AUGUSTI 2022
SKÖVDE KOMMUN

DAGVATTEN OCH SKYFALLSUTREDNING

LOCKETORP, SKÖVDE

COWI

AUGUSTI 2022
SKÖVDE KOMMUN

DAGVATTEN OCH SKYFALLSUTREDNING

LOCKETORP, SKÖVDE

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A237432	A237432-4-02-UTR-001

VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
6.0	2022-08-30	Dagvatten och skyfallsutred-ning	Peggy Piri	Frida Kvarnerot	Mikael Bengtsson

INNEHÅLL

Summery 5

Sammanfattning 6

1 Inledning och uppdragsbeskrivning 8

2 Förutsättningar 9
2.1 Underlag 9
2.2 Dimensionerings- och fördröjningskrav 10
2.3 Reningskrav 10
2.4 Höjdsättning av mark 11
2.5 Lämpliga ytor för LOD 11

3 Befintliga förhållanden 13
3.1 Områdesbeskrivning 13
3.2 Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö 13
3.3 Befintliga avrinningsförhållanden 16
3.4 Befintliga lågpunkter 19
3.5 Markavattningsföretag 20
3.6 Recipient 21
3.7 Befintlig VA-försörjning 23
3.8 Naturvärden 23

4 Framtida förhållanden 25
4.1 Planområdets föreslagna utformning 25
4.2 Höjdsättning 26
4.3 Framtida avrinningsförhållanden/områden 27

5 Beskrivning av föreslagna dagvattenlösningar 29
5.1 Kvartersmark 29
5.2 Allmänplats 31
5.3 Drift och underhåll 35

6 Dimensionering och fördröjning av dagvatten 37
6.1 Befintlig markanvändning och flöde för utredningsområdet 37
6.2 Befintlig markanvändning för delavrinningsområde 1 och 2 38
6.3 Dimensionerande flöden efter exploatering 39
6.4 Fördröjningsbehov 42

7	Föreslagen skyfallshantering	44
8	Rening av dagvatten	50
8.2	Etablering av dagvattenanläggningar i allmänplatsmark, etappvis utbyggnad	59
9	Slutsatser och rekommendationer	61
10	Rekommendationer till planbestämmelser	64
11	Fortsatt arbete	65
12	Referenser	66
13	Bilagor	68

Summery

On behalf of Skövde municipality, COWI has investigated how rainfall and runoff affects an area of 374 hectares located approximately 9 km northeast of Skövde. Today there is an airport and a motor track within the area. The total area which includes a detailed plan (so called 'Detalj Plan' in Swedish) is approximately 308 ha. The re-exploitation includes demolishing the existing airport and belonging communication road and reconstructing new facilities instead. There will be a new road through the area, and even a new railroad communication. The detailed plan aims to enable the establishment of larger industrial operations.

The ambition of this investigation is to find out possibilities of exploiting the area without increasing runoff and environmental impacts on river Klämmabäcken. It is also important that the facilities can be reached by firefighters and other emergency brigades in case of flooding. It is highly recommended to build open stormwater installations inside the private facilities with detention capacity för 20mm per 1kvm hard-made surface, to decrease the possible pollutions in runoff from the area. These installations also contribute to increase the time of concentration in the whole area which makes it possible to have a smaller pond downstream. As part of the investigation, parts of the area which are best suited for installation of ponds, identified.

In this investigation, the SWEREF99 13 30 coordinate system and the RH2000 height system are used. Three major ponds have been recommended for treating runoff from the investigation area. The permanent water in the ponds has treatment effect. Discharge from the ponds need to be limited to today's level. The ponds even provide enhancement av biodiversity. A rainwater collection pipe needs to be installed under the new road through the investigation area to collect runoff from the private facilities. The runoff then will run by gravity to the ponds. In case of heavy rains, the overflow on the surfaces supposed to follow the surface slope toward the ponds. It is important to design the road with green low areas, as runoff detention zones. This will make the road available to public transportation, fire fighters or other security personals even under heavy rains.

Several trenches are needed to be constructed close to the planning areas limits. These trench systems are supposed to collect runoff from the areas outside the investigation zone and transport it to Klämmabäcken separately.

Altogether, it is possible to re-exploit the investigation area without affecting Klämmabäcken negatively if the recommended treating facilities get constructed and all the runoff from the investigation area get treated before flowing into Klämmabäcken. It is important that runoff from the private facilities get treated before it is collected by the municipality's collection system.

Sammanfattning

COWI har på uppdrag av Skövde kommun undersökt hur nederbörd och avrinning påverkar ett område på 374 hektar (utredningsområdet), som ligger cirka 9 km nordost om Skövde. Idag finns en flygplats och en motorbana inom området. I utredningsområdet ingår ett planområde med cirka 308 ha area plus en yta på 66ha som ligger mellan planområdet och väg 200. Den befintliga flygplatsen och tillhörande kommunikationsväg kommer att rivas. Planens huvuddrag är att skapa förutsättningar för ett stort verksamhetsområde för storskalig industri där Sevesoverksamhet är tillåten. Verksamheterna inom området kommer att tillåtas vara störande. Detaljplanen kommer att möjliggöra för en ny väganslutning till väg 200 samt anslutning för järnväg. Del av planområdet är idag detaljplanerat för flygplats och verksamheter

Ambitionen med denna utredning är att ta reda på möjligheter att exploatera området utan att avrinningen och miljöpåverkan på Klämmabäcken påverkas negativt. Det är också viktigt att räddningstjänstens personal och andra beredskapsstyrkor kan nå verksamheterna vid översvämning. Det rekommenderas starkt att bygga öppna dagvatteninstallationer inne i de privata anläggningarna med förvaringskapacitet för 20 mm per kvm hårdgjord yta, för att minska utsläpp av föroreningarna i dagvattnet från området. Dessa installationer bidrar också till att öka koncentrationstiden i hela området vilket resulterar till att dagvattenanläggningar på allmän plats behöver ha en mindre volym. Som en del av utredningen har delar av området som är bäst lämpade för installation av dammar identifierats.

I denna undersökning används koordinatsystemet SWEREF99 13 30 och höjdsystemet RH2000. Tre större dammar har rekommenderats för behandling av avrinning från undersökningsområdet. Det permanenta vattnet i dammarna har reningseffekt. Utsläppet från dammarna måste begränsas till dagens nivå vilket är utflödet för ett 10-årsregn utan klimatfaktor på befintliga markförhållande. Dammarna skapar förbättring av den biologiska mångfalden. Dagvatten från fastigheter kommer att rinna av med självfall till den kommunala dagvattenanläggningar. Ledningarna kommer att anläggas under nya lokalvägen genom undersökningsområdet. Vid kraftiga regn kommer överskottet vatten som inte får plats i dagvattenledningar följa markens lutning och rinna med självfall lokala vägen och sedan till våta dammar på allmänplats. Genom att anlägga lågtliggande gröna stråk längs med vägen kan ytavrinningen vid ett skyfalls fördröjas något. Detta kommer att göra vägen tillgänglig för kollektivtrafik, brandmän eller andra säkerhetspersonal även under kraftiga regn.

Flera diken behövs anläggas vid gränsen till planområdet. Dessa dikesystem är tänkta för att samla upp avrinning från områden uppström och transportera det genom ett separat dikessystem till Klämmabäcken.

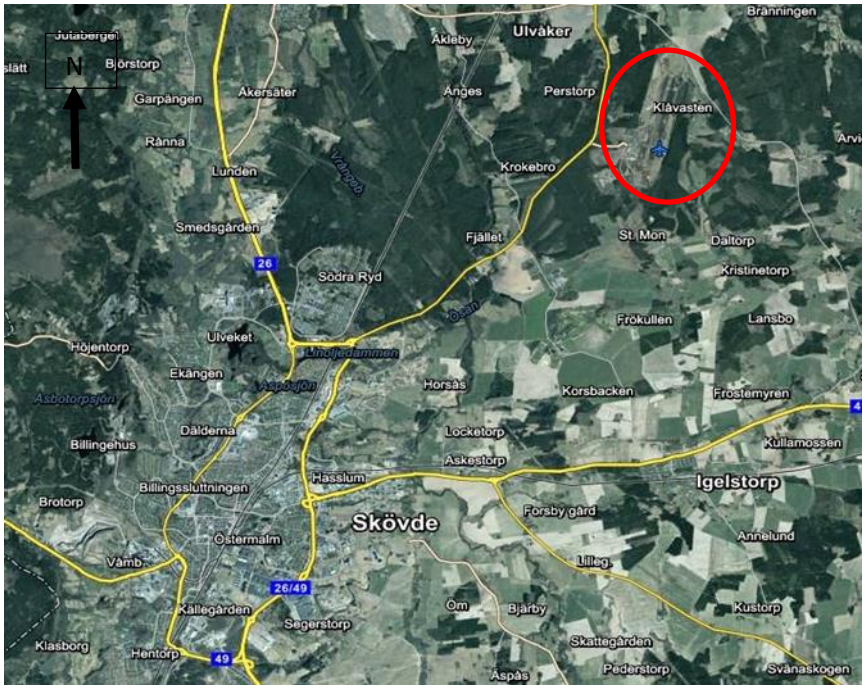
Sammantaget är det möjligt att exploatera utredningsområdet utan att Klämmabäcken påverkas negativt. Detta om de rekommenderade reningsanläggningarna byggs och allt dagvatten från undersökningsområdet renas innan det rinner ut till Klämmabäcken. Det är viktigt att dagvatten från kvartersmark renas innan det rinner till kommunens dagvattenledningar.

1 Inledning och uppdragsbeskrivning

På uppdrag av Skövde kommun har COWI tagit fram föreliggande skyfalls- och dagvattenutredning för Skövde flygplats (fastigheterna Locketorps-Törsatorp 1:7 med flera). Detaljplanen syftar till att möjliggöra etablering av större industriverksamhet. Utredningsområdet ägs av Skövde kommun och hör huvudsakligen till fastighet Locketorp-Törsatorp 1:7. Utredningsområdet är beläget ca 9 km nordost om Skövde. Inom området finns idag en flygplats, en motorbana samt en halkbana för övningskörning. Totala ytan är ca 308 ha. Den röda cirkeln i figur 1 visar utredningsområdet.

Dagvatten- och skyfallsutredningen syftar till att klargöra hur dagvattenhanteringen vid etableringen av kommande industriverksamheter ska utformas och hur risker vid skyfall kan hanteras. Ambitionen är att anlägga öppna dagvattenlösningar. En del av utredningsarbetet innefattar därmed att undersöka och ta fram vilka delar av området där sådana lösningar lämpar sig bäst.

I denna utredning används koordinatsystem SWEREF99 13 30 och höjdsystem RH2000.



Figur 1. Översiktskarta som visar utredningsområdet (Eniro.se).

2 Förutsättningar

Kommunens dagvattenriktlinjer syftar till att uppnå de nationella miljökvalitetsmålen: Grundvatten av god kvalitet och Levande sjöar och vattendrag genom att uppmuntra till hållbar dagvattenhantering (Skövde kommun, 2011). De lokala målen som anges är:

- Vattenbalansen och grundvattennivåer får inte allvarligt förändras
- Dagvatten ska tas omhand så nära källan som möjligt
- Tillförsel av föroreningar till recipienterna ska begränsas i så stor utsträckning som möjligt
- Dagvatten ska ses som en resurs vid kommunens byggande
- Byggnader och anläggningar samt natur- och kulturmiljöer ska skyddas mot skador orsakade av dagvatten
- Inläckage av dagvatten till spillvattennätet som bl.a. orsakar bräddningar ska minskas

I dagvattenriktlinjerna anges även flera förslag på åtgärder för att minska mängden dagvatten från ett område. Exempelvis platt- och stensättning med genomsläppliga fogar, gröna tak, öppna diken och översilningsytor.

2.1 Underlag

Följande underlag ligger till grund för utredningen:

- Grundkarta
- Höjdkurvor och markmodell för utredningsområdet
- Plankarta Locketorp, Upprättad av sektorsamhällsbyggnad 2022-01-18.
- Skiss Locketorp (2021-11-26)
- Behovsbedömning checklista Locketorp 2021-10-14
- PM geoteknik för detaljplan Locketorp, Skövde (Tyréns, koncept 2022-02-18)
- Riktlinjer för dagvattenhantering i Skövde kommun, Skövde kommun (2011)
- Fakta 2018–5 Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall

- Översiktlig ytvattenutredning Brotorp 2011-12-27
- Miljöteknisk markundersökning Dp Locketorp Tyréns 2022-02-18
- Levande gaturum – en handbok i Blågröna system, Edge (2019)
- Koncept Åtgärdsutredning Dp Locketorp 2022-03-21
- Förslag typsektion, Skövde kommun 2022-03-28
- Trafikutredning, SWECO 2022-04-12
- Yttrande från Länsstyrelsen Västra Götaland, Diarienummer 402-48269-2021
- SCALGO Live
- StormTac

2.2 Dimensionerings- och fördröjningskrav

Sannolikheten att ett regn med en viss återkomsttid inträffar i medeltal en gång under en period lika lång som återkomsttiden är drygt 60 procent. Regnintensiteten kommer att öka i ett framtida förändrat klimat. Därför en klimatfaktor större än ett läggs på regnintensiteten. Enligt önskemål från Skövde kommun ska dagvattenanläggningen dimensioneras för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25.

Målet, enligt riktlinjerna för dagvattenhantering i Skövde kommun, är att inte överskrida den naturliga avrinningen efter exploatering. Dagvattnet ska alltså fördröjas så att avrinningen inte överskrider befintlig situation efter exploatering. Befintlig avrinning från utredningsområdet antogs motsvara avrinning från utredningsområdet vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor (detta enligt Skövde kommun). Ambitionen i arbetet med detaljplan för Locketorp är att situationen för Klämmabäcken nedströms utredningsområdet ska förbättras med avseende på flöden samt föroreningsbelastning.

2.3 Reningskrav

I Skövde kommuns dagvattenriktlinjer står det att tillförsel av föroreningar till recipient ska begränsas i så stor utsträckning som möjligt. Ambitionen bör vara att använda bästa tillgängliga tekniken och försöka reducera föroreningarna så nära källan som möjligt.

För att säkerställa att exploateringen inte påverkar recipienten och dess MKN negativt kommer föroreningsberäkningar att utföras. Målet är att reningen av dagvattnet ska minskas till befintliga föroreningsmängder.
Recipienten är Klämmabäcken som antas som **mycket känslig** recipient. Reningskraven utgår i så fall, ifrån att en **mycket känslig** recipient skall uppnå

riktvärden. Markanvändningen är klassad som hård belastad yta vilket innebär att en **omfattande rening** för behandling av dagvatten är nödvändigt. Dagvatten från koppar- och zinkytor måste alltid renas. Dessa material bör inte användas alls. Sammanfattningsvis finns det två krav som ska vara uppfyllda vid rening av dagvatten:

- Att riktvärden (halter enligt Göteborgs stads riktlinjer och riktvärden för utsläpp) är uppfyllda.

- Att utsläppsmängderna inte riskerar att påverka MKN negativt, vilket enklast visas genom att minska totalmängderna till under dagens nivåer. Det finns idag inga uppgifter tillgängliga om dagens föroreningsmängder i recipienten. För att kunna göra en riktig bedömning behöver koncentration av olika ämnen i dagvattnet mätas under en period. I denna utredning har typhalter från programmet StormTac för likande markanvändning används. Det finns dock osäkerheter förknippad med dessa värden.

Miljökvalitetsnormerna (MKN) för recipient är viktiga att ta hänsyn till. Avrinning från utredningsområdet ska inte bidra till en försämring av vattenkvalité i recipienten. För att säkerställa detta föreslås att reningen av dagvatten ska vara tillräckligt för att föroreningsmängderna inte ska överstiga dagens nivåer. Detta resonemang baseras på Weserdomen från EU-domstolen (meddelades 1 juli 2015, mål C461/13) gällande hur MKN ska tolkas och tillämpas i tillståndsärenden.

EU-domstolen fann att medlemsstaterna (med förbehåll för att undantag kan beviljas) är skyldiga att inte meddela tillstånd till verksamheter som riskerar att orsaka en försämring av status eller när uppnåendet av god ekologisk status eller god ekologisk potential och god kemisk ytvattenstatus äventyras. I domen tolkar EU-domstolen begreppet ”en försämring" som en försämring till en lägre klass för en enskild kvalitetsfaktor (exempelvis från god till måttlig), även om inte den sammanvägda statusen försämras. Vidare anser domstolen att för en kvalitetsfaktor som redan befinner sig i lägsta klassen innebär varje försämring av denna en försämring av status.

2.4 Höjdsättning av mark

Principer för höjdsättning bör följa Svenskt Vattens publikation P105. Färdigt golv rekommenderas vara minst 0,5 m över marknivån i förbindelsepunkt för VA ledningar (Svenskt Vatten P105, 2011). Höjdsättning inom utredningsområdet ska följa de naturliga avrinningsvägarna i största möjliga mån. En svag lutning ska finnas från huslivet mot gator så att vattnet inte samlas och skadar bebyggelse.

2.5 Lämpliga ytor för LOD

Enligt Skövde kommuns riktlinjer för dagvattenhantering ska dagvatten i första hand tas om hand lokalt.

"I samband med nyexploatering ska i första hand öppen dagvattenavledning och LOD väljas. LOD ska dock inte användas om marken innehåller föroreningar eller om markförutsättningarna i övrigt är olämpliga".

Ett antal aspekter bör beaktas vid val av ytor för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD):

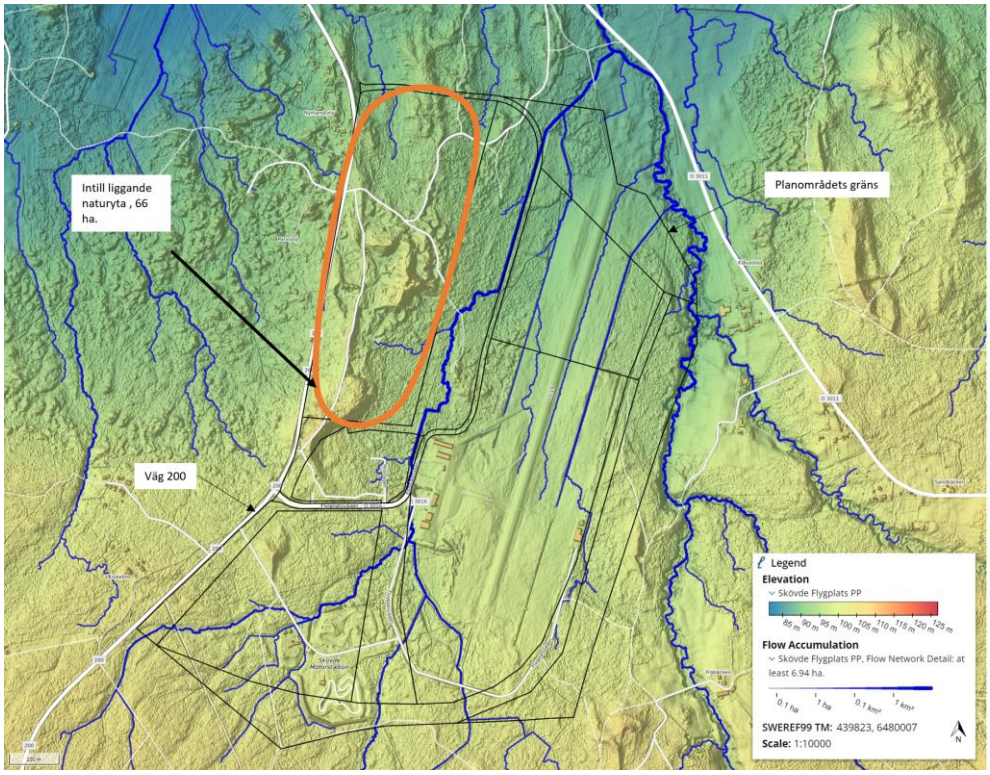
- Topografi, det vill säga vattnets naturliga rinnvägar och lågpunkter inom utredningsområdet.
- Infiltrationsmöjligheter; vilket beror på markens genomsläpplighet och avstånd ner till grundvattnet, (infiltration vid ytliga grundvattenförhållanden riskerar leda till långvariga översvämningar).
- Lokalomhändertagande av dagvatten i form av infiltrationsanläggningar får inte användas där jorden är förorenad.
- Infrastrukturella hinder, exempelvis rörledningar och kablar.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

Planområdet är beläget ca 9 km nordost om Skövde. Området omfattas av en befintlig flygplats med tillhörande verksamheter och en intilliggande motorbana. Total yta som ingår i planområdet och utreds i denna utredning är 308 ha. Exploateringsgraden är enligt Skövde kommun 50%.

En yta med 66 ha ligger mellan väg 200 och planområdet (figur 2). Det planeras att maximalt 60 ha av denna yta exploateras. Denna yta ihop med planområdet kommer att utredas och kommer att kallas 'utredningsområdet' i denna utredning.



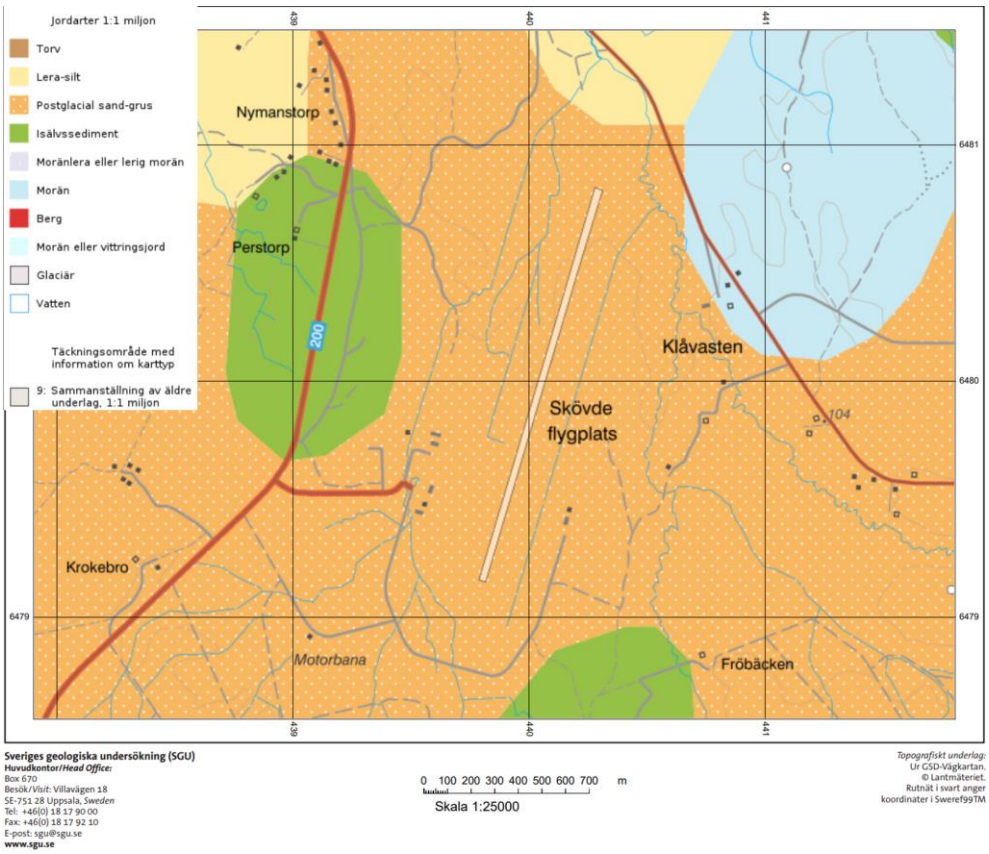
Figur 2. Svarta heldragna linjer markerar gränsen till planområdet. Intilliggande naturområdet som ligger utanför planområdet är markerad med heldragen orange linje. Källa: SCALGO Live.

3.2 Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö

Utredningsområdet består idag till stor del av ytor som inte är hårdgjorda. Nederbörd som faller över området infiltrerar genom mark eller avleds ytledes via diken. Hydrogeologiska inmätningar i området finns inte tillgänglig idag.

Utanför utredningsområdet finns en stor grundvattenförekomst (Falköping-Skövde ca 888 km²) samt en mindre grundvattenförekomst, ca 4 km² (Stöpen)

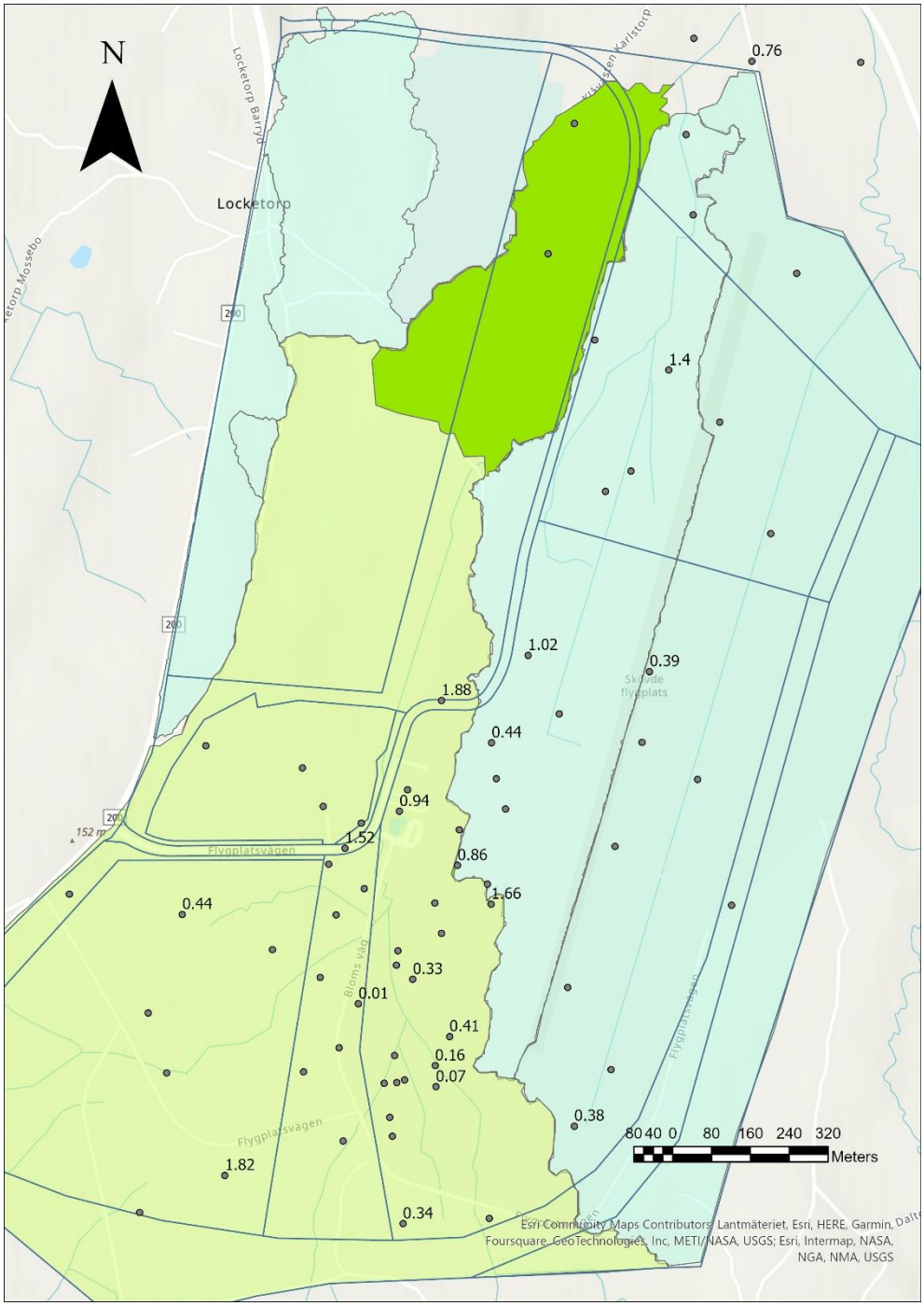
enligt VISS – Vatten Informations System för Sverige (lansstyrelsen.se). Fastigheterna i områden längst med väg 200, strax norr om utredningsområdet, (bl a Tålyckan, Innerväg) har egen vattenbrunn. Huruvida framtida markarbeten och vattentillförseln till dessa brunnar påverkas av exploateringen kommer att utredas separat och mätningar av grundvattennivåer kommer genomföras under en längre period.



Figur 3 . Jordarter inom området. Källa: WWW.SGU.se

Enligt Sveriges geologiska undersökning utgörs ytliga, naturliga jordlager inom utredningsområdet främst av postglacial sand-grus. Syd öster om utredningsområdet samt delar av området i väst (nära väg 200) utgörs av isälvssediment. I nordöst vid gränsen till utredningsområdet finns det ett område som utgörs av morän. Jorddjupet inom området uppskattas till mellan 10 och 20 meter.

På grund av den höga genomsläppligheten i nästan hela utredningsområdet finns det goda möjligheter för att infiltrera dagvattnet lokalt. Det rekommenderas att denna förmåga utnyttjas så mycket som möjligt genom att skapa infiltrationsanläggningar för omhändertagande av dagvattnet så nära källa som möjligt. Detta är även i linje med att försöka bibehålla befintliga vattenbalansen i planområdet. Dock riskerar den höga exploateringsgraden förändra vattenbalansen eftersom grundvattnet samt en större andel av nederbörden avleds ytledes i stället för att infiltreras ner i jorden. Figur 4 redovisar grundvatten djup som observerades vid undersökning som Tyréns gjorde för Skövde kommun (Miljöteknisk markundersökning Detaljplan Locketorp, Skövde 2022-02-18).

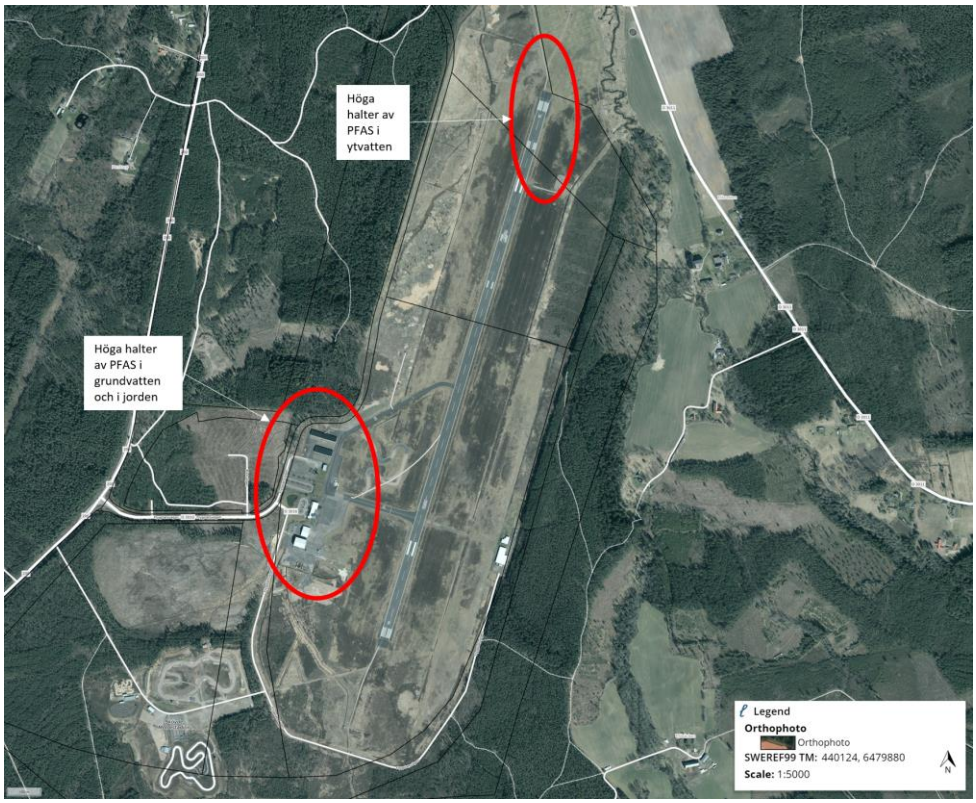


Figur 4. Siffrorna visar observerade grundvattendjup. Källa: Miljöteknisk markundersökning Detaljplan Locketorp, Tyréns, Skövde 2022-02-18.

Infiltration i områden där det påfunnits markföroreningar anses olämpligt. Dagvattenanläggningar ska anläggas med tätskikt i förorenade områden för att förhindra spridning av föroreningar till omgivande miljö. Möjligheten för att ha infiltrationsanläggning dock kan undersökas på nytt efter att området har sanerats.

Den lokala grundvattenriktningen inom området bedöms vara norrut. Detta stämmer överens med ytvattnets strömningsriktning. Grundvattennivån har observerats vara 0,5 till 2 m undermark.

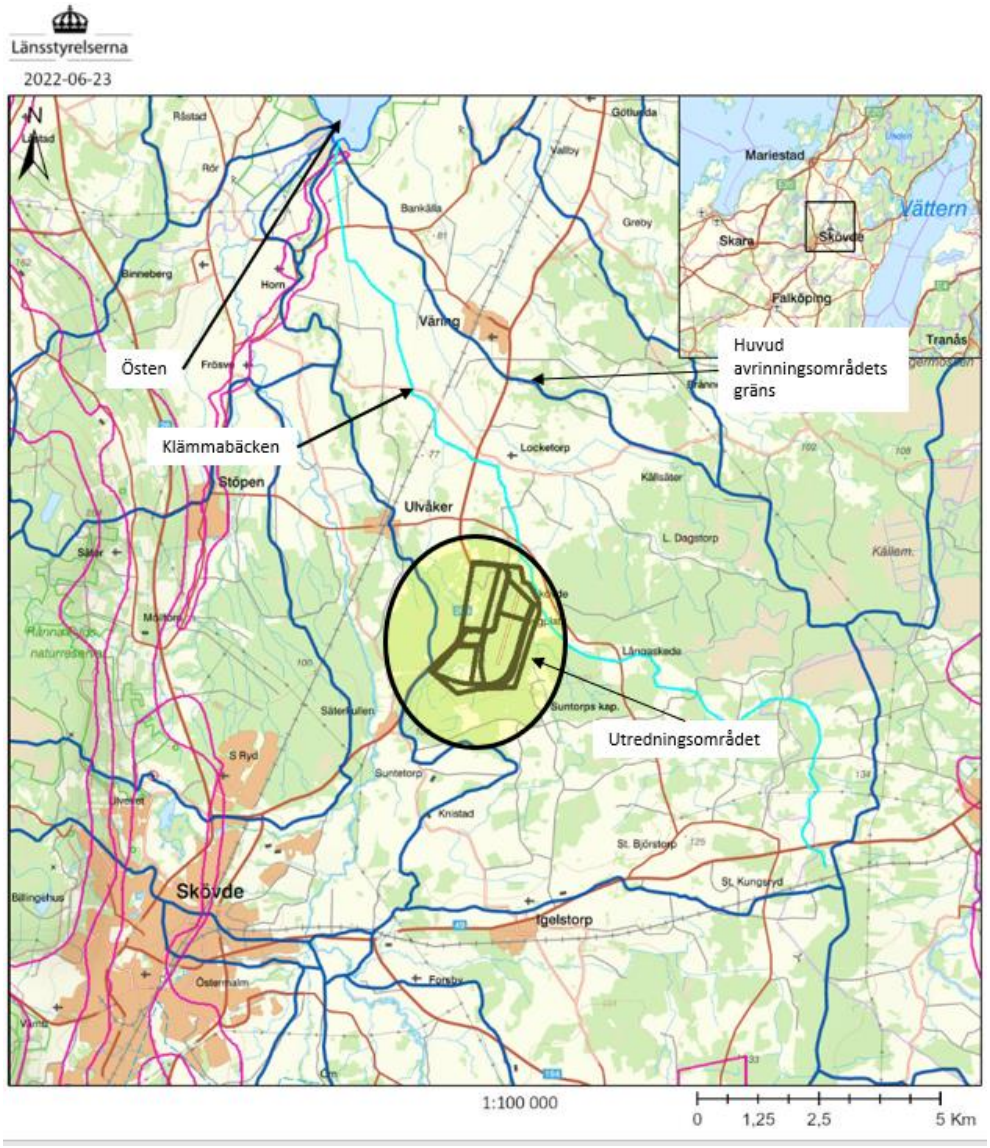
Miljötekniska markundersökningar som har utförts inom området visar på höga halter av PFAS i jord, grundvatten och ytvatten (Tyréns, 2022). Majoriteten av provtagningspunkter med höga nivåer av PFAS ligger väster om landningsbanan inom de befintliga verksamheterna i områden, figur 5.



Figur 5. Områden med höga halter av PFAS.

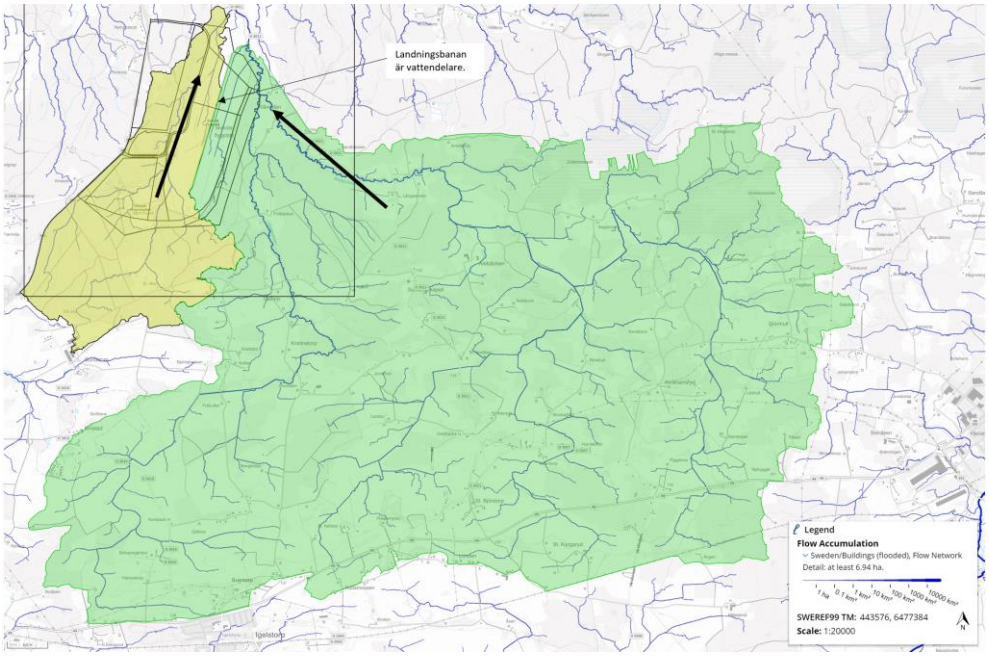
3.3 Befintliga avrinningsförhållanden

Planområdet sluttar idag från +101 m i söder till +89 m i norr (RH2000). I öst-västlig ritning är det varierande markhöjder från +104 till +92. Området ligger inom ett större avrinningsområde med utloppet i Östen, figur 6.



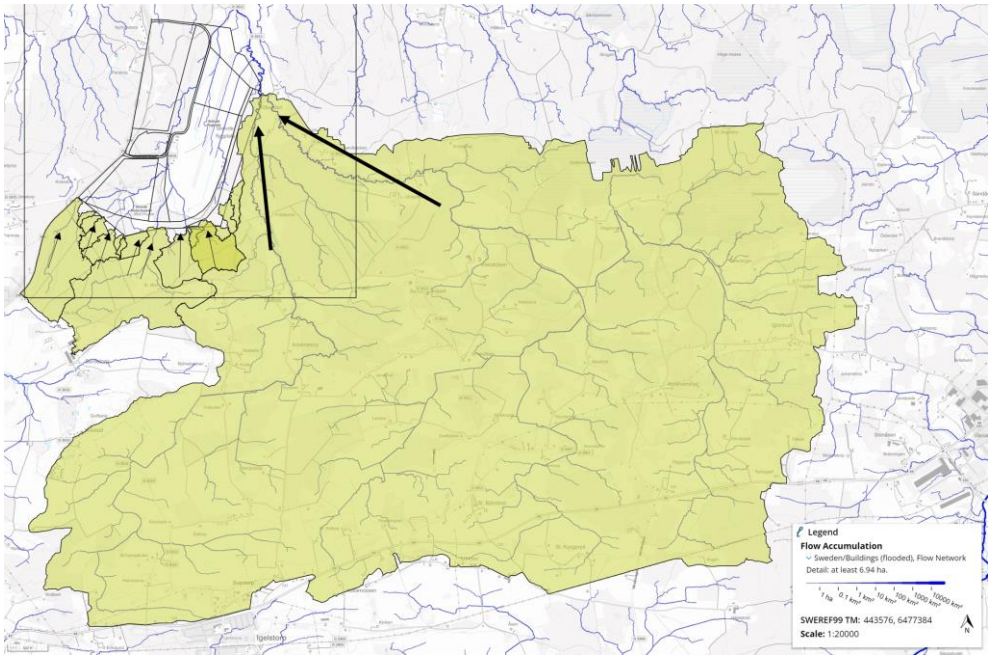
Figur 6. Utredningsområdet ligger i ett större avrinningsområde, ca 9400 ha. Källa: VISS

Utredningsområdet berör två mindre delavrinningsområden med landningsbanan som vattendelare. De båda avrinningsområdena har var sitt utlopp i Klämma-bäcken, se figur 7.



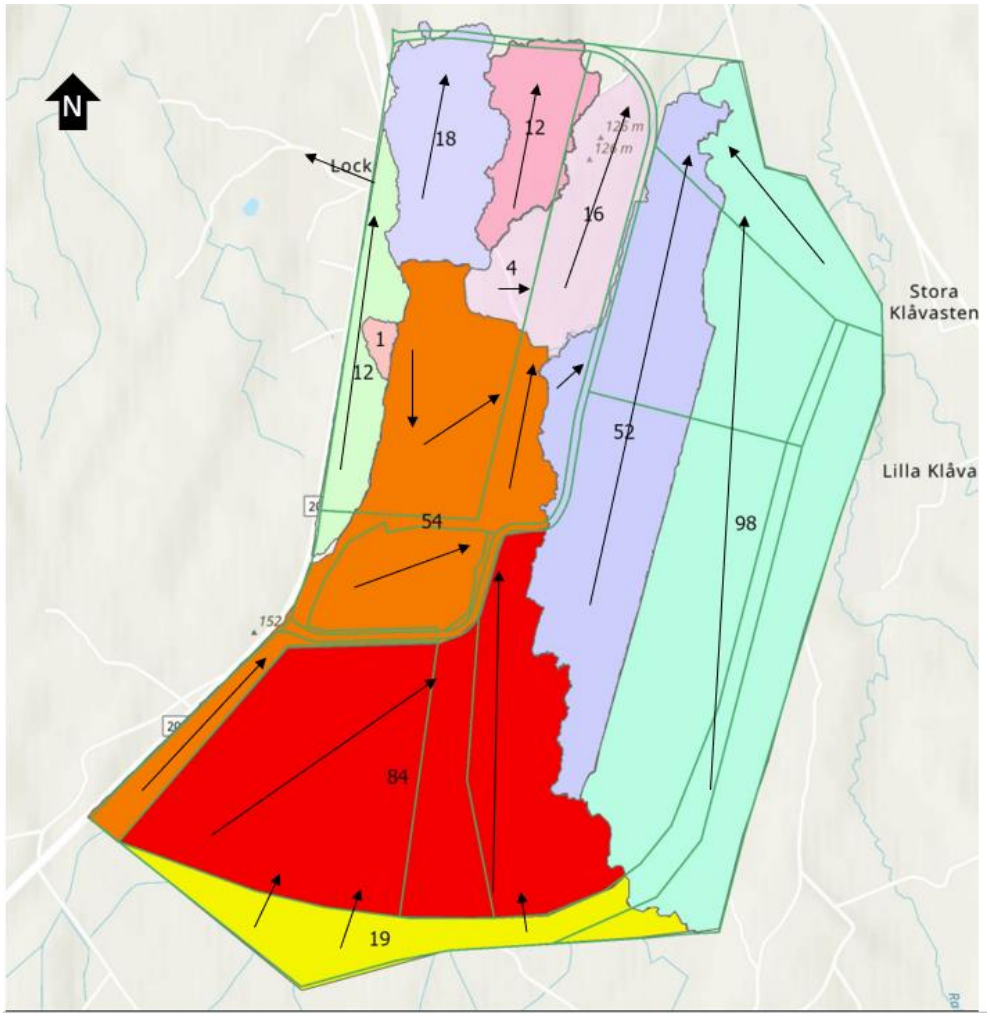
Figur 7. Befintliga delavrinningsområden som utredningsområdet ingår i. Svarta pilar visar befintlig riktning på avrinningen.

Avrinningar intill utredningsområdet är till största delen från östra sidan. Men även en del avrinning sker från sydvästra och södra sidan, se figur 8. Det finns idag översvämningsproblem längs med Klämmabäcken. Enligt en utredning som WSP gjorde 2011, noterades att vid översvämningstillfällena 2007 var avrinningen från flygplatsområdet väldigt litet i jämförelse med Klämmabäckens flöde. Detta är på grund av att det största avrinningsområdet ligger uppström Klämmabäcken, utanför och öster om utredningsområdet (gröna ytan i figur 7).



Figur 8.Områden uppström som belastar planområdet är markerad med gul. Källa: SCALGO Live.

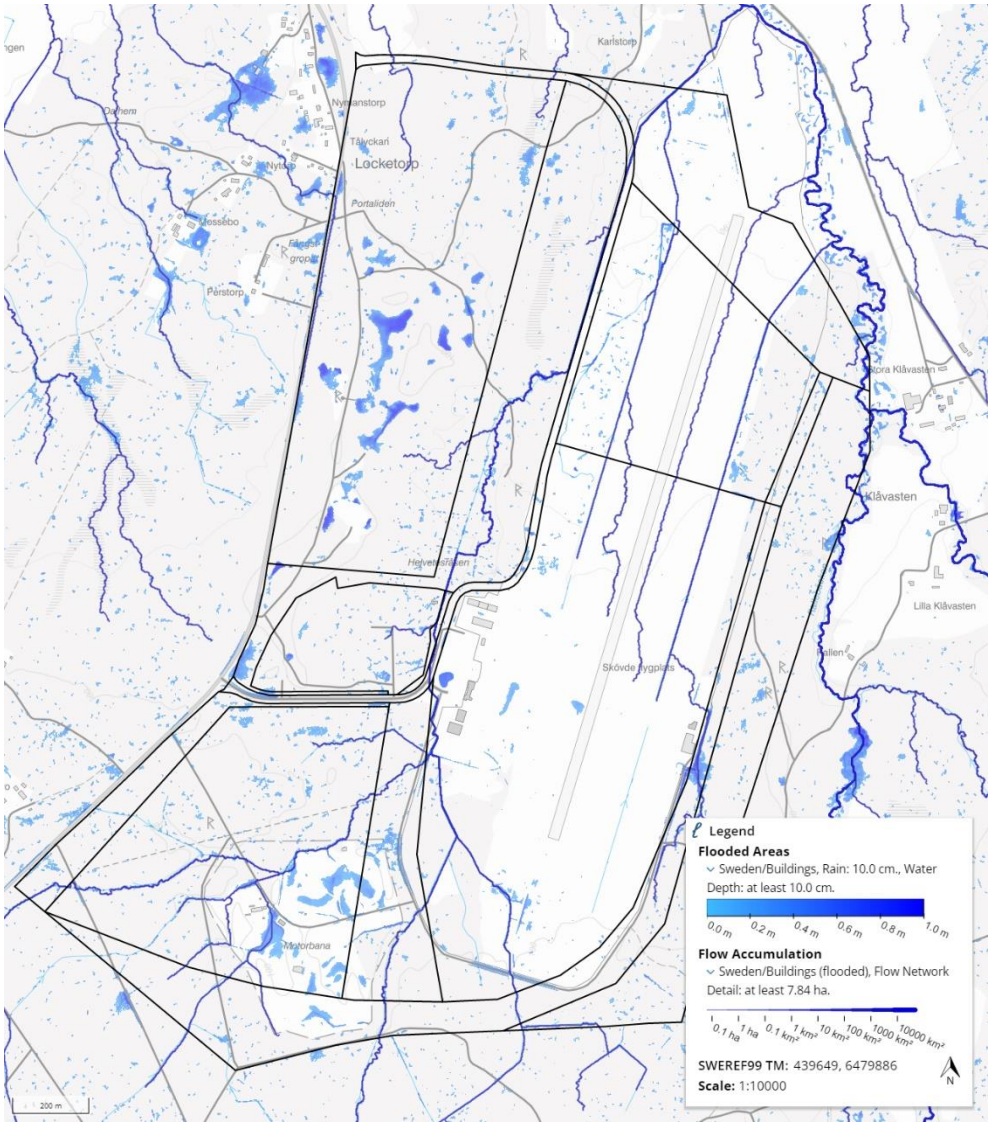
Utredningsområdet kan delas upp till flera mindre delavrinningsområden se figur 9. Riktning på avrinningen idag är enligt de svarta pilar.



Figur 9. Befintliga delavrinningsområden inom utredningsområdet. Generell avrinningsriktning är redovisad med svarta pilar. Siffrorna i varje delområde är ungefärlig area i hektar. Källa: ArcGIS Pro.

3.4 Befintliga lågpunkter

Befintliga lågpunkter där vattnet samlas mer än 10 cm är markerade i figur 10.



Figur 10. Befintliga lågpunkter där vatten har samlats mer än 10cm är synliga som blåa fläckar. Källa: SCALGO Live.

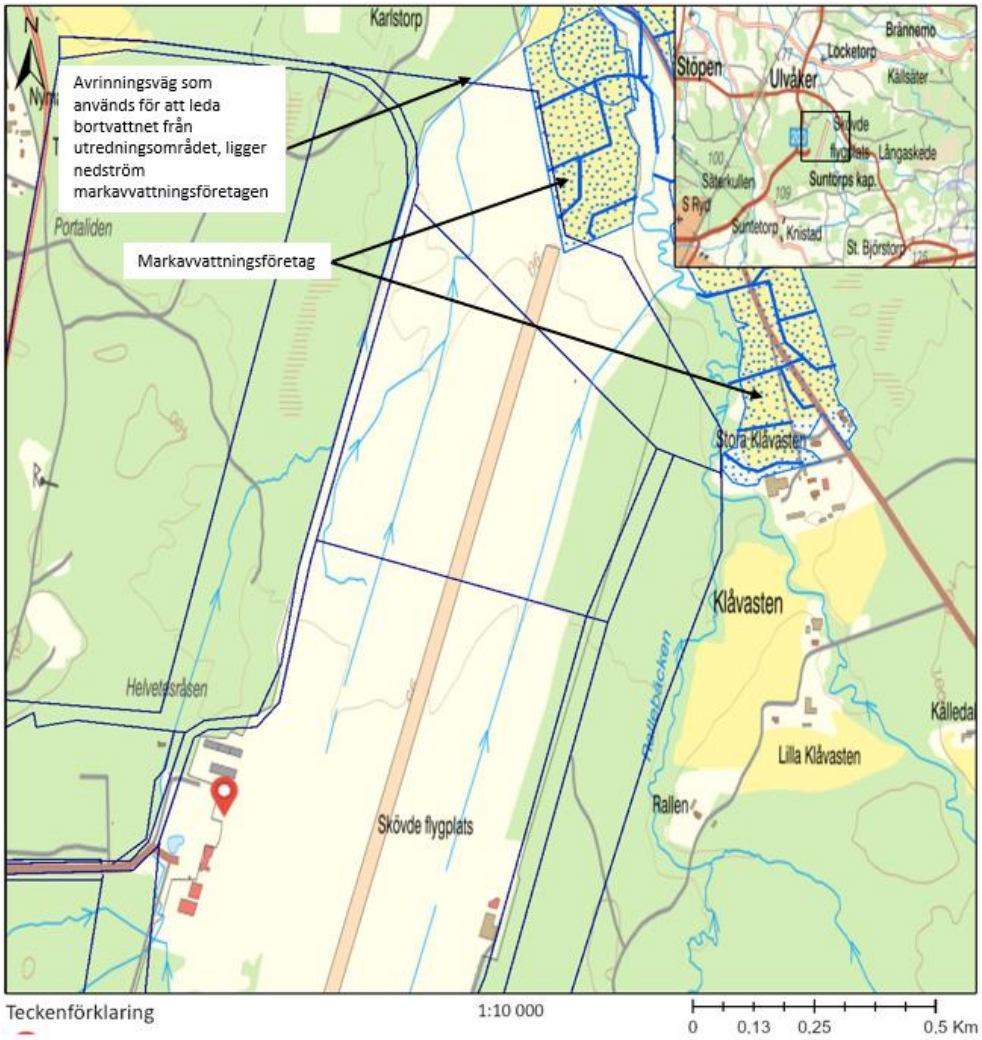
3.5 Markavattningsföretag

Utredningsområdet berörs av i huvudsak två markavvattningsföretag, se figur 11. Markavvattningsföretag har bildats sedan 1800-talets slut för att dränera landskapet och göra det mer ekonomiskt användbart. Ny bebyggelse får inte påverka funktionen för befintliga markavvattningsföretag.

Planerad bebyggelse bedöms påverka markavvattningsföretag, Klövasten DF från 1948 (DNR: R-E1b-1370) och Locketorps-Värings DF från 1928 (DNR: R-E1b-1843).

Föreslagna dagvattenhantering ska utformas på ett sätt som gör att påverkan på företagen undviks. I det fall påverkan är oundviklig måste tillstånd sökas hos Mark- och miljödomstolen för att upphäva befintliga markavvattningsföretag.

Utloppet från framtida dagvattenanläggningar kommer att anläggas nedström markavvattningsföretagen. Avrinning från utredningsområdet kommer inte att påverka markavvattningsföretagen. Att ompröva eller upphäva markavvattningsföretagen hos mark- och miljödomstolen således inte bedöms att bli aktuell. Om anläggande av makadamdike efter dagvattenanläggningar blir aktuell för att sänka innehållet av kvicksilvret ytterligare, behöver omständigheterna undersökas så att intrång i dikningsföretaget undviks.



Figur 11. Markavvattningsföretag Klovastens DF av år 1948 i gränsen till Klämmabäcken samt LOCKETORPS-VÄRINGS DF 1928.

3.6 Recipient

Utredningsområdet ligger inom Klämmabäckens avrinningsområde. De diken som finns inom utredningsområdet samt de bäckar som passerar genom området leder till Klämmabäcken. Klämmabäcken mynnar ut till Östen. Klämmabäcken är ett 23 kilometer långt vattendrag som enligt VISS (Vatteninformationssystem Sverige) är en vattenförekomst med måttlig ekologisk status och som ej heller uppnår god kemisk status. Dock är Klämmabäckens kemiska

status "ej klassad" utan de överallt överstigande föroreningarna kvicksilver och bromerad difenyleter. Den måttliga ekologiska statusen beror främst på det morfologiska tillståndet i vattendraget, av fysisk påverkan som orsakats av människan. Dammar och andra hinder kan hindra fiskar och andra vattenlevande djur att vandra i vattensystemet.

Vattenförekomsten uppnår inte kraven för god ekologisk status avseende fys-kemiska kvalitetsfaktorer kopplat till övergödning. Utsläppsbehandlande och/eller förebyggande åtgärder behöver genomföras för att minska utsläppet så att god status kan nås 2027. Vattenförekomstens återhämtning tar tid och åtgärder bör därför sättas in så snart som möjligt för att nå målet för god ekologisk status till 2027.

God status avseende näringsämnen och/eller biologiska kvalitetsfaktorer kopplat till övergödning uppnås ej. Detta på grund av påverkan från jordbruk. Trots genomförda åtgärder för att minska läckaget av näringsämnen från jordbruksmark, kvarstår stora övergödningsproblem för Sveriges sjöar, vattendrag och kust.

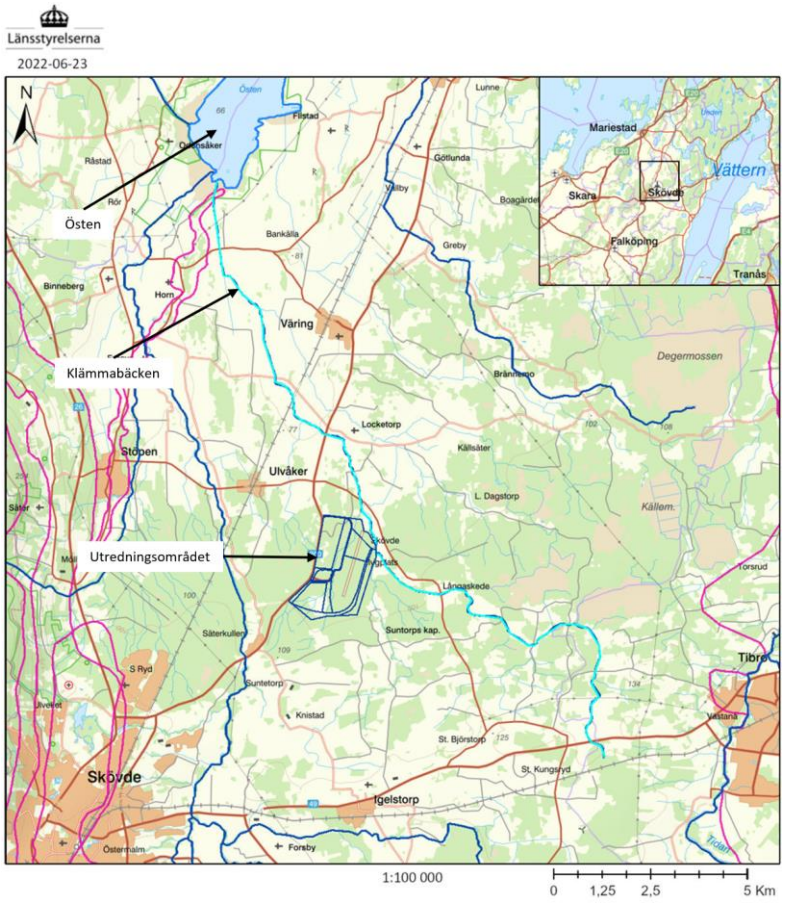
Det är osäkert om åtgärder kommer att kunna genomföras i tillräcklig omfattning till år 2027. Vattenmyndigheterna har tagit fram ett förslag på vilka åtgärder som bör prioriteras till 2027 respektive 2033. Dessa förbättringsåtgärder gällande näringsämnen främst gäller småavlopp och jordbruk. Inga åtgärder har nämnts avseende industri eller urbana dagvatten. Framtida exploatering inom utredningsområdet dock kan komma att påverka vattenmyndigheternas bedömning.

Miljökvalitetsnorm (MKN) för Klämmabäcken är god ekologisk status till 2039 och god kemisk status (med undantag för kvicksilver och bromerad difenyleter).

I enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) har MKN fastställts för alla Sveriges ytvatten, grundvatten och kustvatten. Direktivets bestämmelser anger att försämring av yt-, grund-, och kustvatten inte får ske och dessa bestämmelser är bindande för medlemsstaterna.

Normerna infördes för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor som till exempel trafik och jordbruk och syftar till att reglera den kvalitet på miljön som ska uppnås vid en viss tidpunkt. Huvudregeln har varit att normen god status ska uppnås för alla vattenförekomster till år 2015. Många vattendrag har dock bedömts ej ha tillräckligt hög status och har då fått en tidsfrist till 2021 eller 2027.

En miljökvalitetsnorm beskriver den kvalitet som en vattenförekomst ska nått vid en viss tidpunkt. Statusen bedöms i sin tur med hjälp av ett antal biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Ytvattenförekomster bedöms var sjätte år utifrån ekologisk status/potential och kemisk status. Figur 12 visar recipienten Klämmabäcken i förhållande till utredningsområdet.



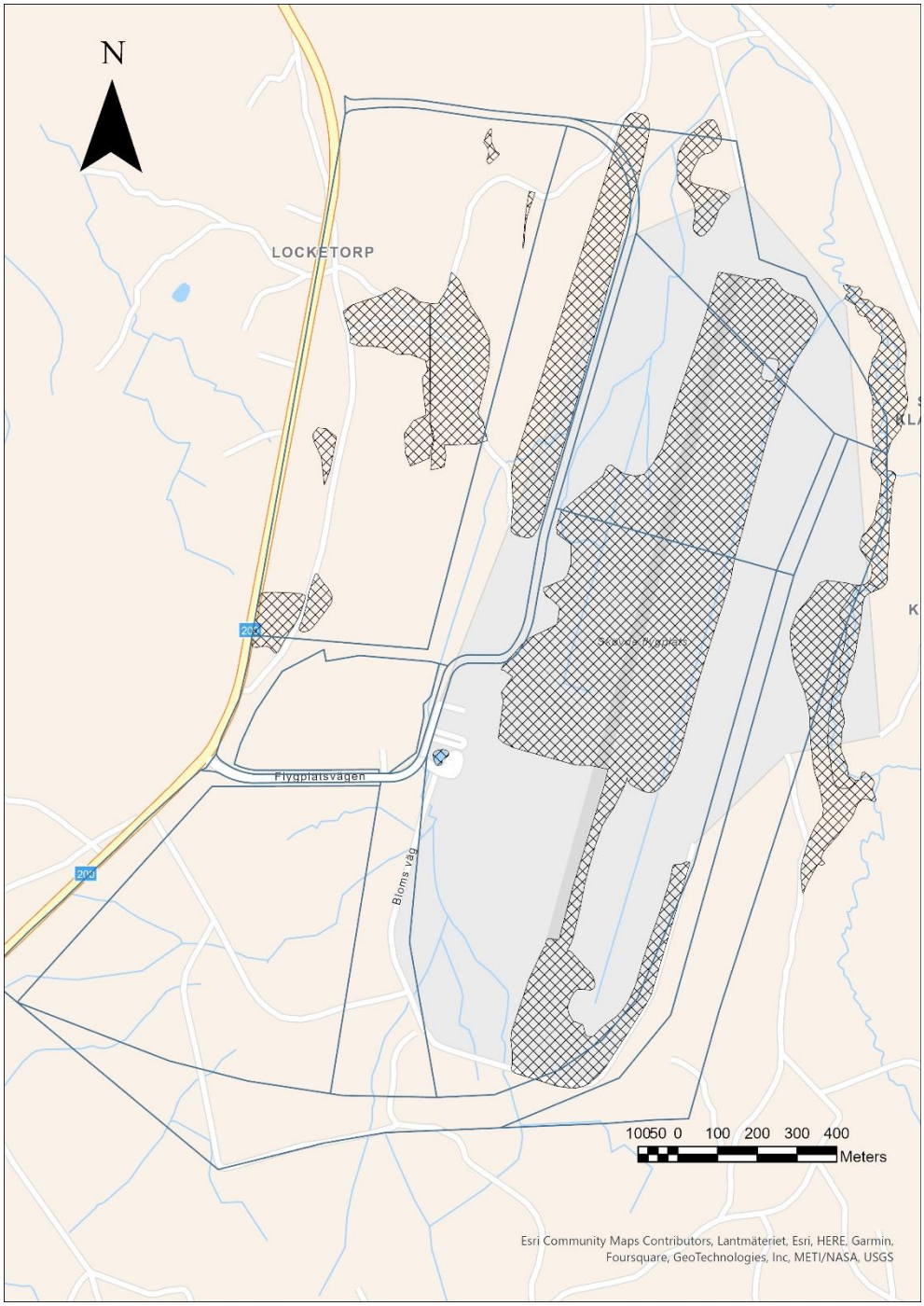
Figur 12. Karta visar recipienten i förhållande till utredningsområdet.

3.7 Befintlig VA-försörjning

Inom utredningsområdet finns idag en pumpstation vid de befintliga verksamheterna för flygplatsen. Det finns också befintliga vatten och spillvattenledningar längs med väg 200 och Flygplatsvägen i västra del. Vatten- och spillvattenledningar kommer att behöva läggas om. Verksamhetsområde för dricksvatten, spill och dagvatten kommer att utökas inom utredningsområdet.

3.8 Naturvärden

En naturvärdesinventering har utförts av EnviroPlanning AB, enligt bedömningsgrunder för Svensk Standard (SS 199000:2014) och har kartlagt och beskrivit geografiska områden som är av positiv betydelse för biologisk mångfald (Jonason et al, 2022). Identifierade områden med naturvärde, är markerad i figur 13. Sammantaget identifierades 15 naturvärdesobjekt inom inventeringsområdet. Naturvärdesobjekten förekommer såväl inom som utanför utredningsområdet. Placering av dagvattenanläggningar inom allmän plats (som har redovisats i avsnitt 4.3) har valts med hänsyn till dessa identifierade områden. Tillräckligt avstånd behöver skapas i projekteringsskede för att underlätta framkomligheten till anläggningar för drift och underhåll utan att dessa områden inskränks.

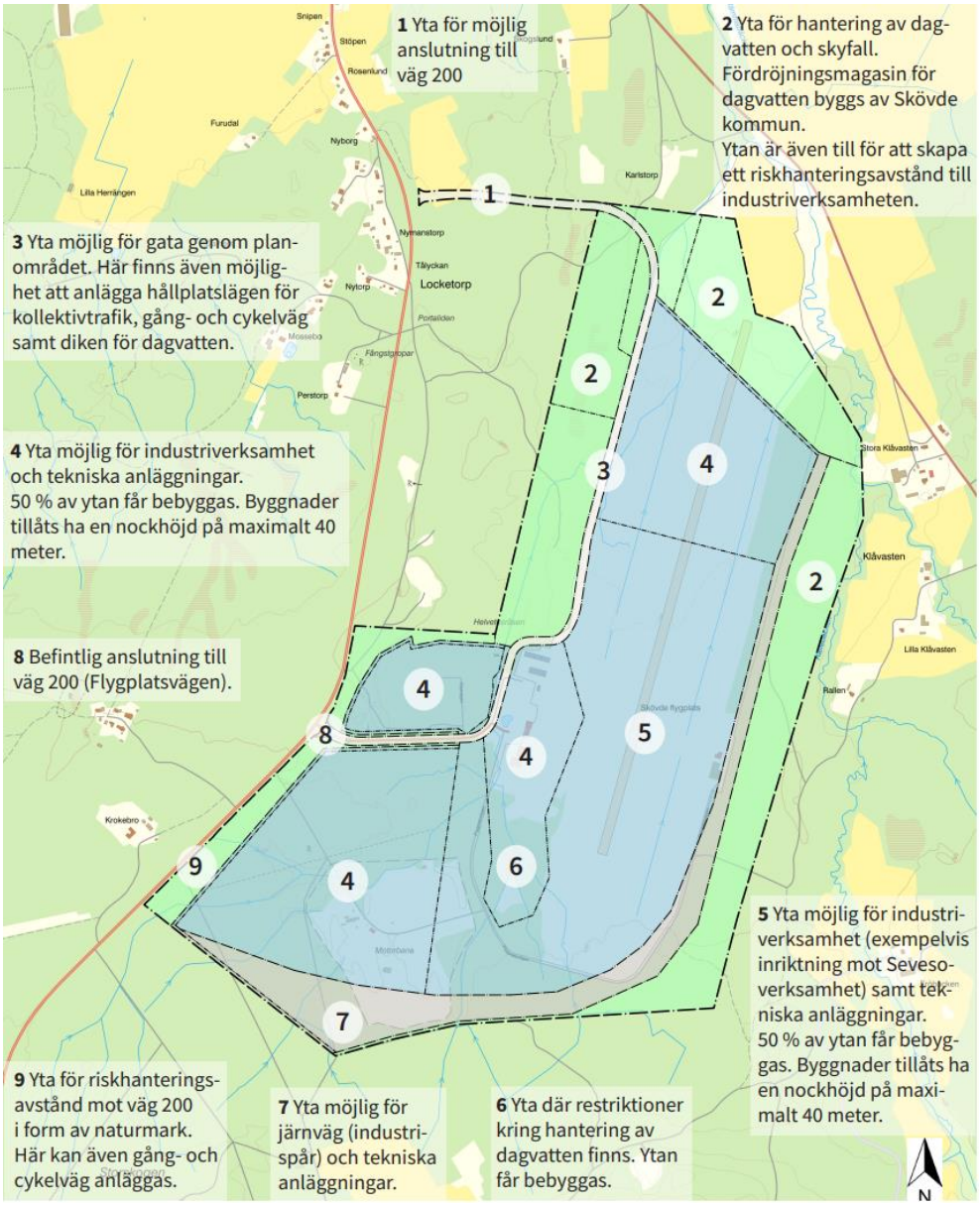


Figur 13. Områden med naturvärden är skrafferad, ligger både inom och utanför utredningsområdet. Källa: Miljökonsekvensbeskrivning detaljplan för fastigheterna Locketorp-Törsatorp 1:7 m.fl., EnviroPlanning AB

4 Framtida förhållanden

4.1 Planområdets föreslagna utformning

Planområdet ska göra det möjligt att uppföra ett verksamhetsområde för storskalig industri där Sevesoverksamhet (hantering av kemikalier) är tillåten. Ytor runt kvartersmarken är avsedda för riskhanteringsavstånd där ytan säkerställer ett lämpligt avstånd till industriverksamheten (Områden 11, 6, 2 och 3). Planområdets föreslagna utformning illustreras i figur 14. Planen ligger i ett tidigt skede, därför placering och utformning av byggnader och infrastruktur är inte framtagna. Dagvattenutredningen är därför framtagen ur ett brett perspektiv och skall därav användas som stöd vid framtida planering och utformning av kvarter.



Figur 14. Planområdets föreslagna utformning (Skövde kommun, granskningsförslag).

1 Yta för möjlig anslutning till väg 200.

2 Yta för hantering av dagvatten och skyfall. Fördröjningsmagasin för dagvatten är anpassad efter dagvatten och skyfallsutredningens beräknade volymer. Fördröjningsmagasin för dagvatten byggs av Skövde kommun. Ytan är även till som riskhanteringsavstånd till industriverksamheten.

3 Yta möjlig för gata genom utredningsområdet. Här finns även möjlighet att anlägga gång och cykelväg, hållplatslägen för kollektivtrafik samt dike för dagvatten.

4 Yta möjlig för industriverksamhet och tekniska anläggningar. 'Ytan kan komma att hårdgöras till 100%.

5 Yta möjlig för industriverksamhet med inriktning mot Sevesoverksamhet samt tekniska anläggningar. Ytan kan komma att hårdgöras till 100%.

6 Yta där restriktioner kring hantering av dagvatten finns. Ytan får bebyggas.

7 Yta möjlig för järnväg (industrispår) och tekniska anläggningar.

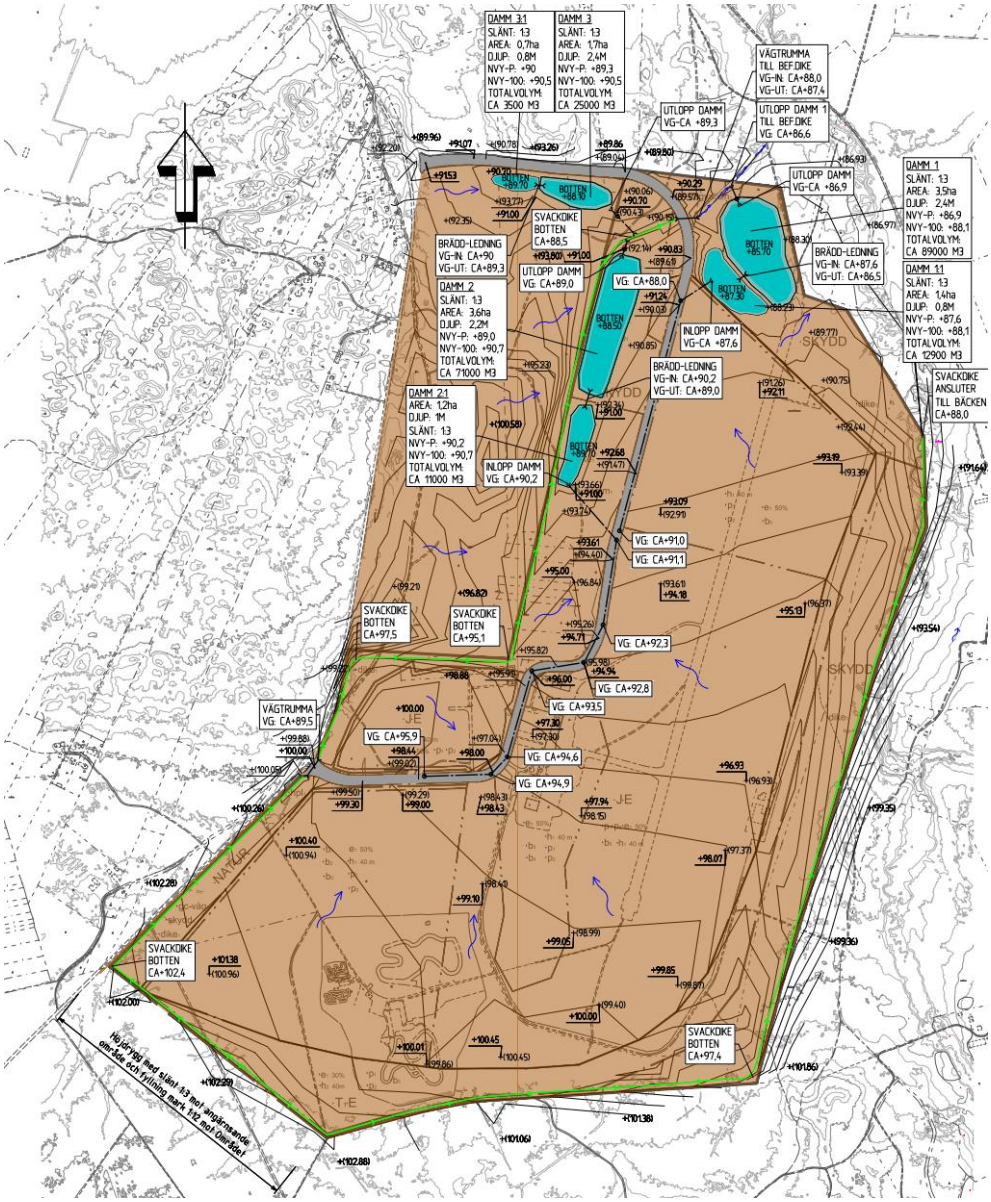
8 Befintlig anslutning till väg 200 (Flygplatsvägen).

9 Yta för riskhanteringsavstånd mot väg 200 i form av naturmark. Här kan även gång- och cykelväg anläggas.

4.2 Höjdsättning

En översiktlig undersökning av befintliga markhöjder har gjorts. Utgångsläget har varit att framtida höjder ska ligga så nära befintliga nivåer som möjligt för att minimera masshantering inom området. Framtida lutning inom utredningsområdet är utformad för att underlätta yt-avrinningen till föreslagna

dagvattenanläggningar. Underlaget har använts för att uppskatta kostnaderna för markarbeten översiktligt. Figur 15 redovisar ett förslag för framtida markhöjder.



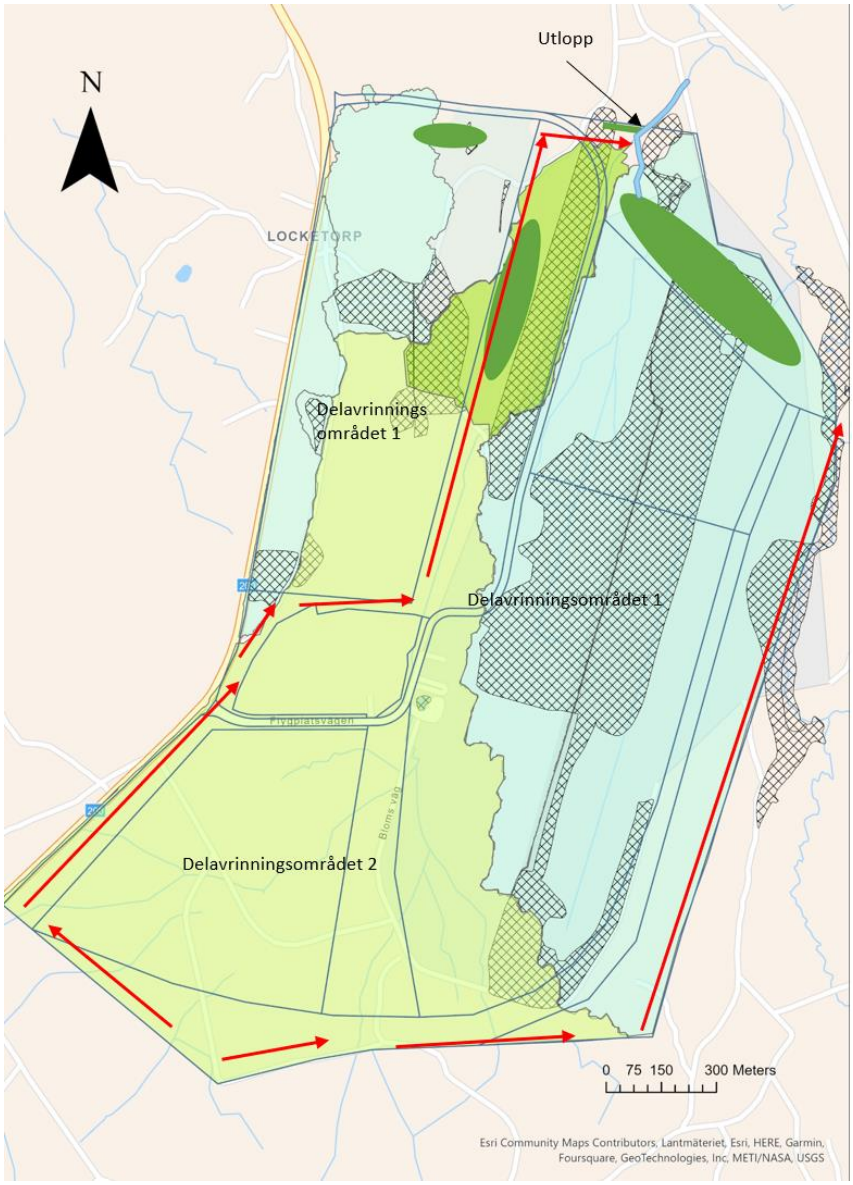
Figur 15. Höjdsättning baserad på befintliga markförhållanden. Se även bilaga 1.

4.3 Framtida avrinningsförhållanden/områden

Efter exploatering kommer avrinningsområdena att förändras. En kombination av dagvattenledningar och öppna diken avleder dagvattnet från exploaterade ytor till dagvattenanläggningen på allmän plats. Avskärande diken anläggs runt planområdet för att avleda avrinning från uppströmsliggande naturmark genom ett separat dikessystem, se figur 16. Enbart avrinningen från utredningsområdet leds till dagvattenanläggningar på allmän plats för rening och fördröjning. Avrinning från delar av delavrinningsområdet 1 som ligger utanför planområdet sker antingen genom dike som anläggs parallellt med nya vägen och avleder vattnet

till utloppspunkten i norr eller genom vägtrummor som flyttar vattnet norrut till utanför utredningsområdet. Dagvattnet kan sedan ta sin naturliga avrinningsväg norrut.

Utredningsområdet delas till delområden 1 och 2. Dagvatten från varje delområde hanteras separat genom två separata för- och huvuddammar. Delavrinningsområdet 1 uppskattas vara 197 ha, och delavrinningsområdet 173 ha.



Figur 16. Utredningsområdet delas upp till två delavrinningsområden markerad med blå och gul. Röda pilar visar placering av diken som kommer att avleda dagvatten från naturmark uppströms utredningsområdet fram till recipienten. Källa: ArcGIS Pro

En ny lokalväg med tillhörande avvattningsdike kommer att ersätta den befintliga vägen.

5 Beskrivning av föreslagna dagvattenlösningar

Föreslagen dagvattenhantering utgår från följande principer baserat på Skövde kommuns riktlinjer:

- Rent och smutsigt dagvatten bör inte blandas.
- Dagvattnet bör hanteras så nära källan som möjligt.
- Dagvattnet bör hanteras som en resurs.
- Befintliga avrinningsstråk och höjdsättningar bör utnyttjas.
- I samband med nyexploatering ska i första hand öppna och gröna dagvattenanläggningar (s.k. LOD) väljas. LOD ska dock inte användas om marken innehåller föroreningar eller om markförutsättningarna i övrigt är olämpliga.

5.1 Kvartersmark

Genom att anlägga mer grönska och öppna dagvattenlösningar i stället för icke genomsläppliga ytor, kan fastighetsägare minska risken för översvämningar nedström. Anläggningar på kvartersmark bör ha så hög infiltrationsmöjlighet som möjligt. På så sätt renas föroreningar i dagvattnet så nära källa som möjligt och reningseffekten i anläggningar på allmän plats höjs.

Blågröna dagvattensystem som anläggs på ytan härmar naturens naturliga processer för avrinningshantering, genom infiltration, avdunstning, transpiration (avdunstning via växter), magasinering i dammar och långsam avledning av vattenflöden i diken. Dessa bidrar även till ekosystemtjänster och biologisk mångfald.

Samtliga dagvattenlösningar som kan användas för infiltration av vattnet kan också utformas som en tät anläggning med utlopp. Detta gör att i princip alla typer av dagvattenlösningar går att anpassa till omgivningens förutsättningar.

Dagvattenhantering inom de förorenade områden ska vara täta och isolerade från omgivningen. Detta för att begränsa spridningen av föroreningar (PFAS) till närområden och grundvattenförekomsten.

Vid val av dagvattenlösningen i kvartersmark, måste hänsyn tas till typ av förorening samt belastningen som behöver tas omhand i installationen. Hänsyn ska tas till Skövde kommunens dagvattenriktlinjer.

Vid all planering och byggnation ska alternativa byggnadsmaterial till koppar och zink samt aluzink användas (Skövde kommuns dagvattenriktlinjer).

En parkeringsyta med högt antal omsättning av p-platser i anslutning till en verksamhet, är en hög belastad yta. Dagvatten från en sådan yta behöver

behandlas i en reningsanläggning som till exempel nedsänkt växtbädd eller infiltrationsstråk. Vid verksamheter där det finns risk för utsläpp av miljöfarliga vätskor som t.ex. olja eller bensin till spill och dagvatten, behöver en oljeavskiljare installeras.

Vändplaner eller parkeringsplatser i anslutning till verksamheter, som är trafikerad av tunga fordon, eller verksamheter där farlig gods hanteras (t.ex. tankstationer) utgör typ ytor där en oljeavskiljare och/eller ett katastrofskydd för dagvatten och spillvattenbrunnar behöver finnas.

Om de kommande verksamheter inom kvartersmark är industri som kan antas omfattas av Sevesolagen, innebär det att det kan komma att röra sig om stora och/eller komplexa risker, som kräver noggranna utredningar och överväganden. Både risker som är direkt kopplade till verksamheter på det planerade industriområdet, och transport av farligt gods (lossning av kemikalier/råvaror, utlastning av produkter etcetera) behöver undersökas. Ett förslag är installation av oljeavskiljare eller annan typ av tät installation där utsläpp, släckvatten eller annat spill kan inneslutas, samlas upp och transportera bort på ett lämplighet sätt.

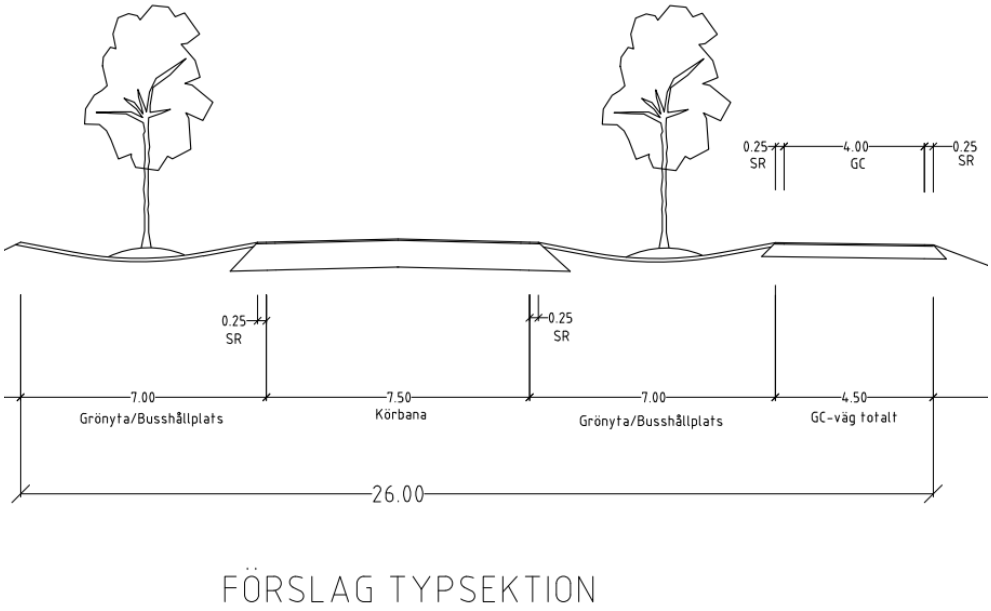
Figur 17 redovisar exempellösningar för dagvatten hantering i kvartersmark.



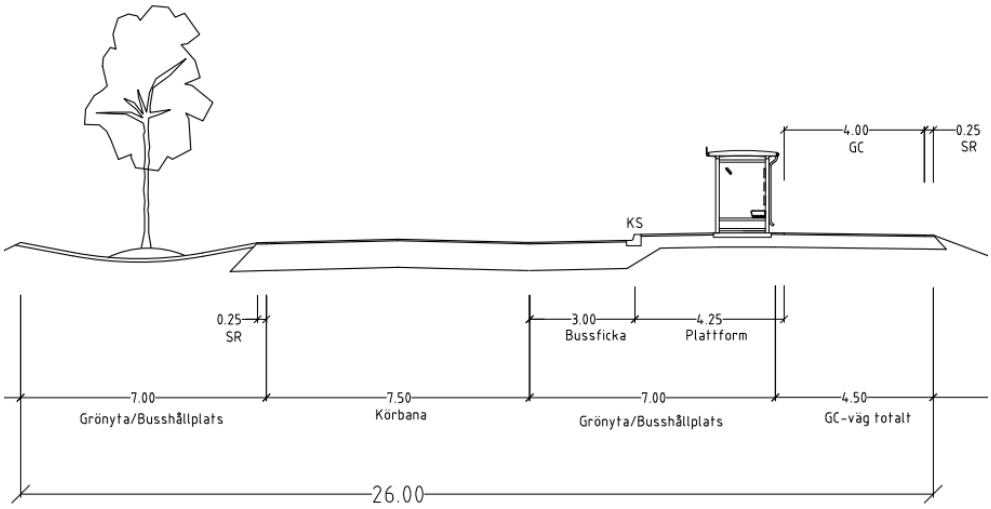
Figur 17. Exempel på hur dagvattenåtgärder kan vidtas inom typområde högt belastad yta i kvartersmark. (COWI, 2021)

Dagvattensystem som planeras för att omhänderta avrinningen från förorenade områden ska vara isolerade och täta så att ingen kontakt med omgivningen sker.

Dagvatten från de exploaterade kvartersmarken ansluts med hjälp av underjordiska ledningar eller öppna diken till kommunens ledning. Vattnet rinner sedan med självfall ut till dagvattenanläggningen på allmän plats. Dagvattenledningen anläggs under nya lokalgatan med lämplig lutning. Figur 18 visar ett förslag för typsektion för nya lokalgatan. I samband med detaljerad höjdsättning inom kvartersmark fastställs utformning av dagvattensystemen som ansluter till allmänna diken och dammar.



FÖRSLAG TYPSEKTION



Figur 18. Förslag för typsektion. Källa: Skövde kommun.

5.2 Allmänplats

Svackdike

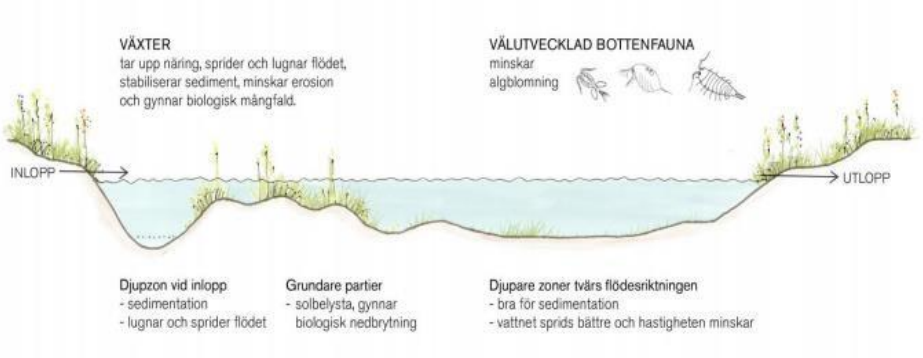
De kommande diken längs med nya lokalgata kommer att avvattna vägen. Generella höjdsättningen inom utredningsområdet ska vara mot nya lokalgata och till dagvattenanläggningar på allmän plats. Detta för att underlätta avledning av dagvatten från området vid ett skyfall. Svackdike skapar en grön korridor med viss fördröjningsmöjlighet dit skyfall från omkringliggande mark avleds.

Söder och öster om utredningsområdet, längs med det planerade järnvägsspåret, föreslås ett avskärande dike som avleder befintligt ytvatten från intilliggande terräng till Klämmabäcken. Även väster om utredningsområdet anläggs ett dike med samma funktion. Detta dike fortsätter längs med planområdets gräns i väst mot utloppet i norr.

Våtdamm

Vid anläggande av våta dammar bör fördröjning av vatten samt rening via avskiljning och sedimentation eftersträvas. De renande processerna är beroende av uppehållstiden som i sin tur är nära kopplad till förhållandet mellan flöde och behandlingsyta/-volym (Billberger & Svenson, 2006). Hur lång uppehållstid som behövs för effektiv sedimentation beror i första hand på tyngden och storleken på de partiklar man vill avskilja. För dammar, skärmbassänger och våtmarker för dagvattenrening är en vanlig dimensionerande uppehållstid 24 timmar (StormTac, 2018). Därför kan ett strypt utlopp för mindre flöden installeras för att upprätthålla en längre uppehållstid.

Lämpligt vattendjup i en damm är normalt 1–1,5 m, som vid extrema regn kan öka till 2–2,5 m. Grundare partier, under 0,6 meter, samt en varierande bottentopografi, gynnar vattenreningen och är bra för biologisk mångfald. En djupare zon bör finnas vid inloppet av dammen där sedimentationen är som störst, se figur 19. För att öka uppehållstiden i dammarna under mindre regntillfällen kan dammarna ha s.k. trösklar, d.v.s. mycket grunda partier som bidrar till att minska flödet och sprida ut det jämnare över dammen.



Figur 19. Principskiss över våt dagvattendamm med fördamm och vegetation. Illustration: Ekologigruppen.

En fördamm kan skiljas från efterföljande huvuddamm genom en vall som anläggs mellan dem, en betongvägg, ett skibord eller en flytande skärm med plastduk förankrad till sedimenten. Man kan även avgränsa damm delar med dike eller ledning. Figur 20 visar en våtdamm där ett lager av makadam skiljer för och huvuddammen.



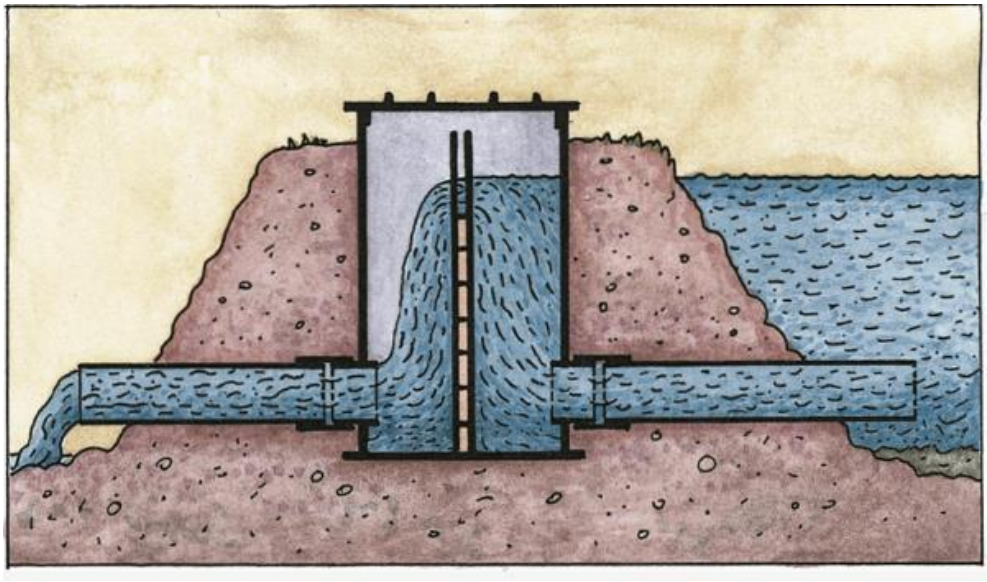
Figur 20. Fördammen är separerad från huvuddammen med hjälp av ett lager av makadam.

Växtzon (litterat zon) runt dammen med vattendjupet 0,15–0,3 m (maximalt 0,45 m), bredden >1–3 m och mycket låg släntlutning rekommenderas om utrymme finns (Svenskt Vatten, 2020).

Vid placering av byggnader och vägar i närheten av dammarna bör höjdsättningen beaktas.

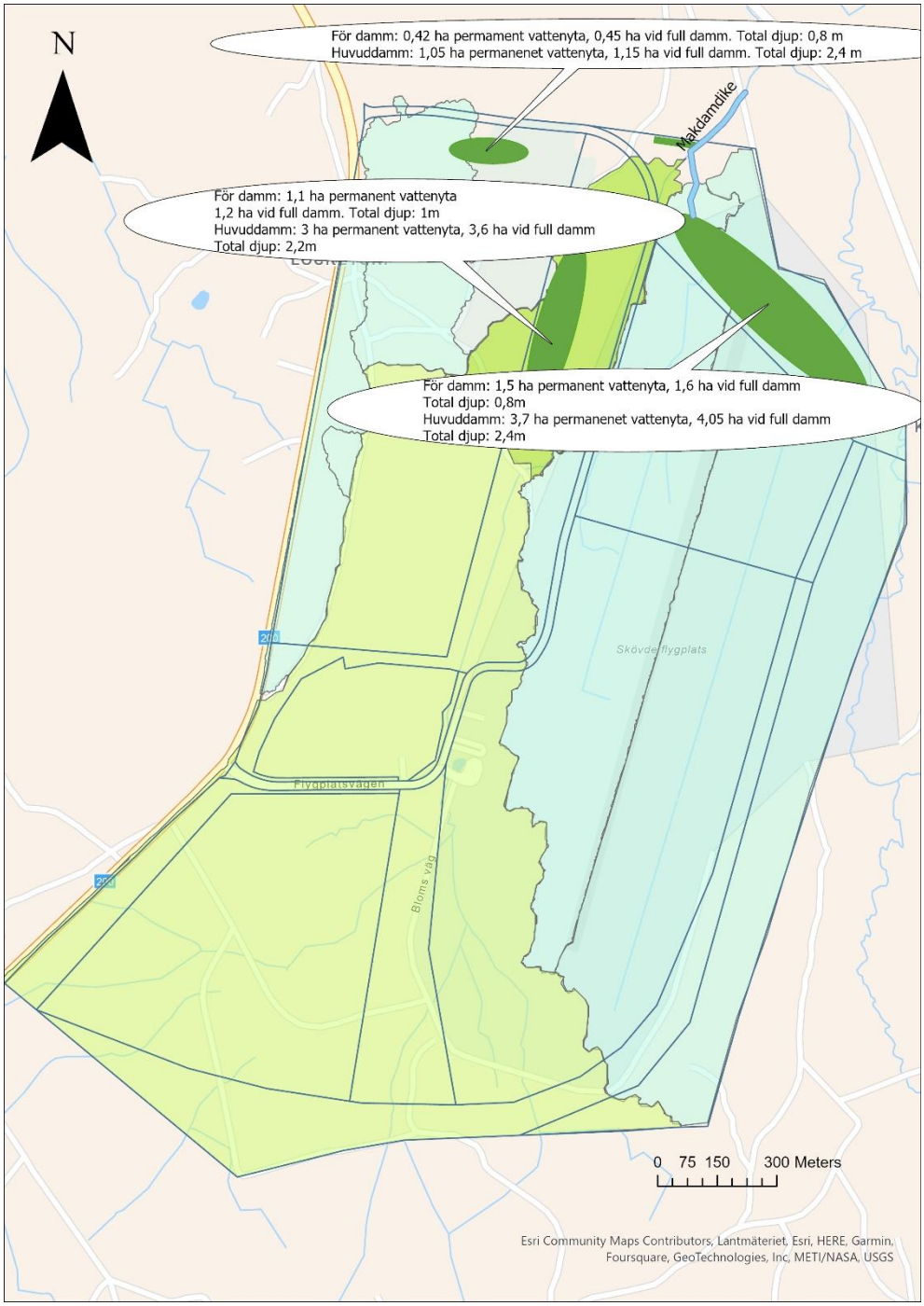
Vid större tillförsel av oljeföroreningar kan växter och djur i våtdammen skadas eller försvinna och behöva återetableras. En brunn i inloppet som skapar möjlighet för gravimetrisk avskiljning av sediment och oljefilm rekommenderas. Det är viktigt att möjlighet till avstängning i inloppsbrunnen till våtdammen finns. Utloppet från våtdammen sker genom en nivåreglerande brunn (exempel i figur 21). Med en sådan anläggning kan utloppet sättas under vattenytan. På så sätt, minskar risken för temperaturskiktning i våtdammen. Anslutande väg till och från inlopp och utloppsbrunnar behövs för slamtömning och skötsel.

För att kunna sänka kvicksilverhalter i utloppet ytterligare behövs ett makadamdike anläggas efter våtdammen i delavrinningsområdet 1. Vattnet rinner sedan genom ett meandrande dike till Klämmabäcken. Anslutningen till Klämmabäcken ska ske nedströms markavvattningsföretagen som finns i närheten.



Figur 21. Exempel på en nivåreglerande brunn i utloppet (ur www.byggkatalogen.bygg-tjänst.se)

Figur 22 redovisar en sammanfattning av föreslagna dagvattenanläggningar på allmän plats.



Figur 22. Föreslagna dagvattenanläggningar på allmän plats.

5.3 Drift och underhåll

För att upprätthålla en hög reningskapacitet behövs regelbundna kontroller och skötsel av dagvattendammar. Skräp och sediment vid in- och utlopp behöver rensas bort för att behålla funktionen. Bottensediment som ansamlas bör avlägsnas med jämna mellanrum, det är lämpligt att inrätta rutiner för att mäta

tjockleken på sedimenten. En för-damm med avstängningsmöjlighet underlättar insamling av slammet för att undvika slamsugning i hela dammen.

Det rekommenderas så flackt slänt lutning som möjligt för att underlätta drift och underhåll av ytorna runt dammarna och svackdike. Viktigt att inlopp och utloppet är tillgängliga för drift och underhåll.

Slamtömning av dagvattenbrunnar och rensning av diket behövs i jämna mellanrum så att diket bibehåller sin överföringsförmåga och anläggningen inte översvämmas på grund av täta brunnar.

6 Dimensionering och fördröjning av dagvatten

Flödesberäkningar för att dimensionera dagvattensystemet har utförts med rationella metoden. Den matematiska formell som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 2 nedan (från P110, Svenskt Vatten, 2016).

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf \qquad \text{(Ekvation 1)}$$

där qdim är dimensionerande flöde (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficient (-), i(tr) är dimensionerande regnintensitet [l/s ⋅ ha], tr är regnets varaktighet/rinntid (min) och kf är klimatfaktor (-).

Avrinningskoefficienten anger hur stor del av nederbörden som avrinner från en yta. Denna multiplicerat med arean som benämns reducerad area.

Koncentrations/rinntiden avser den tid det tar för hela området att bidra till flödet i beräkningspunkten. Rinntiden beräknas enligt P110.

Klimatfaktor 1,25 används efter exploatering för att ta hänsyn till ökad regnintensitet på grund av pågående klimatförändringar som sker.

6.1 Befintlig markanvändning och flöde för utredningsområdet

Den totala ytan inom planområdet är 308 ha, varav ca 12,3 ha (4 %) utgörs av befintliga hårdgjorda ytor. Intill planområdet finns ca 66 ha naturmark som tillsammans med planområdet kallas för utredningsområdet och ingår i dimensionering av dagvattenanläggningar i denna utredning. 60 ha av denna yta kommer att exploateras varav 30 ha reserveras för bebyggelse. Tabell 1 redovisar befintlig markanvändning i utredningsområdet.

Tabell 1. Befintlig markanvändning i utredningsområdet.

Område	A (ha)	φ (-)	A reducerad (ha)
Naturmark (obebyggdmark)	295,7+66	0,1	36,17
Exploaterad mark	12,3	0,85	10,45
Total	**374**	**0,1**	**46,6**

Avrinningen beräknas för regn med 10 ,20 och 100 års återkomsttid utan klimatfaktor. Rinntiden för hela utredningsområdet beräknas bli ca 533 minuter för längsta avrinningsvägen framtill utredningsgränsen (ca 3,2 km) för avrinning på

naturmark. Uppskattad hastighet på naturmark 0,1 m/s. Avrinning från utredningsområdet redovisas i tabell 2 för olika återkomsttider.

Tabell 2. Befintliga flöden från utredningsområdet.

Återkomst tid år	Avrinning l/s
10	677
20	828
100	1350

6.2 Befintlig markanvändning för delavrinningsområde 1 och 2

Utredningsområdet delas upp till två delområden 1 och 2. Markanvändning innan exploatering inom dessa delområden är enligt tabell 3.

Tabell 3. Befintlig markanvändning för delavrinningsområden 1 och 2.

Markanvändning	A (ha)	φ (-)	$A_{reducerad}$ (ha)
Delavrinningsområdet 1			
Skog och åkermark	191,3	0,1	19,1
Asfalt/takytor	6	0,8	4,8
Total	**197**	**0,1**	**23,9**
Delavrinningsområdet 2			
Skog och åkermark	171,3	0,1	17,1
Asfalt/takytor	5,3	0,8	4,3
Total	**177**	**0,1**	**21,4**

Avrinning från varje delområde beräknas för regn med 10 ,20 och 100 års återkomsttid, se tabell 4. Rinntiden för delområdet 1 och 2 beräknas vara 350 respektive 650 minuter.

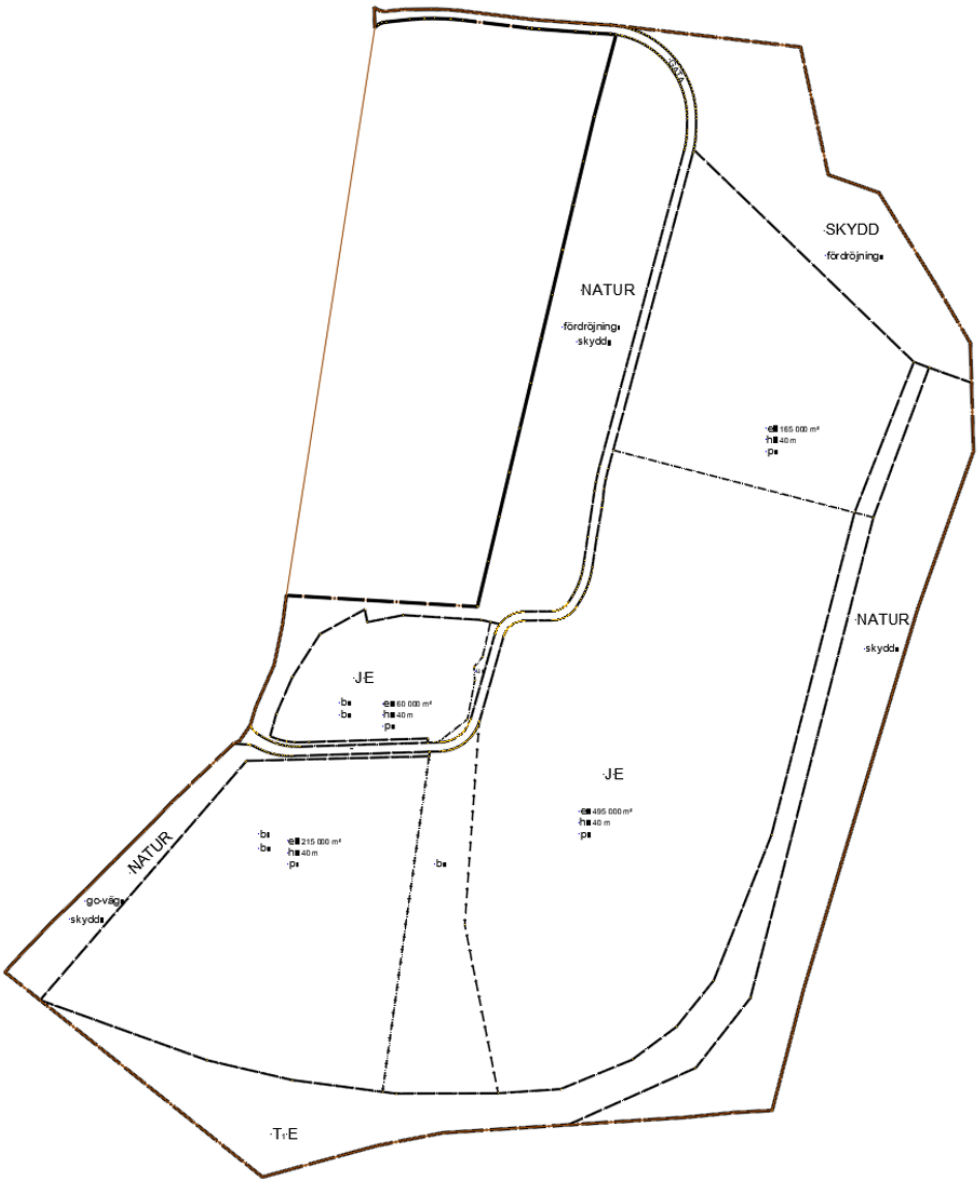
Tabell 4. Befintliga avrinning från delavrinningsområden 1 och 2, för olika återkomsttider.

Delavrinningsområdet 1	
Återkomst tid år	Avrinning l/s

10	467
20	575
100	950
Delavrinningsområdet 2	
Återkomst tid år	Avrinning l/s
10	271
20	330
100	533

6.3 Dimensionerande flöden efter exploatering

Tillflödet till Klämmabäcken efter exploatering ska inte öka enligt Skövde kommun. Att hårdgöra ca 3,5 miljoner kvadratmeter grön yta (detaljplanens tänkta exploateringsgrad), men samtidigt inte påverka avrinningen, är mycket svårt. Om avrinningen inte får öka, måste konstgjorda utjämningsmagasin anläggas för att kompensera med fördröjningskapacitet i området. Figur 23 redovisar de planerade ytor som kommer att exploateras inom utredningsområdet.



Figur 23. Planerade markfördelning inom planområdet. Källa: Skövde kommun

6.3.1 Dimensionering, hela utredningsområdet

Markanvändning inom utredningsområdet i framtiden är enligt tabell 5.

Tabell 5. Framtida markanvändning enligt förslag 1.

Markanvändning	A (ha)	φ (avrinningsko-efficient)	A $_{reducerad}$ (ha)
Gata	6,50	0,8	5,20
Naturområden	93,50	0,1	9,35

Järnväg	27,00	0,7	18,90
Exploaterad yta	123,50	0,9	111,15
Exploaterad yta Parkering/asfalterad yta	123,5	0,8	98,80
Total	**374**	**0,6**	**243,4**

Dimensionerande flöde för olika återkomsttider efter exploatering med inräknad klimatfaktor 1,25 och 100% hårdgöringsgrad på kvartersmark, för hela utredningsområdet är redovisad i tabell 6. Rinntiden för hela utredningsområdet beräknas bli ca 100 minuter efter exploatering för längsta avrinningsvägen framtill gränsen i norr (ca 3,2 km) för avrinning i dike. Uppskattad hastighet i dike 0,5m/s.

Tabell 6. Dimensionerande flöde från utredningsområdet efter exploatering, klimatfaktor 1,25.

Återkomsttid	Avrinning l/s
10	15 006
20	18 748
100	31 627

6.3.2 Dimensionering för delområden 1 och 2

Framtida markanvändning per delavrinningsområdet 1 och 2 är redovisad i tabell 7.

Tabell 7. Markanvändning per delavrinningsområde efter exploatering.

Markanvändning	A (ha)	φ (-)	$A_{reducerad}$ (ha)
Delavrinningsområdet 1			
Järnväg	10	0,5	5
naturområden	49	0,1	4,9
GATA	4,33	0,8	3,55
Exploaterad yta, tak	67	0,9	60,3
Exploateringsyta, asfalt	67	0,8	53,6
Total	**197**	**0,6**	**127,3**

Delavrinningsområdet 2			
Järnväg	17	0,5	8,5
Gata	2,2	0,8	1,7
naturområden	44,5	0,1	4,5
Exploaterad yta, tak	56,5	0,9	50,9
Exploaterad yta, asfalt	56,5	0,8	45,2
Total	**177**	**0,7**	**110,7**

Markens naturliga avrinning ska i möjligaste mån bibehållas. Längsta rinnsträckan i varje delavrinningsområde bedöms vara 1800 m dock avrinningen sker något snabbare genom nyanlagda diken. Rinntiden genom delavrinningsområdet 1 och 2 efter exploatering uppskattas bli 170 respektive 220 minuter. Tabell 8 redovisar flöde efter exploatering för olika åtkomsttider från varje delområde.

Tabell 8. Dimensionerade flöde efter exploatering för olika återkomsttider per delområde, klimatfaktor 1,25.

Delavrinningsområdet 1	
Återkomst tid år	Avrinning l/s
10	5395
20	6715
100	11 256
Delavrinningsområdet 2	
Återkomst tid år	Avrinning l/s
10	3836
20	4762
100	7946

6.4 Fördröjningsbehov

En uppskattning av magasinsbehov har gjorts med hjälp av beräkningsmall i P110 bilaga 10.6. Enligt Skövde kommuns önskemål, valdes ett regn med återkomsttid på 10 år utan klimatfaktor vid beräkning av dimensionerande utloppsflöde från dammarna. Det motsvarar 467 l/s från delområdet 1 och 271 l/s från delområdet 2.

Tabell 9. Erforderligt fördröjningsbehov (m³)

Fördröjningsbehov (m³)	
Delavrinnings-område 1	Delavrinnings-område 2
59 500	63 300

Ett förslag är att anlägga dagvatteninstallationer lokalt s.k. LOD på kvartersmark med en dimension motsvarande 20mm per kvm hårdgjord yta (motsvarar 200 m³ fördröjning per reducerad yta i hektar). Fördröjningsvolymer i tabell 9 kan genom detta minskas.

Tabell 10. Beräknad fördröjningsvolym för dagvatteninstallationer på kvartersmark motsvarande 20mm.

	Reducerad yta, kvartersmark (ha)	Fördröjningsvolym motsvarande 20 mm på hårdgjord yta (m³)
Delområdet 1	60,3+53,6	22 800
Delområdet 2	50,9+45,2	19 200

Om allt dagvatten upp till 20mm på hårdgjord yta tas om hand på kvartersmark förslagsvis i ett makadamdike, minskar fördröjningsbehovet till 36 700 m³ för delområde 1 respektive 44 100 m³ för delområde 2. Dagvattenanläggningar i kvartersmark har viss reningseffekt som är avgörande för att kunna begränsa förorenings belastningen från utredningsområdet i Klämmabäcken. Den permanenta vattenytan i huvuddammarna i delområdet 1 är 48 000 m² och i delområdet 2, 30 000 m². Fördröjningsbehovet efter avräknad fördröjning på kvartersmark, leder till att reglerhöjden i huvuddammen kan sänkas med 0,8 m i huvuddamm 1 och med ca 0,2 m i huvuddamm 2. Det totala djupet i huvuddammen för delavrinningsområdet 1 blir 1,6m och i huvuddamm 2 blir 2m totalt.

Det är viktigt att inte förändra de lokala grundvattennivåerna i och utanför utredningsområdet. Lokala dagvattenanläggningar möjliggör detta genom att dagvatten kan infiltreras i mark (där det inte finns någon risk för spridning av föroreningar till och från mark och grundvatten).

7 Föreslagen skyfallshantering

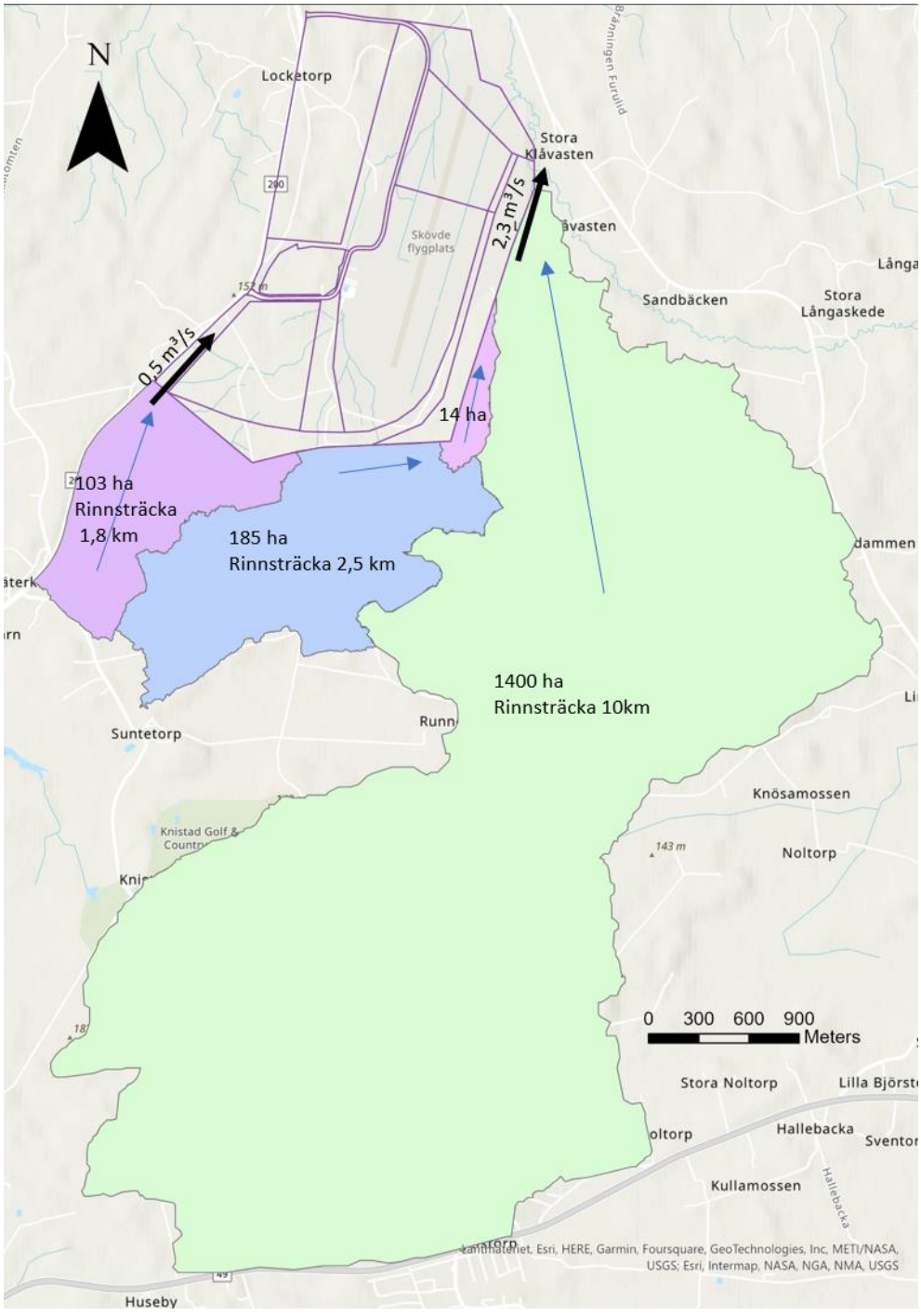
För att studera hur översvämningsriskerna i området påverkas av planerad bebyggelse utfördes en skyfallsanalys i SCALGO Live. SCALGO Live är ett webbaserat beräkningsverktyg som används för att kartlägga, förstå och förebygga översvämningar. SCALGO Live visar översvämningsytor baserat på lågpunkter i området för ett valt regndjup. Programmet tar inte hänsyn till infiltration eller ledningssystem. Men en översvämningskartering med SCALGO Live kan ändå ses som en fingervisning för risker vid skyfall, då ledningsnätens kapacitet ändå oftast inte räcker till. SCALGO Live använder lantmäteriets höjddata med upplösning 1x1 m.

Enligt rekommendation från Länsstyrelsen (Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering, Fakta 2018:5):

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-års regn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Framkomligheten till och från utredningsområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.
- Om planerad markanvändning inte försämrar situationen för närliggande områden, kan marken anses vara lämplig utifrån risken för översvämning till följd av skyfall.

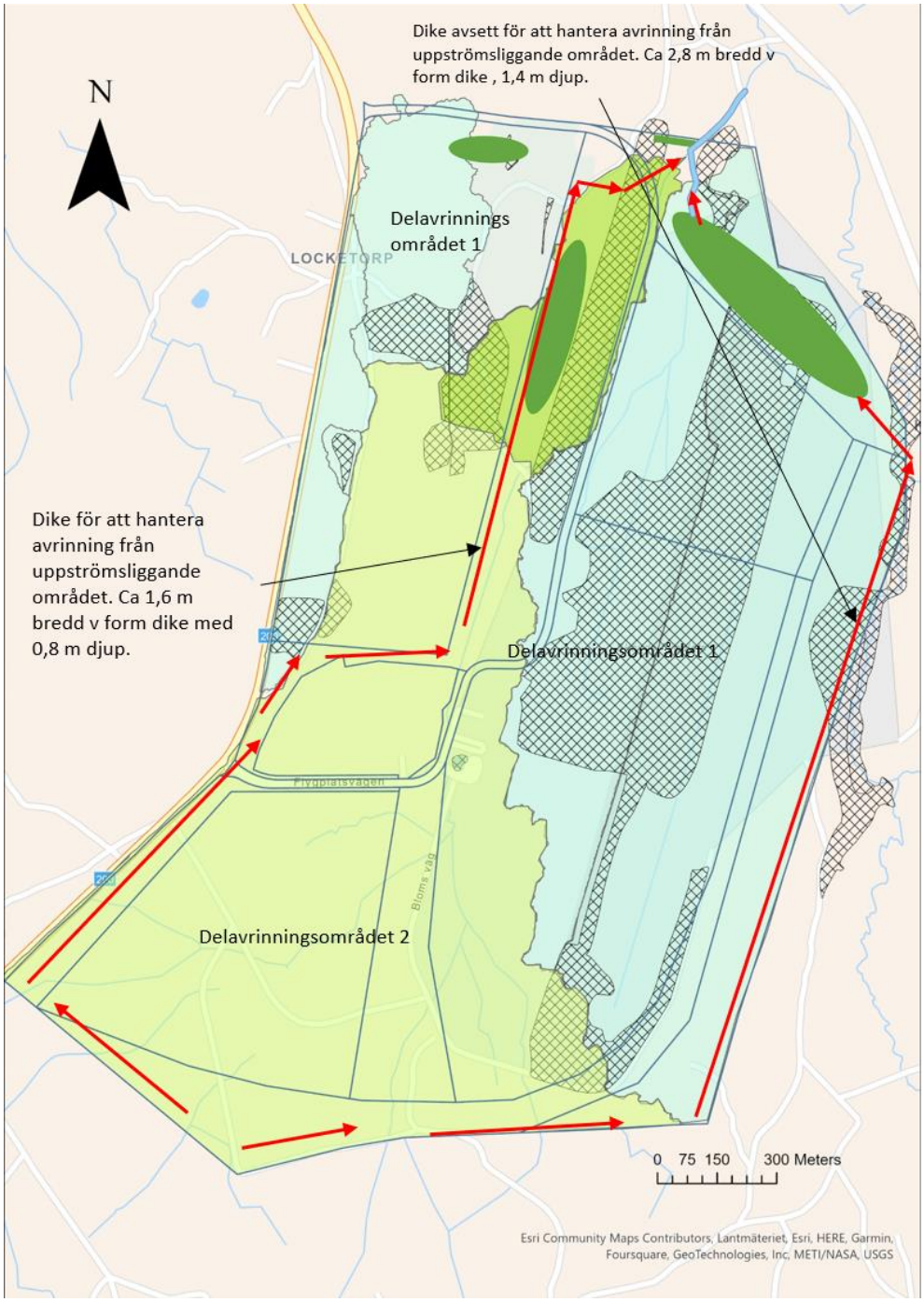
Ett största vattendjup på 0,1 m har valts för att hitta riskområden vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Inga flödeshastigheter har beräknats för ytavrinning.

Avrinningsområden som ligger uppströms utredningsområdet och belastar detta är enligt figur 24.



Figur 24. Avrinningsområdet uppströms utredningsområdet bildar 0,5 m³/s respektive 2,3 m³/s flöde vid ett klimatanpassad 100-årsregn. Blåa pilar visar riktning på avrinning i varje delområde. Källa: ArcGIS Pro

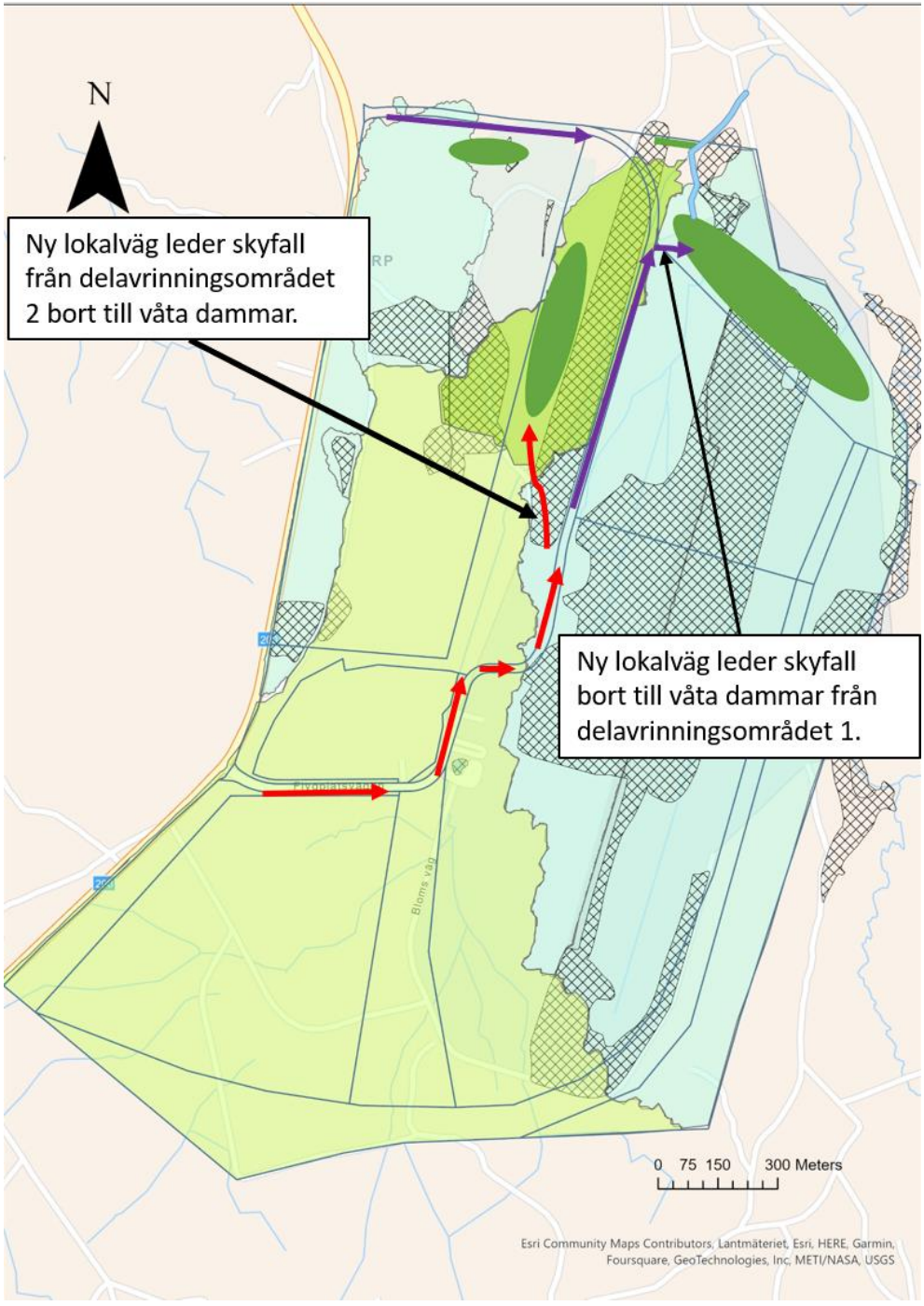
Avrinningen kommer att ske genom ett dikessystem vid gränsen till planområdet enligt röda pilar i figur 25. Dimension på diken uppskattades och är sammanfattad i figur 25.



Figur 25. Dikessystem som tar hand om avrinningen från utanför utredningsområdet. Diken ska anläggas längs med gränsen till planområdet (röda pilar). Gröna ovaler representerar våta dammar och är inte skalenliga.

Nya lokala vägen behöver utformas för att kunna leda ett klimatanpassad 100-årsregn genom utredningsområdet till respektive damm. Genom att skapa nedsänkta gröna ytor längs med vägen kan avrinning vid skyfall fördröjas och framkomligheten genom området under ett skyfall säkerställas. Vattensamling mer än 10 cm på vägytor vid ett skyfall bör undvikas för framkomligheten. Skyfallsvägar inom utredningsområdet är redovisad i figur 26. Flöden i bilden har beräknats med rationell metod för ett klimatanpassat 100-årsregn för respektive

delavrinningsområde. I beräkningen har man antagit att ett skyfall sker med en varaktighet lika långt som hela områdets koncentrationstid. I verkligheten kan ett skyfall ske med kortare varaktighet än två timmar. Ett 100-årsregn med kortare varaktighet har en högre intensitet än ett 100-årsregn med längre varaktighet, däremot volymen för det längre regnet blir större. Resulterade flöden därmed är för ett konservativt scenario där skyfallet sker under längre tider än 2 timmar.



Figur 26. Ny lokalväg ska utformas med låga gröna stråk med lämplig lutning för att kunna leda ett klimatanpassad 100-årsregn till våta dammar.

Vid ett klimatanpassat 100-årsregn kommer avrinning att ske ytledes mot våta dammar. Med hjälp av en bypass funktion bör toppflöden ledas förbi fördammen mot huvuddammen. Detta för att förhindra fördammen från att genomspolas.

En svag lutning förslagsvis 1:3 runt våta dammar gör att ytavrinningen mot dammar sker med så låg hastighet som möjligt.

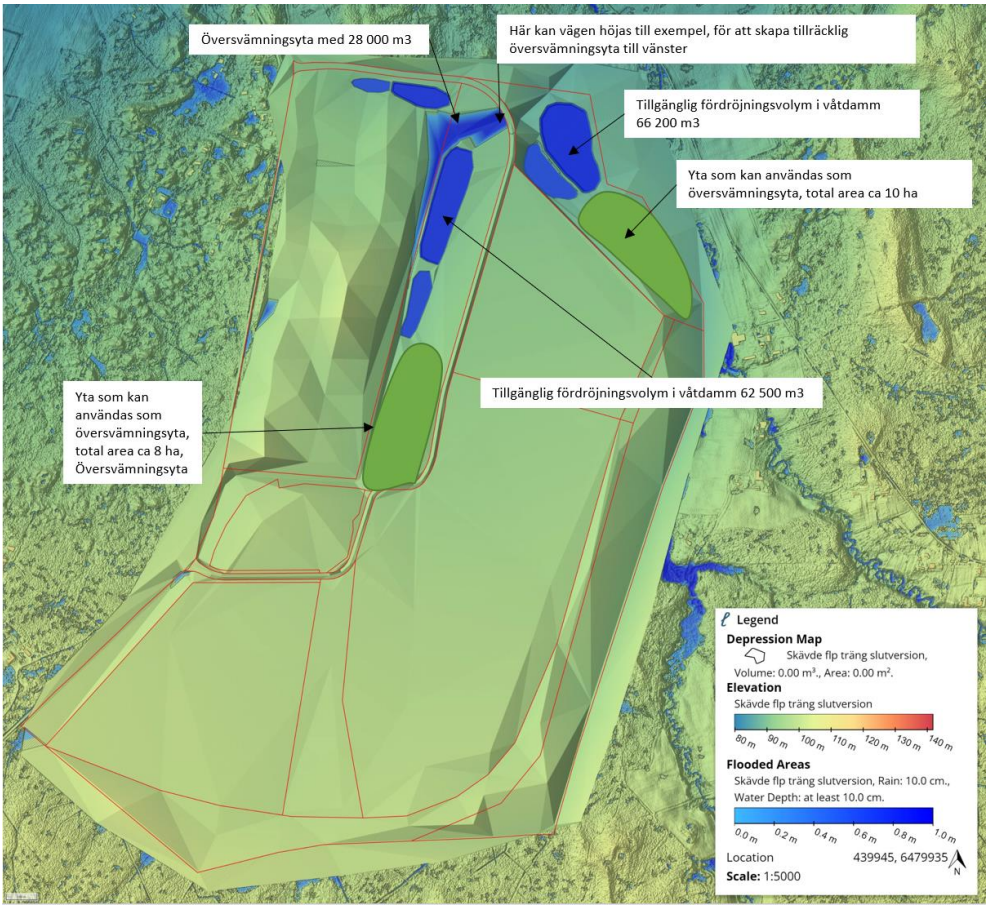
Befintlig översvämningssituation nedström Klämmabäcken får inte förvärras vilket innebär att man bör fördröja skyfallsvolymen som exploateringen av utredningsområdet tillför. Vattnet från skyfall bör samlas på översvämningsytor och få tillräcklig uppehållstid för att infiltrera och avdunsta efter att regnet upphört. Det kan ta tid att vattensamlingar försvinner efter ett skyfall. Säkerhetsåtgärder krävs därmed för att minimera drunkningsrisk. Tillgängliga fördröjningsvolymer respektive volym som skapas av ett klimatanpassat 100-årsregn är redovisad i tabell 11.

Tabell 11. Dagvatten skapad av ett klimatanpassat 100-årsregn inom och uppströms utredningsområdet vs tillgänglig fördröjningsvolym per delavrinningsområdet.

	Tillgänglig fördröjningsvolym delområdet 1 (m³)	Tillgänglig fördröjningsvolym delområdet 2 (m³)
Våta dammar	66 200	62 500
Tillgängliga volymer i lågpunkter		28 000
Dagvattenvolym skapad av ett klimatanpassad 100-årsregn plus naturmarkavrinning	130 200	104 500
Totalt överskottet skyfallsvatten	64 000	14 000

Enligt tabell 11 behövs det ca 64 000 m³ respektive ca 14 000 m³ volym i delavrinningsområdet 1 respektive 2 för att kunna omhänderta ett klimatanpassad 100-årsregn som varar lika långtid som delavrinningsområdets rinntid. Som ett alternativ kan man höjdsätta grönmarkerade ytor i figur 27 så att de fungerar som gröna parkytor som kan tillfälligt översvämmas vid skyfall, så kallade multifunktionella ytor

För att kunna skapa ytterligare volym för översvämning kan man anpassa vägen i norr, längs med svängen för att skapa ytterligare volym där avrinning vid ett skyfall kan samlas in, se figur 27. Med bra höjdsättning på de grönmarkerade ytorna i figur 27 kan även dessa ytor svämmas över vid ett skyfall. En nederbörd motsvarande 100 mm (motsvarande ett klimatanpassat 100-årsregn med 6 timmar varaktighet) har lagts i SCALGO Live. Översvämmade områden där vatten samlas mer än 10cm är markerad med blåa fläckar i figur 27.



Figur 27. Ytor efter exploatering, med vattensamling mer än 10cm vid 100mm nederbörd har markerats ut i blåa fläckar. Grönmarkerade ytor kan användas som multifunktionella parkytor som kan svämmas över vid häftiga regn. Källa: SCALGO Live.

I samband med projektering av utredningsområdet ska sekundära avrinningsvägar beaktas och säkerställas. Ett exempel på sekundär avledning är att parkeringsytor och parker tillåts att översvämmas och leda dagvattnet till recipienten i stället för att skador uppstår på byggnader. En god höjdsättning kan leda vattnet bort från bebyggelse och skydda de mot översvämning. Områden där dagvatten idag inte kan avledas på markytan vid stora nederbördstillfällen ska identifieras och tillkommande bebyggelse anpassas därefter.

Dimensioneringen av vägdiken och trummor samt höjdsättning av vägen är viktiga för att vid ett skyfall säkerställa framkomligheten till och från området. Entré till samhällsviktiga byggnader ska placeras bort från områden där det finns risk för vattensamling.

Detta förutsatt att man vid exploateringen skapar en jämn terrassyta för hela området och lokala låg- och högpunkter tas bort. För att säkerställa att framtida bebyggelse inte påverkas negativt av ett skyfall behöver ett underlag med kommande bebyggelse finnas tillgängligt och kontrolleras.

8 Rening av dagvatten

Föroreningsberäkningarna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac (version v20.2.2). StormTac är en statisk modell framtagen för att modellera bland annat föroreningsbelastning, avskiljning av föroreningar, samlad påverkan på recipient samt för dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. För att beräkna dagvattnets halter och mängder av näringsämnen och föroreningar utnyttjar modellen typhalter. Endast mätvärden som baseras på långvarig (oftast flera år, ibland flera månader) flödesproportionell provtagning används som underlag till schablondata, och uppdateras kontinuerligt. StormTac är dock inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen kan se ut.

Som indata kräver StormTac årsnederbörd och markanvändning för det studerade området. Till de olika markanvändningarna finns typiska värden för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten.

Årsnederbörd 785,8 mm/år användes i beräkningen. Normal årsmedelnederbörd på 721 mm/år med en korrelation på 9% för stationen har använts som indata för nederbörden (från SMHI:s station Skövde, stationsnummer 8323). För att kunna simulera dagens situation respektive framtidens klimat, har klimatfaktorn satts på 1 respektive 1,25 för två olika scenarios. Återkomsttiden valdes 10 år enligt Skövde kommun.

Medeldygns trafik (ÅDT) på lokala gatan valdes 17 000 fordon /dygn för år 2040 (trafikutredning Locketorp, SWECO 2022-04-12).

Beräkningar har genomförts för befintlig markanvändning samt med planerad bebyggelse, med och utan föreslagna fördröjnings- och reningsanläggning.

Dagvattendammen har i analysen utformats i två separata dammar: En för och en huvuddamm. De för- och huvuddammarna dimensioneras som två anläggningar i serie, annars beaktas inte den hydrauliska fördelen avseende reningseffekt och den area och volym som vallen eller dylik installation upptar.

Utredningsområdet delas upp till två delavrinningsområden. Delavrinningsområdet 1 ligger främst i öster. Det innefattar 130 hektar kvartersmark, 10 ha järnväg samt 49 ha naturmark samt 4,3 ha väg. Avrinning från dessa leds bort till en dagvattenanläggning som är tänkt placeras längst i norr. Utflödet från denna anläggning begränsas till 467 l/s motsvarande avrinning från utredningsområdet (delområdet 1) vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor

Delavrinningsområdet 2 leds till en egen dagvattenanläggning. Utflödet från anläggningen begränsas till 10 års regn utan klimatfaktor d.v.s. 271 l/s).

Reningseffekten av lokala dagvattenanläggningar på kvartersmark beräknades separat och resultatet användes som indata vid beräkning av reningseffekt för dagvattenanläggningar på allmänplats. I denna beräkning har man inte tagit hänsyn till jordlagrets infiltrationskapacitet. Om delar av dagvatten infiltreras på

kvartersmark, minskar flödet och belastning av föroreningar nedströms. Resultatet som redovisas senare i denna utredning kan därför tolkas som värsta scenario. I praktiken finns det goda möjligheter för infiltration i öppna dagvattenanläggningar som till exempel ett makadamdike. Jo mer dagvatten infiltreras på kvartersmark desto mindre föroreningar släps ut till allmänna anläggningar och sedan till recipienten.

8.1.1 Osäkerheter i beräkning

I StormTac har varje koncentration för varje ämne kategoriserats i tre olika osäkerhetsnivåer, baserat på antalet och variationen av indata i programmet. Motsvarande osäkerhetsklassning finns för dagvattenreningsanläggningar. Om data för en substans baseras på endast 1 eller ingen studie så resulterar detta i låg säkerhet. Figur 28 redovisar osäkerheter för beräkningen som gjordes för kvartersmark.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**	**SS**
Parkering	160	1600	20	40	140	0.45	15	6.0	0.080	140000
SD	500	460	220	89	180	1.2	17	5.1	0.30	380000
Takyta	53	1700	5.0	22	80	0.65	12	4.5	0.0030	22000
SD	190	2900	320	130	4400	1.0	13	*nd*	*nd*	32000
Markanvändning	**Oil**	**BaP**	**As**	**TOC**						
Parkering	870	0.060	3.9	22000						
SD	200	1.6	*nd*	*nd*						
Takyta	0	0.010	3.0	9000						
SD	*nd*	0.66	*nd*	*nd*						

Klassificering av osäkerhet | Hög säkerhet | Medel säkerhet | Låg säkerhet

Figur 28. Redovisning av osäkerhet i StormTac per markanvändning i Kvartersmark.

Figur 29 redovisar osäkerheter som finns i beräkningen som StormTac gjorde för reningseffekten på kvartersmark:

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**
Uträknat	46	50	72	67	78	79	67	62
SD	15	14	12	9.9	9.5	19	12	12
Absolut osäkerhet (+/-)	14	15	21	20	23	24	20	18
Ämne	**Hg**	**SS**	**Oil**	**BaP**	**As**	**TOC**		
Uträknat	42	70	83	57	57	47		
SD	*nd*	10	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*		
Absolut osäkerhet (+/-)	13	21	25	17	17	14		

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.			Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)			Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

Figur 29. Osäkerheter I StormTac som är förknippad med beräkning av reningseffekt för makadamdike.

Av figur 28 och 29 kan man dra slutsatsen att både in och utdata gällande As, samt TOC är ganska osäkra. Även utdata gällande kvicksilver (Hg) har låg säkerhet. Tabell 12 redovisar beräknade föroreningshalter från kvartersmark som användes som indata i föroreningsberäkningen för de allmänna dagvattenanläggningarna. Öppna gröna lösningar på kvartersmark rekommenderas starkt. I denna utredning dock valdes ett makadammagasin som dagvattenanläggning på kvartersmark. Öppna och gröna dagvattenanläggningar har betydligt högre reningseffekt på t ex näringsämnen.

Tabell 12. Beräknade föroreningshalter (µg/l) efter rening på kvartersmark.

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	As	TOC
53	790	3,2	9,6	22	0,11	4,2	1,9	0,021	22 000	65	0,013	1,4	7500

Makadamdikets effektiva fördröjningsvolym motsvarar 20 mm per kvm hårdgjord yta.

Delavrinningsområdet 1, allmän plats

Dagvatten från delavrinningsområdet 1 sedan renas och fördröjas i en för och huvuddamm. Utflödet rinner sedan genom ett dike med 1,6 ha area, som sänker halter av kvicksilver ytterligare till samma nivå som befintlig. Observera att det inte finns några mätningar från befintliga halter av kvicksilver i utflödet från utredningsområdet. Befintliga scenario är baserad på typhalter i StormTac som avrinner från likvärdig markanvändning i utredningsområdet som idag.

Tabell 13 redovisar föroreningshalter i utloppet från delavrinningsområdet 1 efter rening i dagvattendammar samt diket. Längst till höger redovisades halter i utflödet om rening sker enbart i våt-dammar utan makadamdike nedström. Samtliga föroreningshalter efter rening ligger under riktvärden för mycket känslig recipient. ”Riktvärdena utgår ifrån miljökvalitetsnormer för recipienter och tillämpningen innebär en förenklad hanteringsprocess. Om föroreningshalterna i vattnet som avses släppas ut klarar föreslagna riktvärden, bör utsläppet normalt inte medföra några risker eller skador på det biologiska livet i vattendrag”; citat från Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient från miljöförvaltningen på Göteborgs stad.

Tabell 13. Föroreningshalter från delavrinningsområdet 1, efter exploatering med och utan rening. Rening på kvartersmark inräknad i halterna. Efter rening ligger samtliga halter under riktvärden. Sista kolumnen till höger redovisar halter i utgående vatten efter rening enbart i våt-dammar. Gulmarkerade siffror överstiger riktvärden. Källa: StormTac.

Ämne	Riktvärden µ/l, Mycket känslig recipient	Efter exploatering utan rening på allmänplats µ/l[1]	Efter exploatering med rening i våtdamm +makadamdike µ/l	Efter exploatering med rening i våt damm µ/l, (inga makadamdiken nedström)
P	50	50	20	20

[1]Rening och fördröjning på kvartersmark är inräknad. Därför överstiger inte de flesta föroreningshalter riktvärden, även utan rening på allmänplats.

N	1250	810	310	380
Pb	28	3,5	0,23	0,37
Cu	10	11	1,6	2,3
Zn	30	28	2,5	2,5
Cd	0,9	0,11	0,033	0,033
Cr	7	4,3	0,22	0,28
Ni	68	2,4	0,45	0,45
Hg	0,07	0,021	0,0045	0,0052
SS	25 000	23 000	2900	3400
Oil	1000	100	25	25
TOC	12 000	7900	6400	7900
Arsenik	16	1,5	0,5	0,5

Tabell 14. Föroreningsbelastning (kg/år) för delavrinningsområde 1 för befintlig situation samt efter exploatering med och utan rening. Sista kolumn redovisar föroreningsmängder i utloppet efter rening enbart i våta dammar. Gulmarkerade siffror överstiger föroreningsbelastningen innan exploatering. Källa: StormTac.

Ämne	Innan exploatering (kg/år)[2]	Efter exploatering, utan rening (kg/år)	Efter exploatering med rening (kg/år) i våtdamm+ makadamdike	Efter exploatering med rening (kg/år), utan makadamdike nedström
Fosfor (P)	13	60	24	24
Kväve (N)	230	970	380	460
Bly (Pb)	1,8	4,2	0,27	0,45
Koppar (Cu)	3,7	13	1,9	2,8
Zink (Zn)	10	33	3	3
Kadmium (Cd)	0,056	0,14	0,04	0,04
Krom (Cr)	1,5	5,2	0,26	0,34
Nickel (Ni)	1,7	2,8	0,54	0,54
Kvicksilver (Hg)	0,0054	0,025	0,0054	0,0062
Suspenderat material (SS)	12 000	27 000	3500	4000
TOC	4600	9400	7700	9400
olja	49	120	30	30
Arsenik (As)	1,1	1,7	0,6	0,5

Tabell 14 redovisar föroreningsbelastning från delavrinningsområdet 1 innan och efter rening i våt-damm och makadamdike. Samtliga ämnen renas till under befintlig situation, förutom fosfor, kväve samt totalt organiskt kol (TOC). Det är viktigt att använda sig av gröna och öppna dagvattenlösningar på kvartersmark för att främst rena halter av näringsämne i dagvatten. Kolumnen till höger i tabell 14, redovisas mängder av de olika ämnen i utflödet efter rening enbart i våt-dammar. Anläggningen av 1,6 ha makadamdike (eller liknande) är nödvändigt för att kunna sänka belastningen av TOC och kvicksilver till befintlig nivå (motsvarande typhalter definierad i Stormtac för befintlig markanvändning).

[2] Beräknad baserad på typhalter från StormTac.

Delavrinningsområdet 2, allmän plats

En för och huvuddamm är tänkt för att rena dagvattnet från delavrinningsområdet 2. Tabell 15 redovisar föroreningshalter efter rening i våtdamm för detta område. Även här överstiger enbart halten av Cu riktvärden om ingen rening sker på allmänplats. Detta på grund av att en del rening sker på kvartersmark. Utan rening på kvartersmark bedöms samtliga föroreningshalter efter rening i våt-dammar överstiga riktvärden. Tabell 16 redovisar föroreningsbelastningen från samma delavrinningsområde innan och efter exploatering samt med/utan rening.

Tabell 15. Föroreningshalter från delavrinningsområdet 2. Riktvärden för mycket känslig recipient kan jämföras med föroreningshalter från delavrinningsområdet efter exploatering med eller utan rening i våta dammar. Gulmarkerade siffror överstiger riktvärden. Källa: StormTac.

Ämne	Riktvärden µ/l, Mycket känslig recipient	Efter exploatering utan rening på allmänplats µ/l[3]	Efter exploate-ring med rening på allmän plats µ/l
P	50	48	20
N	1250	850	430
Pb	28	3,4	0,44
Cu	10	12	2,8
Zn	30	27	2,9
Cd	0,9	0,11	0,033
Cr	7	4,1	0,36
Ni	68	2,3	0,52
Hg	0,07	0,019	0,0061

[3] Rening och fördröjning på kvartersmark är inräknad.

SS	25 000	22 000	3800
Oil	1000	110	25
TOC	12 000	7700	7700
Arsenik	16	1,4	0,5

Tabell 16. Föroreningsbelastning från delområdet 2, befintlig situation, framtida situation utan / med rening i våta dammar. Gulmarkerade siffror överstiger föroreningsbelastningen innan exploatering. Källa: StormTac.

Ämne	Innan exploatering (kg/år)[4]	Efter exploate-ring, utan rening (kg/år)	Efter exploate-ring med rening (kg/år)
Fosfor (P)	13	50	21
Kväve (N)	220	890	440
Bly (Pb)	1,7	3,6	0,46
Koppar (Cu)	3,7	12	2,9
Zink (Zn)	11	28	3
Kadmium (Cd)	0,062	0,11	0,034
Krom (Cr)	1,8	4,3	0,38
Nickel (Ni)	1,8	2,4	0,54
Kvicksilver (Hg)	0,0065	0,02	0,0063
Suspenderat material (SS)	11 000	22 000	4000

[4] Beräknad baserad på typhalter från StormTac.

TOC	4100	8100	8100
olja	80	110	26
Arsenik (As)	1	1,5	0,52

Samtliga utsläppsmängder överstiger dagens situation om ingen rening sker på allmänna plats. Detta inräknad även med rening på kvartersmark. Samtliga utsläppsmängder renas i våtdammarna till under dagens föroreningsbelastningar med undantag, näringsämnen samt totalt organiskt kol. Öppen och grön rening och fördröjning på kvartersmark bidrar positivt för att sänka främst näringsämnen till under befintlig situation. Tabell 17 redovisar en sammanfattning med ytor som behövs för att anlägga dagvattenanläggningar i allmän plats respektive delavrinningsområdet.

Tabell 17. Ytbehov för föreslagna dagvattenanläggningar i allmänplats.

Ytbehov analyserad dagvattenanläggning delområdet 1	Area [ha]
Delområdet 1	
Fördamm	1,9 ha permanent vattenyta, kan bli 2,1ha när den är helt full.
Huvuddamm	4,8 ha permanent vattenyta, kan bli 5,2 ha när den är helt full.
Meandrande makadamdike	1,2% av reducerad avrinningsyta. 1,6 ha.
Totalt ytbehov för delområdet 1	**8,9 ha**
Delområdet 2	
Fördamm	1,1 ha permanent vattenyta. Som högst 1,2 ha
Huvuddamm	3 ha permanent vattenyta, kan bli 3,6 ha när den är helt full.

Totalt ytbehov för delområdet 2	**4,8 ha**
Totalt ytbehov för delavrinningsområden 1 och 2	**13,7 ha**

8.1.2 Osäkerheter i beräkning

Figur 30 redovisar osäkerheter i StormTac gällande indata till de allmänna dagvattenanläggningarna.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	190	1900	20	43	220	0.50	23	13	0.099	92000
SD	240	2000	130	52	340	2.5	18	1900	22	130000
Skogsmark	17	450	6.0	9.0	25	0.20	5.0	6.3	0.010	40000
SD	78	730	13	2.3	68	0.26	7.3	*nd*	*nd*	25000
Banvall	15	2200	5.0	45	72	0.020	2.9	4.0	0.010	15000
SD	2.4	1000	14	22	310	0.44	5.3	2.3	*nd*	5300
Egen 1	53	790	3.2	9.6	22	0.11	4.2	1.9	0.021	22000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*

Markanvändning	Oil	As	TOC
Väg 1	1100	3.9	25000
SD	4200	1.8	16000
Skogsmark	150	4.0	11000
SD	*nd*	*nd*	87000
Banvall	400	0.60	10000
SD	1800	0.82	*nd*
Egen 1	65	1.4	7500
SD	*nd*	*nd*	*nd*

Klassificering av osäkerhet — Hög säkerhet | Medel säkerhet | Låg säkerhet

Figur 30. Osäkerheter i StormTac, gäller typhalter per markanvändning, som resulterar i halter i inflödet till de allmänna dagvattenanläggningarna.

Figur 31 redovisar osäkerheter i beräknade reningseffekten i StormTac för allmänna dagvattenanläggningar.

Reningseffekter (%)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	60	61	94	86	91	71	95	81
Absolut osäkerhet (+/-)	18	18	28	26	27	21	29	24

Ämne	Hg	SS	Oil	As	TOC
Uträknat	78	87	76	66	18
Absolut osäkerhet (+/-)	23	26	23	20	5.4

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt. — Minsta möjliga

Figur 31. Osäkerheter i StormTac för beräknade reningseffekten för våtdammen i allmän mark.

Den relativa osäkerheten (%) för reningseffekten i dagvattenanläggningar antas vara 30 (20–40) % för varje typ av anläggning, implementerad i StormTac Web 2019-08-27. Detta värde är uppskattat från en studie av presenterade data från StormTac Databasen (2020). Beräknade reningseffekten multiplicerat med den relativa osäkerheten ger absoluta osäkerheten.

8.2 Etablering av dagvattenanläggningar i allmänplatsmark, etappvis utbyggnad

Innan exploateringen startar är det viktigt att säkerställa att avrinning av naturområden utanför utredningsområdet sker på ett tillfredställande sätt. Som etapp noll, föreslås anlägga avskärande dike längst med gränsen till planområdet.

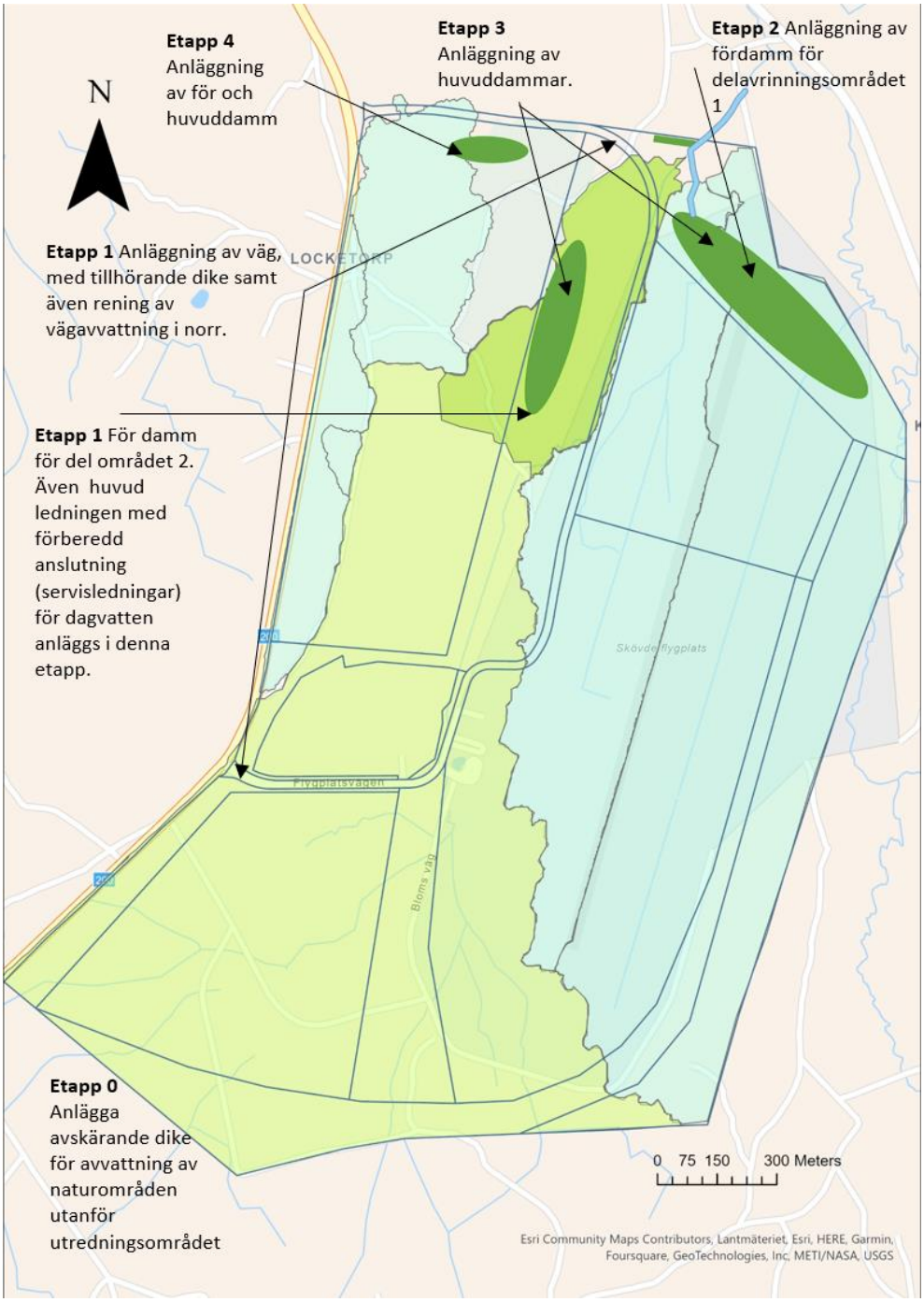
Vid simulering av framtida scenariot i Stormtac, valdes ÅDT lika med 17 000 för att representera framtidens belastning på vägar (Trafikutredning SWECO). Trafikbelastningen förstås ökar gradvis i takt med att exploateringen i utredningsområdet kommer i gång. Det gör att reningsbehovet också ökar gradvis.

Etablering av dagvattenanläggningar i allmän plats kan uppdelas beroende på vilket dagvatten som skapas först. Utbyggnaden bedöms startas med att anlägga lokala vägen genom utredningsområdet (etapp 1). Dikessystemet behöver i så fall anläggas för att omhänderta avrinning från vägen. Avrinningen av delar av vägen som ligger i norr sker österut mot utloppet från utredningsområdet. För att kunna rena dagvatten från vägen i norr, föreslås en liten dagvattenanläggning i form av till exempel våtdamm.

Avvattning av delar av vägen i söder som ingår i delavrinningsområdet 2, planeras renas i våtdammen där. Det är lämpligt om fördammen där byggs ut i första etappen. I takt med att utbyggnaden blir klart kan huvuddammarna anläggas (etapp 3).

Intilliggande området med 66 ha area (ytan mellan v200 och planområdet) innefattar flera mindre delavrinningsområden. Exploatering av denna yta kommer att komma i gång i ett senare skede. Rening av dagvatten från detta område antas ske i våtdammen som tillhör delavrinningsområdet 1. Ett annat alternativ är att anlägga en separat dagvattenanläggning för detta område när utbyggnaden kommer i gång. I så fall kommer dagvattendammen för delavrinningsområdet 1 att minska något då delar av avrinningen omhändertas i en separat anläggning.

Figur 32 redovisar en sammanfattning av etapper som diskuterades.



Figur 32. Exploatering kan delas upp till minst 4 olika etapper.

9 Slutsatser och rekommendationer

Denna utredning kan sammanfattas med följande slutsatser och rekommendationer:

- Föreslagen för- och huvuddamm ska utformas med en permanent vattenspegel. En fördamm föreslås utformas med avstängningsmöjlighet för att innesluta ett eventuellt utsläpp av exempelvis olja. En brunn med möjlighet att fånga sediment och ta bort eventuell olja behöver finnas innan inloppet till fördammen. Denna behöver saneras regelbundet. Med hjälp av en bypass funktion på rätt nivå kan de extrema flödena ledas bort till huvuddammen för att på så sätt undvika sediment genomspolas från fördammen och riskera komma i recipienten.

- Växtzon (litteral zon) föreslås runt dammen med vattendjupet 0,15–0,3 m (maximalt 0,45 m), bredden >1–3 m och mycket låg släntlutning rekommenderas om utrymme finns (Svenskt Vatten, 2020). I beräkningarna har man utgått ifrån 1:3 släntlutning.

- För att uppnå riktvärden för utsläpp samt inte överstiga föroreningsbelastningen från utredningsområdet från dagens situation, behövs dagvatten renas och fördröjas på kvartersmark helst med gröna och öppna lösningar, men också på allmänplats. Beräkningarna visar, i sådana fall, att halter av föroreningar kommer att renas till en bra bit under riktvärden som är kraven för utsläpp till en mycket känslig recipient.

- För att kunna simulera rening på kvartersmark, valdes i denna utredning makadamdike med 5% andel anläggningsytan av reducerad avrinningsyta, som ett alternativ. Val av öppna dagvattenlösningar på kvartersmark rekommenderas där det inte finns någon risk för spridning av föroreningar. En lika stor grön dagvattenanläggning som till exempel biofilter, ger en högre reningseffekt än valt makadamdike. Anläggning av gröna lösningar på kvartersmark bedöms kunna sänka belastning av näringsämne ytterligare och därmed påverka reningseffekten positivt i utredningsområdet.

- Främst rekommenderas öppna och gröna lösningar för dagvattenhantering på kvartersmark. Föroreningsberäkningar i programmet StromTac visar att rening enbart med makadamdike på kvartersmark kan inte sänka belastningen av näringsämnen till under simulerade befintliga nivåer.

- I denna utredning valdes att använda riktvärden som har redovisats av miljöförvaltningen i Göteborgs stad, för att kunna göra en bedömning om den framtida exploateringen försämrar miljökvalitetsnormerna i recipienten. Riktvärdena utgår från miljökvalitetsnormer för recipient. Föroreningsberäkningarna visar att planen inte bedöms påverka MKN i Klämmabäcken negativt.

- Extra viktigt är att innehållet av fosfor och kväve i utloppet från utredningsområdet inte ökar. Således rekommenderas starkt att gröna och öppna lösningar skapas uppströms, på kvartersmark där det är möjligt.

- Föreslagna dagvattenanläggningar i denna utredning kommer att rena dagvatten tillräckligt. I denna utredning antogs att infiltrationsmöjligheten på kvartersmark är obefintlig och enbart reningseffekten inräknades. Däremot bedöms jordlagret i utredningsområdet ha goda infiltrationsmöjligheter. Ju mer dagvatten som infiltreras på kvartersmark, desto mindre föroreningsmängder belastar dagvattenanläggningarna på allmän mark. Detta resulterar till ett renare utflöde till Klämmabäcken.

- Det finnas inga mätningar på befintliga nivåer av olika föroreningshalter i dagvattnet som idag lämnar utredningsområdet och rinner i Klämmabäcken. För att kunna redovisa reningseffekter av föreslagna dagvattenanläggningar i denna utredning, har man använt sig de typhalter som finns i programmet StormTac för likande markanvändning. I denna utredning har man redovisat att det finns viss nivå osäkerheter knuten till typhalter av olika ämnen i StormTac. På grund av detta bör resultaten i denna utredning tolkas med försiktighet.

- Där markmiljöförhållandena tillåter, rekommenderas öppna och gröna dagvattenanläggningar med höga infiltrations möjligheter på kvartersmark. Planerade dagvattensystem inom förorenade områden ska utformas så att eventuella föroreningar inte lakas ut i dagvattensystemet. Omfattning och utformning behöver klargöras i samband med planerad marksanering.

- I denna utredning har man utgått ifrån att identifierade föroreningar i mark saneras innan exploateringen eller hanteras i täta anläggningar isolerade från dagvattensystemet. Hur mycket halter av PFAS kan sänkas av föreslagna dagvattenanläggningar, har inte undersökts då enligt Skövde kommun kommer förorenade områden att saneras separat.

- Inom fastigheterna bör det finnas möjlighet för avstängning av dagvattensystemet vid ett eventuellt utsläpp eller brand. En beredskapsplan bör tas fram av fastighetsägaren/verksamhetsutövaren som förtydligar de åtgärder som behövs göras i händelser av utsläpp. Detta för att förhindra skador på miljö och människors hälsa. Räddningstjänsten måste vara involverad.

- För att inte förändra grundvattennivåerna när hårdgöringsgraden ökar, bör nya dagvattenanläggningar utformas så att infiltration erhålles i största möjliga mån. Främst rekommenderas gröna och öppna lösningar inom kvartersmark där det är möjligt. Ett förslag är lokal omhändertagande med en beräknad fördröjningsvolym för 20mm per hårdgjord yta. Detta för att, rent statistiskt, en sådan anläggning har förmåga att omhänderta upp till 90% av årsnederbörden (beräknad för Stockholm samt Mölndals stad). På så sätt minskar föroreningar och volymen fördröjs på ett mycket effektivt sätt.

- I en färsk studie som Svenskt Vatten har gjort 2021, kom man fram till att kräva lokal fördröjning av dagvatten enbart från allmän plats (gator och torg) inte är tillräckligt då detta utgör en liten del av den totala ytan i utredningsområdet. För att få en tydlig effekt av dagvattenreglering på fastighetsmark krävs att även kvartersmark inkluderas. Det går att komma en bra bit fram med att motverka effekter av klimatförändringarna och

förtätning, genom att låta fastighetsägare vara med och dela på ansvaret för dagvattenhanteringen (SVU 2021–18).

- En sanering av PFAS i grundvattnet innebär med största sannolikhet en sänkning av grundvattenytan, vilket räknas som vattenverksamhet. För att få utföra dessa åtgärder krävs därför en anmälan till Länsstyrelsen för bedömning av planerade åtgärder ifall dessa är anmälnings- eller tillståndspliktiga enligt 11 kap 9 § miljöbalken. Anmälan hanteras av Länsstyrelsen. Tillståndsansökan hanteras av Mark- och miljödomstolen.

- All hantering av förorenade massor är anmälningspliktig verksamhet. Enligt 28 § förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899) ska en anmälan om avhjälpande åtgärder lämnas in till och godkännas av tillsynsmyndigheten innan en eventuell sanering av jord påbörjas.

- Skyfallshanteringen inom området bygger till stor del på höjdsättning av markytor och vägar. Sekundära avrinnings väger på kvartersmark behöver utformas så att vatten inte stiger och riskerar skada byggnader eller anläggningar och att vägar förblir farbara. Ett förslag för framtida höjdsättningar har tagits fram och presenterats i bilaga 1 i denna utredning. Framtida höjdsättningar behöver studeras närmare och fastställas i projekteringsskede.

- Baserade på det som står i dokumentet "Lagrådsremiss En ökad differentiering av strandskyddet från 10 nov 2021", gäller strandskydd inte vid konstgjorda vattenområden som inte ingår i något naturligt system för tillförsel av vatten. Strandskydd gäller alltså inte vid dammar som anlagts endast i syfte att samla upp dagvatten och som saknar anknytning till någon naturlig vattenkälla. Det finns således inte något behov av att göra undantag för dagvattendammar eftersom dessa ändå inte omfattas av strandskydd. (www.regeringen.se)

- Utloppet från dagvattenanläggningar rekommenderas anläggas längre nedström från befintliga markavvattningsföretagen. Eventuell påverkan på markavvattningsföretagen bedöms i så fall obefintlig. Att ompröva eller upphäva markavvattningsföretagen hos mark- och miljödomstolen bedöms inte bli aktuell.

10 Rekommendationer till planbestämmelser

För att minska fördröjnings- och reningsbehovet utanför kvartersmark bör andel hårdgjord yta minskas. Planbestämmelse för hårdgöringsgrad eller grönytefaktor kan användas för att uppmuntra till detta. Ett förslag kan vara att reservera en yta motsvarande 5% av reducerad yta på kvartersmark för att anlägga gröna och öppna infiltrationsanläggningar för dagvatten.

Utöver grönytefaktor rekommenderas att byggnad inte uppförs precis bredvid våta dammar. Detta för att skydda bebyggelsen mot översvämning när dimensionerande regn överskrids.

Lokal omhändertagande av dagvatten i kvartersmark med möjlighet för 20 mm fördröjning rekommenderas. Halter av samtliga ämnen efter rening i föreslagna dagvattenanläggningar i denna utredning, kommer att ligga en bra bit under riktvärden för en mycket känslig recipient (riktvärden enligt Göteborgs stads dagvattenriktlinjer).

Främst rekommenderas öppna och gröna lösningar för dagvattenhantering på kvartersmark.

Där det finns identifierade risker för spridning av föroreningar som till exempel PFAS, bör dagvattenanläggningar anläggas med tätduk som fungerar som barriär och isolerar det förorenade området och tillhörande dagvattenanläggning. På så sätt begränsas spridningen av föroreningar från jord till grund- och ytvatten.

U-områden för framtida dagvattenanläggningar samt rättigheter för vägar fram till dessa anläggningar på allmänplats behövs skapas i plankarta.

11 Fortsatt arbete

Ytterligare beräkningar behövs göras för att uppskatta storleken på kommande diken/trummor.

Vidare kan man undersöka hur en gradvis ökning av trafik in i området påverkar reningsbehovet och om det är lämpligt att etappvis bygga ut dagvattenanläggningarna med första etapp: diket, andra etapp: fördamm och sista etapp huvuddamm.

Ingen hänsyn tagit till de befintliga detaljplanerna i utredningsområdet. Uppgift om dessa saknas.

Resultat från föroreningsberäkningen i StormTac bör tolkas med försiktighet då det finns osäkerheter i programmet när det gäller typhalter som används för definierade markanvändning, men även reningseffekten av en viss dagvattenanläggning.

En flödesmätare kan installeras i utloppet i norr redan idag för att kunna samla in data om befintliga flöde och föroreningshalter och olika ämnen i dagvatten som lämnar utredningsområdet idag. Mätningen rekommenderas ske under längre period och statistiken kan ligga till grund till föroreningsberäkningar inför detaljprojektering av reningsanläggningar.

Mätning av grundvattennivåer där dagvatten dammar planeras anläggas behöver göras under en längre period för att säkerställa att en permanent vattenyta med minst 0,5 m kommer att finnas i dammar även under torra perioder.

När detaljprojektering är gjord bör skyfallsvägar och volymer säkerställas med en hydraulisk modell. Resultat som har tagits fram i denna skyfallsanalys är baserad på SCALGO Live, och föreslagna höjdsättningar i bilaga 1 är översiktliga.

12 Referenser

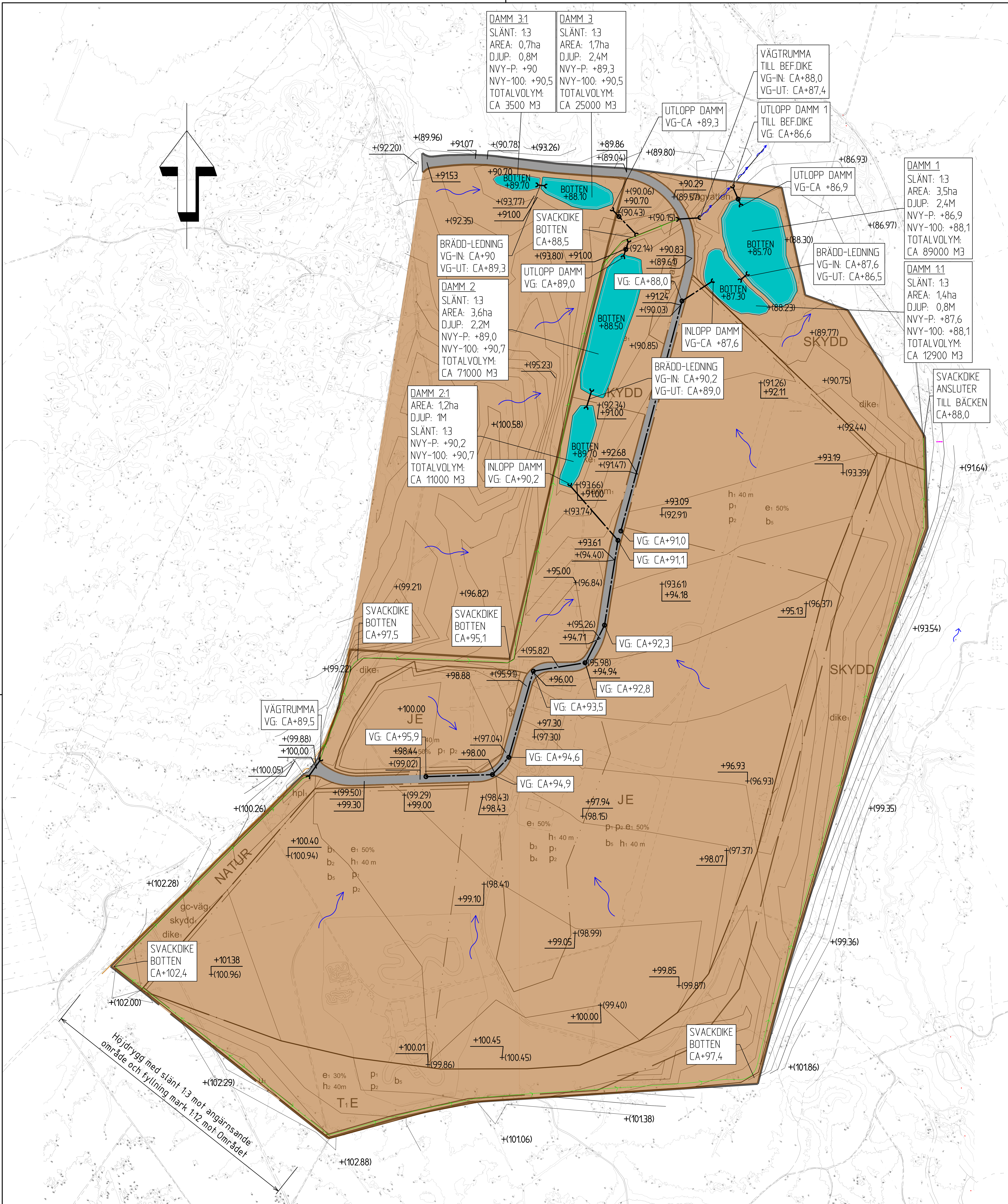
- Göteborg stad (2017). Göteborg när det regnar: en exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering.
- Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., Larm, T., 2014. Grågröna systemlösningar för hållbara städer: Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2017). Vägledning för skyfallskartering: Tips för genomförande och exempel på användning.
- Tillgänglig: https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf. [2020-06-04]
- Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., 2017. Grönatakhandboken: Växtbädd och vegetation. Tillgänglig: http://gronatakhandboken.se/wp- content/uploads/2017/02/Gronatakhandboken-Vaxtbadd-och-Vegetation.pdf. [2020-06-04]
- Svenskt Vatten, (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, Publikation P110.
- Svenskt Vatten, (2020). Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten, Publikation Nr 2019–20
- Stockholm Vatten och Avfall (2019). Nedsänkt växtbädd. Tillgänglig:
- https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf
- Stockholm vatten och avfall (SVOA) (2017a). Genomsläpplig beläggning. Tillgänglig https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/gb.pdf [2020-06-09]
- Stockholm vatten och Avfall (SVOA) (2017b). Överdämningsytor/torra dammar. Tillgänglig: http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/overdamni ng_h.pdf [2020-06-09]
- StormTac (2020). Guide StormTac Web.
- Uppsala Vatten (u.å). Dagvattenhantering, en exempelsamling. Tillgänglig: https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/verksamhet-och- drift/dagvatten_exempelsamling.pdf [2020-06-09]
- Vinnova (2014). Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer.
- VISS (2020). Torr damm. Tillgänglig: https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUI D=VISSMEASURETYPE001011 [2020-06-12]

- EUR-Lex - 62013CJ0461 - SV - EUR-Lex (europa.eu)
- Hydraulisk analys av lokal dagvattenhantering. Underlag till reglering i ABVA Svenskt Vatten Utveckling (SVU 2021–18)
- Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient, Miljöförvaltningen Göteborgs stad R2020:13

13 Bilagor

Bilaga 1-Förslag för framtida höjdsättning

Bilaga 2-Placering av våta dammar samt ytor med naturvärden



TECKENFÖRKLARING

+(0,00) BEFINTLIG MARKNIVÅ
+0,00 FÖRESLAGEN NY MARKNIVÅ

FÖRESLAGEN DAGVATTENLEDNING
FÖRESLAGET UTLOPP/INLOPP
FÖRESLAGET SVACKDIKE
FÖRESLAGEN RIKTNING FÖR AVRINNING

0 50 100 150 200 250 500 750m
Meter, skala 1:5000 i A1-format (skala 1:10000 A3-format)

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

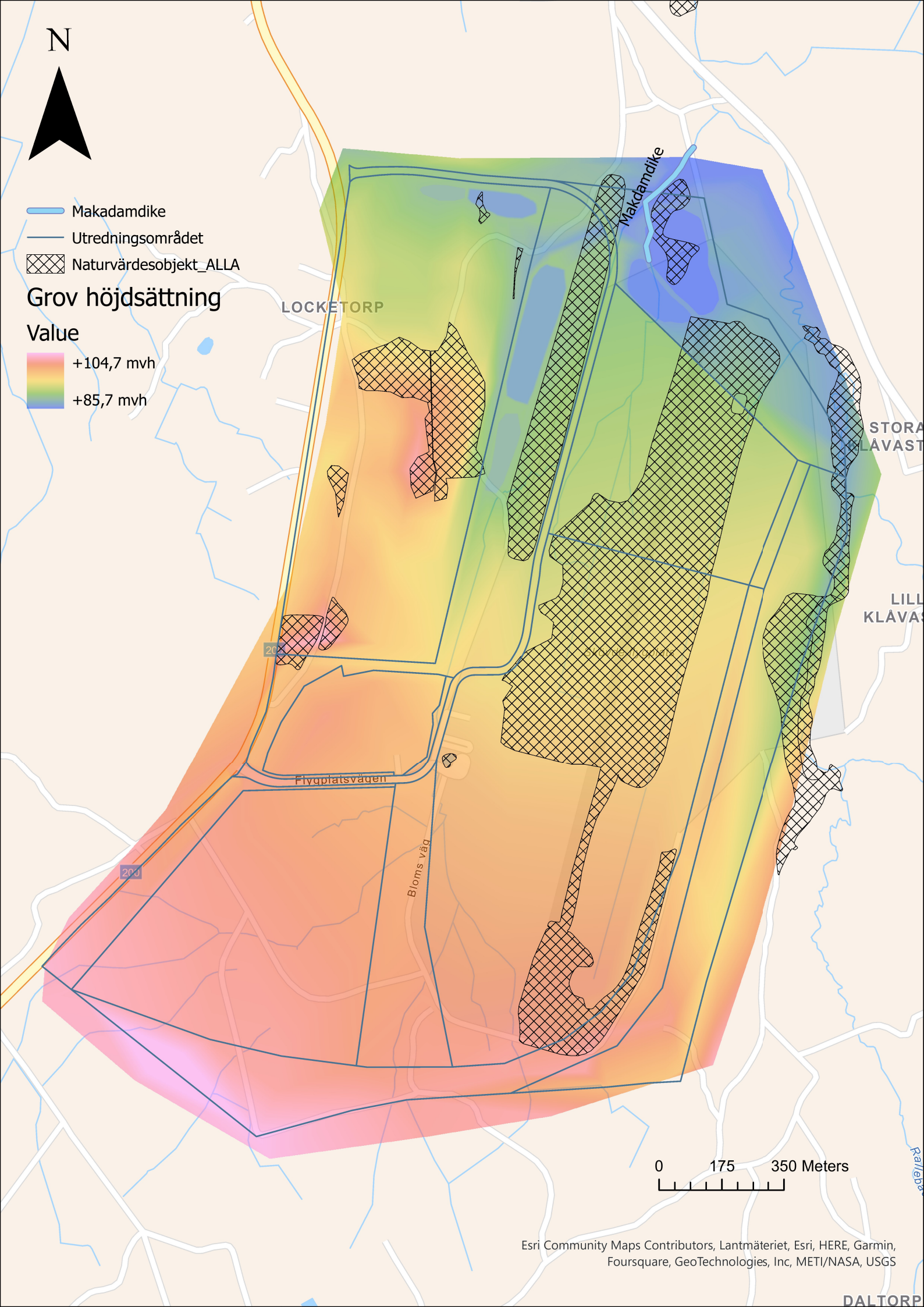
SKYFALL -OCH DAGVATTENUTREDNING

COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076 Göteborg
010-850 10 00
www.cowi.se

UPPDRAG NR
RITAD/KONSTR AV: DIME
HANDLÄGGARE: PEPI
DATUM: 2022-08-16
ANSVARIG: MLBN

SKÖVDE KOMMUN
LOCKETORP
DAGVATTENHANTERING

SKALA: A1 1:5000
NUMMER: BILAGA 1
BET


N
Makadamdike
Utredningsområdet
Naturvärdesobjekt_ALLA
Grov höjdsättning
Value
+104,7 mvh
+85,7 mvh
Makadamdike
LOCKETORP
STORA KLÄVAST
LILL KLÄVAS
Flygplatsvägen
Bloms väg
0
175
350 Meters
Esri Community Maps Contributors, Lantmäteriet, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS
DALTORP