

Generalläkaren  
Att. Malin Höök  
107 85 Stockholm

e-post: malin.hook@mil.se

## Remiss ang. slutrapport om PFAS, Uppsala flygplats, Uppsala kommun

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har den 27 maj 2015 från Generalläkaren, som är tillsynsmyndighet för Försvarsmakten, erhållit rubricerat ärende för yttrande. Med anledning härav vill SGU framföra följande:

### Sammanfattning

SGU bedömer att beskrivningen av hydrogeologiska förhållanden och de beräkningar och bedömningar som gjorts i slutrapporten avseende föroreningsituation, utspädning och spridning av PFAS-föroreningar från Uppsala flygplats är behäftade med feltolkningar och brister.

Utifrån områdets hydrogeologi och det som framgår i underlaget avseende PFAS-användning, spridningsvägar och föroreningsituation bedömer SGU att bidraget från Uppsala flygplats av PFAS-förorening till Uppsalas dricksvatten är betydligt mer omfattande än den slutsats som dras i föreliggande underlag. Bidraget från eventuella andra källor är oklart och behöver utredas vidare, särskilt bidraget från släckningen av torvbranden. Det är dock SGUs preliminära bedömning att de alternativa föroreningsplatser som nämns i underlaget är av underordnad betydelse. SGU bygger sin bedömning på myndighetens kunskap om Uppsalaåsens hydrogeologi och de uppgifter som lagts fram i underlaget.

SGU anser det vara motiverat med en mer omfattande PFAS-kartläggning och -provtagning av mark och grundvatten över hela Ärnaområdet, liksom av förorenings- och spridningssituationen i bergrum och ledningsnät. Vidare menar SGU att insatser bör göras omgående för att sanera och/eller begränsa den pågående PFAS-spridningen från kvarvarande föroreningskällor vid Ärna i jord, grundvatten, ledningar och bergrum.

### SGUs roll och uppgifter

Till SGUs huvuduppgifter hör att tillhandahålla geologisk information och kunskap för samhällets behov, och att föra fram geologins betydelse för samhället och miljön.

Ifråga om hydrogeologisk information tar vi fram kartunderlag och databaser som bland annat beskriver större grundvattenmagasin. För Uppsalaåsen, som är en av Sveriges viktigaste grundvattentillgångar, finns en grundvattenkarta i skala 1:50 000 som ger en översiktlig bild av bland annat grundvattenmagasinets utbredning, hydrauliska egenskaper, tillrinningsområde, anslutande ytvattensystem, förekomst av tätande lager, vattendelare och grundvattnets strömningsriktning, samt en klassificering av bedömd uttagsmöjlighet. Se bilaga A.

SGU är en miljömålsmyndighet med särskilt ansvar för miljökvalitetsmålet *Grundvatten av god kvalitet*. Vi utfärdar även föreskrifter till vattenmyndigheterna om hur grundvatten ska förvaltas enligt ramdirektivet för vatten. Dessutom arbetar SGU aktivt med undersökning och sanering av förorenade områden, som ett led i arbetet med att uppnå miljökvalitetsmålet *Giftfri miljö*. Som en del av vårt arbete med att öka kunskapen om Sveriges hydrogeologi och främja miljömålsarbetet svarar SGU årligen på ett stort antal remisser.

SGU deltar i två nätverk som arbetar med frågor kring PFAS. Dels ett myndighetsnätverk som består av Livsmedelsverket, Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket, Havs- och Vattenmyndigheten, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, Statens Geotekniska Institut och Sveriges Geologiska Undersökning. Vi deltar även i ett större nationellt nätverk som informerar och diskuterar frågor kring PFAS.

SGU har tagit fram en geologisk 3D-modell över Uppsalaåsen baserat på information om jordlagerföljder och grundvattennivåer. SGU har kompletterat sina databaser med geologisk information från bl.a. Uppsala kommun. Den framtagna 3D-modellen har tillhandahållits Uppsala Vatten, och utgör ett underlag till den hydrogeologiska funktionsanalys de givit i uppdrag till Artesia och WSP att utföra. Den geologiska 3D-modellen som SGU tagit fram utgör ett pilotprojekt, och utförs som en del av våra myndighetsuppgifter (inte på uppdrag av någon aktör). Informationen kommer att tillgängliggöras för samhället, och finns redan idag tillgänglig vid förfrågan. SGU tillhandahåller gärna detta material till fler intressenter, t.ex. Generalläkaren och Försvarsmakten.

SGU utförde under 1990-talet ett antal hydrogeologiska utredningar på uppdrag av Fortifikationsförvaltningen, bl.a. en "Geologisk och hydrogeologisk beskrivning samt konsekvensbedömning av F16, Uppsala". Dessa utredningar har bl.a. utgjort underlag till den tillståndsansökan för F16 som Fortifikationsförvaltningen lämnade

in 1993. SGU utför inte längre denna typ av konsultuppdrag och har idag inget uppdrag åt Fortifikationsförvaltningen.

SGUs yttrande grundar sig på de data och den kunskap som myndigheten har om hydrogeologiska förhållanden och om undersökning och sanering av förorenade områden, samt vad som framgår i underlaget avseende PFAS-användning, spridningsvägar och föroreningssituation.

### **Geologi och hydrogeologi**

#### SGUs bild av de geologiska och hydrogeologiska förhållandena

Uppsala flygplats vid Ärna är belägen i anslutning till ett område med uppstickande morän- och bergkullar omgivna av lera. Höjdområdena med berg och morän utgör en vattendelare mellan de två isälvsstråken Jumkilsåsen och Uppsalaåsen. Denna vattendelare finns angiven i SGUs kartdatabaser. Se bilaga A. SGU vill poängtera att vattendelaren återspeglar en generaliserad bild av verkligheten och är avsedd som ett tolkningsunderlag i skala 1:50 000. Att i detalj ange vattendelarens exakta läge är svårt då bergöverytans nivå under mark inte är fullständigt känd. Detta är viktigt att ha i beaktande när man studerar vattendelaren mellan de två isälvsstråken. Vattendelaren i SGUs grundvattenkarta anges i syfte att visa tillrinningsområdena till Uppsalaåsen respektive Jumkilsåsen. Oavsett var man är inom verksamhetsområdet för Ärna flygplats så befinner man sig inom tillrinningsområdet till något av de två åsarna. På den västra sidan av uppstickande berg och moränhöjder kommer infiltrerande vatten att nå Jumkilsåsen. På den östra sidan av Ärna kommer infiltrerande vatten istället att nå Uppsalaåsens grundvattenmagasin.

Det grova isälvs materialet i de två åsarnas kärnor ger dem en dränerande funktion i landskapet. Dessa typer av djupt liggande åsar fungerar därmed som dräneringsdiken. Detta gör att infiltrerande vatten rör sig mot åsarna, för vidare transport längs strömningsriktningen. För Uppsalaåsen är strömningsriktningen från norr till söder och för Jumkilsåsen från nordväst mot sydost, till det område där Jumkilsåsen ansluter till och rinner ihop med Uppsalaåsen. Uppsalaåsen har ett grövre, mer stenigt material i åskärnan, jämfört med Jumkilsåsen. Ett grovt material medför en stor vattengenomsläpplighet både horisontellt och vertikalt. Detta innebär att åsar ofta har en djupt liggande grundvattenyta. Uppsalaåsens grundvattenyta ligger något lägre än grundvattenytan i Jumkilsåsen.

Underlagshandlingens beskrivning av de geologiska och hydrogeologiska förhållandena

I inkommet underlag ges en beskrivning av geologin och hydrogeologin över området kring Ärna/Uppsala flygplats, vilken SGU anser innehåller ett antal brister.

SGU anser att det är viktigt att se morän- och bergområdena vid Uppsala flygplats i sitt större sammanhang och att det föreligger en hydraulisk kontakt mellan dessa områden och grundvattenmagasinen i de två åsarna. Så som beskrivningen nu är formulerad framgår det inte tillräckligt tydligt att Uppsala flygplats utgör en del av tillrinningsområdena till både Jumkilsåsen och Uppsalaåsen.

Angående skrivningen på sid 19 i Niras slutrapport om grundvattenbildningen i ler- respektive berg- och moränområdena, så menar SGU att det inte är sannolikt att större delen av nederbörden i dessa områden dräneras till närliggande ytvattendrag. Istället bedömer SGU att merparten av vattnet som infiltrerar i berg- och moränområdena tar sig mot åsen. Vad gäller grundvattenbildningen som sker på lerområdena så instämmer SGU i bedömningen att det sker en viss avrinning i de diken som ansluter till Fyrisån och att ytlig avrinning till denna även kan ske i skikt av svallsediment (sand/silt) i och ovanpå leran. Dock anser SGU att det är olyckligt att genomgående beskriva lerlager som täta. Lerlagren kan fungera ”tätande”, dvs. infiltration av vatten sker långsamt genom leran. Graden av genomsläpplighet styrs av lerans mäktighet. SGU vill poängtera att lerlagren blir tunnare i anslutning till uppstickande berg- och moränområden.

I beskrivningen av de geologiska förhållandena vid Ärna saknas uppgifter om urgrävning, schaktning och återfyllning som skett i samband med anläggandet av flottiljen. Då fyllningsmassor ofta har en större vattengenomsläpplighet än naturliga jordar, har denna typ av information stor betydelse för bedömning av infiltrationsmöjligheter och spridningsvägar.

I underlaget på sidan 19 i slutrapporten står vidare en beskrivning av möjliga spridningsvägar med beaktande av geologin. SGU anser att den bild som ges i rapporten är ofullständig: *"Grundvattendelaren sammanfaller sannolikt med det uppstickande bergparti som förekommer centralt inom brandövningsplatsen. På den västra sidan av vattendelaren är grundvattenströmningen riktad mot sydväst, dvs mot Fyrisån/Jumkilsåsen. Öster om vattendelaren är grundvattenströmningen riktad mot nordväst. Som ovan nämnts föreligger en möjlighet till hydraulisk förbindelse mellan*

*moränakviferen vid Ärna flygbas och Uppsalaåsen via den underjordiska Jumkilsåsen.*"  
Risken för spridning av föroreningar från Uppsala flygplats direkt till Uppsalaåsen lyfts således inte tillräckligt tydligt i Niras slutrapport. SGU menar att de faktorer som bör beaktas i beskrivningen av risken för spridningen österut är bl.a. lägena för brandskumsanvändning och infiltrationsområden samt spridningsvägar via grundvatten, diken och ledningsgravar liksom risken för läckage från berggrummet via sprickor i berggrunden (se nedan). Man bör även beakta osäkerheten i läget för gränsen mellan tillrinningsområdet till Jumkilsåsen respektive till Uppsalaåsen - inklusive betydelsen av grundvattennivåns årstidsvariation när det gäller strömningsmönstret i området där Jumkilsåsen ansluter till Uppsalaåsen.

### Utspädningsförhållanden

Den utförda beräkningen av föroreningsutspädning utgår från en konceptuell modell som bygger på att en total omblandning av föroreningar sker utmed hela åsavlagringens bredd. SGU anser att detta antagande är en alltför stor förenkling, som innebär att de beräknade tvärsnittsareorna där spridning av PFAS sker är överskattade för både Jumkilsåsen och Uppsalaåsen. SGU gör bedömningen att den större delen av föroreningstransporten sker i en begränsad del av åsbredden. Vidare gör den varierande kornstorleken i åsmaterialet med grövre material i åskärnan och finkornigare material utåt åsens sidoområden, att transporthastigheten på grundvattnet varierar. Störst hastighet har vattnet i den grova åskärnan. Detta gör att utläckaget av föroreningar från Ärnaområdet sprids olika snabbt beroende på spridningsmönstret i åsen.

SGU vill också framföra att antagandet som görs om att grundvattenflödets storlek skulle kunna uppgå till storleksordningen 1890 l/s är orimligt; någon ås med ett flöde av den storleksordningen har ännu inte påträffats i Sverige. Det alternativa värde på ca 400 l/s som anges är mer rimligt, men även i detta flöde sker inte en fullständig omblandning av tillförda föroreningar.

I räkneexemplen i Niras slutrapport saknas ett resonemang om att en stor plym av föroreningar kanske redan lämnat flygplatsen. Detta är möjligt eftersom användningen av brandskum innehållande PFAS uppges ha avslutats 1992. I rapporten jämförs halterna nedströms med en spridning som räknas fram utifrån de halter som uppmätts idag vid flygplatsen; men om en stor föroreningsplym lämnade flygplatsen för ett antal år sedan kan jämförelsen vara missvisande.

På sid 64 i rapporten beskrivs att de i Uppsalaåsens grundvatten vanligaste PFAS-föreningarna, PFOS och PFHxS, är att betrakta som till 100% vattenlösliga. SGU vill belysa de stora osäkerheter som finns vad gäller PFAS-ämnens vattenlöslighet, och att laboratorieförsök kan skilja sig från hur ämnena beter sig i mark och grundvatten. Ämnena har ytaktiva egenskaper, vilket bidrar till fastläggning vid partiklar i jorden och till att ämnesmolekylerna attraherar varandra. I grundvattenzonen kan ämnena därför ansamlas genom att "hopa sig" i volymer med högre halter än omgivande grundvatten och där ligga kvar och laka ur över tiden.

Sammantaget innebär detta att spridnings- och utspädningsbilden avseende PFAS-föreningar är mycket komplex; det sker inte en fullständig omblandning av flödet och spridningen i åsen kan vara mycket heterogen. SGU anser att det därför är olämpligt att göra en schablonmässig utspädningsberäkning baserat på en fullständig omblandning och utspädning.

#### Användning av PFAS vid Uppsala flygplats – mängder och platser

I Niras underlag presenteras en uppskattad användning av brandsläckningsskum innehållande PFAS vid Uppsala flygplats, men vissa uppgifter saknas och underlaget innehåller även motstridiga uppgifter. Det finns ingen redogörelse för hur man kartlagt verksamheten som varit, dvs. ritningar, vilka man pratat med, intervjuer med tidigare anställd brandskyddspersonal på flottiljen, etc. Det uppges även olika siffror i underlaget. I Niras slutrapport (s 5) nämns att brandövningsplatsen för flygflottiljen F16 stängdes 1992 och att man övat ca 40 gånger per år med olika typer av släckmedel, bland annat ca 300 l/år med medlet Lightwater som innehöll bl.a. PFOS. Man redovisar två f.d. brandövningsplatser på karta (Figur 1 i slutrapporten). Förutom dessa två uppges att *"det bedrivits övningsverksamhet med brandskum inom det hällområde som angränsar berganläggningen."* (s 41), och att *"Det har även framkommit att berganläggningen vid ett tillfälle fyllt med brandsläckningsskum"* (s 42).

I Bilaga 2 (PM-Beräkning av källstyrka och kvarvarande PFAS-mängder) redovisas istället ett antagande om att man genomförde brandövningar på de f.d. brandövningsplatserna vid Uppsala flygplats 4 gånger per år, och att man bedömer att 480 liter skumvätska använts per övningstillfälle. Tidsperioden för användningen anges vara antingen 1970-1992 eller 1985-1992. Det finns dock inga kommentarer kring om det är säkerställt att användning med PFAS-innehållande skum upphörde 1992.

Uppgifter i en artikel i Upsala Nya Tidning 2015-08-29 ger en annan bild avseende brandövningsplatser och antal övningar. Tidigare värnpliktiga brandmän på Ärna redogör att övningar med brandsläckningsskum skedde betydligt oftare och på fler platser än vad som framgår av Niras rapport. Enligt tidningsartikeln berättar de f.d. brandmännen att *"Istället för de 4,8 kilo PFAS per år som slutrapporten räknar med handlar det snarare om 600-700 kilo per år i minst 8 år"*. Om dessa uppgifter stämmer ger detta en total mängd av minst 4800-5600 kg PFAS, som skulle kunna ha spritts på fler än de av Niras angivna brandövningsplatserna.

Sammantaget anser SGU att det är av stor vikt att man tydliggör både vid vilka platser en användning av PFAS kan ha skett, och vilka mängder det rör sig om – och att det behövs en tydlig redogörelse för varifrån man fått sina uppgifter (skriftliga och muntliga). Med nuvarande underlag finner SGU det svårt att bedöma hur stora mängder PFAS som kan ha använts på Uppsala flygplats. Man bör även vara medveten om att hantering och spill kan ha skett på olika platser, vilket exemplifieras i Niras slutrapport (sid 39): *"Det finns risk att PFOS-innehållande brandskum av AFFF-typ vid något tillfälle har släppts ut i någon brunn på området som är kopplad till det spillvattennät som dräneras till pumpgruppen i byggnad 101"*.

SGU anser det vara motiverat med en mer omfattande provtagning av mark och grundvatten över hela Uppsala flygplats, liksom av förorenings- och spridningssituationen i ledningsnätet.

#### Bergrummet som spridningskälla

Det högsta redovisade halterna av PFAS vid Uppsala flygplats har uppmätts i det bergrum som finns på området. En mycket hög halt för summa PFAS<sub>7</sub> på närmare 129 000 ng/l redovisas i underlaget. Brandsläckningsskum som eventuellt har trängt in i sprickor i bergväggen skulle kunna orsaka ett läckage av förorenat vatten under lång tid. För att kunna utesluta att ett utläckage av förorenat vatten sker (och har skett) ifrån bergrummet måste man redogöra till vilken vattennivå man länshåller (och har länshållit) jämfört med grundvattennivåer i omgivande jord och berg runt bergrummet. Avsänkningens nivå och sänktrattens utbredning under årstidernas variationer behöver klargöras och ställas i relation till grundvattennivåerna i Jumkilsåsen och Uppsalaåsen. Man bör även beakta att berg- och moränhöjden vid Ärna där bergrummet är anlagt ligger inom tillrinningsområdet både till Jumkilsåsen och Uppsalaåsen.

I slutrapporten bedöms bergrummet inte som en spridningskälla, med motiveringen att länshållning sker. Beroende på hur länshållningen ser ut vill SGU framhålla att det ändå kan föreligga en spridningsrisk. Om det skulle vara så att man inte håller grundvattennivån i området avsänkt i tillräcklig utsträckning så bör man beakta bergrummet som en möjlig källa till spridning av PFAS.

En annan orsak till varför man i slutrapporten inte bedömer bergrummet som en spridningskälla är att ingen större sprick- eller krosszon passerar genom bergrummet. SGU vill dock framhålla att berggrunden innehåller sprickor överallt, även utanför de större zoner som redovisas på SGUs berggrundskarta. Ytligt berg är generellt sett mer uppsprucket, medan djupare liggande berg är tätare. Bergrummet är insprängt i en uppstickande berg och moränhöjd, där berget högst sannolikt är uppsprucket; de ytliga flacka sprickorna är oftast de mest vattenförande. Sammantaget kan förutsättas att sprickor i berget finns vid bergrummet, där vissa av sprickorna sannolikt är vattenförande. Sedan beror kontakten med omgivande berg på hur mycket man injekterat och tätat bergrummet i samband med byggnationen. Den länshållning av inläckande vatten som sker i bergrummet visar att berget inte är helt tätt. Storleken av inläckaget bör redovisas, liksom storleken av bortledningen till dagvatten respektive spillvatten. Hanteringen av brandsläckningsskum i bergrummet bör redogöras närmare för vad gäller mängder och tidsuppgifter, både regelbundna övningar och tillfällen då bergrummet skumfylts helt eller delvis.

Utifrån inkommet underlag anser SGU att bergrummet vid Uppsala flygplats inte kan uteslutas som en egen källterm och spridningskälla av PFAS till grundvattnet i Uppsalaåsen, utan måste utredas närmare. SGU rekommenderar även att man snarast vidtar åtgärder samt renar det vatten som leds bort från bergrummet.

### **Sanering av källterm**

Uppskattad användning PFAS har i utredningen legat till grund för ett resonemang om självrening (Bilaga 2 PM-Beräkning av källstyrka och kvarvarande PFAS-mängder). Med hänvisning till avsnittet ovan om Utspädningsförhållanden menar SGU att man inte kan dra slutsatsen att föroreningarna i jord har sköljts ur med avseende på PFAS. SGU delar därför inte bedömningen att eventuella åtgärder riktade mot källtermen skulle vara verkningslösa. SGUs bedömning är att delar av källtermen finns kvar – i bergrummet och i grundvattenzonen samt troligen även i jord, och att det sker ett pågående utläckage av PFAS från föroreningskällorna vid



Ärna. Spridningen varierar sannolikt över tid beroende på årstidsväxlingar och nederbörd, men även rumsligt beroende på de hydrogeologiska förutsättningarna. SGU anser att det är motiverat med insatser för att sanera och/eller begränsa PFAS-spridningen från kvarvarande föroreningskällor vid Uppsala flygplats; både jord, grundvatten, ledningar och bergrum.

### Alternativa föroreningskällor

SGU har inte detaljbedömt de alternativa föroreningskällor som lyfts i Niras' rapport, men har följande preliminära kommentarer:

- Flera av de föroreningskällor som nämns i underlaget skulle kunna bidra till den generella föroreningssituationen i åsen, men vissa bedöms som mindre sannolika pga. de geologiska förhållandena. I detta sammanhang är det dock mest relevant att överväga eventuella bidrag från platser som har använt större mängder perfluorerade ämnen, som ligger uppströms de förorenade dricksvattenbrunnarna och som har använt den typ av perfluorerade ämnen som utgör huvudproblemet i åsen.
- Till de källor vars eventuella bidrag tillhör brandskumstypen hör KAP f.d. brandövningsplats, Viktoria brandövningsfält, Bärby brandstation, Gamla brandstationen, Akademiska sjukhusets helikopterplatta samt den torvbrand som skedde 1990. Av dessa ligger KAP och Viktoria nedströms åtminstone två av de förorenade uttagsbrunnarna.
- Från de platser som nämns i ovanstående punkt är det SGUs preliminära bedömning att omfattningen av spridningen till de förorenade uttagsbrunnarna är begränsad utifrån den användning som skett och/eller utifrån hydrogeologiska förhållanden. Detta behöver dock utredas vidare.
- Det är viktigt att åtgärda förorenade områden vid källan, och där en spridning pågår behöver åtgärder ske, oavsett om spridningen sker till åsen eller till andra recipienter. Större källor samt källor vars spridning innebär större risker bör dock prioriteras.

### Tillämpning av gällande miljö kvalitetsnormer

I Niras slutrapport (kapitel 3 Bedömningsgrunder, s. 23) beskrivs miljö kvalitetsnormer för sötvatten och hänvisning görs till implementeringen av EU:s ramdirektiv för vatten. Det behöver förtydligas i nuvarande skrivning om miljö kvalitetsnormer att detta endast gäller för ytvatten. Om man med begreppet sötvatten menar sjöar och vattendrag bör det definieras. Eftersom föreliggande slutrapport i huvudsak handlar om grundvatten ser SGU det som en brist att beskrivning av miljö kvalitetsnormer för grundvatten saknas. Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikt har fastställt god kemisk grundvattenstatus som miljö kvalitetsnorm för Uppsalaåsen. Utöver detta ska miljö kvalitetsnormer i form av riktvärde för grundvatten fastställas när man misstänker en förorening eller när man genom provtagning konstaterat en förorening. I föreliggande fall ska alltså vattenmyndigheten respektive vattendelegationen ta fram och fastställa en miljö kvalitetsnorm för grundvatten för Uppsalaåsen avseende PFAS.

Beslut i detta ärende har fattats av avdelningschef Göran Risberg.

I den slutliga handläggningen av ärendet har även statsgeologerna Helena Dahlgren, Magdalena Thorsbrink, Jenny McCarthy och Charlotte Defoort, den senare föredragande, deltagit.

Göran Risberg

Charlotte Defoort

Bilaga A. SGU Grundvattenkarta, utsnitt över Uppsala flygplats.