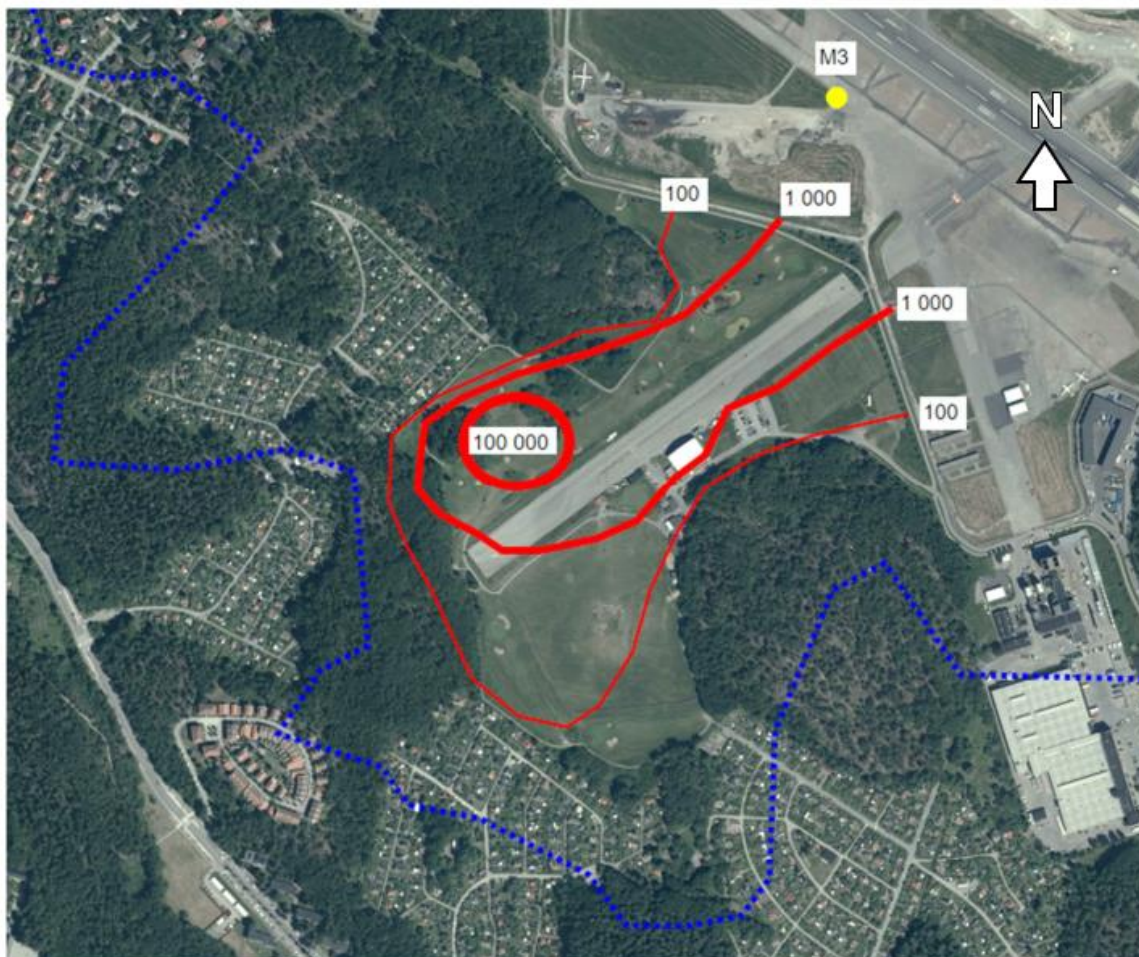
2 PFAS – MÄNGDER

I detta kapitel diskuteras beräknade mängder av PFAS från olika områden på och invid Bromma flygplats. Om inget annat anges avses benämningen av PFAS som summahalten av PFAS 11. I texten beskrivs områden och dess PFAS-innehåll antingen som en del av en plym eller som en diffus förorening. Gränsen mellan dessa är haltberoende: halter över 1000 ng/l i grundvatten ses som en plym medan halter under 1000 ng/liter ses som diffus förorening. Figur 3 nedan visar en schematisk bild av PFAS-halter i grundvattnet, framtagna vid Swedavias undersökningar. Linjen som betecknas "1000" anger en ungefärlig gräns mellan plym och förväntad diffus förorening.

Främst brandövningsplatser, men även halkbana och landningsbanor, har tolkats innefatta förorenings-polymer. Detta beror dels på Swedavias rapportering och beskrivning av verksamheten, dels på den

provtagning som utförts (se Bilaga 1). Diffusa föroreningar antas förekomma i närområden där PFAS påträffats vid provtagning men där förekomsten inte har någon tydligt definierad utsläppspunkt. Det finns dock undantag i form av Sprängbunkern strax sydväst om halkbanan (se även Bilaga 1 och Figur 4) samt befintligt flygplatsområde i figurens östra parti. Dessa delar har också tolkats som plymer i detta sammanhang. För flygplatsområdet finns dock relativt lite data tillgänglig.

Nederbörden bidrar med PFAS-halter motsvarande 0–5 ng/l enligt kapitel 13. Figur 3 visar tolkade undersökningsresultat från Swedavias och Swecos undersökningar.



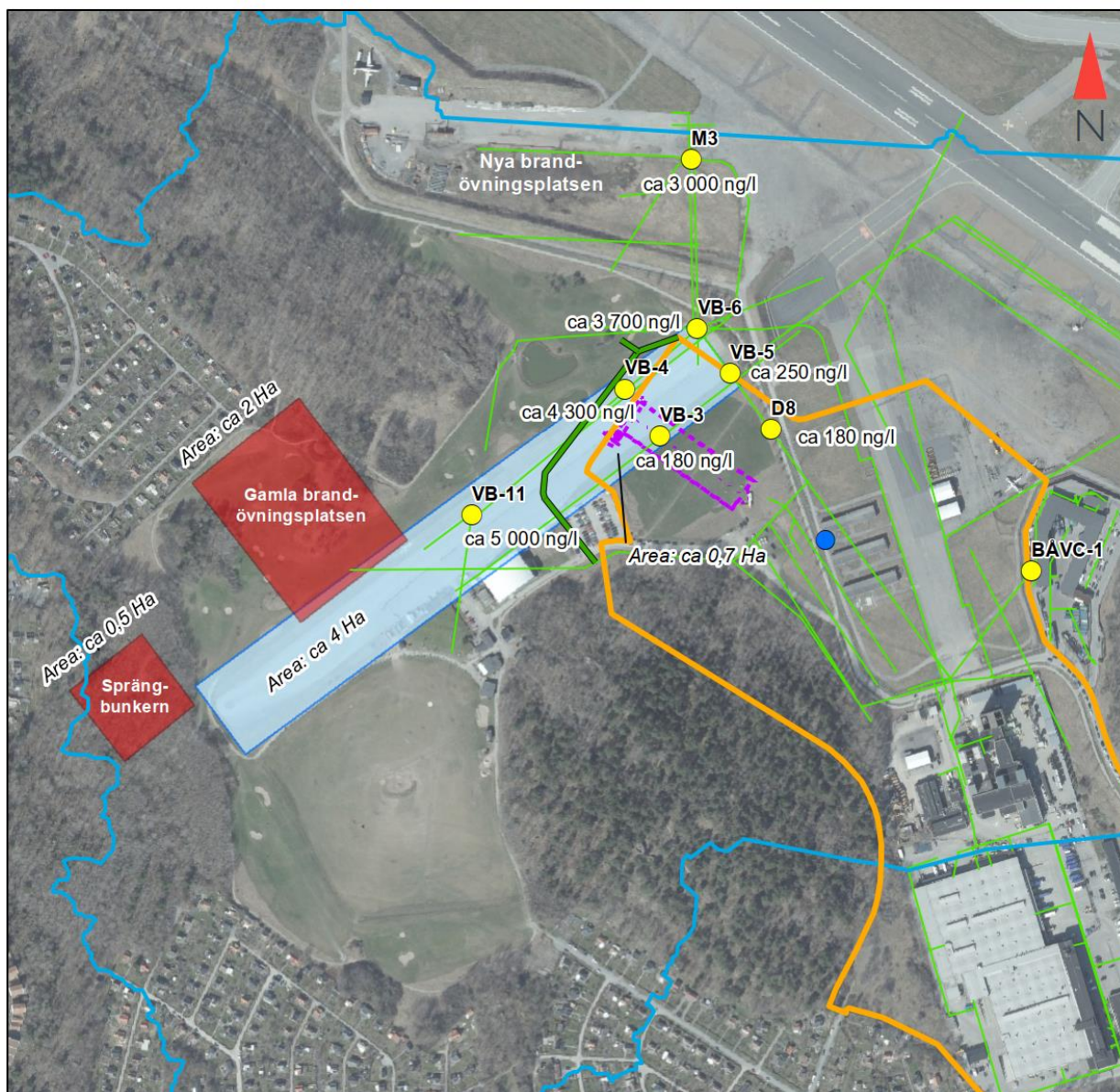
Figur 3. Schematisk bild av PFAS-halter (PFAS 11) i grundvattnet (ng/l), dagvattenmätarpunkten M3 samt tolkad vattendelare (blåprickad linje). Utdrag ur Swedavia AB och Sweco: Åtgärdsutredning PFAS. Gamla brandövningsplatsen, Bromma Airport., 2022-06-29, rev 2022-09-30. Uppdragsnummer 13007143; Figur 3.1 sidan 14.

2.1 PRIMÄR PLYM – BRANDÖVNINGSPLATS

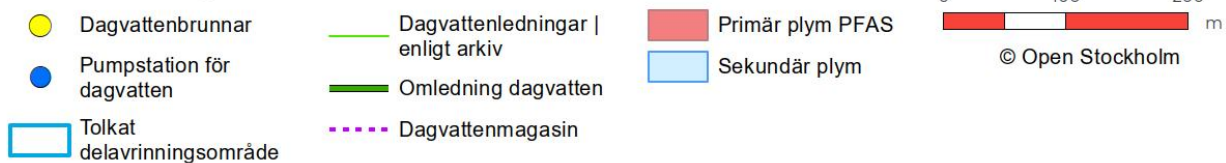
Masstransporten av PFAS 11 i primär PFAS-plym (från brandövningsplats och Sprängbunkern, markerade som röda områden i Figur 4 och Figur 5) har beräknats till 300 gram/år. I detta stycke redogörs för beräkningar samt den förväntade effekten i kommande bygg- och driftskede.

Baserat på en uppskattad yta om 2,5 hektar (25 000 m²) och ett uppmätt koncentrationsintervall på 10 000 - 260 000 ng/l har primär plym en förenklad ansatt koncentration på 50 000 ng/l (angett som summahalten av PFAS 11). Detta baseras på en årsvis antagen jämvikt mellan utlakad PFAS och borttransporterad PFAS. I kombination med en avrinning på ca 6 000 m³/år (240 mm/år) norrut mot flygplatsområdet har en masstransport av PFAS 11 beräknats till storleksordningen 300 gram/år.

Vid byggande av Linta Gårdsväg, Centrala Bromma, Riksby etapp 1 förväntas avrinnande dagvatten och grundvatten från denna yta ledas mot flygplatsområdet på liknande sätt som idag. Därmed beräknas masstransporten av PFAS 11 (300 gram/år) att även i ett framtida driftskede ledas mot Bromma flygplats.



Teckenförklaring



Figur 4. Schematisk bild av halter av PFAS 11 i dagvattenbrunnar (ng/l) samt dagvattenmätpunkten M3. Uppmätta halter visar högre belopp nära Gamla brandövningsplatsen för att sedan minska mot öster. Ledningar inom detaljplanen kommer ersättas med nya. Läge och kondition för ledningar kring halkbanan är osäkra.

2.2 SEKUNDÄR PLYM

Masstransporten av PFAS 11 i den sekundära plymen (markerad som blått område i Figur 4 och Figur 5) har beräknats till 50 gram/år. I detta stycke redogörs för beräkningar samt den förväntade effekten i kommande bygg- och driftskede.

Baserat på en uppskattad yta om 40 000 m² (4 hektar) och ett koncentrationsintervall motsvarande 1 000 – 10 000 ng/l har den sekundära PFAS-plymen, via grundvatten och utläckage från ledningar, en förenklad ansatt koncentration på 5 000 ng/l. Denna baseras på en årsvis antagen jämvikt mellan utlakad PFAS och borttransporterad PFAS. I kombination med en avrinning i storleksordningen 10 000 m³/år norrut mot flygplatsområdet kan en masstransport av PFAS beräknas till storleksordningen 50 gram/år.

PFAS 11 i den sekundära plymen fylls även på från primära plymen, vilken transporteras österut i och omkring mer eller mindre täta ledningar.

Vid byggande av Linta Gårdsväg, Centrala Bromma, Riksby etapp 1 förväntas avrinnande dagvatten och grundvatten från merparten av denna yta ledas mot flygplatsområdet på liknade sätt som idag. Därmed beräknas masstransporten av PFAS (50 gram/år) att ledas mot flygplatsområdet även i ett framtida scenario. De ytor där förändring förmodas ske motsvaras av de östligaste partierna av halkbanan som i etapp 1 omvandlas till dagvattenmagasin och gator.

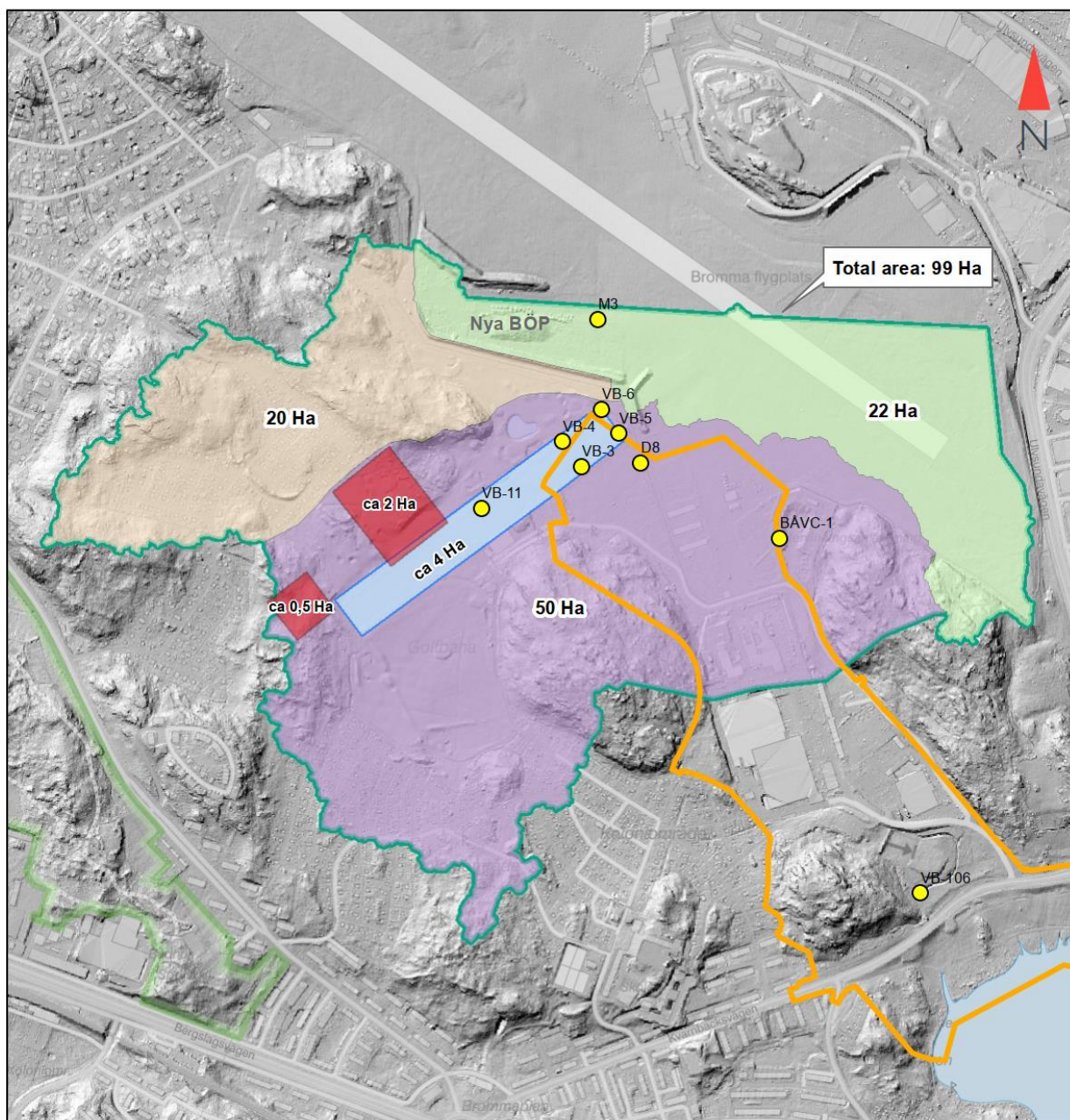
2.3 FÖRORENING VID FLYGPLATS

En osäkerhet i föreliggande beräkningsansats är befintligt flygplatsområde, eftersom det finns en brist på undersökningar avseende PFAS.

Vid ett framtida byggande av Linta Gårdsväg, Centrala Bromma, Riksby etapp 1 förväntas dagvatten och grundvatten inom flygplatsområdet avrinna mot punkten M3 (Figur 5) på ett liknade sätt som idag. Området inrymmer Nya brandövningsplatsen samt landningsbanor – förhållanden som liknar förhållanden vid den sekundära plymen (avsnitt 2.2) har därför ansatts.

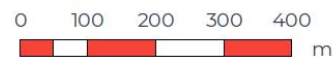
Transporten förväntas ske via grundvatten och ledningar med en koncentration på 4 000 ng/l (se Figur 3 och Figur 5 – grönt område). I kombination med en avrinning i storleksordningen 50 000 m³/år norrut mot flygplatsområdet har en masstransport av PFAS beräknats till storleksordningen 200 gram/år.

Flygplatsområdets yta är omkring 220 000 m² (22 hektar) och ett ansatt koncentrationsintervall motsvarande 1 000 – 100 000 ng/l. Föroreningen förväntas i nuläget, via grundvatten och dagvatten, transporteras mot området invid mät punkt M3 (se Figur 3 och 5).



Teckenförklaring

- Dagvattenbrunnar
- Planområdesgräns
- Avrinningsområde | M3
- Primär plym PFAS
- Sekundär plym



© Open Stockholm

Figur 5. Schematisk bild av avrinningsområde för dagvattenbrunn/mätpunkten M3. Det lilamarkerade området inrymmer primär och sekundär PFAS-plym samt ett större område med diffus förorening. Beige/Gult område har förväntat låga PFAS-halter. Det grönmarkerade området i öst innefattar Nya brandövningsplatsen och förväntas innehålla områden med tydligt PFAS-innehåll, dessa halter är dock inte närmare kända. En parallell ledning med ett lägre uppmätt flödesbelopp samt grundvattentransport invid ledningar och fyllnadsmassor och naturliga jordar förväntas också bidra till totalavrinning.

2.4 DIFFUS FÖRORENING NORR OM GAMLA BRANDÖVNINGSPLATSSEN

För området norr om Gamla brandövningsplatsen (Figur 5) har en mer diffus PFAS-förorening ansatts med en förenklad ansatt koncentration 50 ng/l. Ansatsen baseras på en årsvis antagen jämvikt mellan utlakad PFAS och borttransporterad PFAS.

Viss provtagning har utförts mellan aktuellt område och Gamla brandövningsplatsen (exempelvis BMA.2109-se Bilaga 1) men det har inte funnits någon tillgänglig PFAS-provtagning för områdets centrala delar. Det beror sannolikt på att det anses ligga uppströms från såväl flygplats som brandövningsplatser (gul/beige område i Figur 5). Området har en yta på ca 200 000 m² (20 hektar) och ett koncentrationsintervall motsvarande 10 – 100 ng/l.

Den diffusa föroreningen förväntas i nuläget, via grundvatten och dagvatten, transporteras söderut förbi Gamla brandövningsplatsen och sedan vidare mot flygplatsens område.

Den diffusa föroreningen i avrinningsområdet har ansatts till mindre än 50 ng/l vilket i kombination med en avrinning i storleksordningen 50 000 m³/år norrut mot flygplatsområdet ger en beräknad masstransport av PFAS av storleksordningen 2 gram/år.

2.5 BROMMA ÅVC

Eftersom användningen av PFAS är utbredd i samhället, och eftersom uttjänta produkter innebär ett kvittblivningsbehov, så antas en del PFAS ha hanterats på lokala ÅVC-anläggningar.

Koncentrationer av PFAS vid Bromma ÅVC (Figur 5) har uppskattats utifrån provtagning av dagvatten. Prover togs i november 2021 samt april och maj 2022 i fyra olika provtagningspunkter (BÅVC1, BÅVC2, BÅVC3 och BÅVC 4). Punkten BÅVC1 avser utgående vatten medan övriga punkter ligger inom anläggningen. Uppmätta koncentrationer har vid BÅVC1 varierat mellan 19 ng/l och 270 ng/l.

Baserat på provtagningen har en ansats gjorts där grundvatten nära anläggningen och dagvatten från anläggningen tilldelats koncentrationen 300 ng/l.

Provtagningen finns rapporterad i följande rapporter:

- Dagvattenkontroll vid Bromma o Lövsta återvinningscentral, nov 2021 (SVOA & Calluna, 2021-12-22)
- Dagvattenkontroll vid Bromma o Lövsta återvinningscentral, april 2022 (SVOA & Calluna, 2022-05-03)
- Dagvattenkontroll vid Bromma o Lövsta återvinningscentral, maj 2022 (SVOA & Calluna, 2022-06-17)

Baserat på en årsvis antagen jämvikt mellan utlakad PFAS och borttransporterad PFAS har ett mer diffust PFAS-innehåll ansatts. Området utgörs av ÅVC och har ansatts en överslagsmässig yta på 10 000 m² (en hektar) och ett koncentrationsintervall motsvarande 10 – 1 000 ng/l. Den diffusa föroreningen förväntas i nuläget transporteras norrut mot flygplatsens område till dagvattenbrunn M3 (se Figur 4).

Den diffusa föroreningen i avrinningsområdet har ansatts med en förenklad koncentration 300 ng/l. I kombination med en avrinning i storleksordningen 2 000 – 3 000 m³/år norrut mot flygplatsområdet har en masstransport av PFAS beräknats till storleksordningen 1 gram/år. Flödet och masstransporten utgör en delmängd av beloppen i avsnittet nedan.

2.6 DIFFUS FÖRORENING NORR OM VATTENDELARE

Mellan halkbanan, ÅVC och topografiska höjder finns ett område på omkring 500 000 m² (50 hektar) med ett koncentrationsintervall motsvarande 10 – 1 000 ng/l. I Figur 5 har området markerats med lila färg, notera att både primär plym (2-3 hektar) och sekundär plym (4 hektar) finns inom området. Den diffusa föroreningen förväntas i nuläget transporteras norrut mot flygplatsens område via grundvatten och dagvatten (se Figur 3 och Figur 5). PFAS från primär eller sekundär plym redovisas separat i avsnitt 2.1 och avsnitt 2.2 ovan.

Diffus förorening i avrinningsområdet ansattes till 100 ng/l. I kombination med en avrinning i storleksordningen 120 000 m³/år norrut mot flygplatsområdet kan en masstransport av PFAS beräknas till storleksordningen 10 gram/år.

Vid byggande av Linta Gårdsväg, Centrala Bromma, Riksby etapp 1 förväntas avrinnande dagvatten och grundvatten från ungefär halva denna yta (lila markering i Figur 5) ledas mot den nya pumpstationen. Därmed beräknas också halva masstransporten av PFAS (storleksordningen 5 gram/år) att ledas mot Lillsjön i ett framtida scenario. Allt grundvatten förväntas dock inte läcka in till ledningsnätet.

Inläckage till ledningsnätet förväntas endast ske i mindre grad i ett nytt ledningsnät, och det finns ett åtgärdsprogram framtaget avseende PFAS-åtgärder som beskriver hur inläckage ska undvikas.

Betraktas nyckeltal i Svenskt Vattens publikation P110 så anges ett mått på inläckande vatten till ett ledningssystem till 0,05–0,15 l/s, hektar. Måttet är framtaget för att beräkna inläckage till ett spillvattensystem vid dimensionering men har tillämpats i denna utredning i brist på bättre schablonvärden. Måttet beskriver läck- och dräneringsvatten erfarenhetsmässigt som härrör från ledningar med otätheter pga skador, påkopplat dräneringsvatten och felkopplingar mellan spill- och dagvattenledningar. Baserat på en yta inom detaljplanen på storleksordningen 10 hektar, där ledningar ligger under grundvattenytan kombinerat med ett inläckage på 0,1 l/s, hektar samt PFAS-halter på 100 ng/l, kan masstransporten av PFAS mot Lillsjön i stället beräknas till 3 gram/år och vid avrundning motsvara storleksordningen 5 gram/år.

Slutsatsen av detta är att den tillkommande masstransporten av PFAS mot Lillsjön i ett framtida driftskede kan beräknas till storleksordningen 5 gram/år.

2.7 DIFFUS FÖRORENING SÖDER OM VATTENDELARE

Mellan Lillsjön och topografiska höjder finns en yta på omkring på 330 000 m² (33 hektar) med ett koncentrationsintervall motsvarande 10 – 100 ng/l. Ett mer diffust PFAS-innehåll har ansatts med en förenklad ansatt koncentration 50 ng/l. Detta baseras på en årsvis antagen jämvikt mellan utlakad PFAS och borttransporterad PFAS.

Provtagning utfördes av Golder i december 2018. I grundvattenrör 18GA14 (se Bilaga 1) mättes en PFAS11-halt motsvarande 95 ng/l. Provtagning redovisades i rapportering 2019-07-04, rev 2019-12-03. Söder om vattendelaren utfördes provtagning i ytterligare tre grundvattenrör. Resultaten i dessa motsvarade 0 ng/l (18GA04), 60 ng/l (18GA07), respektive 14 ng/l (18GA09).

Provtagning har senare utförts av Geosigma i december 2020 samt i februari 2021. Provtagning redovisades i rapportering 2022-12-19 (tabell 4 och tabell 7). I grundvattenrör 18GA14 (Bilaga 1) mättes en PFAS11-halt motsvarande 23 ng/l. Söder om vattendelaren utfördes provtagning i ytterligare sex grundvattenrör. Resultaten i dessa motsvarade 0 ng/l (18GA04), 11 ng/l (18GA07), 0 ng/l (18GA09), 0 ng/l (21GS408), 39 ng/l (21GS114) respektive 0 ng/l (21GS123).

Dessa områden har antagits ha något mindre PFAS-halter (50 ng/l) jämfört med norr om vattendelaren där halkbanan, den omedelbara närheten till flygplatsen och ÅVC förväntas höja PFAS-halterna. I kombination med en avrinning på ca 80 000 m³/år mot Lillsjön kan en masstransport av PFAS beräknas till knappt 5 gram/år.

Vid byggande av Linta Gårdsväg, Centrala Bromma, Riksby etapp 1 förväntas avrinnande dagvatten och grundvatten från denna yta ledas mot Lillsjön på liknade sätt som idag.

2.8 SUMMERING MASSTRANSPORT

I Figur 5 illustreras avrinningsområde för M3.

- Den största delen (ca 57 hektar, lilamarkerat) inrymmer de primära plymerna (Gamla brandövningsplatsen och Sprängbunkern 2-3 hektar) och en sekundär plym (ca 4 hektar, halkbana) samt ett område med ett mer diffust PFAS-innehåll. Den senare utgör storleksordningen 50 ha.
- I norr finns ett område (ca 20 ha, gulmarkerat) där PFAS-halter förväntas ligga jämförelsevis lågt (<50 ng/l).
- Flygplatsområdet i öster (ca 22 ha, grönmarkerat) förväntas innefatta områden med ett tydligt PFAS-innehåll. Kännedom om PFAS-halter i dessa delar är dock inte närmare kända. Området innefattar Nya brandövningsplatsen som också ligger nära anslutning till dagvattenbrunn M3.

2.8.1 Masstransport baserat på flödesmätningar 2020 - 2021

Överslagsberäkningar för perioden då flödesmätningar utfördes (mars 2020-mars 2021) ger en sammanlagd masstransport från de aktuella områdena i storleksordningen 500 gram/år (se Tabell 2). Detta kan jämföras med den masstransport motsvarande 350 gram/år som beräknades av Swedavia/Sweco baserat på vatten som passerat dagvattenbrunn M3 under perioden mars 2020-mars 2021.

Med ingångsvärdet att avrinning genom dagvattenbrunn M3 utgör merparten (60-75%) av total avrinning för aktuell period, blir också uppskattningarna förenliga med varandra, då 70% av ca 500 gram/år motsvarar ca 350 gram/år. Resterande del (ca 150 gram/år) förväntas transporteras som grundvatten, i ledningsgrav eller genom via en parallell ledning. Den parallella ledningen, genom dagvattenbrunn M4, visade vid flödesmätningen ett väsentligt lägre flöde och PFAS-provtagning genomfördes inte i denna mät punkt (Swedavia, 2021-06-04, tabell 12, s.16; tabell 19, s. 21).

Tabell 1. Årlig beräknad masstransport av PFAS-ämnen med ursprung i olika närliggande ytor (mars 2020- mars 2021). Merparten (60-75%) förväntas passera dagvattenbrunn M3.

	Färg i figur	Nettonederbörd (mm/år) - (SMHI)	Yta (hektar)	Ansatt Konc PFAS 11 (ng/liter)	Konc PFAS-11 Intervall (ng/liter)	Massflöde PFAS 11 (gram/år)
Primär plym Brandövningsplats	Röd	200	2,5	50000	10000 - 230000	250
Sekundär plym Halkbana	Blå	200	4	5000	1000 - 10000	40
Flygplatsområde	Grön	200	ca 22	4000	1000 - 100000	200
Diffus förorening	Lila	200	ca 50	100	1000 - 10000	10
Diffus förorening	Gul	200	ca 20	50	10 - 1000	2
Nederbörd		200	100	3	0 - 10	1
Summa						ca 500

2.8.2 Masstransport baserat på flöden för ett "normalår"

Nedanstående överslagsberäkning ger en masstransport motsvarande storleksordningen 600 gram/år från de aktuella områdena ett normalår (avrinning 240 mm/år), Tabell 3. Transporten förväntas ske i och invid ledningar nära dagvattenbrunn M3.

Vid dagvattenbrunn M3, där merparten av avrinningen (60-75%) och PFAS-transporten förväntas passera, kan en årstransport uppskattas till 350 – 450 gram/år. Resterande del (ca 150-250 gram/år) förväntas transporteras som grundvatten, i ledningsgrav eller genom via en parallell ledning.

Dessa tal kan anses förenliga med de uppskattningar som presenterats i Swecos rapport daterad 2022-09-30, på uppdrag av Swedavia. I denna anges det i avsnitt 3.3 att undersökningar 2020–2021 visade att uttransport av PFAS (PFAS 11) från flygplatsområdet till recipient uppskattades till 500 – 1 000 gram PFAS per år. Detta belopp innefattade dock även PFAS från ytor liggande längre nedströms inom flygplatsområdet.

Tabell 2. Årlig beräknad masstransport av PFAS-ämnen med ursprung i olika närliggande ytor (Normalår). Merparten (60-75%) förväntas passera dagvattenbrunn M3.

	Färg i figur	Nettonederbörd (mm/år) - (SMHI)	Yta (hektar)	Ansatt Konc PFAS 11 (ng/liter)	Konc PFAS 11 Intervall (ng/liter)	Massflöde PFAS 11 (gram/år)
Primär plym	Röd	240	2,5	50000	10000 - 230000	300
Brandövningsplats						
Sekundär plym	Blå	240	4	5000	1000 - 10000	50
Halkbana						
Flygplatsområde	Grön	240	ca 22	4000	1000 - 100000	200
Diffus förorening	Lila	240	ca 50	100	1000 - 10000	10
Diffus förorening	Gul	240	ca 20	50	10 - 1000	2
Nederbörd		240	100	3	0 - 10	1
Summa						knappt 600

Sammanfattningsvis bör antaganden för PFAS-innehåll i vatten kunna ses som konservativa i denna överslagsberäkning även om ytterligare resultat i mätdata hade beskrivit nuläget bättre.

Om källföroreningen av PFAS åtgärdas kommer situationen att ytterligare förbättras. Det som här har beaktats i överslagsberäkningar har utgått från befintlig situation, dvs utan att någon hänsyn tagits till en sådan förbättring.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Box 574
201 25 Malmö
Besök: Jungmansgatan 10

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com

