
RAPPORT

UPPDRAGSNUMMER 13008942

HANGAR H DAGVATTENUTREDNING



2020-04-30

SWECO ENVIRONMENT AB

**CAROLINE HANSSON
YVONNE TRINH**

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Swedavia utfört en dagvattenutredning och översvämningsanalys för ett planområde sydöst om bana 2 vid Arlanda flygplats, nordöst om Patria Helicopters AB. Området ligger i Sigtuna kommun och här planerar Swedavia att uppföra en helikopterhangar med ytor för hovrings- och uppställningsområde, hangarbyggnad, köryta med vändplan och parkering. En del av uppställningsområdet för helikoptrar kommer att användas vid tankning av helikoptrarna. En bränsletank kommer att förvaras inom området i anslutning till vändplanen.

Konkreta och lokalspecifika riktlinjer har tillhandhållits från miljöavdelningen på Swedavia då planområdets placering på Stockholmsåsen medför att extra försiktighetsåtgärder krävs gällande dagvattenhanteringen. Dessa har beaktats vid framtagande av förslag på dagvattenhantering.

Föreslaget system för omhändertagande av dagvatten innefattar tätskikt eller betongplatta under de ytor som hårdgörs i och med planförslaget. Dagvatten från ytor där hantering av helikoptrar och bränsle sker föreslås avleds via separata ledningar med slussventil och avstängningsfunktion till en oljeavskiljare. Därefter leds dagvattnet vidare till en mindre översilningsyta med efterföljande torrdamm. Torrdammen utformas med biofilterfunktion i botten för effektiv rening. Dessa lösningar förses med tätskikt och drän-samt bräddledning som kopplas till en dagvattenledning. En ny dagvattenledning föreslås anläggas för avvattning av området till Halmsjön. Växtbäddar med tätskikt anläggs för rening av dagvatten från parkerings- och körytor. Vid bräddning avleds drän- och bräddvatten till den nya dagvattenledningen vidare till Halmsjön. Takdagvatten leds till en infiltrationsyta och tillåts infiltrera. Avskärande diken samt nedsänkta stråk från den hårdgjorda ytan anläggs för att omhänderta vatten från omkringliggande naturmark.

Föreslagen dagvattenhantering beräknas bidra till att föroreningshalter för alla studerade ämnen utom två ämnen (kvicksilver och PAH16) kan renas till nivåer motsvarande eller lägre än för befintlig situation. Då ytor hårdgörs och infiltrationsmöjligheten är begränsad är det ofrånkomligt att inte öka avrinningen från området. Detta medför att årsbelastningen för de studerade ämnena ökar något. Dagvattenavledningen via ledning kan ske åt väst, till Halmsjön, eller österut, till torrlägningsföretaget Ösby TF och Sigrisdholmssjön. De två alternativen har utretts översiktligt i den här utredningen och beslut om recipient för dagvattnet kvarstår.

I och med föreslagen dagvattenhantering bedöms inte Stockholmsåsen påverkas negativt av planförslaget. Eftersom avrinningen från området ökar medför det att årsbelastningen ökar till framtida recipient. Föreslagen dagvattenrening är långtgående och föroreningspåverkan från dagvattnet efter rening kan jämföras med dagvatten från parkmark.

Utredning av sekundära avrinningsvägar inom området visar att höjdsättningen tillåter avledning av vatten vid skyfall utan att det bör uppstå risk för skada på hangarbyggnaden. Detta är baserat på en studie av de höjdnivåer som anges.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	1
2	Förutsättningar	1
2.1	Underlag	1
2.2	Styrande dokument	2
2.2.1	Kravspecifikation för dagvattenutredning, Sigtuna kommun, 2018-07-10	2
2.2.2	Swedavias miljöriktlinjer vid projektering och riktlinje för hantering av dagvatten	3
2.2.3	Riktlinjer från Swedavia angående dagvattenhantering på Stockholmsåsen	4
2.3	Befintliga förhållanden	4
2.3.1	Markanvändning	4
2.3.2	Befintlig avrinning	5
2.4	Recipient	7
2.4.1	Ytvattenrecipient	7
2.4.2	Grundvattenrecipient	8
2.5	Geologiska och miljötekniska förutsättningar	9
2.6	Akviferlager i Långåsen	12
2.7	Planerad bebyggelse	13
3	Föreslaget dagvattenhanteringssystem	15
3.1	Överblick av systemet	15
3.2	Dimensionering av dagvattenanläggningar	16
3.3	Beskrivning av systemet	18
3.3.1	Avvattning av områden med risk för bränslespill till oljeavskiljare och torrdamm	18
3.3.2	Avvattning av parkering och köryta till växtbäddar	20
3.3.3	Avvattning av tak till infiltrationsyta	21
3.3.4	Avskärande diken	22
3.3.5	Infiltration naturmarksyta	22
3.3.6	Dagvattenavledning från planområdet	22
4	Övergripande drift och skötselbeskrivning av dagvattenanläggningar	24
4.1	Oljeavskiljare	24
4.2	Öppna dagvattenlösningar	25
4.2.1	Torrdamm med föreliggande översilningsyta	25
4.2.2	Växtbäddar	25
4.2.3	Översilningsyta	26
5	Flödes- och föroreningsberäkningar	26
5.1	Metod och indata	26

5.2	Resultat	28
5.2.1	Flödesberäkningar	28
5.3	Föroreningsberäkningar	31
5.4	Osäkerheter i föroreningsberäkningar	33
6	Påverkan på recipient och Stockholmsåsen	33
6.1	Påverkan på recipient	33
6.2	Påverkan på Stockholmsåsen	34
6.2.1	Föroreningsspridning från dagvatten	34
6.2.2	Minskad infiltration till Långåsen	35
6.2.3	Påverkan på inducerad infiltration från Halmsjön	35
7	Sekundära avrinningsvägar	36
7.1	Befintligt område	36
7.2	Planerat område	38
8	Slutsatser och vidare utredningsbehov	40
9	Referenser	42
	Bilaga 1. Schablonhalter och osäkerheter i StormTac beräkningar	44
	Bilaga 2. Indata för dimensioneringsparametrar för reningsanläggningar i StormTac.	47
	Bilaga 3. Metod översvämningsanalys	49
	Metod 49	
	Scalgo 49	
	Osäkerheter med analysen	50

1 Bakgrund och syfte

Sweco har på uppdrag av Swedavia utfört en dagvattenutredning och översvämningsanalys för ett område sydöst om bana 2 vid Arlanda flygplats, nordöst om Patria Helicopters. Området ligger i Sigtuna kommun och här planerar Swedavia att uppföra en helikopterhangar med ytor för hovrings- och uppställningsområde, hangarbyggnad, köryta med vändplan och parkering. En del av uppställningsområdet för helikoptrar kommer att användas vid tankning av helikoptrarna. En bränsletank kommer att förvaras inom området i koppling till vändplanen.

I dagvattenutredningen beräknas flöden och föroreningar för befintlig situation och situation efter planerad exploatering. Dessa beräkningar har legat till grund för den föreslagna systemlösningen som presenteras. I systemlösningen framgår vilka dagvattenåtgärder för rening och fördröjning som rekommenderas för utredningsområdet och hur dagvattnet föreslås avledas från området.

I uppdraget ingår att säkerställa att den planerade verksamheten inte riskerar att negativt påverka vattenkvaliteten i recipienter nedströms. Utredningen ska även beakta påverkan på grundvattnet i Stockholmsåsen.

Utgångspunkten är att inte öka belastningen av föroreningar efter exploatering jämfört med befintlig situation (före exploatering). Särskild hänsyn tas till de ämnen som recipienten är extra känslig för. En översvämningsanalys som har utförts för en äldre version av situationsplanen (Situationsplan Hangar H_Karavan 20190521) har föranlett revidering av situationsplanen. Därav presenteras en beskrivning av de sekundära avrinningsvägarna som uppstår vid skyfall för den nya situationsplanen i denna utredning. Den ursprungliga översvämningsanalysen av en tidigare situationsplanen är tillagd som Bilaga 3.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Dokument

- Situationsplan L30-585-01-01, 2019-10-30
- Ortofoto, hämtat från Scalgo (Baserat på Lantmäteriets laserscannade höjddata, hämtad 2019-08-07)
- Akviferlager Långåsen, Teknisk beskrivning, Tillståndsansökan till Miljödomstolen 2007-03-11
- Akviferlager Långåsen, Miljökonsekvensbeskrivning, Tillståndsansökan till Miljödomstolen 2007-03-11
- Akviferlager Långåsen, Kompletterande tillståndsprövning, Teknisk beskrivning. Sweco Environment AB, 2013-06-17

- A124978-Borrplan_HangarH
- Miljöriktlinjer för projektering (Swedavia, 2017-05-22)
- Riktlinje för hantering av dagvatten (Swedavia Airports, 2017-11-24)
- Ritningsunderlag Patria Helicopters markplaneringsplan, MARKTEK Markprojektering AB, 1996-08-19.
- Hangar H, Geoteknisk undersökning, MUR/Geo. Cowi, 2019-08-29

CAD – underlag

- Höjdkurvor: M14-1-000-00-P (erhållen av Fokus arkitektur, 2017-09-22)
- Grundkarta: M10-1-000-00-P (erhållen av Fokus arkitektur, 2017-09-22)

Höjdkarta och grundkarta levererades till tidigare utredning av Hangar H (Sweco, 2017-10-26).

- Situationsplan L-31-P-01 (Erhållen från Swedavia 2020-02-12)
- Höjdkurvor för framtida scenario, L-33-P-01

2.2 Styrande dokument

2.2.1 Kravspecifikation för dagvattenutredning, Sigtuna kommun, 2018-07-10

I detta dokument behandlas både Vattendirektivet samt Svenskt Vattens riktlinjer i publikation P110 enligt i följande punkter:

- Områdets dagvattenutflöde efter exploatering med föreslagna fördröjningsåtgärder ska inte överskrida flöde före exploatering och inte påverka områden nedströms.
- Sigtuna Kommuns dagvattenpolicy ska följas. I denna framhävs att konsekvenser vid översvämning ska minskas, att en naturlig vattenbalans ska bevaras, att mängden föroreningar ska minskas samt att dagvattenflöden ska utjämnas.
- Val av dimensionerande regn ska utgå från riktlinjerna i Svenskt Vattens publikation P110. I detta fall är regn med 10 års återkomsttid dimensionerande.
- Föreslagna dagvattenåtgärder ska bidra till att inte försvåra möjligheten att uppfylla miljökvalitetsnormerna (MKN) i berörd recipient, d.v.s. området ska inte bidra till ytterligare belastning jämfört med idag.
- Lokalspecifika riktvärden ska användas för ämnen som överskrider MKN i Märstaån.

Denna dagvattenutredning följer kravspecifikationen med undantag att förslag till planbestämmelser inte ges samt att jämförelse inte gjorts mot riktvärden för Märstaån.

2.2.2 Swedavias miljöriktlinjer vid projektering och riktlinje för hantering av dagvatten

Swedavia har miljöriktlinjer vid projektering (Swedavia, 2017-05-22) som kopplat till dagvatten fastslår att *"Förebyggande åtgärder ska vidtas för att minimera negativ påverkan på yt- eller grundvatten"*.

I dokumentet *Riktlinjer för hantering av dagvatten* (Swedavia Airports, 2017-11-24) listas grundläggande principer och krav för dagvattenhantering. Även tumregler för oljeavskiljare och en checklista för dagvattenutredningar presenteras. Nedan presenteras de punkter som anses mest relevanta för det här projektet;

- Dagvattenhanteringen ska bidra till en förbättring av flygplatsens yt- och grundvattenkvalitet så att god vattenstatus eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås.
- Användning av bästa möjliga teknik som anpassas efter förutsättningar som föroreningsbelastning och recipientens känslighet.
- Dagvattenhanteringen ska vara anpassad efter framtida klimatförhållanden
 - Där det är möjligt, ska öppen avledning användas.
 - Maximera andelen genomsläppliga ytor och eftersträva infiltration på de platser där risken för att en olycka bidrar till markförorening är låg.
- Utnyttja dagvattnet som en positiv resurs, (t.ex. för bevattning) för att skapa attraktiva och funktionella inslag.
- Dagvattnet ska fördröjas så nära källan som möjligt.
- Dagvattnet ska vid behov genomgå rening.
- Takdagvatten ska återinfiltreras lokalt alternativt omhändertas för bevattning eller annat ändamål där det är möjligt
- Lösningarna bör vara kostnadseffektiva i förhållande till miljönyttan.
- Oljeavskiljande funktion krävs om utgående koncentration av oljeindex i dagvattnet förväntas överstiga 5 mg/l vid något tillfälle (gäller oavsett storlek på parkering)
- På områden där risken för utsläpp av kemikalier genom olyckor, tex oljespill, inte är försumbar ska ytor anordnas så att vattnet ytavrinner ytligt till en specifik punkt där spillet koncentreras för rening eller sanering.

2.2.3 Riktlinjer från Swedavia angående dagvattenhantering på Stockholmsåsen

Utöver Swedavias dokumentation av miljöriktlinjer som presenterades ovan så har mer konkreta och lokalspecifika riktlinjer tillhandhållits för detta planområde från miljöavdelningen på Swedavia. Detta då planområdets placering på Stockholmsåsen medför att extra försiktighetsåtgärder krävs gällande dagvattenhanteringen.

Följande riktlinjer ska beaktas:

- Alla hårdgjorda ytor; hovrings- och uppställningsytor för helikoptrar, ytor för tankning och bränslehantering samt körytor och parkeringsplatser, ska utformas med tätskikt eller betongplatta för att hindra spridning av föroreningar till marklager och i förlängningen grundvattnet.
- De ytor som nämnts ovan där det finns en ökad risk för bränslespill skall avvattnas till en oljeavskiljare med slussventil. Varje yta skall ledas med en egen ledning med stoppfunktion för att kunna hindra läckage från en del att påverka hela systemet. Ett nödstopp monteras inom området för tankning och bränslehantering för att kunna stänga slussventilen.
- För att skydda åsen ska enbart dagvatten från takyta, efter rening genom biofilter, infiltrera på plats. Övriga hårdgjorda ytor avvattnas till täta lösningar försedda med drän- och bräddledning till ny dagvattenledning till Halmsjön.

2.3 Befintliga förhållanden

2.3.1 Markanvändning

Den mark som utreds för bebyggelse av helikopterhangaren utgörs idag av delvis kuperad skogs- och ängsmark, se Figur 1. Södra delen av området är låglänt och ligger lägre än den angränsande fastigheten där Patria Helicopters AB är verksamma.

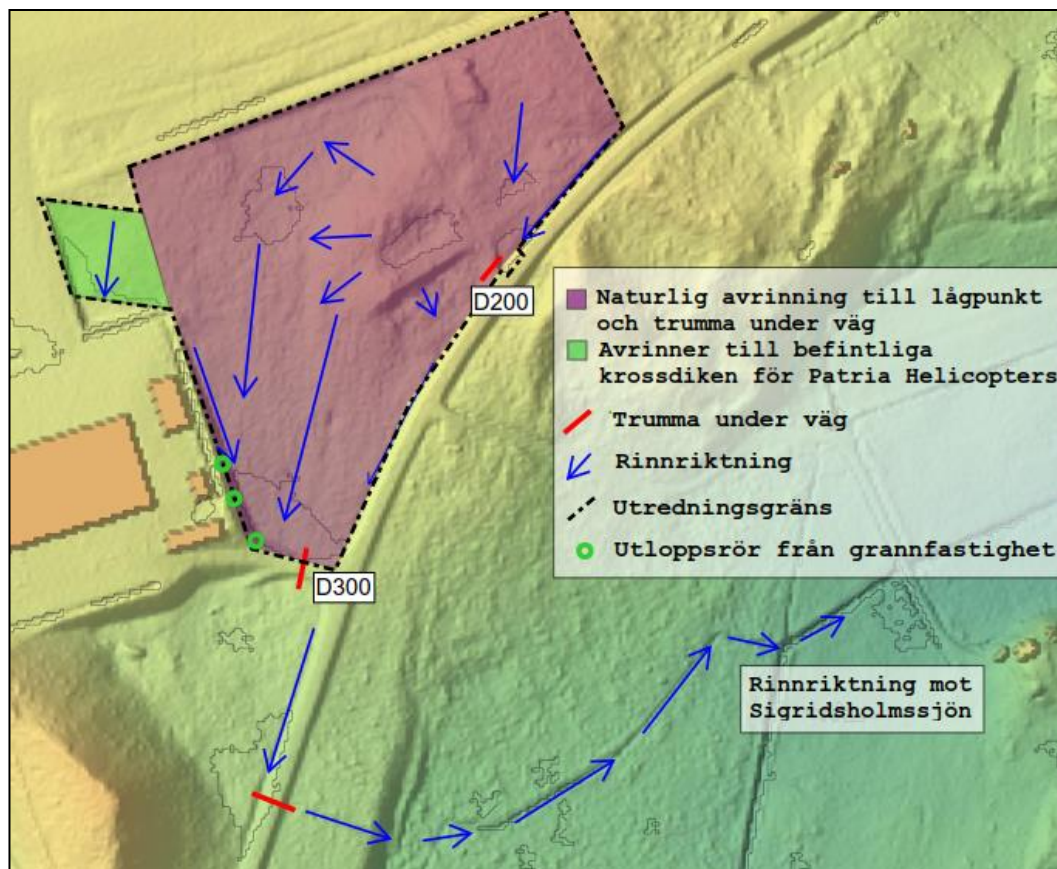
Områdets norra del är mer kuperad med lokala lågpunkter och mer igenväxt skogsmark. Det finns även en mindre grusväg som går genom den norra delen av området.



Figur 1 - Den befintliga markanvändningen för utredningsområdet (röd polygon) består mestadels av skogs- och ängsmark.

2.3.2 Befintlig avrinning

Idag avrinner vatten från naturmark via en lågpunkt i områdets södra del till en trumma (D300) under infartsvägen till Patria Helicopters. Därefter går vattnet i dike väster om väg 894 fram till en lågpunkt där det leds under vägen via en trumma med okänd dimension. På andra sidan vägen syns inget tydligt dike utan tillrinnande vatten ser ut att kunna infiltrera i skogen alternativt rinna vidare ner mot en bäck (Figur 2). Denna bäck mynnar ut i Sigridholmssjön och Vidboån.



Figur 2 - Befintlig avrinning inom utredningsområdet som avleds via trumma under väg, till dike och en bäck. Bilden visar höjdstrukturer i bakgrunden framtagna i Scalgo (Bakgrundsbild: SCALGO Live, 2019).

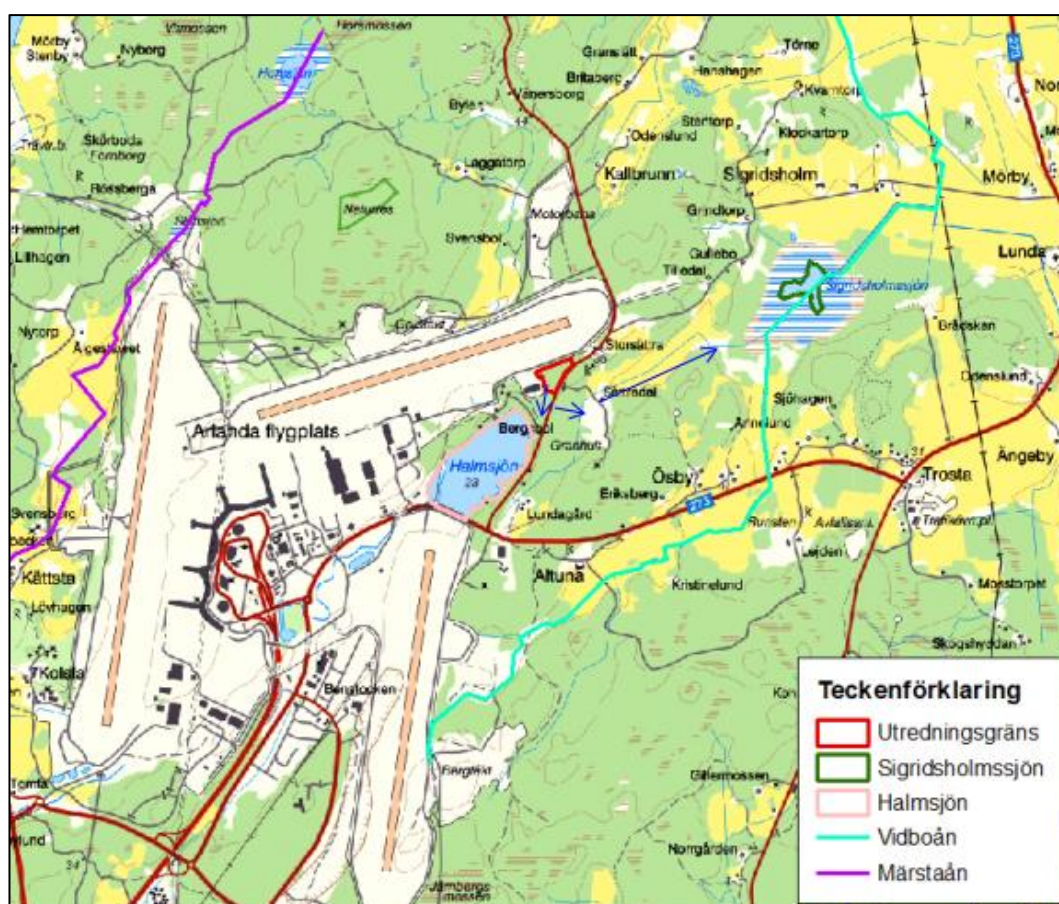
Vid platsbesöket observerades tre rötutlopp från grannfastigheten som leder ut till västra delen av utredningsområdet (Figur 2). Under utloppen fanns anlagda gropar med större stenar som troligtvis anlagts som infiltrationsytor. Dessa utlopp är en del av grannfastigheten Patria Helicopters dagvattenhantering.

Makadamfyllda dagvattendiken går längs med norra och östra kanten av Patria Helicopters fastighetsgräns. Dessa diken är enligt ritningsunderlag (MARKTEK Markprojektering AB, 1996) totalt cirka 5 m breda med ett djup som varierar mellan 90 och 140 cm. De är fyllda med grus med minsta hålrumsvolym på 20 % samt är anlagda med dräneringsrör i botten. Efter diket avleds vatten via en oljeavskiljare till ett av utloppen (grönmarkerade utloppsrör i Figur 2). Till oljeavskiljaren leds även dagvatten från en del av parkeringsytan. Under platsbesöket observerades även att ett av utloppen även utgör ett bräddavlopp. Utloppsröret nedströms (sydligaste utloppet) avvattnar dagvatten från angränsande sidobyggnad enligt ritningsunderlaget.

2.4 Recipient

2.4.1 Ytvattenrecipient

Dagvattnet avvattnas idag till Sigrisholmssjön och vidare till Vidboån som är en vattenförekomst (Figur 3). Efter byggnation enligt plan rekommenderas avledning i dagvattenledning till Halmsjön för att undvika påverkan på Stockholmsåsen. Utloppet från Halmsjön leder vattnet vidare till Märstaån som är en klassad vattenförekomst. Takdagvatten bedöms efter rening i biofilter kunna infiltrera till Stockholmsåsen som då blir grundvattenrecipient.



Figur 3 – Utredningsområdet i förhållande till recipienter. Blå pilar visar schematiskt vattnets väg från utredningsområdet till Sigrisholmssjön (Bakgrundsbild: Lantmäteriet, 2019).

Sigrisholmssjön (övrigt vatten) och Vidboån (vattenförekomst)

Sigrisholmssjön har en area på 0,27 km² och klassas inte som en vattenförekomst och har därav inga beslutade miljökvalitetsnormer. Vidboån börjar vid Arlanda bana 3 och rinner via Sigrisholmssjön vidare norrut och mynnar ut i Storån.

Miljökvalitetsnormen för Vidboån är att uppnå god ekologisk status till 2027 och god kemisk ytvattenstatus. Undantag för bromerade difenyleter (PBDE) och kvicksilver finns med mindre stränga krav då dessa bedöms vara nationellt överskridande. Dessa halter får dock inte öka.

Idag uppnår den ekologiska statusen i Vidboån *god status*. Biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer som har bedömts visar alla på god eller hög status. De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna klassas till lägre än god status men påverkar inte den totala klassningen (VISS, 2020-03-19).

Den kemiska statusen bedöms till *uppnår ej god* baserat på det nationella antagandet om överskridande halter kvicksilver i biota och halt PBDE i vattenförekomster. Mätningar 2013 visade på god status för bly, kadmium och nickel i vattenförekomsten (Vatteninformationssystem Sverige).

Halmsjön (övrigt vatten) och Märstaån (vattenförekomst)

Halmsjön är inte klassad som vattenförekomst och omfattas därför inte av miljökvalitetsnormer. Sjön ligger på nivå +24 m.ö.h., är 5,4 m djup och är till ytan 0,32 km² stor.

Halmssjöns utlopp leder vattnet vidare via Halmssjöbäcken till Märstaån som är den närmsta vattenförekomst nedströms. Märstaån är 13 km lång och rinner ut i Mälaren-Skarven. Märstaån uppnår måttlig ekologisk status. Utslagsgivande för den sammanvägda bedömningen är *måttlig status* för kiselalger och bottenfauna. Allmänna förhållanden (näringsämnen) har god status. Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status. Utslagsgivande ämnen är kvicksilver, polybromerade difenyletrar (PBDE) och PFOS. Bedömningen visar på god status för bly, kadmium och nickel (VISS, 2020-03-19).

Beslutade miljökvalitetsnormer är att recipienten ska uppnå god ekologisk och kemisk status till 2027. Undantag i form av mindre stränga krav föreligger för bromerad difenyletrar (PBDE) och kvicksilver.

I det planeringsunderlag för Märstaån som tagits fram (WRS, 2015) konstateras att belastningen av totalfosfor och arsenik till Märstaån bör minska, medan belastningsutrymmet för koppar, zink och nickel inte är uppnått (VISS och WRS har använts olika metoder och bakgrundshalter vid bedömning av parametern nickel och därför kommit fram till olika resultat).

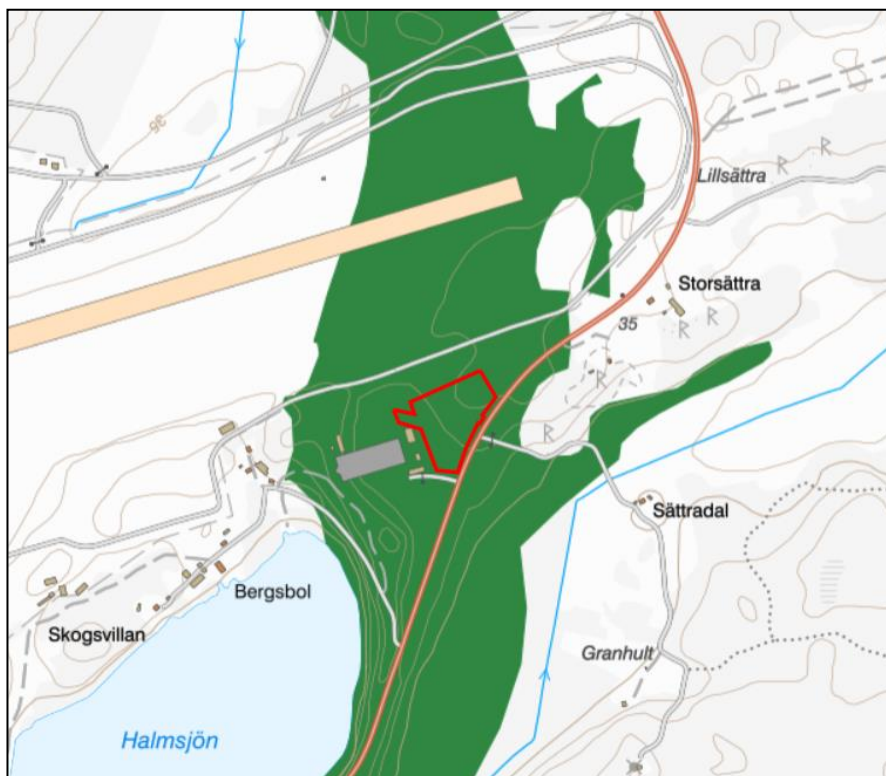
2.4.2 Grundvattenrecipient

Utredningsområdet är beläget på Stockholmsåsen (Figur 4) och mer specifikt den del som faller inom Stockholmsåsen-Arlanda grundvattenförekomst (SE661499-162101). Detta är ett grundvattenmagasin med goda uttagsmöjligheter.

Grundvattenförekomsten uppnår idag *god kvantitativ status* men det finns osäkerhet i denna bedömning. Detta då uttag och återinfiltration av grundvatten sker för kylning och uppvärmning av Arlanda och detta kan orsaka spridning av PFAS11 i åsen. Det råder

därmed risk att den kvantitativa statusen inte är god på grund av eventuell förorening av grundvatten. Kemisk status uppnår idag *otillfredsställande kemisk status* på grund av uppmätta halter av PFAS11 (VISS, Stockholmsåsen-Arlanda, 2020).

Miljö kvalitetsnormen för denna vattenförekomst är beslutad till *god kemisk grundvattenstatus* och *god kvantitativ status*. Undantag har fastställts för PFAS11 med mål att nå god status till år 2027 då det är svårt att nå låga nivåer inom ett kort tidsspann.



Figur 4 - Utredningsområdet (röd polygon) är beläget på Stockholmsåsen som sträcker sig i nord-sydlig riktning (grönmarkerat område) (Bakgrundsbild: SGU).

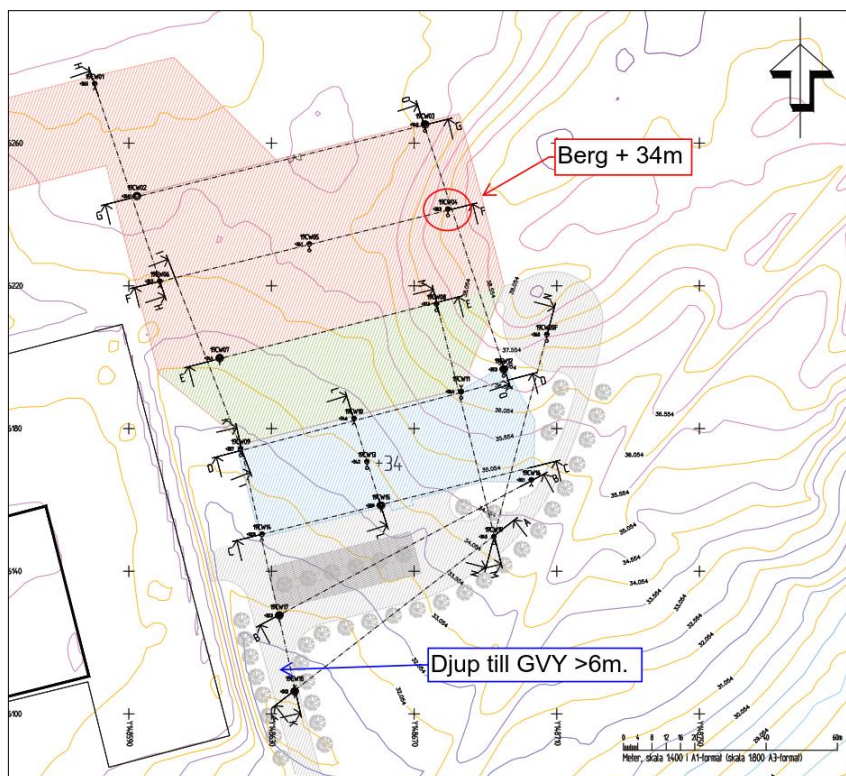
2.5 Geologiska och miljötekniska förutsättningar

Kartunderlag från SGU visar på att utredningsområdet i sin helhet ligger på isälvsediment (Figur 5). Typiskt för isälvsavlagringar är att jordmaterialet är sorterat med sand ytligt och allt grövre fraktioner grus och sten djupare i jordprofilen. Detta förhållande gör att markens genomsläpplighet är stor och det sannolikt finns goda infiltrationsmöjligheter på området.



Figur 5 – Jordartskarta och en ungefärlig placering av utredningsområdet (röd oval) beläget på isälvssediment (grön färg) (Bild: SGU).

COWI har utfört en geoteknisk undersökning av utredningsområdet (COWI AB, 2019). De borrhäls punkter som analyserades kan ses i Figur 6.



Figur 6 - Borrpunkter för den geotekniska utredningen där berg hittades som grundast på +34 m och minsta djup till grundvattenytan uppgick till över 6 m (Cowi, 2019).

Den geotekniska utredningen visade på följande:

- Jordlagren består huvudsakligen av friktionsjord ovan berg eller fyllning på friktionsjord ovan berg.
- Fyllningens tjocklek varierar mellan 0 och 2 m över området. Fyllningen består av delvis krossat material med grusig sand eller sandigt grus.
- Friktingsjordens mäktighet varierar mellan 4 och 8 m samt består generellt av hårt packad grusig sand eller sandigt grus. Mot djupet förekommer även mindre block.
- I en punkt påträffas siltig sand i den ytnera delen av friktionsjorden men inte i någon annan punkt.
- Djupet till berg varierar mellan 4-9 m inom området. Som minst är djupet till berg runt 4 m i den västra delen av området och den nordöstra delen inom den planerade hovringsareans yta.
- I nivå ligger berget som grundast i punkt 19CW04 (Figur 6) på cirka +34 m.
- Vidare har grundvattenytan (GVV) mätts i ett befintligt rör i områdets lägsta punkt i den södra delen, samt kontrollerats i ytterligare två punkter. Undersökningarna

indikerar att GVY ligger cirka 6 m eller mer under markytan i den sydliga delen och att den östra delen är torr.

Inom den geotekniska utredningen utfördes även en miljöteknisk utredning. Analyser av jordprovtagning visade inte på några spår av vare sig oljekolväten eller PAH och samtliga halter understiger analysmetodens rapporteringsgräns. Halten PFAS i grundvattenprovet överstiger ej SGI:s rekommenderade riktvärden för grundvatten enligt SGI 21. Detsamma gäller jordproverna där mängden PFAS understiger SGI:s preliminära riktvärden. Av analyserade metaller överstiger inget naturvårdsverkets riktlinjer för känslig markanvändning (KM) (COWI AB, 2019).

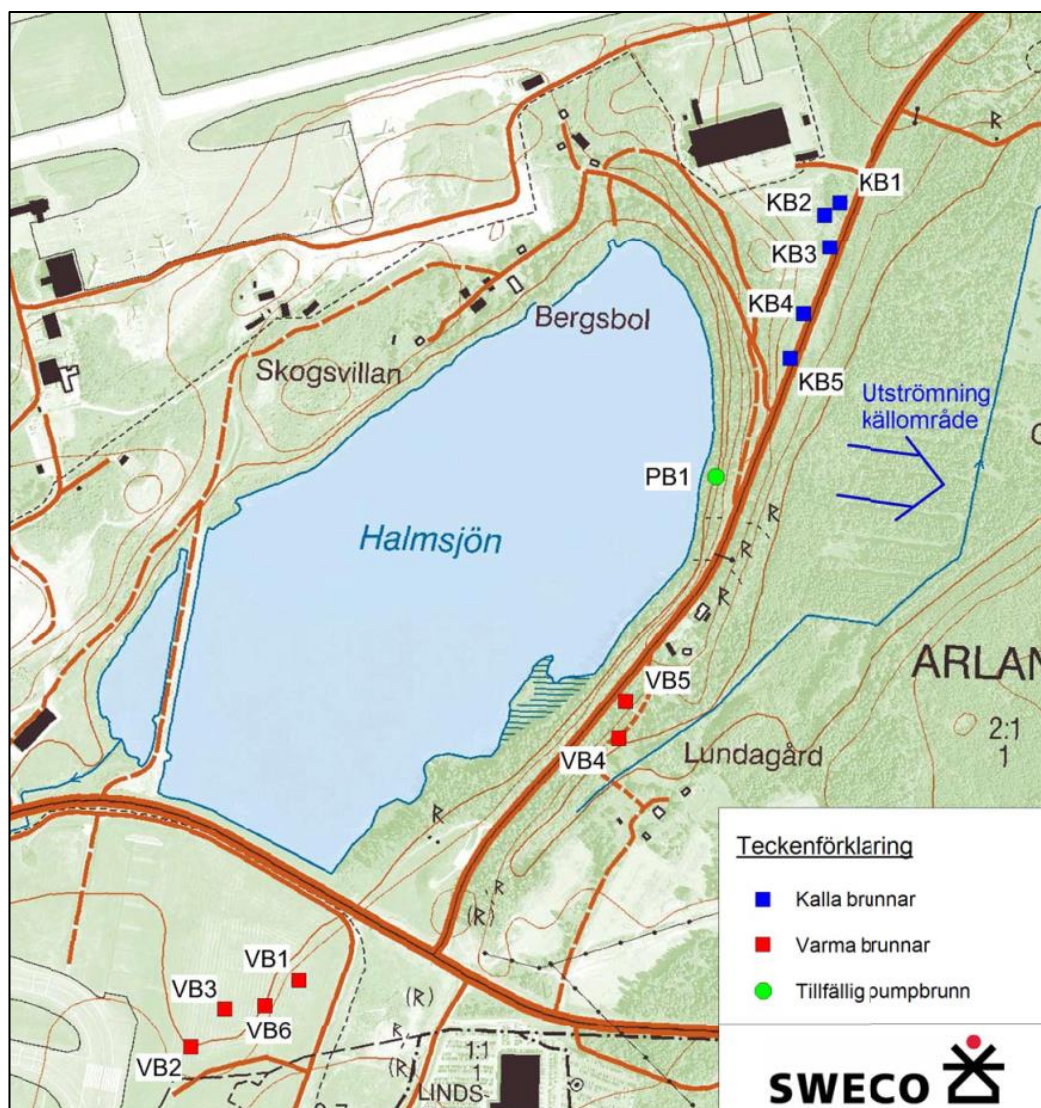
2.6 Akviferlager i Långåsen

Planområdets placering på Stockholmsåsen visas i Figur 4. Söder om planområdet och öster om Halmsjön, finns en del av åsen som går under benämningen Långåsen. Här utnyttjas åsen för det akviferlayersystem som genererar uppvärmning och kylning av byggnader inom Arlanda flygplatsområde. Anläggningen togs i drift år 2009.

Systemet har en maximal tillåten kapacitet på 720 m³ per timme för upptag och återföring av vatten från respektive till akviferen (Sweco Environment AB, 2013). Även Halmsjön används i detta geotermiska system för att förbättra effektiviteten på systemet.

Akviferlagret fungerar i stora drag så att under sommaren pumpas vatten från de kalla brunnarna till en värmeväxlande anläggning. Under denna period minskar eller upphör utströmning österut från Långåsen. Infiltration sker i de varma brunnarna i Långåsens södra delar. Detta medför att en utströmning kan ske västerut i Halmsjöbäcken (Vatten och Samhällsteknik AB, 140519).

Under vinterhalvåret tas vatten från de varma brunnarna och infiltration sker i de norra, kalla brunnarna. Det har fastställts att det under vinterdrift sker en betydande utströmning till ett källområde på den östra sidan av den kalla delen av akviferen (Figur 7). Denna grundvattenutströmning avrinner mot Sigridholmssjön. Det står också klart att en utströmning av grundvatten mot öster kan leda till en oönskad spridning av PFOS till Sigridholmssjöns tillrinningsområde (Sweco Environment AB, 2013). Då akviferen har ett värmeöverskott och inlagringen av kyla är mindre än uttaget är det negativt för systemets effektivitet med denna utströmning österut.



Figur 7 - Placering av varma och kalla brunnar till akviferlager som används för värmning och kylning av Arlanda. Det har upptäckts att utströmning av grundvatten öster ut mot Sigridholmssjön sker (Bild: Sweco Environment AB, 2013).

2.7 Planerad bebyggelse

Planerad exploatering kan ses i Figur 8. Den västra delen av utredningsområdet planeras att bebyggas med ytor för uppställning av helikoptrar, tankningsyta och hovringsområde. En hangarbyggnad planeras samt parkering och körbara ytor (väg med vändplan). Hangarbyggnaden kan komma att byggas ut väster om föreslagen byggnad. Denna yta visas med streckad kantlinje i Figur 8, och har beaktats vid dimensionering av dagvattenlösningar.

Vid vändplanen kommer en bränsletank placeras. En invallning kommer byggas runt tanken som även ska placeras under tak.

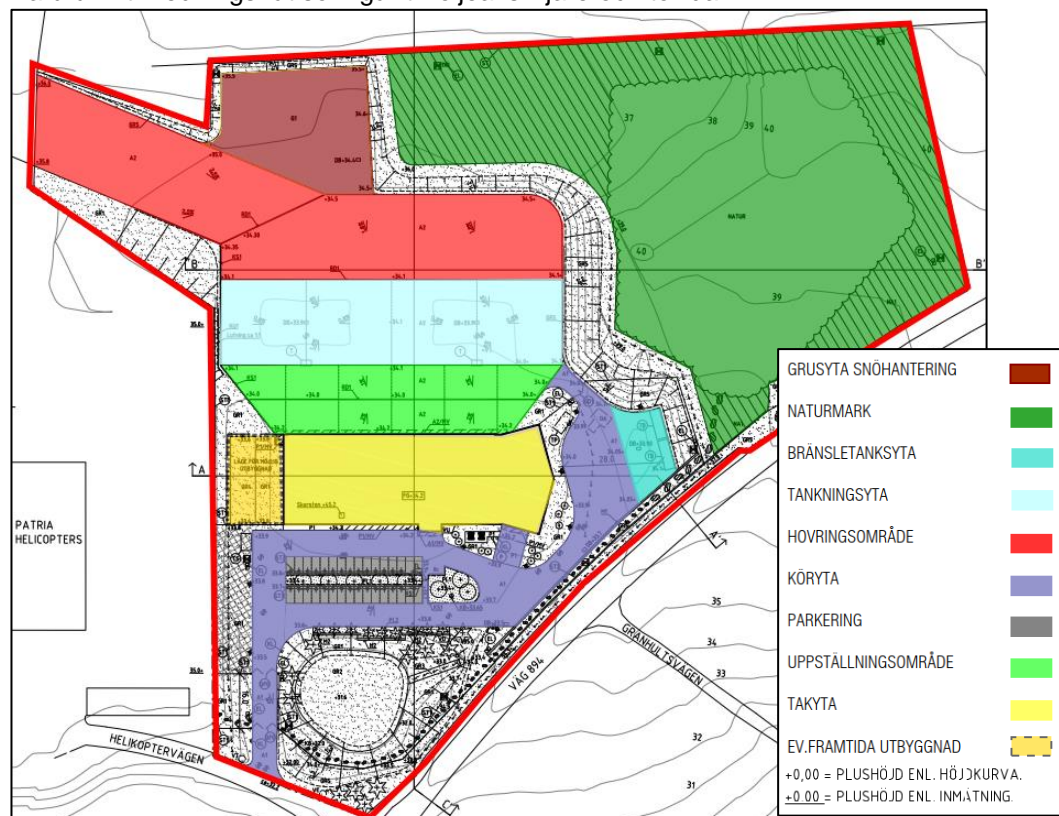
Alla hårdgjorda markytor ska enligt krav från Swedavia utformas med tätskikt eller betongplatta. Sammantaget exploateras en yta på cirka 2,4 ha medan ca 1,3 ha förblir oexploaterad naturmark (Figur 8).

Tvättning av helikoptrar kommer att ske i hangarbyggnaden där brunnar i golv kommer att vara anslutna till en vattentank för omhändertagande av processvatten.

Dagvattensystemet påverkas därmed inte av föroreningar som kommer från processvattnet. Då helikoptrarna förvaras inomhus behövs inte användning av avisningsvätska.

På hårdgjorda ytor för helikoptrar sker enbart mekanisk halkbekämpning.

Snöröjningsmaskiner hanterar det genom plogning, borstning och blås. Sand eller annat medel mot halkbekämpning får inte spridas på dessa ytor då det skadar motorer och rotorblad (Mejl Göran Ramström, Polisflyget). Snön från ytorna kommer att placeras på en grusyta i anslutning till hovringsområdet. Grusytan anläggs med tätskikt och avvattnas via brunn till ledningsnät som går till oljeavskiljare och torrdamm.



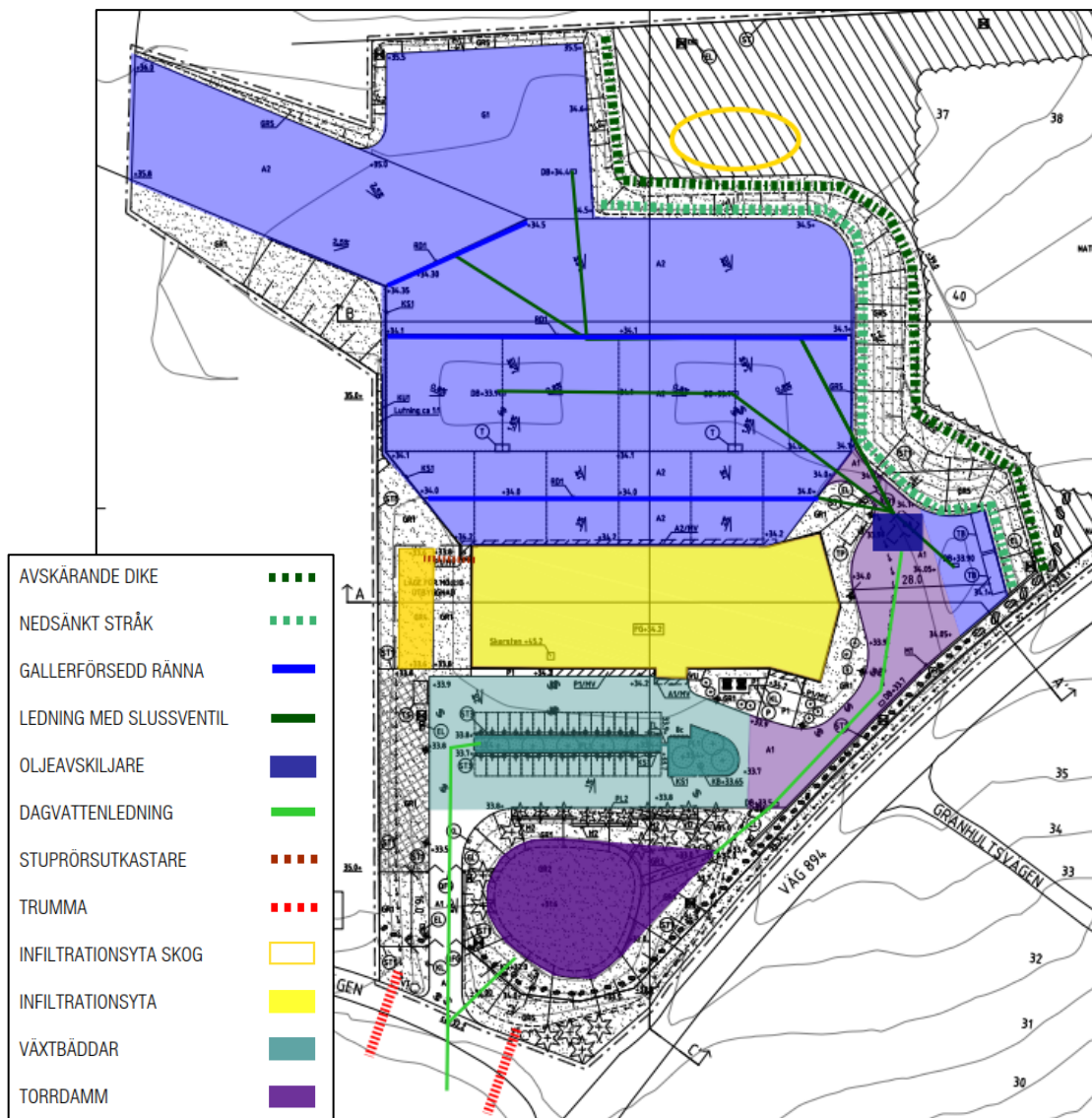
Figur 8 - Planerad exploatering av utredningsområdet (röd linje utredningsgräns). Gräsytor inom utredningsområdet är vitmarkerade (Bakgrundsbild: Situationsplan L30-585-01-01, 20191030).

3 Föreslaget dagvattenhanteringssystem

3.1 Överblick av systemet

Eftersom exploatering av området innebär ökad hårdgörningsgrad samt markanvändningar med högre föroreningsgrad krävs dagvattenhantering för att minska den negativa påverkan på omgivande mark och vatten. De riktlinjer som presenterades av miljöavdelningen på Swedavia har legat till grund för utformningen av föreslaget dagvattenhanteringssystem som presenteras nedan. Systemet illustreras i Figur 9.

- Ytor med ökad risk för bränslespill eller läckage av olja vid olycka (hovrings-, uppställnings- och tankningsyta, samt yta för påfyllning av bränsletank) avleds till oljeavskiljare. Varje yta avleds i separat ledning med avstängningsfunktion till oljeavskiljaren (mer ingående förklarat i avsnitt 3.3.1). Efter oljeavskiljaren avleds detta vatten via ledning till ett utlopp i en grässlänt som fungerar som översilningsyta, samt till en torrdamm med biofilterfunktion.
- En del av körytan och vändplanen föreslås avvattnas via brunnar och ledning till ovan nämnd översilningsyta och torrdamm.
- Den andra delen av körytan samt parkeringsytan föreslås avvattnas till växtbäddar belägna i parkeringsytans mitt. Dessa växtbäddar görs täta och dränledning anläggs som leder bort renat vatten till dagvattenledning.
- Dagvatten från alla hårdgjorda ytor förutom takdagvatten avleds efter rening via dagvattenledning till Halmsjön.
- Takytan för hangaren föreslås avvattnas till en nedsänkt infiltrationsyta bredvid byggnaden som inte behöver göras tät utan infiltration tillåts då detta vatten bedöms vara tillräckligt rent. Takyta från eventuell tillbyggnad har tagits med vid dimension av infiltrationsytan.
- Avrinnande vatten från skog- och vegetationsyta nord och nordöst om hovringsområdet avrinner till naturlig lågpunkt markerad med gul cirkel (infiltrationsyta skog) i Figur 9. Det vatten som avrinner från naturmarken hit förväntas infiltrera i underliggande åsmaterial.
- Större avskärande diken placeras ovanför slänter norr och öster om anläggningen för att avleda avrinning från skogsmark (mörkgrön streckad linje, Figur 9). Ett nedsänkt stråk omger de hårdgjorda ytorna för att hindra avrinning från omgivande slänter och grönytor att rinna in på de hårdgjorda ytorna (Ljusgrön streckad linje, Figur 9). Vatten tillåts infiltrera i detta stråk eller ledas vidare vid större flöden. Vidare rinnväg beskrivs i avsnitt 7.2.



Figur 9 - Föreslaget dagvattenhanteringssystem. Dagvattenanläggning (Oljeavskiljare, infiltrationsyta, torrdamm) visas med mörkare färger. Avrinningsområde till respektive del visas med samma färg av ljusare nyans.

3.2 Dimensionering av dagvattenanläggningar

Föreslagen dimensionering av anläggningar har bestämts utifrån en iterativ process där platsens beskaffenheter, tillgänglig yta samt flödes- och föroreningsberäkningar vägs samman. Nedan beskrivs i korthet de dimensioneringsförutsättningar som använts samt dimensioner på anläggningen som detta resulterade i.

- **Oljeavskiljare:** Specificeras inte närmare i den här utredningen.
- **Torrdamm:** Utformas för att rymma ett 10-årsregn med klimatfaktor. Infiltrationshastighet antas till 100 mm/h.

En torrdamm på 780 m² behöver vara nedsänkt ca 0,3 m för att rymma 220 m³ som motsvarar ett 10-årsregn från de ytor som avvattnats till oljeavskiljaren samt efterföljande vägvagnsnitt. Utflödet från anläggningen utgörs av infiltrationshastigheten som beräknas till ca 22 l/s (100 mm/h genom en 780 m² stor yta).

- **Växtbädd:** Utformas för att rymma ett 10-årsregn med klimatfaktor. Infiltrationshastighet antas till 100 mm/h.

Växtbäddar som hanterar dagvatten från parkeringsområdet och en del av körytan utformas så att ytan på växtbädden är nedsänkt i förhållande till omgivande mark. På detta vis skapas utrymme för fördröjning av ett 10-årsregn från avvattnade ytor. Görs växtbädden 225 m² stor behövs en nedsänkning på ca 0,2 m vid ett utflöde på 6 l/s för att rymma den fördröjningsvolym på 36 m³ som erfordras.

Att rena ett 10-årsregn är mycket långtgående. Detta föreslås då det finns tillgänglig plats i planteringsytor och då det krävs en långtgående rening för att åstadkomma en så begränsad ökning av föroreningsgraden som möjligt. Anläggs växtbäddarna för ett mindre regn kan djupet på fördröjningsvolymen ovanpå bädden minskas eller den del av planteringsytan där växtbäddar anläggs.

- **Infiltrationsyta:** Då takdagvatten tillåts infiltrera påverkar inte flödet dagvattenledningsnätet nedströms. Infiltrationsytan anses därav kunna utformas för godtagbar reningseffekt men inte nödvändigtvis behöva ta hand om ett 10-årsregn. Genom att rena de första 20 mm av den nederbörd som faller på taket renas 90% av årsnederbörden – alltså 90% av allt regn som faller under ett år kommer att passera anläggningen. De övriga 10% av årsnederbörden kommer brädda förbi anläggningen och rinna vidare i nedströms liggande skålformade gräsyta.

Takytan på hangarbyggnaden föreslås avvattnas till en infiltrationsyta med underliggande makadammagasin. Med en infiltrationshastighet på 100 mm/h och en föreslagen anläggningsyta på 200 m² motsvarar detta ett utflöde på 6 l/s. Omhändertagande av 20 mm från takytan medför en erforderlig fördröjningsvolym på ca 50 m³. Ytan behöver därmed sänkas ned ca 25 cm för att rymma den erforderliga fördröjningsvolymen.

Tabell 1 – Flöde till anläggningen vid ett 10-årsregn samt det infiltrationsflöde som antagits för anläggningen. I tabellen redovisas även behövd fördröjningsvolym för att fördröja ett 10-årsregn jämfört med att ta hand om 20 mm från avvattnade ytor. Grönt fält visar den volym som valts att dimensionera föreslagen anläggning.

Anläggning	Q _{in} * [l/s]	Q _{ut} **[l/s]	Erforderlig fördröjningsvolym 10-årsregn [m ³]	Erforderlig fördröjningsvolym 20 mm nederbörd [m ³]
Torrdamm	240	22	220	156
Växtbäddar	44	5	36	30
Infiltrationsyta	70	6	64	50

* Inflöde vid ett 10-årsregn från avrinnande ytor

**Utlöde vid infiltrationshastighet 100 mm/h

3.3 Beskrivning av systemet

3.3.1 Avvattning av områden med risk för bränslespill till oljeavskiljare och torrdamm

En oljeavskiljare ska ta hand om avrinnande vatten från uppställningsyta, hovringsyta och tankningsyta där helikoptrarna vistas, samt ytan där påfyllning av bränsletank sker. Dessa ytor är höjdsatta så att avrinnande vatten leds till rännor som snabbt kan avleda vatten från asfaltsytan. I rännorna placeras brunnar som avleder vattnet via ledning till en oljeavskiljare. Var och ett av de fyra ytorna avvattnas till var sin ledning med avstängningsfunktion. Ett nödstopp placeras i nära anslutning till ytorna.

Dimensionering av oljeavskiljare innefattas inte i den här utredningen. Oljeavskiljaren kan behöva anläggas med förbiledning vilket innebär att större flöden än vad den dimensioneras för leds förbi anläggningen. Det är viktigt att detta flöde inte leds på dagvattenledningen som leder vatten till torrdammen, utan att förbiledningen i så fall kopplas på den dagvattenledning som avleder vatten ut från området.

Efter oljeavskiljaren leds vattnet vidare på ledning mot en torrdamm i planens södra del. På denna ledning ansluts brunnar som avvattnar vändplanen och en del av resterande körytor. Denna ledning har ett utlopp i grönytan i planens södra del. Rörutloppet kan placeras i slänten ovanför torrdammen. Här tillåts vattnet rinna över gräsytan någon meter innan det rinner ned i torrdammen. Gräsytan där vattnet rinner över behöver ha tätskikt under för att förhindra infiltration till åsen. Vid rörets utlopp bör ett erosionskydd anläggas, exempelvis av ett sten-beklätt stråk med en bredd på omkring 50-70 cm. Detta kan även utformas så att det hjälper till att sprida vattnet över en bredare front då det rinner ned mot torrdammen. Genom att utforma erosionsytan något skålformad kan även en viss försedimentering ske här som hindrar sediment från att rinna ner i torrdammen.

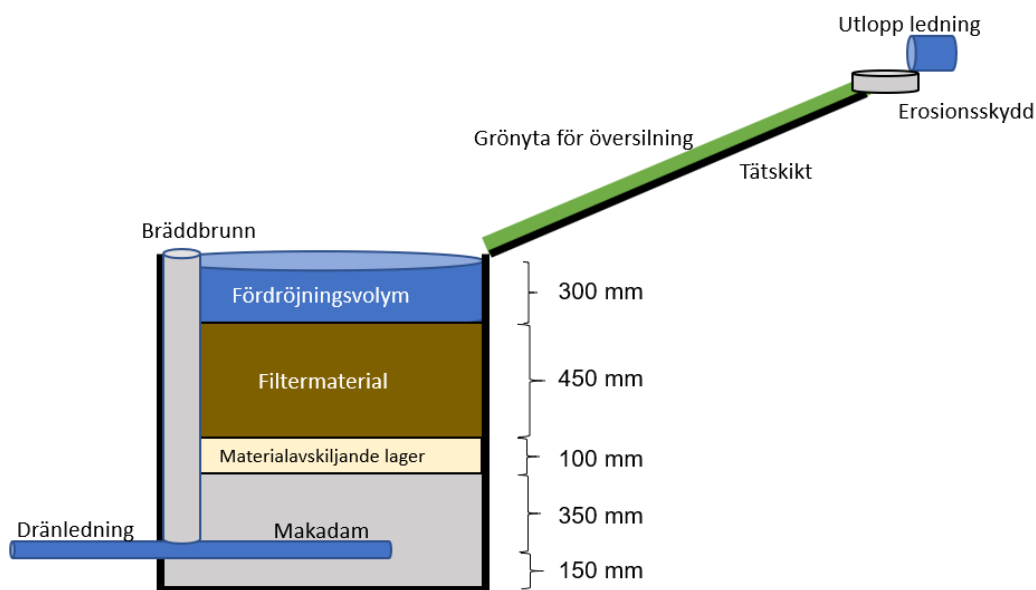
Översilningsytan behöver anläggas med tätskikt i botten liksom den efterföljande torrdammen. Tätskiktet för översilningsytan bör gå fram till kanten av biofilteruppbyggnaden för att hindra vatten att infiltrera i jordlagret och rinna längs botten direkt till dränutloppet utan att passera biofilterytan.

En torrdamm är en nedsänkt, grön yta där vatten kan fördröjas och renas genom infiltration genom filtermaterial. Torrdammar kan hantera större vattenvolymer där en tillfällig vattenspegel bildas vid större flöden. Som nämns ovan behöver torrdammen anläggas med tätskikt i botten. Dess uppbyggnad utformas som ett biofilter för effektiv rening av inkommande dagvatten. Ett biofilter byggs upp av olika filtrerande material med en total mäktighet på ca 1 m. En översiktlig skiss kan ses i Figur 11.

Anläggningen föreslås utformas med en bottenarea på ca 780 m² och tillåta vatten att bli stående till ett djup på ca 0,3 m (Figur 11). Detta medför en tillräcklig fördröjningsvolym och tillåter utflödet att begränsas av infiltrationshastigheten.



Figur 10 – Exempel på torrdamm (t.v.) och översilningsyta (t.h.) (Bild: Sweco).



Figur 11 – Exempel på principutformning av biofilter med tätskikt, brännbrunn och dränledning. Dagvattenledningens utlopp föreslås anläggas med erosionsskydd och tillåta vattnet översila grässlätten en bit innan det når torrdammen.

3.3.2 Avvattning av parkering och köryta till växtbäddar

Avvattning av parkeringsområdet och en del av körytan föreslås ledas till nedsänkta växtbäddar i den planteringsyta som finns angiven i situationsplanen. Tillgänglig planteringsyta är väl tilltagen och anläggs växtbäddar i en större del av denna kan god avskiljning av föroreningar uppnås, samt fördröjning. Växtbäddarna behöver anläggas med tätskikt.

Växtbäddar anläggs som nedsänkta lådor där plantering av träd, örter och gräs kan göras och anpassas efter områdets förutsättningar. Kapaciteten för att hantera dagvatten hos en växtbädd påverkas av fördröjningsvolymen och infiltrationskapaciteten hos bädden. Växtbädden är uppbyggd av olika skikt filtrerande material på samma sätt som biofiltret i botten av torrdammen som presenterades ovan, Figur 11.

Växtbäddar antas kunna anläggas i hela den gröna yta som planeras vid parkering och köryta, totalt ca 225 m². Växtbädden föreslås anläggas med nedsänkning på ca 20 cm. En bräddbrunn placeras på en nivå ca 5 cm under omgivande marknivå. Det djup som då blir mellan bäddens övre yta och bräddbrunnen på 15 cm är tillräckligt för att rymma ett 10-årsregn från avvattnad yta.

Parkeringsområdet och körytor höjdsätts så att ytlig avrinning sker till de nedsänkta växtbäddarna. Växtbädden kan utformas utan kantsten mot omgivande mark för att tillåta vatten att rinna in från alla håll. Ett mindre staket kan användas som skydd runt bädden. Nedan visas exempelbilder från en parkeringsplats i Portland, dock med kantsten (Figur 12). Anläggs kantsten behöver höjdsättning se till att vattnet kan samlas upp och rinna in

i växtbädden vid dessa öppningar. Fördelen med inlopp på specifika platser är att det kan anläggas erosionsskydd och försedimenteringssteg vid inloppen som medför att sediment inte sprids i hela anläggningen. Detta kan minska behovet att byta ut det översta filterlagren på grund av igensättning. Skötsel och tömning av försedimenteringssteg krävs i dess ställe. Mer om drift och skötsel av dagvattenanläggningar beskrivs i avsnitt 4.



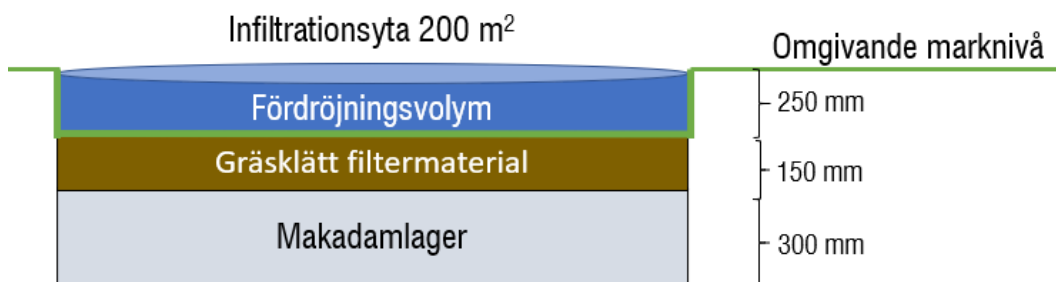
Figur 12 - Exempel på växtbäddar vid parkeringsyta. (Portland, foto: Sweco).

En dräneringsledning i botten på växtbädden anläggs för att leda ut dränerat vatten till dagvattenledning. Vid höga flöden bräddas vattnet från växtbäddarna via bräddbrunn till dagvattenledning (Figur 9).

3.3.3 Avvattning av tak till infiltrationsyta

Taket på hangarbyggnaden föreslås avvattnas via stuprör och utkastare samt ränna om det behövs till en nedsänkt del av gräsytan väster om byggnaden (se gult område i Figur 9). Takdagvatten anses relativt rent och behöver därför inte lika långtgående reningssteg som andra hårdgjorda ytor. Därav föreslås en infiltrationsyta som utifrån sett ser ut som en nedsänkt gräsyta. Denna yta kan anläggas utan tätskikt till skillnad från ovan föreslagna anläggningar.

Ytan består under nedsänkningen av ca 150 mm gräsklätt filtermaterial (jordmån) och därunder ett lager makadam för att försäkra infiltration (Figur 13). Det bedöms vara fördelaktigt om makadamlaget kan rymma hälften av volymen som ska fördröjas, alltså ca 25 m³. Detta medför ett makadamlager (40 % porositet) med 0,3 m mäktighet då det läggs under hela den 200 m² stora ytan. Infiltrationsytan behöver varken brädd- eller dränledning då vattnet tillåts infiltrera ned och ifall det bräddar tillåts vattnet rinna vidare i den skålformade gräsytan.



Figur 13 - skiss över nedsänkt infiltrationsyta med underliggande makadamlager.

3.3.4 Avskärande diken

Det är viktigt att avleda den naturmarksavrinning som kan nå exploateringsområdet från omkringliggande mark för att undvika översvämningssituationer och försäkra att enbart det vatten som behöver renas avleds till dagvattenanläggningarna. Avskärande diken föreslås med placering nordost om den planerade exploateringen, ovanpå slänter. Vid anläggning av det avskärande diket är det viktigt att hänsyn tas till det befintliga vägdiket öster om området så att byggnationen samordnas och möjliggör avledning av vattnet.

Nedanför grässlänter vid hovrings- och uppställningsytan för helikoptrar föreslås en smal skålförmad nedsänkning i naturmarken (se ljusgrön streckad linje i Figur 9). Detta för att hindra regnvatten från slänter att rinna in på helikopterytorna.

3.3.5 Infiltration naturmarksyta

De avskärande diken norr om hovringsytan avleder avrinnande vatten från naturmarken (Figur 9). Dessa liksom skogsytan i sig sluttar mot den lägsta punkten norr om hovringsytan. Då avrinningsområdet består av skogsmark och vegetationsyta är avrinningen från dessa ytor begränsad. Därutöver kan infiltrationen förväntas vara god då marken enligt underlag utgörs av åsmaterial. Avrinning inom området bedöms därav bli begränsad. För att ge en uppskattning kan en yta på 200 m² och infiltrationskapacitet på 1000 mm/h kunna infiltrera ett 10-årsregn från naturmarken (53 l/s, Tabell 5).

Bedömningen baseras på att ytan norr om hovringsytan förblir naturmark och skog, samt att infiltrationsmöjligheterna är goda. Lokala variationer i markegenskaper kan förekomma samt kan markarbete medföra att marken packas och infiltrationshastigheten försämras. För att försäkra god infiltrationsmöjlighet på ytan i lågpunkten bör detta kontrolleras i anläggningskedet.

3.3.6 Dagvattenavledning från planområdet

Efter exploatering kommer dagvatten upp till ett 10-årsregn att avledas från planområdet dels på ledning och dels ytligt.

Avrinning från en del grönytor, avskärande diken samt avrinning vid stora flöden behöver avledas via trummor under Helikoptervägen. Två trummor kommer att behövas, en på

vardera sida av infartsvägen till planområdet (se Figur 9). Därefter följer avrinningen befintligt lågstråk som beskrivs i avsnitt 2.3.2 Befintlig avvattning.

Avledning av det dagvatten som enligt föreslagen dagvattenhantering samlas i dagvattenledning kan avledas antingen västerut mot Halmsjön eller österut mot ett befintligt dike och Sigridsholmssjön. Det har inte varit möjligt inom den här utredningen att besluta vilken avledningsriktning som är att föredra, utan detta arbete kvarstår.

Nedan listas kortfattat konsekvenserna av att avleda dagvattnet via ledning öster- respektive västerut.

Att avleda dagvattnet västerut mot Halmsjön:

- Ledningsgrav som planeras gå västerut för övriga funktioner kan användas för placering av dagvattenledning.
- Pumpning kommer att behövas för att leda vatten över en höjdrygg och vidare mot Halmsjön.
- Dagvattnet blandas upp med vattnet i Halmsjön och föroreningshalter späds på så vis ut innan det når Märstaån.
- Märstaån som recipient är känslig för framförallt totalfosfor och arsenik men har belastningsutrymme för koppar, zink och nickel (WRS, 2015). Att avleda dagvatten västerut innebär en något ökad mängd totalfosfor till Märstaån av den fosfor som inte tas upp eller sedimenterar i Halmsjön.

Att avleda österut mot dike och Sigridsholmssjön:

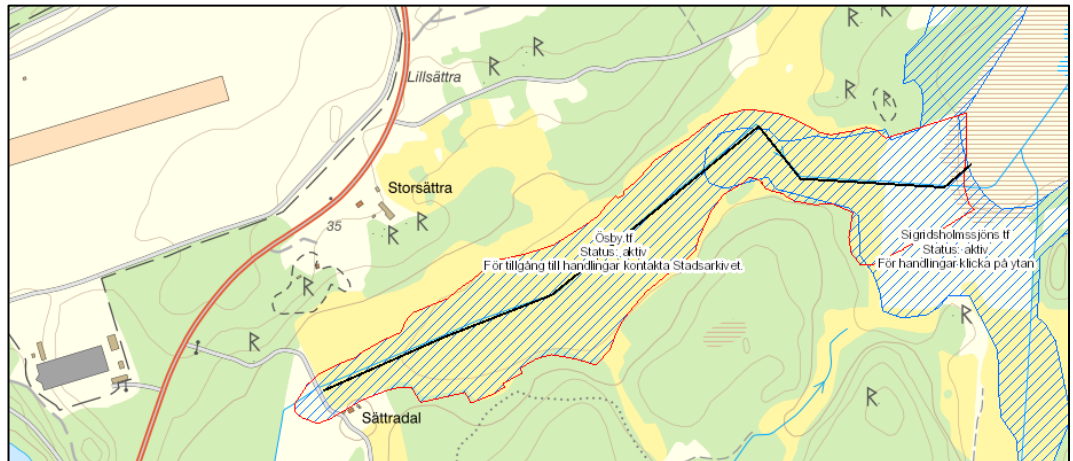
- Ledning behöver anläggas under väg 894 och minst avleda vattnet till utanför Stockholmsåsens tillrinningsområde (grön yta i figur 14 nedan).



Figur 14 - Stockholmsåsens tillrinningsområde markerat med grön yta. Dagvattenledning från planområdet (röd polygon) mot dike österut (blå linje) behöver avleda vattnet utanför tillrinningsområdet.

- Beroende på var ledningsdragning är möjlig kan pumpning undvikas då marken sluttar ner mot bäck och Sigridsholmssjön.
- Beroende på möjlig placering av ledning kan ledningsdragningen bli kortare än ifall dagvatten ska avledas västerut.
- Ledningen behöver dras till befintligt dike som delvis består av Ösby torrläggingsföretag (tf) följt av markavvattningsföretag Sigridsholmssjöns tf (Figur 15). Beroende på aktuellt flöde i diket och dikets kapacitet kan avledning av dagvatten dit innebära en betydande förändring i användandet av diket. I så

fall behöver omprövning av markavvattningsföretaget ske hos Mark- och miljödomstolen. För de flesta regn är utflödet av dagvatten från reningsanläggningarna begränsat då dessa medför fördröjning av dagvattnet. Då det inte uppges flödeskrav i förrättningsakten samt att befintligt flöde i diket är okänt är det inte möjligt att dra någon slutsats om påverkan från avledning av dagvatten till diket utan vidare utredning.



Figur 15 - karta över utbredningen av Ösby torrlägningsföretag samt Sigrisholmssjöns torrlägningsföretag.

- Vidboån har hög status för näringsämnen och god status för flera av de ämnen som ofta återfinns i för hög halt på grund av dagvattenpåverkan. Detta är exempelvis halter för krom, koppar, zink, bly, kadmium och nickel. Detta indikerar att det kan finnas marginal att leda ytterligare dagvatten till denna recipient utan att statusen i vattendraget blir sämre än god. Provtagningsdatan är dock från 2013 (VISS, 2020) så läget kan ha förändrats sedan dess. Det saknas även provtagningsresultat för ett flertal ämnen vilket också begränsar säkerheten i bedömning av vattenförekomstens aktuella status gällande vattenkvalité.

4 Övergripande drift och skötselbeskrivning av dagvattenanläggningar

Nedan beskrivs kortfattat det drift och skötselbehov som finns för föreslagna dagvattenanläggningar. En skötselplan bör utformas som listar erforderade skötselåtgärder samt frekvens och ansvarig. Genom god drift av anläggningarna försäkras effektiviteten av anläggningen och livslängden förlängs.

4.1 Oljeavskiljare

Enligt standarden för oljeavskiljare ska kontroll och underhåll utföras minst var sjätte månad av erfaren personal. Kontrollerna ska journalföras. Minst vart femte år ska själva oljeavskiljaren besiktigas i samband med tömning och rengöring. Kontrollen ska omfatta mätning av oljeskiktets tjocklek och slamvolym, samt funktionen hos

avstängningsanordning och larm. Avskiljaren bör tömmas när halva slamvolymen eller 80 procent av lagringskapaciteten för olja är fylld. Oljeavskiljaren måste fyllas med rent vatten innan tillflödet kopplas på efter en tömning. (Svenskt Vatten och Avfall [SVOA] (a), 2019)

Avstängningsventiler, oljeavskiljare och fördelningsbrunnar behöver regelbunden skötsel med rensning, rengöring och/eller smörjning för att fungera. Det är också viktigt att inte inlopp och utlopp är igensatta av skräp, avlagringar eller sediment.

4.2 Öppna dagvattenlösningar

Kontroll av öppna dagvattenlösningar behöver göras minst två gånger per år, på våren och hösten. Även efter större skyfall är det bra att kontrollera att anläggningens funktion är bibehållen. Nedan anges beskrivning av driftbehov som föreligger respektive anläggning.

4.2.1 Torrdamm med föreliggande översilningsyta

Kontroll och rengöring av inlopp och bräddbrunn; Inlopp till översilningsytan behöver kontrolleras och rensas från löv och sediment. Här anläggs med fördel exempelvis sten som fungerar som erosionsskydd samt tillåter viss ansamling av sediment.

Skötsel av vegetation: Torrdamm har föreslagits anläggas som en gräsklädd torrdamm. Gräsyta behöver klippas och skötas. Tunga maskiner bör undvikas för att undvika komprimering av underliggande biofilter. Döda växtdelar behöver rensas bort.

Kontrollera sedimenttillväxt i torrdammen: På översilningsytan och i torrdammen avsätts sediment som följer med dagvattnet. Dagvatten från majoriteten av avvattnade ytor till torrdammen passerar först en oljeavskiljare. Här kan en del av sedimenten avsättas vilket bidrar till att sedimenttillväxten i torrdammen kan bli begränsad.

Kontroll av erosion: Ett vanligt förekommande problem är nedsatt infiltrationsförmåga (ytigensättning) på grund av erosion uppströms eller i själva anläggningen. Det är därav viktigt att kontrollera eventuell erosion av översilningsyta och torrdamm. Grässådd minskar risken för erosion jämfört med plantering av buskar.

Byte av filtermaterial: Partiklar som transporteras med dagvattnet fastnar i stor utsträckning i de översta centimetrarna av filtermaterialet och kan leda till att infiltrationshastighet blir för låg på sikt. Om ett biofilter tappas infiltrationsförmåga på grund av igensättning, kan en rekonstruktion av hela infiltrationssystemet krävas. Om filtermaterialet är mättat bör det bytas ut. Ofta kan det vara tillräckligt att bara byta det översta skiktet eftersom många föroreningar fastnar i detta skikt (Blecken, 2019). Det kan därför bli aktuellt att behöva byta ut de översta 5 – 10 cm av filtermaterialet med ett intervall på 5-25 år beroende på belastningen av partiklar (Blecken, 2010).

4.2.2 Växtbäddar

Skötsel av vegetation: Vegetationen är viktig i växtbäddar för reningseffekt och upprätthållande av infiltrationskapaciteten. Speciellt under det första/andra året då

vegetationen ska etableras är det viktigt med kontroll och eventuell kompletterande plantering samt rensning av döda växtdelar och ogräs (Blecken, 2019). Vegetation sköts likt en större plantering med fleråriga växter. Stödbevattning kan behövas vid långvariga perioder utan nederbörd.

Kontroll och rengöring av inlopp och bräddbrunn; Brädd-, inlopps- och utloppskonstruktioner bör inspekteras regelbundet med några månaders mellanrum och/eller efter kraftiga skyfall. Skräp som ansamlas kan blockera in- och utlopp och måste avlägsnas.

Bibehålla infiltrationskapaciteten: Avlägsna organiskt avfall och löv som ansamlas samt eventuellt skräp.

Byte av filtermaterial: Liksom för biofiltret i torrdammen kan igensättning till följd av sedimentation medföra en försämring av anläggningens funktion på sikt. Det kan därför bli aktuellt att behöva byta ut de översta 5 – 10 cm av filtermaterialet med ett intervall på 5-25 år beroende på belastningen av partiklar (Blecken, 2010).

4.2.3 Översilningsyta

Skötsel vegetation: Klippning av gräs och rensning av dött organiskt material.

Erosionskontroll: Kontrollera eventuell erosion och bildning av fårar som då behöver åtgärdas för att bibehålla anläggningens funktion.

Rensa löv och övrigt dött organiskt material: Sedimenttillförseln till den här översilningsytan är begränsad då det rör sig om takdagvatten. Därav blir den största påverkan ansamling av löv och döda växtdelar som behöver rensas.

5 Flödes- och föroreningsberäkningar

5.1 Metod och indata

Beräkning av flöden och fördröjningsvolymerna samt beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder från utredningsområdet genomfördes med dagvatten- och recipientmodellen *StormTac, version 20.1.1*. Som indata till beräkningsmodellen används kartlagd markanvändning och nederbörd. Markanvändningen före och efter exploatering uppskattades utifrån tillgängligt underlag och allmänna karttjänster. Se Tabell 2 för karterad markanvändning samt vilken markanvändning som använts i StormTac beräkningar.

Vidare används senaste nederbördsdata och regnintensiteter. Enligt regnstatistik från SMHI:s mätstation Arlanda (9739) har området en uppmätt årsnederbörd på 536 mm. För att korrigera för mätförluster multipliceras årsnederbörden med en korrektionsfaktor på 1,18 som ger en beräknad årsnederbörd om 632 mm, vilket är den nederbörd som används i StormTac.

Beräkningar har utförts för årsmedelflöden, flöden vid 2-årsregn, 10-årsregn samt ett 100-årsregn för läget före exploatering och efter exploatering, med och utan klimatfaktor på 1,25. Detta område klassas som gles bebyggelse och ett 10-årsregn blir dimensionerande för trycklinje i marknivå. Klimatfaktor har använts för att ta hänsyn till en framtida klimatförändring som förväntas öka flödet. Beräkningarna tar även hänsyn till det vatten som uppkommer vid snösmältning. Flödesberäkningar delas upp och området som exploateras räknas separat från naturmarksområdet som förblir oexploaterat. Detta då respektive del bör avledas separat till utflödespunkten.

Vid beräkningar av dagvattnets föroreningsinnehåll har schablonhalter för aktuella markanvändningar använts. I StormTac tilldelas varje markanvändning specifika schablonvärden för avrinningskoefficienter och föroreningshalter. Avrinningskoefficienterna utgår från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten AB, 2016)¹. Föroreningshalterna utgör årsmedelvärden och baseras på flödesproportionell provtagning under minst flera månader och vanligen upp till ett eller flera år. Föreslagna reningsanläggningar utformas för att uppnå så god reningseffekt som möjligt med hänsyn till platsspecifika förutsättningar. Schablonvärden för reningseffekt per ämne och dagvattenanläggning används för att beräkna föroreningsbelastning från dagvatten efter rening. Dimensionering av anläggningar beskrivs i avsnitt 3.2-3.3 och parametrar till StormTac modellering presenteras i Bilaga 2.

Då resultaten bygger på beräkning med hjälp av schablonvärden ska siffrorna inte ses som exakta utan som en indikation på vilka förändringar i föroreningssammansättningen som exploateringen föranleder.

Markanvändningen som använts i modellen presenteras nedan i Tabell 2. En lägre faktor har använts i programmet för markanvändningen Bensinstation då bränsletanksytan och tankningsytan av helikoptrar inte bedöms användas lika frekvent som en bensinstation och därmed ha något lägre föroreningspåverkan. Faktorn är sänkt från 5 till 3.

Tabell 2 - Indata vid modellering i StormTac. Markanvändning och tillämpade avrinningskoefficienter för hela utredningsområdet före och efter exploatering.

Markanvändning	Markanvändning i StormTac	Avrinningskoefficient för flödesberäkningar	Före exploatering [ha]	Efter exploatering [ha]
Naturmark	Skogs- och ängsmark	0,08	3,5	1,2
Hovringsområde	Flygplats	0,80	-	0,42
Uppställningsområde	Flygplats	0,80	-	0,17
Bränsletanksyta	Bensinstation*	0,80	-	0,03

¹ P110 Avledning av dag- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, Svenskt Vatten AB, 2016-01.

Tankningsyta	Bensinstation*	0,80	-	0,25
Takyta	Takyta	0,90	-	0,27
Parkering	Parkering	0,80	-	0,05
Köryta	Väg 1000 ådt	0,80	-	0,26
Gräsyta	Gräsyta	0,10	0,23	0,93
Grusyta för snöupplag	Grusyta		-	0,14
Totalt			3,7	3,7

**Lägre faktor används i StormTac då ytor anses mindre belastade jämfört med den typiska verksamheten de empiriska studierna baseras på.*

5.2 Resultat

I detta kapitel presenteras resultat av förorenings- och flödesberäkningar inom utredningsområdet före exploatering, efter exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenanläggningar. Den föreslagna dagvattenhantering som beaktats i beräkningar av rening och fördröjning är oljeavskiljare, torrdamm/biofilter, växtbädd samt infiltrationsyta.

5.2.1 Flödesberäkningar

Enligt beräkningar i StormTac är årsmedelflödet ca. 0,16 l/s före exploatering och ca. 0,37 l/s efter exploatering, vilket innebär att flödena ökar efter exploatering.

I Tabell 3 ses dimensionerande flöden från området för befintlig situation vid ett 2-årsregn, 10-årsregn samt ett 100-årsregn före exploatering, med och utan klimatfaktor. Detta för att visa på de flöden som uppkommer vid olika återkomsttider i enlighet med riktlinjer från Svenskt Vattens publikation P110.

I Tabell 4 ses de dimensionerande flödena vid de olika återkomsttiderna efter exploatering, med och utan klimatfaktor. Resultatet visar en flödesökning vid samtliga återkomsttider efter exploatering jämfört med före exploatering. Rinnsträcka och rinnhastighet förändras i och med att området bebyggs. Detta påverkar i sin tur vilken varaktighet det regn har som ger det dimensionerande, största, flödet. I föresceneriet sker avrinning från naturmark, vilket innebär en långsammare avrinning och ett regn med varaktighet 47 minuter blir dimensionerande. Efter exploatering uppkommer den största delen av flödet från de hårdgjorda ytorna. Avrinning sker först på asfaltsytan och därefter i dagvattenledning, detta medför en snabb avledning och det dimensionerande regnet har en varaktighet på 10 minuter. Tabell 3 och 4 visar därmed de största flöden som genereras från området före och efter exploatering vid olika regn.

Vid beräkning av flöden från naturmark i förescenarioet används funktionen i StormTac för naturmarksavrinning. Detta innebär att det tas i beaktning att marken blir mättad vid längre och kraftigare regntillfällen och att avrinningen från naturmark är högre än vad som skulle beräknas av rationella metoden ($\text{area} \cdot \text{avrinningskoefficient} \cdot \text{regnintensitet} = \text{avrinnande flöde}$). Detta beräkningssätt är baserat på observerad genomsnittlig avrinning vid empiriska studier samt riktlinjer i Svenskt Vattens publikation P110.

Tabell 3 - Beräknade dagvattenflöden vid 2-, 10- och 100-årsregn för planområdet före exploatering, med och utan klimatfaktor.

	Utan klimatfaktor			Med klimatfaktor		
Återkomsttid [år]	2	10	100	2	10	100
Maxflöde [l/s]	79	140	310	99	170	390

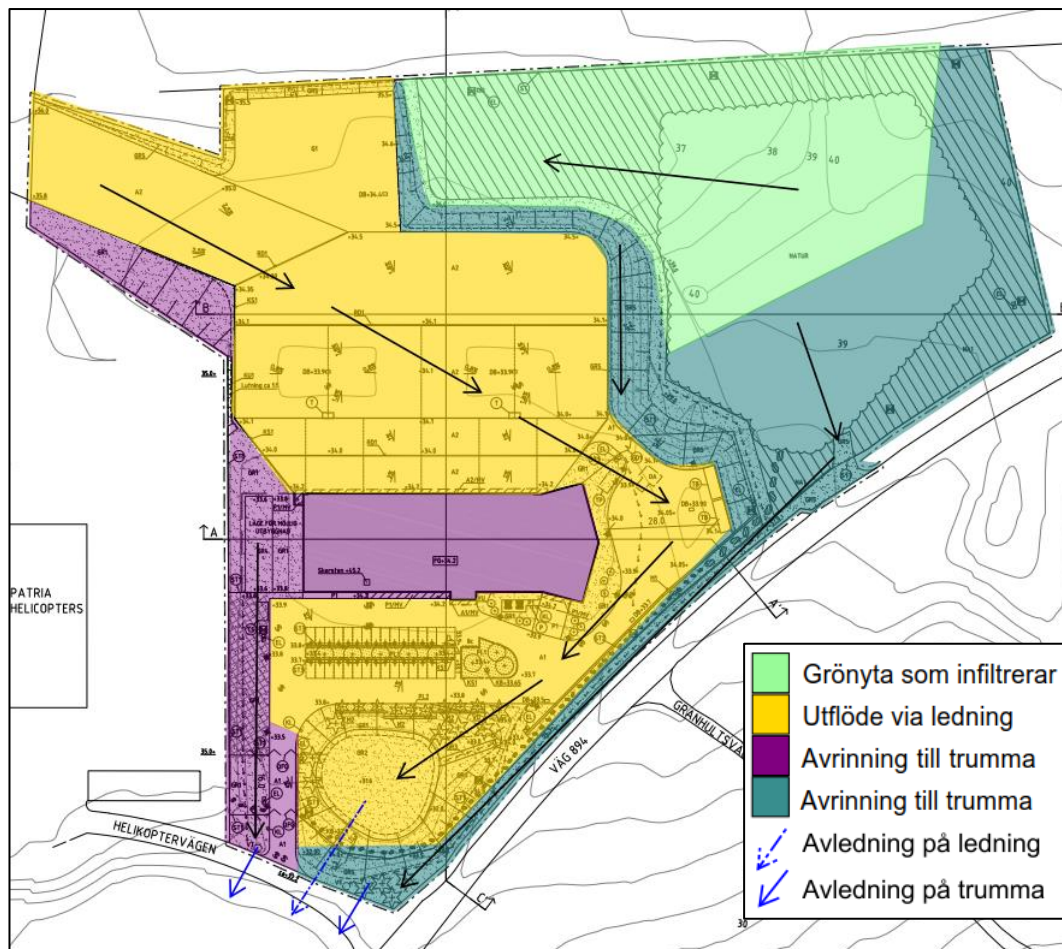
Tabell 4 - Beräknade dagvattenflöden vid 2-, 10- och 100-årsregn för planområdet efter exploatering, med och utan klimatfaktor.

	Utan klimatfaktor			Med klimatfaktor		
Återkomsttid [år]	2	10	100	2	10	100
Maxflöde [l/s]	190	320	690	240	400	860

För flödesberäkningar efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering upp till ett 10-årsregn så kommer utredningsområdet kunna delas in i fyra olika tekniska delavrinningsområden (Figur 16);

- **Naturmark i norr:** I norr så avrinner naturmark till en naturlig lågpunkt där det förväntas infiltrera.
- **Resterande skogsmark:** Resterande del av naturmarken sluttar åt sydöst och avvattnas via avskärande dike och befintligt vägdike till trumman under helikoptervägen.
- **Avrinning på ledning:** Ytor som avvattnas till torrdammen i södra delen av planområdet och växtbäddar i parkeringsytan avleds via dagvattenledning från området. Utflödet från detta system begränsas av infiltrationshastigheten i torrdamm och växtbädd. En infiltrationshastighet på 100 mm/h har antagits i anläggningarna vilket ger ett motsvarande flöde på 22 l/s ut från torrdammen och 6 l/s från växtbädden.
- **Takyta:** Det slutliga delavrinningsområdet utgörs av hangarens tak som leds till en infiltrationsyta i ett grönområde väster om infartsvägen. Dagvatten från taket stannar och infiltrerar ytan vid ett 2-årsregn. Vid ett 2-års regn bidrar därav enbart eventuell avrinning från gräsmarken till flödet ut från området. Vid ett 10-årsregn rymms inte hela volymen från taket i den nedsänkta infiltrationsytan utan

takdagvatten kommer rinna vidare i den skålformade gröna ytan till ytterligare en trumma under helikoptervägen.



Figur 16 - Avrinningsystem upp till ett 10-årsregn.

I tabellen nedan (Tabell 5) presenteras de största utflöden som uppstår inom respektive delavrinningsområde vid ett 2- och 10-årsregn, samt vid vilken varaktighet på regn detta sker. För det "gula" området begränsas utflödet av infiltrationskapaciteten. Så ett konstant utflöde uppstår då anläggningen vattenfylld. Även dimensionerat flöde totalt ut från området anges. Vid ett 100-årsregn är dagvattenanläggningarna fulla och bräddar förbi vatten. Flödet ut från området blir därav det beräknade flödet vid ett 100-årsregn minus flödet av ett 10-årsregn med samma varaktighet. Flödet vid ett 100-årsregn har gjorts utifrån en förenklad beräkningsmetodik där hänsyn inte tagits till uppfyllnadstid och volym av kuperade ytor inom planområdet.

Flöden från respektive delavrinningsområde kan inte summeras ihop då högsta flödet från respektive delavrinningsområde sker vid olika dimensionerande regn. Det är alltså olika regnintensiteter som bidrar till maximalt flöde inom respektive område.

Tabell 5 – Dimensionerande flöden för respektive delavrinningsområde efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering. Där dimensionerande varaktighet varierar mellan regnen anges denna i parentes efter dimensionerande flöde.

Avrinningsområde	Dimensionerande varaktighet (min)	Flöde 2-årsregn (l/s)	Flöde 10-årsregn (l/s)	Flöde 100-årsregn (l/s)
Till trumma väst (Lila område)		2 (33 min)	50 (17 min)	-
Till ledning (gult område)	-	28	28	-
Till trumma öst (mörkgrönt område)	42	21	38	-
Naturmark i norr (infiltrerar)	27	(30)	(53)	-
Totalt ut från området		8 (25 min)	62 (15 min)	440

Den dagvattenhantering som föreslås medför att utgående flöde från området efter exploatering inte är större än befintligt utflöde vid ett 10-årsregn. Det bedöms att flödet till och med kan minska jämfört med dagens flöde vid ett 10-årsregn. Detta då föreslagna dagvattenanläggningar får tillräcklig fördröjningskapacitet för att kunna bromsa de större flödena som annars hade skapats efter exploatering.

5.3 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har utförts avseende läget före och efter exploatering med och utan dagvattenåtgärder. Resultatet från modelleringen av föroreningsmängder och föroreningshalter visas i Tabell 6 respektive Tabell 7 och baseras på markanvändningen i Tabell 2. Resultaten visar en föroreningsökning för samtliga ämnen efter exploatering utan reningsåtgärder. Efter exploatering med reningsåtgärder minskar föroreningshalterna betydligt för alla undersökta ämnen med undantag för kvicksilver och PAH16. Dock erhålls inte en minskning av föroreningsbelastningen (kg/år) till nivåer lägre än ursprungsmängder med undantag för bly.

Belastningen ökar på grund av ökad årsavrinning från utredningsområdet till följd av exploateringen. Eftersom marken idag är oexploaterad och består av naturmark är det svårt att undvika en försämring avseende studerade ämnen oavsett val av åtgärdsförslag. I utredningen har flera olika åtgärdsförslag kombinerats för att minska föroreningsbelastningen.

Föroreningshalt och -mängd för motsvarande område bestående av parkmark har lagts till för att ge perspektiv på ökningen som sker. Enbart för fyra ämnen är föroreningsbelastningen något högre för planområdet efter rening jämfört med samma område bestående av parkmark.

Tabell 6 - Modellerade föroreningsmängder i kg/år före exploatering, efter exploatering och efter exploatering med anläggande av reningsanläggningarna.

Ämne	Före exploatering [kg/år]	Efter exploatering [kg/år]	Efter exploatering med rening [kg/år]	Parkmark 3,7 ha
Fosfor (P)	0,27	1,1	0,55	1,2
Kväve (N)	4,2	14	6,6	8,2
Bly (Pb)	0,013	0,069	0,013	0,027
Koppar (Cu)	0,039	0,13	0,047	0,059
Zink (Zn)	0,088	0,37	0,095	0,13
Kadmium (Cd)	0,00069	0,004	0,0014	0,0013
Krom (Cr)	0,0082	0,04	0,017	0,014
Nickel (Ni)	0,01	0,042	0,014	0,012
Kvicksilver (Hg)	0,000028	0,00044	0,00011	0,00011
Suspenderat material (SS)	83	600	114	138
Olja	0,67	3,2	0,79	1,4
PAH16	0,00022	0,011	0,00081	0,00053
Benso(a)pyren (BaP)	0,000022	0,00035	0,000033	0,000038

Tabell 7 - Modellerade föroreningshalter i µg/l före exploatering, efter exploatering och efter exploatering med anläggande av reningsanläggningarna.

Ämne	Före exploatering [µg/l]	Efter exploatering [µg/l]	Efter exploatering med rening [µg/l]	Parkmark 3,7 ha
Fosfor (P)	52	97	48	160
Kväve (N)	820	1300	580	1137
Bly (Pb)	2,5	6,3	1,1	3,8

Koppar (Cu)	7,6	11	4,1	8,1
Zink (Zn)	17	34	8,3	18
Kadmium (Cd)	0,13	0,36	0,12	0,19
Krom (Cr)	1,6	3,7	1,5	2
Nickel (Ni)	2,1	3,8	1,2	1,6
Kvicksilver (Hg)	0,0055	0,04	0,01	0,015
Suspenderat material (SS)	16 000	55 000	10 000	19 000
Olja	130	290	69	189
PAH16	0,042	1	0,071	0,074
Benso(a)pyren (BaP)	0,0042	0,032	0,0029	0,0053

5.4 Osäkerheter i föroreningsberäkningar

Observera att resultaten är baserade på beräkningar som försöker modellera verkligheten. Modelleringen innebär osäkerheter i flera steg och det är därav svårt att kvantifiera osäkerheterna. Osäkerheter finns kopplat till schablonvärden av föroreningar per markanvändning, area per markanvändning, val av representativ markanvändning, reningseffekt i reningsanläggningar och nederbördsdata för att nämna de huvudsakliga. Därav ska inte resultaten ses som exakta utan som en indikation på föroreningsnivåer och förändring av föroreningspåverkan vid exploatering.

Osäkerheter i schablonvärden för föroreningspåverkan per markanvändning varierar med ca 20-30%. Reningseffekten hos reningsanläggningarna uppges ha en relativ osäkerhet på ca 30 %. Den relativa osäkerheten för både volym- och avrinningskoefficienter antas tillsvidare vara 20 %. Den relativa osäkerheten för årlig nederbörd (mm/år) antas tills vidare vara ca 10 % (Guide StormTac web, 2020-03-09).

Se Bilaga 1a-1c för de schablonvärden som använts samt mer specifika osäkerheter hämtade från StormTac.

6 Påverkan på recipient och Stockholmsåsen

6.1 Påverkan på recipient

Föreslagen dagvattenhantering medför att samtliga undersökta föroreningshalter förutom kvicksilver och PAH16 minskar efter exploatering. Detta innebär att långtgående reningssteg har applicerats då markanvändningen idag utgörs av naturmark. Årsmängder (kg/år) av undersökta ämnen beräknas dock öka något från området då total avrinning ökar i och med ökad hårdgörningsgrad.

Det ska has i åtanke att kvicksilver och PAH16 är ämnen vars schablonvärden när det kommer till markanvändning och reningseffekt har låg säkerhet (se Bilaga 1a-1c).

Förslaget att avleda dagvattnet som går på ledning till Halmsjön medför att föroreningsbelastningen från området delas upp på två recipienter. Halmsjön som tidigare inte mottog vatten från området kommer nu få en viss ökad föroreningsbelastning. Detta medför i förlängningen viss ökad belastning till Märstaån. Vattenmassan i Halmsjön medför dock att de föroreningshalter som följer med dagvattnet späds ut ytterligare innan det når Märstaån.

Påverkan på dagens recipienter, Sigridsholmssjön och Vidboån, minskar i detta scenario eftersom en mindre andel av naturmarksavrinning kommer att avvattnas i den riktningen.

Ifall dagvattenavledningen sker österut till diket och Sigridsholmssjön medför detta en något ökad föroreningsbelastning till den efterföljande Vidboån. Halterna som når Vidboån kommer att vara låga då föreslagna reningssteg minskar halterna jämfört med dagens nivåer. Det sker även utspädning av halterna när dagvattnet når Sigridsholmssjön. Belastningsökningen som sker är ringa och ligger i flera fall inom osäkerhetsmarginalen av modelleringen.

6.2 Påverkan på Stockholmsåsen

Exploatering enligt planförslaget medför förändrad grundvattenbildning på området samt avledning av vatten till Halmsjön eller Sigridsholmssjön. Påverkan detta har på Stockholmsåsen utifrån vattenkvalité, minskad infiltration samt relation till Halmsjöns vatten beskrivs i avsnitt 6.2.1 - 6.2.3 nedan. Sammantaget bedöms ingen negativ påverkan på Stockholmsåsen eller akviferlagret i Långåsen behöva uppstå ifall en långtgående framtida dagvattenhantering anläggs i enlighet med den som föreslås.

De underlag som legat till grund för avsnitt 6.2.1-6.2.3 är;

- Akviferlager Långåsen, Tillståndsansökan till Miljödomstolen, Del 1. Teknisk beskrivning. Sweco, 2007-03-11.
- Akviferlager Långåsen; Teknisk beskrivning, Kompletterande tillståndsprövning. Sweco, 2013-06-17.
- Stockholm Arlanda Airport; Nytt driftområde Benstocken – grundvattenfrågor, Vatten och Samhällsteknik AB, 2014-05-19.

6.2.1 Föroreningsspridning från dagvatten

De markanvändningar som medför risk för föroreningsspridning till åsen anläggs med tätskikt och avrinnande dagvatten renas i täta lösningar innan detta vatten avleds i dagvattenledning. Inget dagvatten från ytor av mer förorenande karaktär kommer därav i kontakt med åsen. Enbart takdagvatten som genomgår infiltration genom filtermaterial når åsen tillsammans med övriga grönytor.

Genom höjdsättning möjliggörs avledning av större flöden från området utan att rinna in i torrdammen vilket bidrar till att inte påverka reningen av det första, mer förorenade

dagvatten som nått reningsanläggningen. Föroreningsspridning till åsen bedöms därför inte öka i och med exploatering enligt planförslaget, förutsatt föreslagen dagvattenhantering.

6.2.2 Minskad infiltration till Långåsen

Idag infiltrerar en stor del av regnet som faller över området på grund av den genomsläpplig markytan. Efter exploatering kommer infiltrationen inom området att minska i och med att ytor hårdgörs och dagvatten avleds via ledning. Då området i förhållande till åsens utbredning är liten blir påverkan från minskad infiltration begränsad.

Grundvatteninfiltrationen på isälvsediment antas till 250 mm/år (Vatten och Samhällsteknik AB, 140519). Då yta som tillåter infiltration minskar från 3,7 ha till 2,4 ha beräknas grundvattenbildning i snitt ändras från ca 0,3 l/s till 0,2 l/s. Enligt utredning och grundvattenmodell som gjordes i och med utredning för området Benstocken beräknas att cirka 17-20 l/s grundvatten nybildas vid nuvarande förhållanden inom Stockholmsåsen-Arlanda under ett normalår (Vatten och Samhällsteknik AB, 140519). Minskad grundvattenbildning i och med exploatering av planområdet motsvarar alltså en minskad nybildning av grundvatten på ca 0,5%.

En minskad grundvattenbildning med 0,1 l/s kan även ställas i relation till en beräknad utströmning av grundvatten österut på 9 l/s vid oströrda förhållanden och ca 65 l/s vid vinterdrift med maxflöde (Andersson, Sweco, 2013-12-02).

I *Kompletterande tillståndsprövning för Akviferlager Långåsen* (Sweco, 2013) framgår det att det sedan driftstart av akviferlagret 2009 skett en betydande utströmning av grundvatten österut mot Sigrisholmssjön. I denna utredning undersöks effekterna av att aktivt pumpa grundvatten under vintersäsongen till Halmsjön. Detta för att minska utströmningen och risken att grundvatten innehållande PFAS 11 sprids från området. Minskad infiltration över planområdet och avledning till Halmsjön medför alltså ett lägre pumpbehov vintertid.

I en hydrogeologisk utredning som tagits fram inom ramen för pågående planering för utveckling av Benstocksområdet (*Vatten och Samhällsteknik AB, 2014-05-19*) beräknas nybildningen av grundvatten minska med ca 25 % på grund av ökad andel hårdgjorda ytor. I rapporten görs bedömningen att den minskade grundvattenbildningen kommer medföra mindre utläckage från åsen, men i övrigt ingen märkbar påverkan på vattenbalansen i åsen eller akviferlagrets funktion.

6.2.3 Påverkan på inducerad infiltration från Halmsjön

Akviferlagret och Stockholmsåsen står i förbindelse med Halmsjön och en viss inducerad infiltration (sjövatten infiltrerar till åsen) kan ske. Detta kan ske ifall grundvattenytan är lägre än sjöytan. På norra sidan av akviferlagret skulle detta i så fall ske vid somrardriften då vatten pumpas från de norra brunnarna. Då planområdet ligger nära utströmning från åsen där det speciellt under vinterdriften rapporterats utströmning av grundvatten österut, bedöms en minskad infiltration här kompenseras av minskad utströmning österut och alltså inte påverka förhållandet till Halmsjön.

Volymen av minskad grundvattenbildning är mycket liten i förhållande till den volym vatten som redistribueras i åsen till följd av att akviferlagret används som geotermisk anläggning. Därav bedöms den minskade infiltrationen ha begränsad påverkan på förhållandet mellan Halmsjön och akviferen även under sommardriften när utströmningen österut inte är lika stor.

Den geotermiska anläggningen i Långåsen har tillstånd för en maximal återföring och bortledning av 1 440 000 - 1 460 000 m³ per år (Sweco, 2013). Detta kan jämföras med den grundvattentillförsel som uteblir till följd av exploatering enligt planförslaget. Sammanlagt 1,2 ha planeras att hårdgöras och avvattnas via dagvattenledning (dvs. ytor för hovring, uppställning, tankning, bränsletankar, parkering och körbana). Antas grundvattenbildningen vara 250 mm/år i isälvsediment (Vatten och samhällsteknik AB, 2014, s.12) motsvarar detta en total årsvolym på 3000 m³ (12 000 m²*0,25 m). Detta motsvarar 2 promille av volymen som återförs och bortleds till följd av akviferlagringen i Långåsen. Påverkan på akviferlagret och omgivningen till följd av minskad grundvattenbildning kan därmed anses försumbar.

7 Sekundära avrinningsvägar

Dagvattenledningsnätet dimensioneras för att omhänderta ett 10-årsregn. Föreslagen torrdamm och växtbäddar dimensioneras för fördröjning av ett 10-årsregn. Vid större regn kommer dock dessa anläggningar vara fulla och brädda över i bräddutlopp till dagvattenledningsnätet. När även ledningsnätet går fullt bräddar vatten ut i marknivå och fyller upp lågpunkter inom planområdet.

En översiktlig översvämningsanalys av området utfördes tidigt under utredningsarbetet med hjälp av verktyget Scalgo. Med detta verktyg studerades avrinningsområdet till planområdets lågpunkt samt de rinnvägar som skapas. I avsnitt 7.1 ses resultat från denna analys av befintlig höjdsättning. Metodik för analysen presenteras i Bilaga 1.

Vattnets rinnväg på markytan då ledningsnät går fullt, så kallade sekundära rinnvägar, har studerats för att försäkra att det inte föreligger risk för översvämning av Hangarbyggnaden, se avsnitt 7.2 nedan. Det bedöms inte heller föreligga risk för skador på bebyggelse nedströms planområdet till följd av avrinning från planområdet.

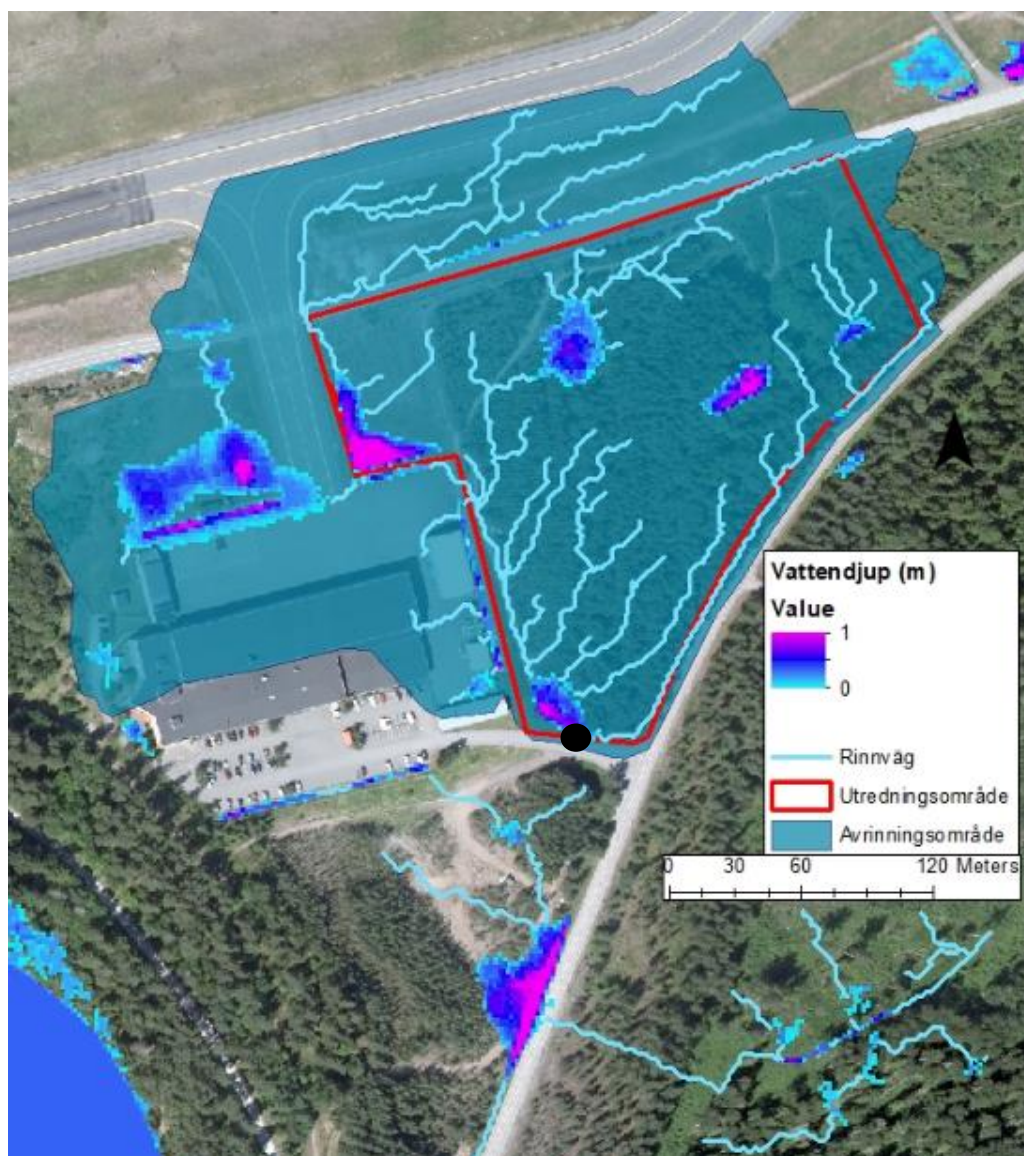
7.1 Befintligt område

Enligt Scalgo-analysen är avrinningsområdet till planområdets utloppspunkt belägen vid trumman under Helikoptervägen ca 8,5 ha (Figur 17). Detta är lite mer än dubbla ytan av planområdet (3,8 ha). Det är därmed en relativt begränsad yta som bidrar med avrinnande vatten till planområdet.

Enligt analysen samlas vattnet i fem punkter inom utredningsområdet (Figur 17). Tre av dessa är större och belägna i området som planeras att bebyggas och hårdgöras. Analysen visar att vatten från Patrias fastighet väster om planområdet avrinner via

utloppspunkten i planområdet. De makadamdiken som finns på Patrias område finns med som en nedsänkning i topografin, vilket kan anas i figuren.

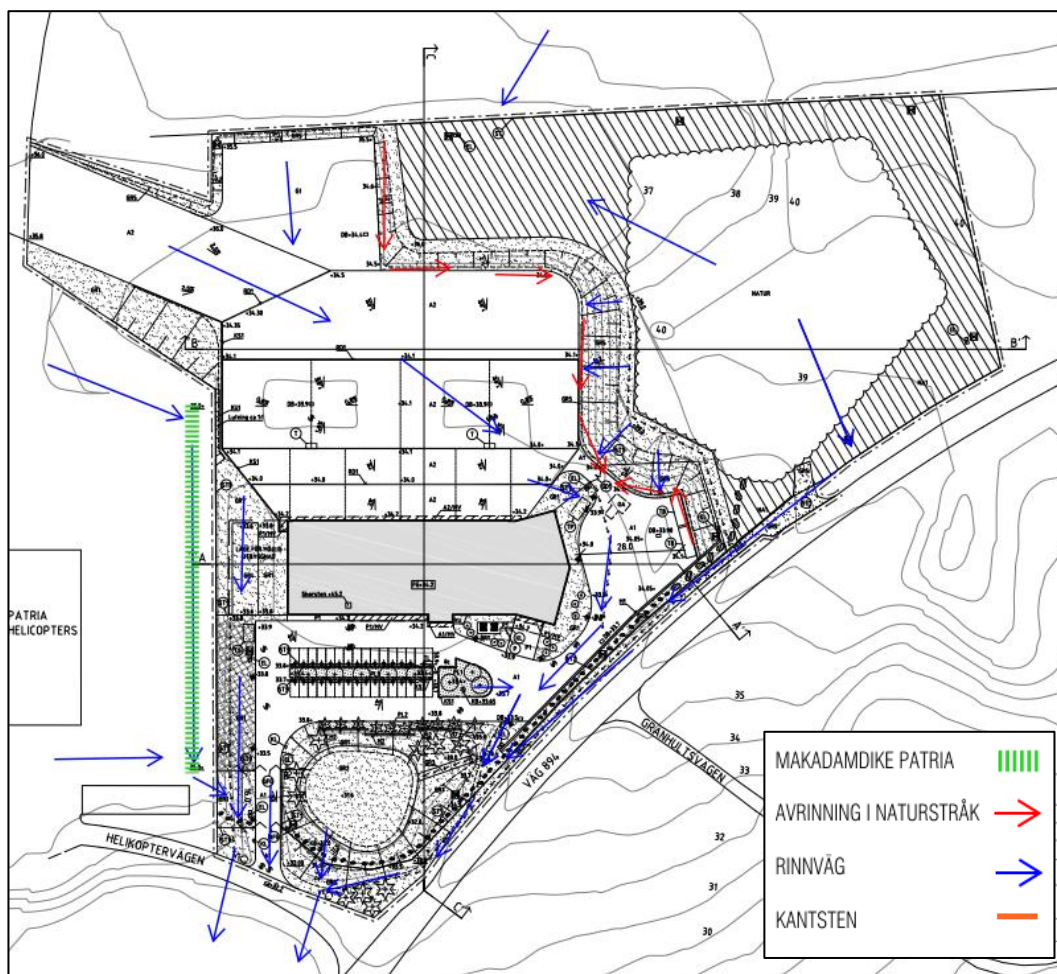
Efter trumman under Helikoptervägen rinner vattnet vidare längs med Väg 894 till en lågpunkt ca 100 m söder om planområdet. Här finns en trumma under vägen som leder vatten vidare till skogsmarken på östra sidan om vägen. Vattnet rinner därefter via en bäck till Sigridholmssjön.



Figur 17 – Uppströms avrinningsområde till svart punkt som motsvarar utflödespunkt från utredningsområdet (röd linje). Rinnvägar och lågpunkter där vatten ansamlas med vattendjup presenteras för dagens område. I svart punkt finns en trumma under väg, denna leder vattnet vidare till rinnväg och lågpunkt söder om utredningsområdet.

7.2 Planerat område

Sekundära rinnvägar för situationsplan presenteras i Figur 18 och förklaras i punkter nedan. Höjdsättning av hangar och omgivande ytor har utformats för att leda bort vatten vid skyfall utan att skada på bebyggelse uppstår. Vattnets fortsatta väg söder om planområdet är densamma som i dagsläget och syns i Figur 18.



Figur 18 - Blåa pilar visar avrinning vid stora flöden då ledningsnät går fullt och lågpunkter fylls upp. Röda pilar visar avledning av naturmarksavrinning från slänt i ett nedsänkt stråk. Detta vatten samlas i en lågpunkt norr om bränsletanken. Vid stora flöden

- Vid större regn kan vatten från naturmark norr om hovringsytan brädda till nedsänkt stråk mellan slänter och de hårdgjorda ytorna. Avrinnande vatten avleds via stråk till lågpunkt norr om bränsletankens placering. Vid bräddning rinner vattnet vidare över vändplanen till lågstråk i gräsytan i planområdets södra del. Här går ett lågstråk förbi torrdammen som medför att avledande vatten vid

skyfall kan ledas ut från området utan att påverka reningssteget i torrdammen. Detta stråk leds till trumma under Helikoptervägen i planens södra del.

- Naturmark öster om hovringsyta avvattnas i avskärande dike till befintligt vägdike.
- Höjdsättning av hovrings-, tanknings- och uppställningsytor medför att dessa först vattenfylls upp till en nivå mellan 10-20 cm. Därefter bräddar vattnet söderut över vändplanen, mot gräsytor och ett skålformat stråk som leder detta vatten till en trumma under vägen. Samma väg som vatten avleds från naturstråk vid bräddning.
- Hangarbyggnaden är belägen på +34,2 m medan lägsta nivån för vattnet att rinna ut från hovrings-, tanknings- och uppställningsytor ligger på +34,0 m.
- Vid stora flöden från taket bräddar vattnet över infiltrationsytan och avrinner vidare i det skålformade stråket i planens västra del. En trumma under Helikoptervägen kan avleda detta vatten vidare i naturmark nedströms.
- Vid stora flöden bräddar även makadamdikena inom Patria Helicopters fastighet. Detta vatten kommer avrinna i ovan nämnda skålformade stråk i planens västra del, och vidare i trumman under Helikoptervägen.
- Parkeringsytan och omgivande köryta kommer att rinna österut och avvattnas i samma stråk som övriga hårdgjorda ytor. Det vill säga till grönytan i planområdets södra del i ett lågstråk som leds förbi torrdammen.
- Vid större flöden bräddar även torrdammen. Då dagvattenledningsnätet går fullt kommer denna yta därmed att brädda över söderut dit övriga hårdgjorda ytor och släntavrinning samlas för att rinna genom trumman under vägen. Vägdiket som går längs med Väg 894 kommer också avvattnas via denna trumma under Helikoptervägen.
- Höjdsättning av planen medför att stora flöden kan komma ut från området utan att det uppstår skada på bebyggelse inom planområdet eller nedströms planområdet.

8 Slutsatser och vidare utredningsbehov

- Föreslagen dagvattenhantering innefattar anläggande av oljeavskiljare med efterföljande översilningsyta och torrdamm med erforderad yta på 780 m² med 0,3 m nedsänkning. Växtbäddar föreslås att anläggas på en yta motsvarande 225 m² i de planteringsytor som planeras vid parkeringsytan. Dessa reningsanläggningar avleder renat dagvatten till dagvattenledning som ska avleda vattnet till utanför Stockholmsåsens tillrinningsområde. Därtill föreslås anläggande av en infiltrationsyta på 200 m² för rening och infiltration av takdagvatten.
- Föreslagen dagvattenhantering medför att flöden ut från området vid ett 10-årsregn inte beräknas öka jämfört med befintlig situation.
- Föreslagen dagvattenhantering beräknas bidra till att föroreningshalter för alla studerade ämnen utom två (kvicksilver och PAH16) kan renas ner till nivåer motsvarande eller lägre än för befintligt område. Då ytor hårdgörs och infiltrationsmöjligheten är begränsad är det omöjligt att inte öka avrinningen från området. Detta medför att årsbelastningen för de studerade ämnena ökar. Belastningsökningen som sker är dock ringa och ligger i flera fall inom osäkerhetsmarginalen av modelleringen.
- Föroreningspåverkan från planområdet efter rening är jämförbar med påverkan från parkmark. För fyra ämnen är påverkan från planområdet strax över den från parkmark medan den är lägre för resterande nio ämnen.
- Modelleringsverkyget StormTac är det mest använda på marknaden och schablondata som används baseras på empiriska studier. Som för alla modeller innehåller resultaten osäkerheter. Föroreningshalter och -mängder ska inte betraktas som exakta utan som en indikation på storleksordning och ska belysa förändrad påverkan till följd av ny markanvändning och de reningsanläggningar som föreslås.
- Planförslagets påverkan på Stockholmsåsen bedöms i det fall föreslagna dagvattenanläggningar anläggs vara obetydligt.
- Utredning av sekundära avrinningsvägar inom området visar att höjdsättningen tillåter avledning av vatten vid skyfall utan att det bör uppstå risk för skada på hangarbyggnaden. Detta är baserat på en studie av de höjdnivåer som anges.
- Avledning av renat dagvatten via ledning behöver göras för att undvika infiltration till Stockholmsåsen. Det har inte varit möjligt inom den här utredningen att besluta vilken avledningsriktning som är att föredra, utan detta arbete kvarstår. Sammanfattningsvis finns vissa fördelar med respektive avledningsriktning:
 - En stor fördel med avledning österut är att pumpning kan undvikas. Vidboån som recipient har något bättre status än Märstaån och kan därmed ha något bättre marginal för ökad föroreningsnivå i tillrinnande vatten. Dock behövs mer information angående möjligheten att avleda

dagvatten till Ösby tf. Torrlägningsföretaget kan behöva omprövas och vidare utredning krävs för att konstatera påverkan av att avleda dagvatten från planområdet dit.

- Fördel med avledning västerut är att Halmsjön är en större vattenkropp än Sigridholmssjön och kan därmed teoretiskt medföra mer utspädning av föroreningarna. En ledningsgrav ska redan dras västerut vilket medför begränsad ytterligare påverkan på skogsmark och omgivning jämfört med ledningsdragning österut.

Behov av vidare utredning:

- Beslut behöver tas ifall dagvattnet som avleds via ledning ska avledas västerut till Halmsjön eller österut till dike och Sigridholmssjön. Vidare utredning angående möjligheten att ansluta till diket österut som utgörs av ett torrlägningsföretag kan därmed behövas.
- Utformning och placering av trummor under Helikoptervägen utreds av entreprenör i senare skede av projektet.
- Kontroll av infiltrationskapacitet på naturmarken norr om hovringsytan behöver utföras för att försäkra god infiltrationsförmåga i linje med det för åsmaterial som antagits i denna utredning. Detta rekommenderas att göras av entreprenör i nästkommande skede.
- Val av tätskiktslösning utreds och fastställs av entreprenör i nästkommande skede.

9 Referenser

- Andersson, Olof. Sweco, 2013-12-03. *Akviferlager Arlanda* (Föreläsning på Grundvattendagarna 2013. Hämtat från: https://www.slideshare.net/SGU_Sverige/olof-andersson-akviferlager-arlandatermisk-resurspdf (2020-03-20).
- Blecken, Godecke/ Luleå Tekniska Universitet, *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar*, 2019-10-04. Hämtad från: https://www.ltu.se/cms_fs/1.146717!/file/Rekommendationer%20Biofilter_RainGarden.pdf
- Blecken, Godecke, 2010. *Biofiltration technologies for stormwater quality treatment*. Doktorsavhandling, Luleås Tekniska Universitet.
- COWI AB, 2019-08-29. *Hangar H, Geoteknisk undersökning, MUR/Geo*.
- P110 Avledning av dag- och spillvatten, 2016-01. *Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*, Svenskt Vatten AB.
- SCALGO Live, 2019-07-10. Dagvatten. *PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*, <http://scalgo.com/>,
- Stockholm Vatten och Avfall, [SVOA] (a), 2019-10-01. *Oljeavskiljare*. (<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/oljeavskiljare.pdf>)
- Stockholm Vatten och Avfall, [SVOA] (b), 2019-10-01. *Nedsänkt Växtbädd*. (<http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>)
- StormTac Web – Guide, 2020-03-09, (http://app.stormtac.com/_dwl/Guide%20StormTac%20Web%20Sve.pdf)
- Sweco Environment AB, 2013-06-17. *Akviferlager Långåsen Kompletterande tillståndsprövning – Tekniska beskrivning*.
- Vatten och samhällsteknik AB, 2014-05-19. *Stockholm Arlanda Airport, Nytt driftområde Benstocken-grundvattenfrågor*. Kalmar
- VISS, *Märstaån*. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA23364451> [2020-03-19]
- VISS, *Vidboån*, <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA50954407> [2020-03-19]
- VISS, *Stockholmsåsen-Arlanda*, <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA76799326> [2020-03-20]
- WRS, 2015. *Planeringsunderlag för Märstaån*. 2015-06-17.
- Ösby TF, arkivr AB_2_1805. Förättningsakt, 1929.
- Bilder**
- SGU, Kartgeneratorm,2019; <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartgeneratorm/>
- SGU, Jordartskarta, 2019:<https://apps.sgu.se/kartvisare/>,

Lantmäteriet, 2019; <https://kso.etjanster.lantmateriet.se/>

Scalgo Live 2019

Bilaga 1. Schablonhalter och osäkerheter i StormTac beräkningar

Bilaga 1a. Schablonvärden för respektive markanvändning samt osäkerheter

Nedan presenteras de schablonvärden som använts vid föroreningsmodellering i StormTac för respektive ämne och markanvändning. Beräknad standardavvikelse presenteras under respektive schablonhalt där detta varit möjligt att beräkna. Koncentrationen för varje ämne kategoriseras till låg, medel eller hög säkerhet beroende på antalet och variationen av indata. Säkerhetsklassningen baseras på variationskoefficienten i underlaget. För mer information se StormTac webguide. Låg säkerhet kan innebära att värdet har baserats på en eller ingen studie.

Tabell 8 - Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning och Standardavvikelse (SD) för använda markanvändningar. nd=no data (ingen data).

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Väg 1 (Del av köryta)	140	1900	3.1	21	9.3	0.27	7.0	5.6	0.080	74000	780	0.077	0.010
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	nd	1.9	42000	1300	nd	nd
Parkering	140	2400	30	40	140	0.45	15	15	0.080	140000	800	3.5	0.060
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	nd	98000	290	nd	nd
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700	96	1.7	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Flygplats	90	1200	1.2	7.0	31	0.12	3.4	3.6	0.050	75000	100	1.7	0.050
SD	80	2000	2.8	4.8	9.6	0.043	5.3	3.4	nd	55000	430	nd	nd
Bensinstation	68	860	34	22	74	1.2	2.2	2.8	0.050	44000	1000	1.2	0.052
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Skogs- och ängsmark	89	730	6.0	8.8	23	0.30	3.5	4.2	0.0075	40000	180	0.10	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000	0	0.44	0.010
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000	nd	nd	75
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	0.013	47000	200	0.10	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Bilaga 1b. Total osäkerhet för resultat efter exploatering utan rening

Den totala osäkerheten för reningsresultatet per ämne beräknas varierar mellan 20-30% enligt resultat i StormTac.

Tabell 9 - Beräknade halter och mängder för planområdet efter exploatering utan rening samt beräknade osäkerheter för respektive resultat.

Ämne	Halt (µg/l)	Osäkerhet (µg/l)	%	Mängd (kg/år)	Osäkerhet (kg/år)	%
P	97	27	28	1,1	0,3	27
N	1300	350	27	14	3,6	26
Pb	6,3	1,9	30	0,069	0,023	33
Cu	11	3,4	31	0,13	0,037	28
Zn	34	9,1	27	0,37	0,099	27
Cd	0,36	0,1	28	0,004	0,0013	33
Cr	3,7	0,94	25	0,04	0,011	28
Ni	3,8	0,96	25	0,042	0,011	26
Hg	0,04	0,0095	24	0,00044	0,00011	25
SS	55000	13000	24	600	150	25
Oil	290	87	30	3,2	1	31
PAH16	1	0,21	21	0,011	0,0026	24
BaP	0,032	0,0068	21	0,00035	0,000082	23

Bilaga 1c. Schablonreningseffekt och osäkerheter per reningsanläggning

I Tabellen nedan presenteras den schablonreningseffekt i procent som använts per utrett ämne. Till varje schablonvärde presenteras den absoluta osäkerheten i procent. Den relativa osäkerheten för reningseffekt motsvarar genomgående ca 30 %. Oljeavskiljare saknar omfattande studieunderlag för reningseffekt och har låg säkerhet för samtliga ämnen. För infiltrationsytor finns ett bra studieunderlag som ger hög säkerhet för en del av ämnena men studieunderlag saknas för flertalet ämnen. Torrdamm och växtbädd har modellerats som biofilter och samma säkerhet finns därmed för dessa två resultat. Att reningseffekten varierar beror på att de ingående parametrarna varierar för de två anläggningarna (se Bilaga 2).

Tabell 10 - Reningseffekt och absolut osäkerhet (%) per ämne för de reningsanläggningar som föreslås.

	Oljeavskiljare		Infiltrationsyta		Torrdamm		Växtbäddar	
Ämne	Reningseffekt (%)	Absolut osäkerhet (+/-)	Reningseffekt (%)	Absolut osäkerhet (+/-)	Reningseffekt (%)	Absolut osäkerhet (+/-)	Reningseffekt (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
P	4,4	1,3	20	6	82	25	85	26
N	4,9	1,5	38	11	70	21	70	21
Pb	9,8	2,9	53	16	95	29	95	29
Cu	0	0	26	7,9	87	26	93	28
Zn	9,4	2,8	32	9,6	95	28	95	29
Cd	0	0	45	14	90	27	90	27
Cr	0	0	54	16	61	18	65	20
Ni	4,5	1,4	53	16	80	24	86	26
Hg	20	6	27	8	74	22	79	24
SS	14	4,2	58	17	87	26	95	29
Oil	85	26	93	28	80	24	80	24
PAH16	5	1,5	55	17	95	29	95	29
BaP	5	1,5	55	17	95	29	95	29

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Bilaga 2. Indata för dimensioneringsparametrar för reningsanläggningar i StormTac.

Indata parametrar för respektive dagvattenhanteringsanläggning som modellerats i StormTac. Oljeavskiljare väljs som reningsanläggning i StormTac utan ytterligare valbara parametrar.

Infiltrationsyta

Tabell 11 - Parametrar för reningsanläggning infiltrationsyta för takdagvatten.

Andel av reducerad avrinningsyta	K_{ϕ}	8.2	%
Utflöde, max	Q_{out}	55	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	1000	mm
Tjocklek, filtermaterial	h_2	150	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	0	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	250	mm

Torrdamm

Tabell 12 - Parametrar i StormTac för reningsanläggning i form av torrdamm som modelleras och föreslås byggas upp som ett biofilter.

Andel av reducerad avrinningsyta	K_{ϕ}	9.7	%
Utflöde, max	Q_{out}	20	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	250	mm
Tjocklek, filtermaterial	h_2	450	mm
Tjocklek, materialavskiljande lager	h_3	100	mm
Tjocklek, makadam	h_4	350	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	150	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	300	mm
Porandel, växtbädd	p_2	0.25	
Porandel, makadam	p_4	0.40	

Växtbäddar i parkeringsyta

Tabell 13 - Parametrar i StormTac för reningsanläggning i form av växtbäddar/biofilter.

Andel av reducerad avrinningsyta	K_{ϕ}	17	%
Utflöde, max	Q_{out}	5.0	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	250	mm
Tjocklek, filtermaterial	h_2	450	mm
Tjocklek, materialavskiljande lager	h_3	100	mm
Tjocklek, makadam	h_4	350	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	150	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	200	mm
Porandel, växtbädd	p_2	0.25	
Porandel, makadam	p_4	0.40	

Bilaga 3. Metod översvämninganalys

En översvämninganalys med hjälp av programvaran Scalgo utfördes i ett tidigare skede av arbetet med dagvattenutredningen. Befintlig plats analyserades och även en tidigare version av situationsplanen (Hangar_H_Karavan 20190521). De rekommendationer som denna analys gav upphov till har arbetats in i den aktuella versionen av situationsplanen som presenteras i dagvattenutredning ovan. Resultat från analys av situationsplan presenteras inte här för att inte skapa förvirring då resultaten inte längre är aktuella. Resultaten för befintligt område är aktuellt och presenteras därav, se Figur 17.

Nedan redovisas den metod som användes för översvämninganalysen.

Metod

Scalgo

För att undersöka exploateringsområdets risk att drabbas av översvämningar vid skyfall samt exploaterings påverkan på skyfallsrisken i omkringliggande område har verktyget SCALGO Live använts.

SCALGO Live är ett GIS-baserat verktyg som används för att analysera höjddata ur ett ytvattenperspektiv. Verktyget används för att få en övergripande systemförståelse vid kraftig nederbörd och höga havsnivåer. Som underlag används Lantmäteriets senaste nationella laserskanning. Terrängdatan har en upplösning om 2 x 2 m, detta innebär att ett höjdvärde representerar en kvadrat med arean 4 m². Observera att trummor och andra vattenledande strukturer ofta inte finns representerade i terrängdatan. Detta kan dock korrigeras manuellt. Med en upplösning på 2 x 2 m visar terrängdatan oftast inte mindre strukturer i terrängen, så som vägdiken och kantstenar.

Analysen används för att utreda hur en viss regnmängd (antal mm) kan förväntas ansamlas i terrängen. Vatten från hela avrinningsområdet bidrar, enligt de topografiska förutsättningarna, och ansamlas sedan i tillgängliga lågpunkter. När en mindre lågpunkt fyllts till sin tröskelnivå fylls därefter nedströms lågpunkter tills vattnet når utströmmande punkt i sjö eller hav.

De regn som används i Scalgo anges i mm och inte med återkomsttid. I Scalgo förutsätts att allt regn direkt når lågpunkterna, och parametern tid är inte inkluderad. I analysen har regnmängden 62 mm studerats då detta motsvarar ett regn med återkomsttid på 100 år och varaktighet motsvarande dimensionerande regn för området före exploatering på 45 minuter.

Scalgo visar översvämningutbredning i lågpunkter, men inte vattendjup som genereras av större rinnvägar. Med anledning av detta redovisas också rinnvägar inom området i resultaten. Det bör noteras att infiltration och eventuellt ledningsnät inte är inkluderat i modellen.

Osäkerheter med analysen

- Djup på trumman kan inte specificeras i Scalgo vilket ger osäkerheter i fördröjningsvolym som sker i lågpunkten idag samt i framtiden med hänsyn till trumman. Detta är dock inte av någon större vikt då alternativet utan trumma visar att det inte finns risk för översvämning av byggnader ifall avledningskapaciteten i trumman har överskattats i analysen.
- Hänsyn har inte tagits till de makadamdiken som sågs på platsen tillhörande Patria Helicopters. De utgör en viss nedsänkning i topografin och syns därav i höjddatan, men dess totala kapacitet är inte beaktad. Dessa kan underlätta avledning av vatten från lågpunkten i västra hörnet där vattendjupet enligt modell kan nå 1 m.
- Den grova upplösningen på höjddata som används (2 x 2 m) medför att alla volymläsningsräkningar i denna analys enbart är ungefärliga.
- Effekter av de dagvattenanläggningar som föreslås i denna utredning som avskärande diken, infiltrationsyta eller växtbäddar har inte tagits med i modellen för scenariot efter exploatering. Torrdammen beaktas i viss mån eftersom den placeras där det kommer finnas en naturlig nedsänkning i topografin.