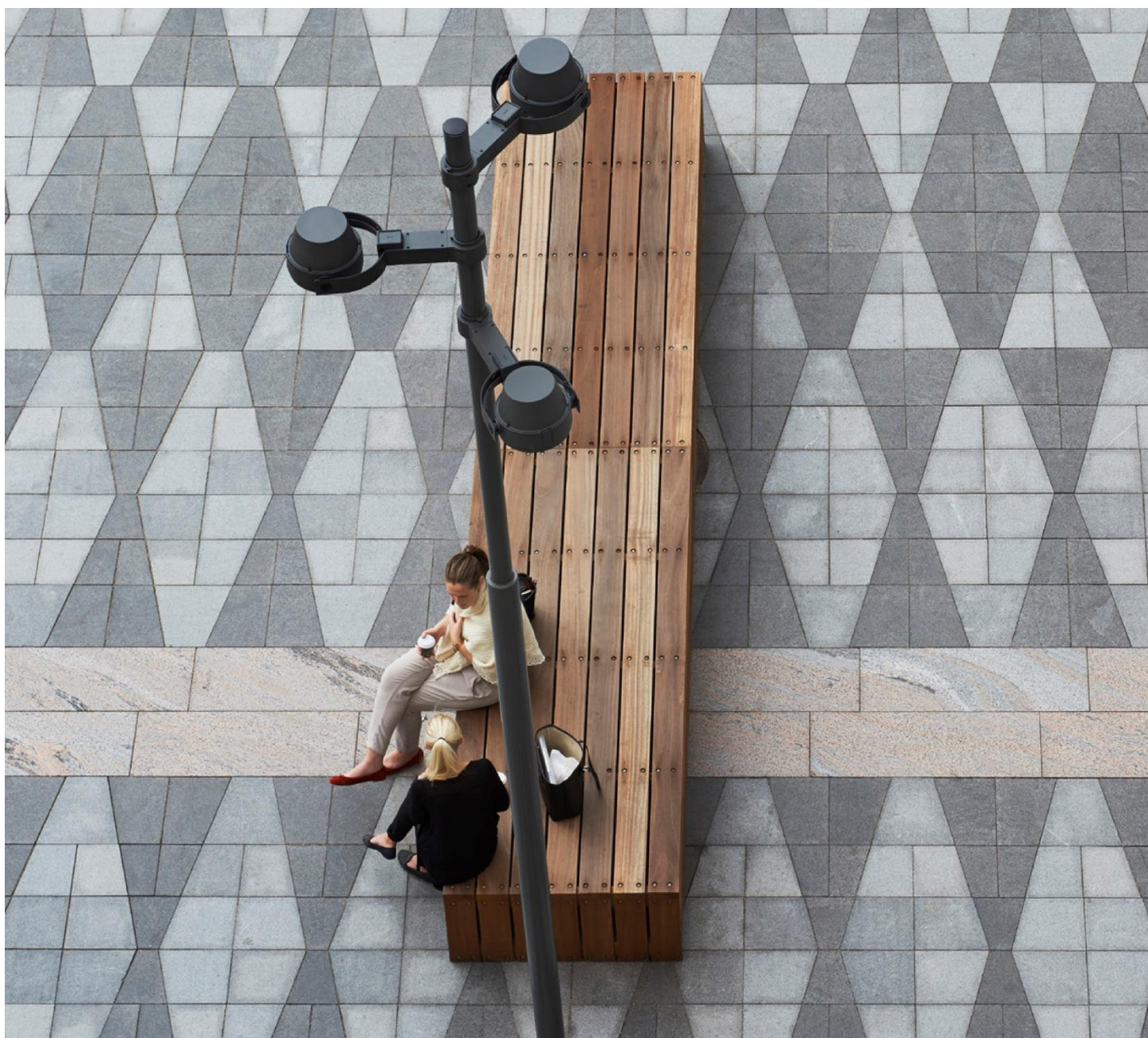


# KVARTERET HUGIN

## Dagvattenutredning



# SAMMANFATTNING

På uppdrag av Vasakronan AB har Sweco utfört en dagvattenutredning för fastigheten där Kvarteret Hugin står. I samband med uppdaterad detaljplanläggning kommer området byggas om och dagvattensituationen i området behöver ses över. Utredningen ska visa på lösningar som hanterar dagvattnet enligt uppsatta krav från Uppsala Vatten.

Utredningsområdet är ca 2,1 hektar stort och består idag av kontorsverksamhet med tillhörande restaurang. En stor del av de befintliga fastigheterna kommer att rivras och ge plats för ny bebyggelse i form av flerfamiljshus, butikslokaler, samt hotell- och kontorsbyggnader. Hårdgörningsgraden ökar marginellt med ombyggnationen vilket leder till något ökad avrinning. Markförhållanden inom utredningsområdet består uteslutande av postglacial lera som har mycket dålig infiltrationskapacitet. Det finns förorenad mark som kommer att transporteras bort innan byggnation påbörjas. Då området ligger inom det yttre skyddsområdet för Uppsalaåsens grundvattenmagasin kan tillstånd behövas för vissa markarbeten. Den generella flödesriktningen är sydvästlig mot recipient, men avrinning sker först åt olika håll pga. att området ligger på en lokal höjd. Översvämningsrisken bedöms vara låg pga. att det inte sker någon bräddning av Fyrisån i höjd med kvarteret och översvämningszonen i anslutning till området kommer från en bräddning från långt uppströms. Vid höjdsättning av kommande kvarter behöver höjdsättning mot Dragarbrunnsgatan i nordväst ses över pga. en befintlig lågpunkt som kan vara problematisk vid skyfall. Generellt bedöms förutsättningarna på platsen vara goda.

Det dimensionerande flödet, beräknat med klimatfaktor 1,25, ökar något efter exploatering, men vid normala regnscenarion kommer det att vara lägre än i nuläget pga. installation av fördröjningsåtgärder. Enligt Uppsala Vattens checklista ska fastigheten fördröja 10 mm nederbörd i och med dess närhet till recipient. Fördröjningsvolymen delas upp mellan det södra (Kvarter A, 77 m<sup>3</sup>) och det norra (Kvarter B, 68 m<sup>3</sup>) kvarteren.

Mottagande recipient för avrinnande dagvatten är vattenförekomsten Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån. Recipienten har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status utan överallt överskridande ämnen. Föroreningskoncentrationer har jämförts mot Göteborgs stads riktvärden, men fokus har legat på mängder som transporteras till recipienten. Efter exploatering minskar föroreningsbelastningen mot recipient.

En systemlösning för dagvatten har presenterats där rening och fördröjning sker av dagvatten från alla ytor, förutom tak inom kvarter A som endast fördröjs. Vid behov tätas dagvattenmagasin pga. områdets placering i vattenskyddsområde, men infiltrationen bedöms generellt vara mycket begränsad. Trots en minskning av föroreningsbelastning mot recipient rekommenderas rening av dagvatten. Rekommenderad hantering av dagvatten från Kvarter A blir växtbäddar och avsättningsmagasin, medan dagvatten från Kvarter B rekommenderas hanteras inom skelettjord på innergården. Ett förslag på hur området kan höjdsättas för att undvika stående vatten på olämpliga platser och avleda skyfallsflöden har presenterats.

Om rening och fördröjning sker i föreslagna dagvattenanläggningar bedöms föroreningsbelastning mot recipient minska, MKN för Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån inte riskeras och Weserdomen inte kunna åberopas.

Det rekommenderas att någon form av översvämningskydd installeras i garagedrifter pga. att området ligger inom översvämningszon för Fyrisån vid mycket stora flödestillfällen (>100 års återkomsttid).

# INNEHÅLL

INLEDNING .....	3
Organisation .....	3
RIKTLINJER .....	4
Uppsala Vattens krav .....	4
Svenskt Vatten publikation P110 .....	4
Vattenskyddsområde .....	5
Weserdomen .....	5
OMRÅDESBESKRIVNING .....	7
Nuläge .....	7
Efter exploatering .....	8
FÖRUTSÄTTNINGAR .....	10
Flödesvägar .....	10
Avrinningsområde .....	10
Översvämningsrisk vid höga flöden i Fyrisån .....	11
Översvämning vid skyfall .....	13
anslutning till befintligt dagvattenledningsnät .....	15
Geologiska och hydrologiska förutsättningar .....	15
Recipient .....	17
METOD .....	19
Indata – markanvändning .....	19
Erforderlig fördröjningsvolym .....	19
Föroreningsberäkningar .....	20
Flödesberäkningar .....	20
RESULTAT .....	21
Flödesberäkningar .....	21
Fördröjningsberäkningar .....	21
Föroreningsberäkningar .....	21
FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING .....	24
Principiell höjdsättning och sekundära avrinningsvägar .....	24
Systemlösning och dagvattenhantering .....	26
Föroreningsbelastning efter exploatering .....	36
SLUTSATSER .....	41
KÄLLOR .....	43

# INLEDNING

På uppdrag av Vasakronan AB har Sweco utfört en dagvattenutredning för fastigheten där kvarteret Hugin står. I samband med uppdaterad detaljplanläggning kommer området byggas om och dagvattensituationen i området behöver ses över. Utredningen ska visa på lösningar som hanterar dagvattnet och uppfyller uppsatta krav. Den lösning som föreslås ska inte ha negativ påverkan på mottagande recipient och fördröjningsvolym som hanteras inom området ska syfta till att uppfylla Uppsala Vattens krav. Dagvattenutredningen ska visa på en säker höjdsättning så att skyfall inte orsakar översvämningar inom planområdet och ge förslag på åtgärder som tar hand om och renar det dagvatten som uppstår vid mindre regn.

Utredningsområdet ligger i centrala Uppsala dryga 500 meter söder om Uppsala Centralstation. En stor del av de befintliga fastigheterna kommer att rivas och ge plats för ny bebyggelse i form av flerfamiljshus, butikslokaler, samt hotell- och kontorsbyggnader.

## ORGANISATION

Beställare	Katarina Kvant Suber	Vasakronan AB
Uppdragsledare	Fredrik Stenemo	Sweco Environment AB
Handläggare	Patricia Rull Andreas Sandwall	Sweco Environment AB Sweco Environment AB
Intern kvalitetsgranskning	Elisabeth Nejdmo	Sweco Environment AB

# RIKTLINJER

I arbetet med dagvattenutredning har ett antal dokument varit styrande vid bedömning av dagvattensituationen och för de förslag på åtgärder som anges i denna utredning. Följande dokument har varit vägledande i arbetet.

## UPPSALA VATTENS KRAV

Uppsala Vatten har riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark som säger att dagvatten som uppkommer inom kvartersmark ska hållas kvar och renas innan det släpps på det allmänna dagvattennätet. Om fastigheten ligger i direkt närhet till utlopp i recipient, vilket det gör i detta fall, ska dagvattenanläggningen utformas så att 10 mm regn<sup>1</sup>, räknat över hela fastighetens reducerade area, kan renas och fördröjas (avtappas) i minst 12 timmar innan det når dagvattennätet.

Hantering av dagvatten ska möjliggöra att god status kan uppnås i Uppsalas recipienter och dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.

I dagsläget finns det inga nationellt fastställda gränsvärden för föroreningshalter i dagvatten. Bedömningar av dagvattenkvalitet och dagvattenutsläppets påverkan på recipienten görs från fall till fall utifrån referensvärden och bedömningar av recipientens känslighet. Miljökontoret i Uppsala kommun använder sig av riktvärdena som presenteras i *Riktvärden och riktlinjer för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten i Göteborg* (rev. 2013) (Göteborgs stad, 2013) och därför har dessa riktvärden antagits som underlag för reningskrav för dagvatten från detta område. I Tabell 1 presenteras riktvärdena.

Tabell 1. Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten i Göteborg (rev. 2013)

Ämne	Enhet	Riktvärde (Göteborgs stad)
Fosfor (P)	mg/l	0,05
Kväve (N)	mg/l	1,25
Bly (Pb)	µg/l	14
Koppar (Cu)	µg/l	10
Zink (Zn)	µg/l	30
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4
Krom (Cr)	µg/l	15
Nickel (Ni)	µg/l	40
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,05
Suspenderad substans (SS)	mg/l	25
Oljeindex (Olja)	mg/l	1
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,05

## SVENSKT VATTEN PUBLIKATION P110

Svenskt Vatten är branschorganisation för VA-organisationerna där såväl Uppsala Vatten som Uppsala kommun är medlemmar. I och med detta ska riktlinjerna i deras publikationer följas.

<sup>1</sup> Mailkonversation med Jessica Berg, 190318.

Svenskt Vattens publikation P110 ger rekommendationer för hur nya exploateringsområden ska uppnå uppsatta funktionskrav för skydd av anläggningar och bebyggelse (Svenskt Vatten, 2016). Publikationen berör även befintliga områden och visar att mycket arbete kommer att krävas för att uppnå en förbättrad säkerhet mot översvämning i befintliga samhällen och för att reducera utsläppen av dagvattenföroreningar till recipienter.

P110 anger övergripande krav och förutsättningar för samhällenas avvattning, dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar, dimensionering och utformning av nya spillvattenledningar, samt hur vatten från husgrundsdräneringar ska avledas och tas om hand. I syfte att ta hänsyn till framtida klimatförändringar föreslår Svenskt Vatten att nederbördsintensiteten ska ökas med 25% i beräkningar i dagvattenutredningar.

Bebyggelse inom utredningsområdet betraktas som tät bostadsbebyggelse i och med att det ligger centralt i Uppsala stad. För tät bostadsbebyggelse rekommenderar P110 att ledningssystemen, som ett minimikrav, ska dimensioneras för att klara en nederbörd med återkomsttiden 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivån. I den här utredningen har därför ett 20-årsregn använts för beräkningarna.

Då nya dagvattensystem ska anläggas är det också grundläggande att husgrunder och byggnader inte översvämmas när kapaciteten i ledningar och öppna diken överskrids. Därmed är det extra viktigt att ta hänsyn till hur området höjdsätts så att ytligt rinnande dagvatten kan rinna undan utan att skada bebyggelse. Det här görs med fördel genom att sätta byggnader högre än kringliggande vägar som då kan agera avledare mot närmaste recipient.

#### **VATTENSKYDDSSOMRÅDE**

Hela utredningsområdet är beläget inom det yttre vattenskyddsområdet för de kommunala grundvattentäkterna i Uppsalaåsens grundvattenmagasin. I och med detta finns det skyddsföreskrifter att förhålla sig till, några av dessa presenteras nedan (Länsstyrelsen, 1990):

- Markarbeten djupare än 1 m ovan högsta grundvattenytan behöver dispensprövas hos Länsstyrelsen
- Fyllnads- eller avjämningsmassor som kan försämra grundvattenkvaliteten, eller försvåra den naturliga grundvattenbildningen, får inte läggas inom området.

För att veta om och vilka skyddsföreskrifter som gäller behöver information om grundvattennivån tas fram och därför rekommenderas att kontroll görs mot geoteknisk undersökning inom utredningsområdet.

Enligt uppgift<sup>2</sup> ska lerdjupet på platsen vara drygt 50-80 meter. Leran är tät så det kommer inte att ske någon kontakt med grundvattenmagasinet under leran så till vida att vi inte bryter genom till magasinets vattenförande lager. Vatten i samband med schakter bedöms bestå av markvatten, dvs. nederbörd, smältvatten, m.m, i fyllningslagret som överlagrar leran.

#### **WESERDOMEN**

Den första juli 2015 avkunnade EU-domstolen en dom i mål C-461/13 som är mera känt som Weserdomen. Domen handlar om hur "försämring av vattenkvalitet" ska tolkas i ramdirektivet för vatten. Det domen innebär är att en verksamhet eller en åtgärd inte får

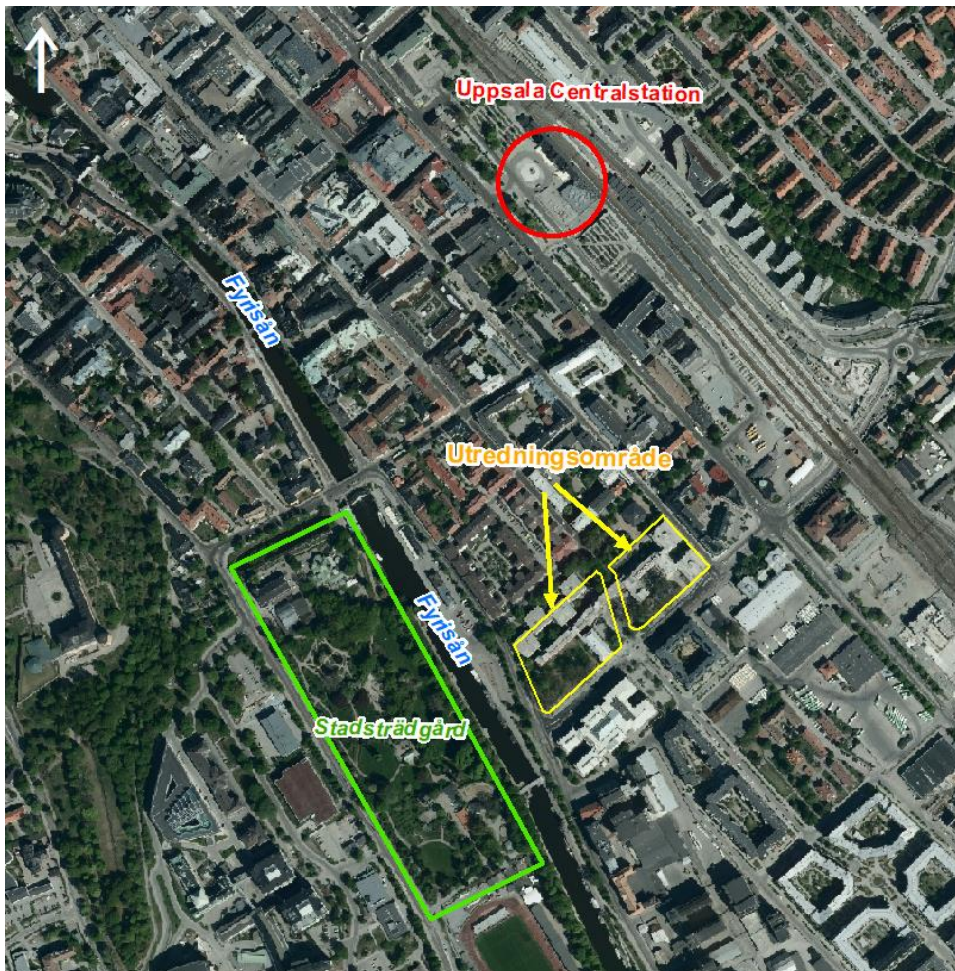
<sup>2</sup> Mailkonversation med Thomas Eld, seniorkonsult geoteknik, Bjerking AB, 190516.

tillåtas om det finns risk för att orsaka en försämring av en ytvattenförekomst status. När det talas om en "försämring av status" har man i tidigare fall kunnat tolka det som en försämring av en statusklass (exempelvis från god till måttlig). Det innebär att om den biologiska statusen för en vattenförekomst klassades som måttlig så fanns det möjlighet att öka utsläppen av en parameter (så att klassningen för enbart denna sänktes från god till måttlig) så länge som den sammanvägda biologiska statusen inte förändrades. Efter Weserdomen är denna typ av ökning inte längre tillåtna.

Det här betyder i praktiken att det inte längre är tillåtet att godkänna projekt som kan äventyra att en enskild parameter sänks en statusklass, oberoende om den sammanvägda statusen förändras eller inte.

# OMRÅDESBESKRIVNING

Området ligger som tidigare nämnts i centrala Uppsala och för att få en bättre bild av lokalisering presenteras en orienteringskarta i Figur 1.

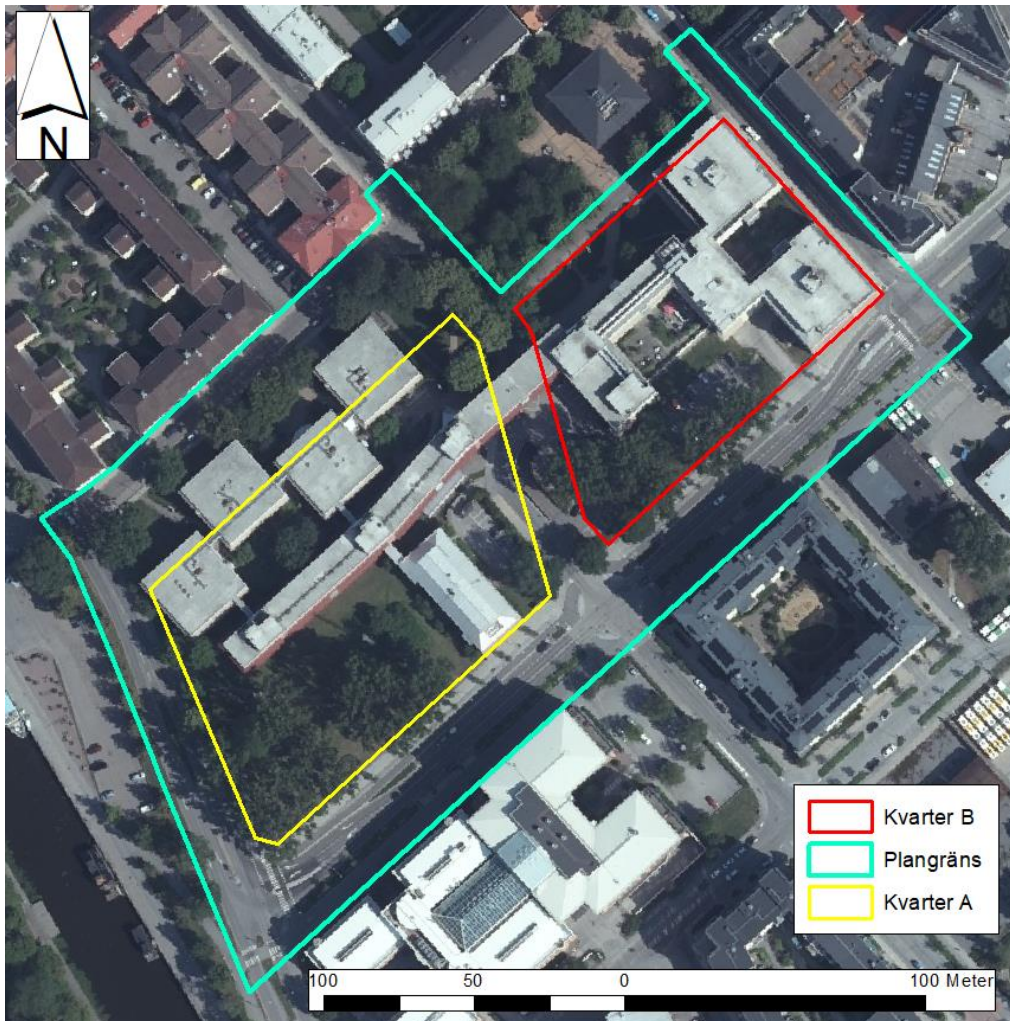


Figur 1. Orienteringskarta. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

## NULÄGE

Kvarteret ligger på den östra sidan Fyrisån, cirka 500 meter söder om centralstationen. Bebyggelsen i kvarteret Hugin har sedan 1970-talet använts för kontorsverksamhet med tillhörande restaurang, samt utgjort en barriär mot industriområdet i Kungsängen. Enligt tidigare dagvattenutredning (Sweco, 2017) innehåller marken föroreningar från tidigare industriverksamhet som behöver saneras i samband med ombyggnation. Planområdet är omgivet av Östra Ågatan i söder, Strandbogatan i öst, Hamnesplanaden/Ebba Boströms gata i väst och Dragarbrunnsgatan i norr. Området genomskärs av en lokalgata, Kungsängsgatan/Muningatan, från nordväst till sydöst. I Figur 2 presenteras utredningsområdet idag.

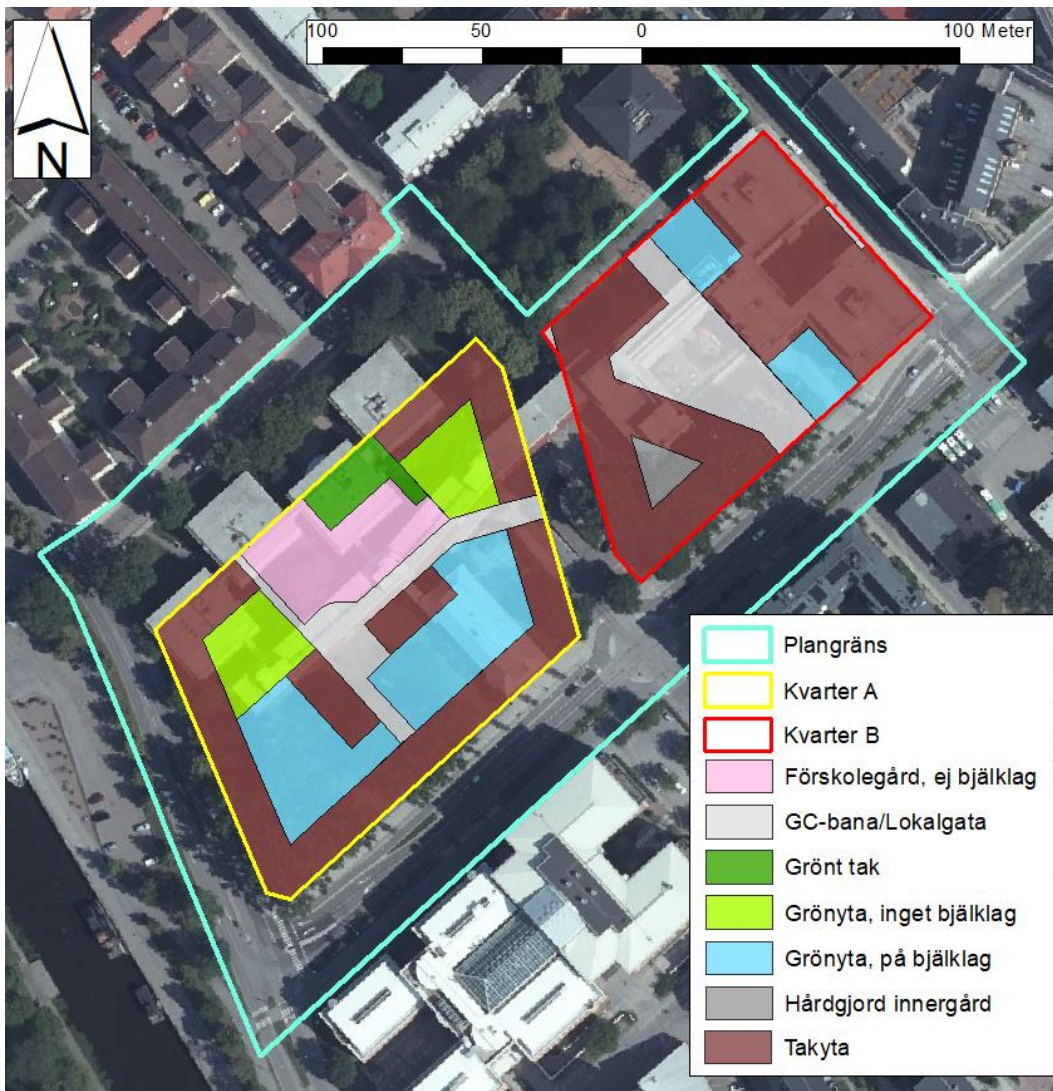




Figur 2. Utredningsområdet före exploatering. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

### EFTER EXPLOATERING

Efter exploatering planeras området utgöras av bostadskvarter, förskola och kontorsbyggnader. Utredningsområdet utgörs av två kvarter, A och B, där kvarter A ligger i sydväst och kvarter B i nordöst. Stadsbyggnadsvisionen bygger på att programområdet omvandlas från att ha utgjort stadens yttre gräns mot ett industriområde till att bli en levande och blandad innerstadsmiljö (Uppsala kommun, 2016). I Figur 3 visas markanvändningen efter exploatering. Det noteras att dagvattenutredningen endast hanterar dagvatten inom kvartersmark.

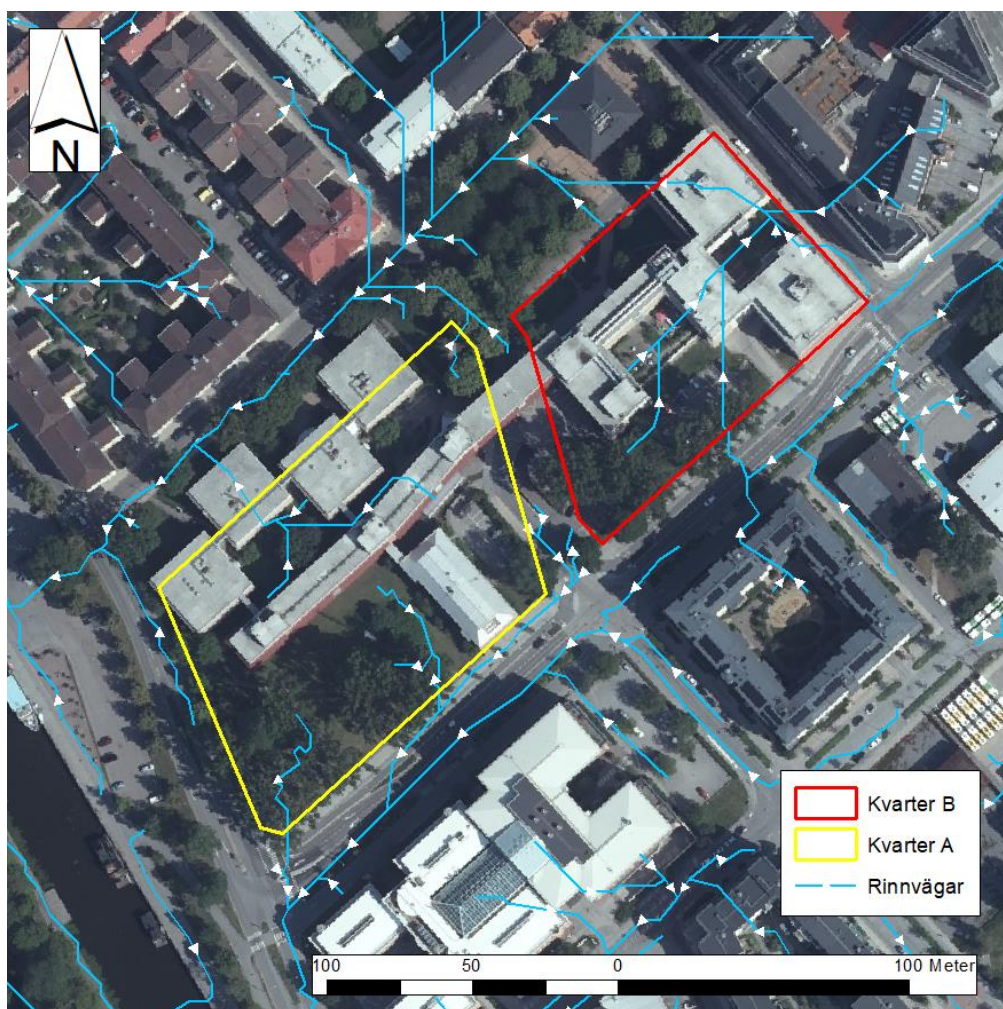


Figur 3. Markanvändning inom kvartersgränsen efter exploatering. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

# FÖRUTSÄTTNINGAR

## FLÖDESVÄGAR

Området agerar som en vattendelare där Kvarter A både avvattnas mot Hamnesplanaden/Ebba Boströms och mot Strandbodgatan. Kvarter B avvattnas mot Dragarbrunnsgatan för att sedan rinna vidare mot Hamnesplanaden/Ebba Boströms gata. I Figur 4 presenteras rinnvägarna.

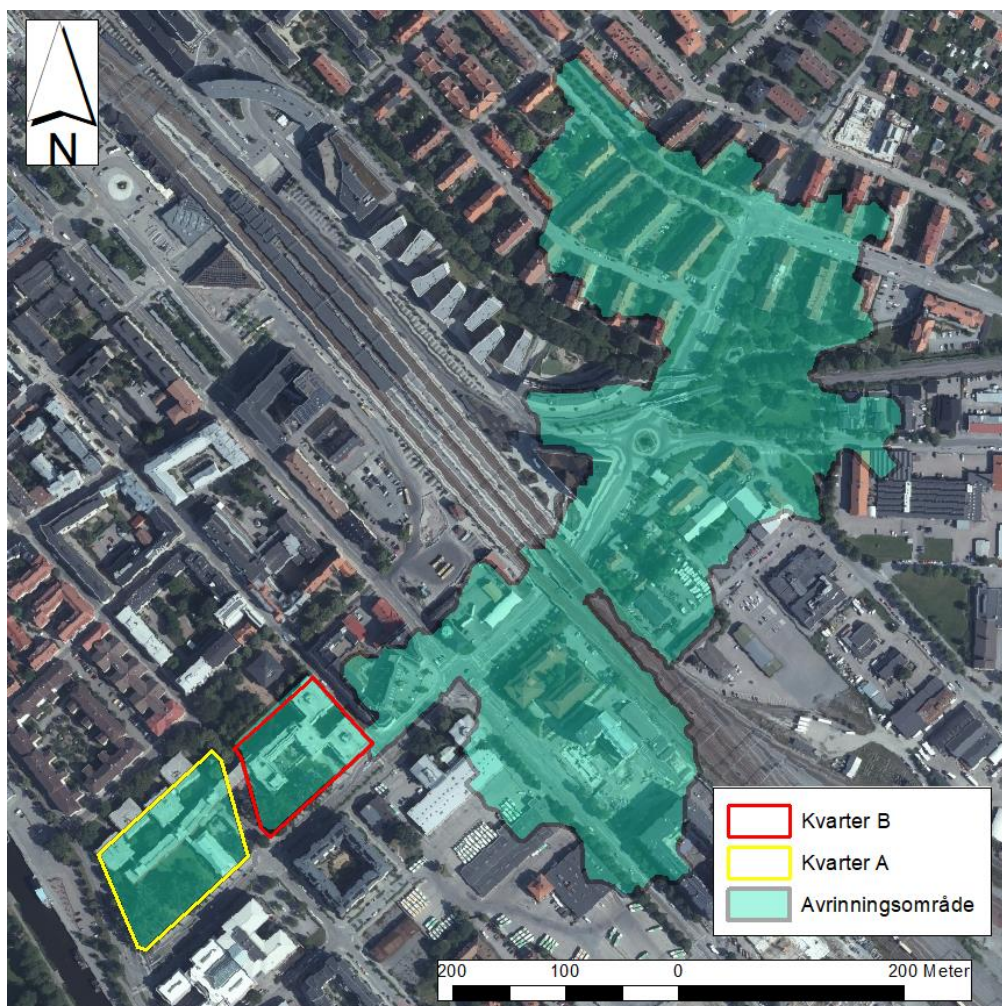


Figur 4. Avrinning inom och i anslutning till utredningsområdet. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

## AVRINNINGSOMRÅDE

Utredningsområdet ligger som en del av ett större uppströms avrinningsområde. Vid stora nederbördstillfällen kan dagvatten ytligt rinna genom utredningsområdet och skapa problem om höjdsättningen inte utformas för att undvika detta. I Figur 5 nedan visas avrinningsområdet för det undersökta området. Observera att all avrinning från den östra sidan spårområdet endast kommer rinna genom utredningsområdet när tunneln vid Strandbodgatan under spåret är fylld till tröskelnivå. Denna del av avrinningsområdet visas då det vid extrema skyfallsscenario inte finns någon ytlig avrinningsväg förutom genom utredningsområdet. Risken bedöms som extremt låg då lågpunkten är så stor att den

endast bedöms kunna fyllas vid ett beräknat högsta flöde från Fyrisån, dvs. en återkomsttid på 10 000 år.



Figur 5. Avrinningsområde till utredningsområdet. Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst

Tillgång till ledningsnät har ej funnits vid utredningens framtagande så tekniskt avrinningsområde, d.v.s avrinningsområde via ledningar, har ej kunnat karteras.

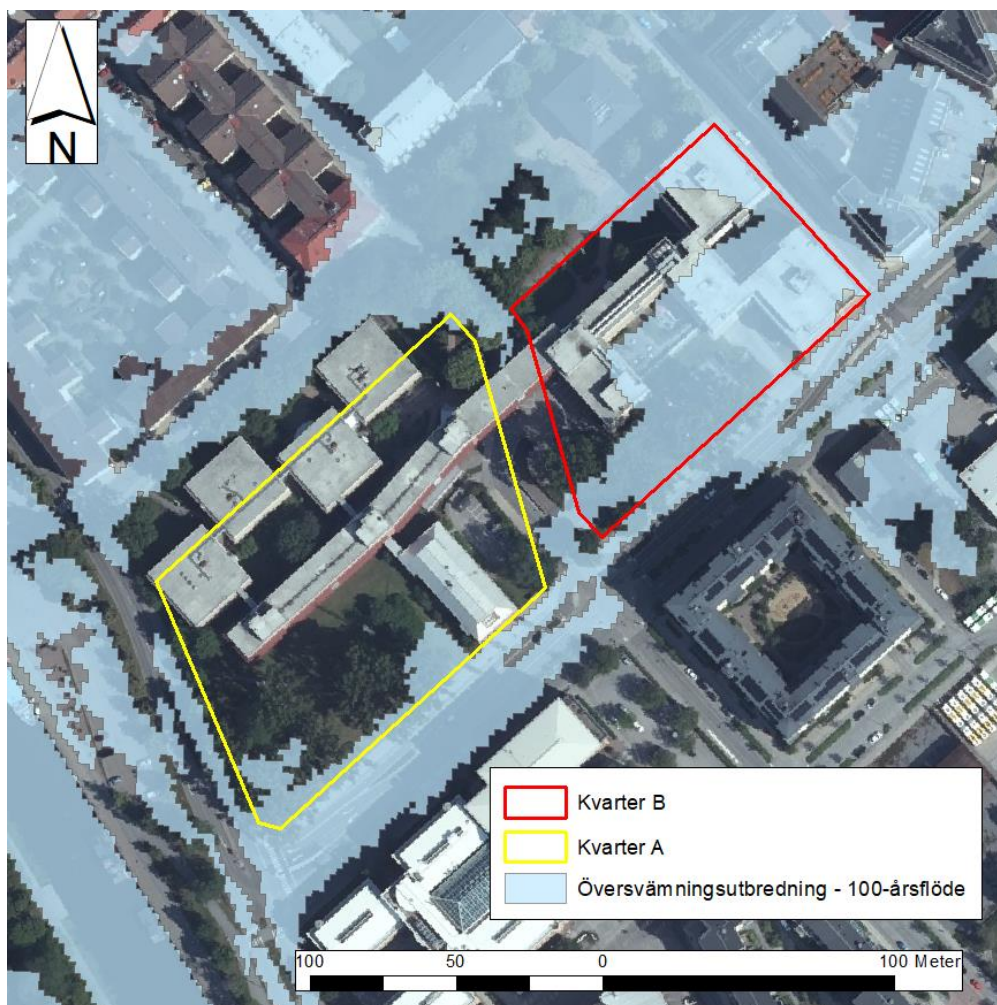
### ÖVERSVÄMNINGSRISK VID HÖGA FLÖDEN I FYRISÅN

Under 2012 beställde Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) en översvämningskartering utmed Fyrisån (MSB. 2013). Resultatet är ett underlag som visar översvämningsutbredning vid 50-, 100- och 200-årsflöde, samt vid beräknat högsta flöde (BHF). Kartläggningen bedöms vara detaljerad och kan användas vid planering av räddningstjänstens insatsarbete, kommunal riskhantering och samhällsplanering.

I stora delar av centrala Uppsala är det risk för översvämning vid höga flöden i Fyrisån. För att staden ska kunna fortsätta utvecklas på ett sammanhållet och ändamålsenligt sätt behöver ny bebyggelse prövas även för sådana lägen. Bebyggelsen måste då förhålla sig till översvämningsproblematiken. Det har tagits fram en riskhanteringsplan för översvämning av Fyrisån (Länsstyrelsen, 2015) där en bedömning främst gjorts gällande infrastrukturer, kulturobjekt, industrier och arbetsställen för 50- och 100-årsflöden. Skälet

till att dessa flöden valts är att översvämningssonen vid ett BHF är så högt att det inte bedömts lämpligt eller genomförbart att planera för. Ett antagande för denna utredning är att slutsatser som dragits för dessa områden även kan appliceras på flerfamiljshus. Det är även viktigt att notera att modellen inte är en direkt skalning av ett verkligt översvämningsscenario utan det finns osäkerheter, som dessutom ökar med återkomsttid. Osäkerheten är högst i höjddled, men då landskapet i Uppsala stad är så flackt kan detta ge en märkbar skillnad i utbredning. Flödenas utbredning rekommenderas att ses som en ungefärlig utbredning. Osäkerheten bedöms vara störst nedströms Islandsfallet där även planområdet ligger.

Delar av planområdet ligger inom riskområde för översvämning vid samtliga flödesscenarion. Då Länsstyrelsen enligt tidigare beskriven riskhanteringsplan beslutat att hantera 100-årsflöden presenteras översvämningssutbredning i Figur 6.



**Figur 6. Översvämningssutbredning vid höga flöden i Fyrisån. Utbredningen är hämtad från MSB:s översvämningsskartering av Fyrisån (MSB, 2013). Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst**

Vid ett 100-årsflöde, med befintliga antaganden och ingångsdata, bedöms inga broar överströmmas. Islandsfallet, dvs. den punkt som ligger närmast utredningsområdet, har en förväntad överströmningssnivå som ligger på ca 0,2 meter över gatunivå vid detta flöde. Noggrannheten i beräknade nivåer bedöms vara  $\pm 0,2$  meter i kalibreringspunkterna. Det

är även värt att notera att kalibreringsflödet för modellen beräknas motsvara ett 100-årsflöde. Osäkerheten i beräknad översvämningsutbredning beror dels på osäkerheten i beräknad nivå, men även på felet i höjdmodellen som använts. Höjdmodellen rapporteras ha ett generellt medelfel på mindre än  $\pm 0,5$  meter, men på plana och väldefinierade ytor ska det vara mindre än  $\pm 0,2$  meter.

I denna utredning har hänsyn inte tagits till vattennivåer då det bedöms vara svårt att uttala sig om dessa pga. att flödande vatten i anslutning till utredningsområdet kommer från en bräddning längre uppströms (i höjd med Luthagsbron). Detta innebär att vatten som rinner längs utredningsområdet inte bräddar från ån i höjd med Strandbodgatan utan istället kommer från ett flöde som rinner genom stan från tidigare nämnd bräddning. Det är även viktigt att notera att det ser ut som att beräkningsmodellen inte överensstämmer med höjdmodellen då höjdmodell utan byggnader använts. Detta ger mycket hög osäkerhet på flöden genom Uppsala stad då rinnsträckan från bräddpunkt till utredningsområdet är relativt lång. Om ytterligare säkerhet i uttalandet behövs kan flödesmodellen lånas av MSB, som antas vara delägare modellen, och en ny körning med uppdaterad höjdmodell kan utföras.

Enligt samtal med beställare har flera garagedrifter varit aktuella. En garagedrift längs Dragarbrunnsgatan har setts som en attraktiv placering. Denna placering ser i översvämningskarteringen ut att ligga mitt i ett område med vatten. Hur högt vattnet bedöms stå går inte att uttala sig om med större säkerhet, men placeringen bedöms inte vara omöjligt. Om beredskap, ex. i form av vall, tät port eller liknande, finns tillgänglig kan placering av garagedrift ses som lämplig här. Som minsta åtgärd rekommenderas att befintlig kantstenen på gata ökas. Föreslagen beredskap rekommenderas även för andra eventuella placeringar av garagedrift inom området.

Trots att denna utredning nu fokuserar på ett 100-årsregn enligt tidigare rekommendation i riskhanteringsplan, men det innebär inte att scenarion över detta bör ses som orimliga. Då stora delar av Uppsala stad ligger i en sådan utsatt situation behöver denna fråga belysas. En översvämning enligt ett BHF är oundvikligt ur en längre tidsaspekt och kommer någon gång att ske. Det rekommenderas därför att kostnaden för installation av en förebyggande åtgärd ställs mot en översvämning i garaget där mycket stor skada kan förväntas ske.

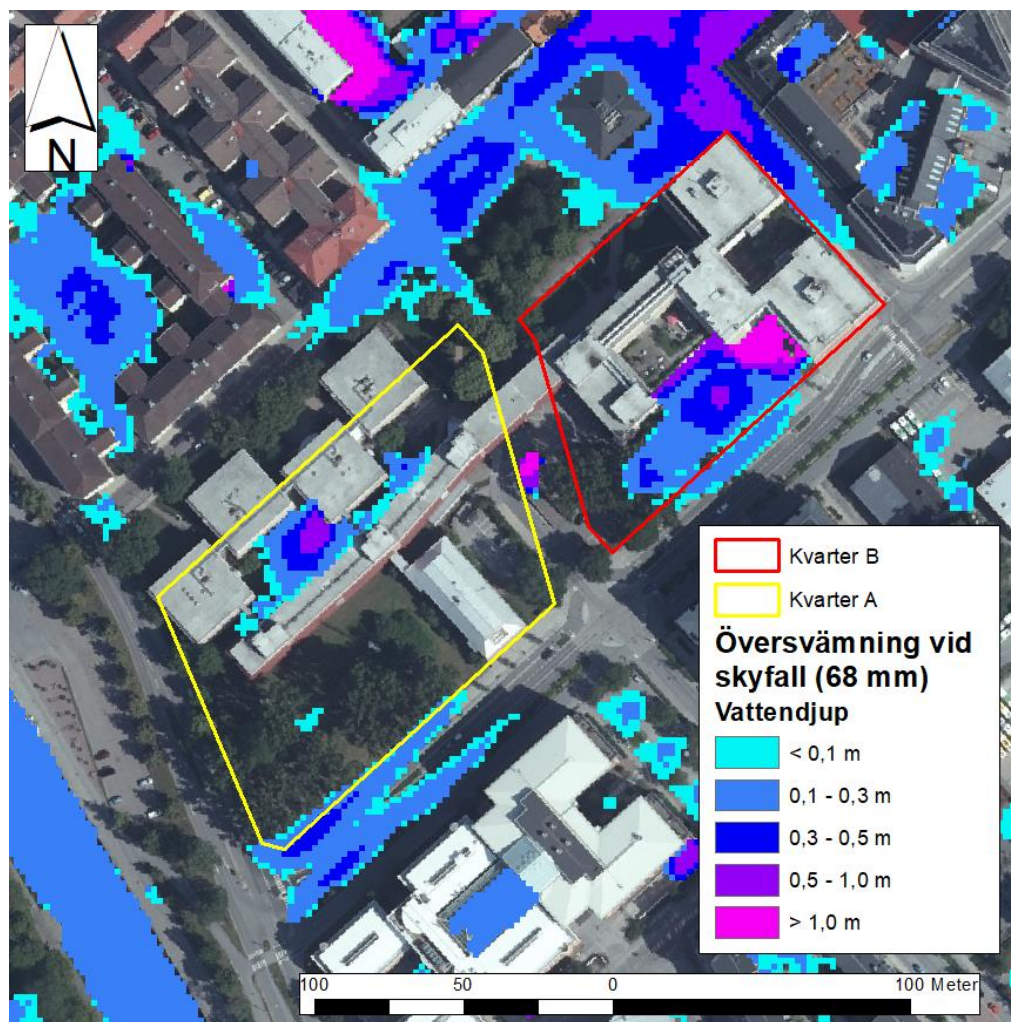
Då området ligger så långt nedströms ett stort avrinningsområde bedöms det inte finnas några möjligheter att förebygga befintliga översvämningsrisker utan mycket stora och koordinerade insatser. Fokus för denna exploatering bör ligga på förebyggande åtgärder. I och med storleken på avrinningsområdet kommer varningar gällande extremflöden att kunna identifieras relativt långt innan de faktiskt sker. Detta bör ge god marginal för placering av skyddsåtgärder. På grund av osäkerheten på nivåer enligt utförd översvämningskartering kan lägstanivåer för höjdsättning ej rekommenderas.

### **ÖVERSVÄMNING VID SKYFALL**

En analys av ett skyfallsscenario har översiktligt gjorts med hjälp av verktyget SCALGO Live. SCALGO Live är en GIS-baserad onlinetjänst som används för att analysera höjddata ur ett ytvattenperspektiv. I analysen används både terrängdata och vattenvolymer för att identifiera vilka områden som riskerar att översvämmas då en given volym vatten rinner av på markytan. Metoden saknar dynamiska (tidsberoende) aspekter och kan inte identifiera effekter av tröghet i ett system. Exempel på tröghet kan exempelvis vara flödesmotstånd över en markyta eller dynamiska effekter av ledningsnät eller trummor.

SCALGO Live är ett mycket bra verktyg i tidiga planeringskedan där översiktlig systemförståelse för ytavrinning och potentiella översvämningsrisker är i fokus. Resultaten från SCALGO Live bör i regel inte användas för detaljprojektering eller dimensionering, det finns dock undantag för när detta kan vara lämpligt. Vid planering av ny bebyggelse är det viktigt att ta hänsyn till sådana identifierade översvämningsområden för att förhindra att vatten blir stående och därmed skadar byggnader eller hindrar framkomlighet för exempelvis utryckningsfordon.

Ett 100-års regn med 60 minuters varaktighet räknas som skyfall och har analyserats för att identifiera vilka områden som riskerar att översvämmas med vatten vid stora regn. Detta scenario används, tillsammans med en klimatfaktor om 25%, utifrån rekommendationer från P110 (Svenskt Vatten, 2016). I Figur 7 presenteras resultatet av att belasta utredningsområdet med en regnvolym motsvarande 68 mm nederbörd. För denna belastning gäller även antagandet att ledningsnätet inte avbördar något vatten samt att infiltration på genomsläppliga ytor inte sker.



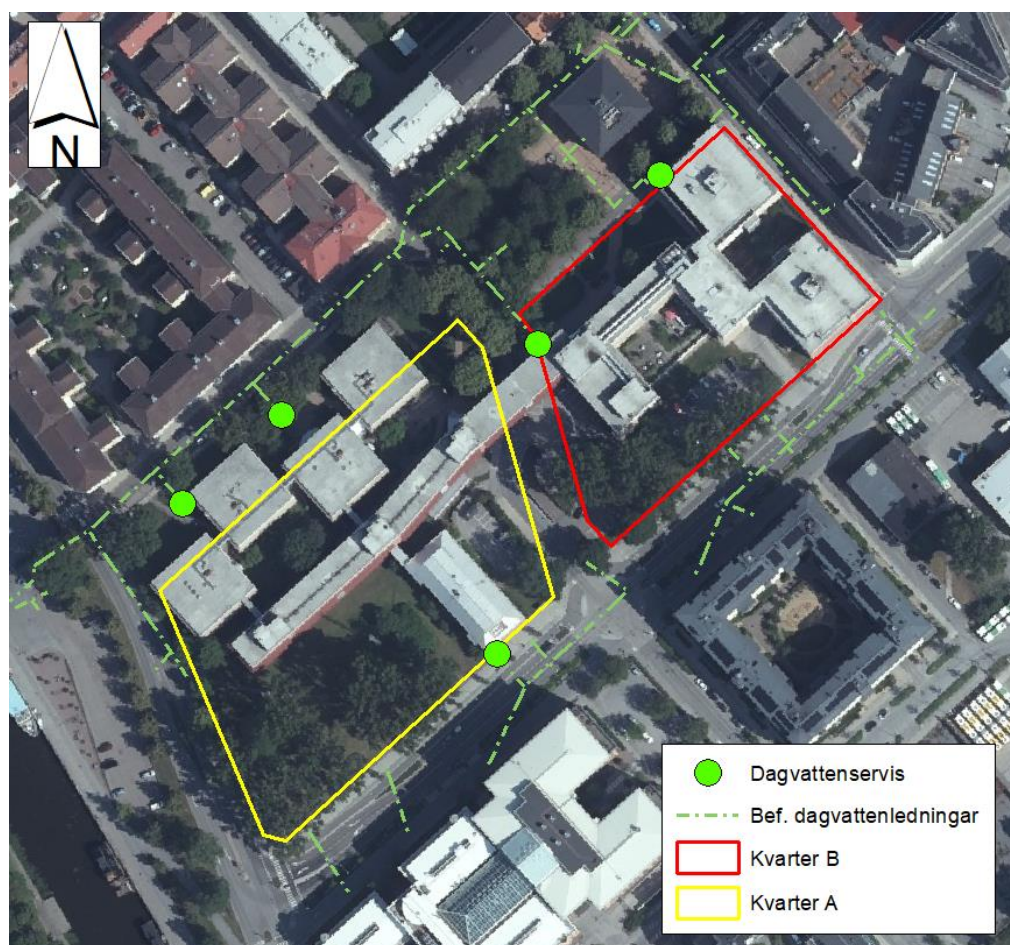
Figur 7. Vattennivåer vid kraftiga regn (68 mm, motsvarande ett 100-års regn med 60 minuters varaktighet och klimatfaktor 25%). Bakgrund: Ortofoto från Lantmäteriets visningstjänst.

Noterbart är att de två befintliga garagenedfarterna har vattenfyllets och representerar det största djup i figuren. I det norra kvarteret är det tydligt att det finns en befintlig lågpunkt som vid kommande projektering kommer att behöva tas höjd för genom en ändrad höjdsättning så att det inte finns någon risk om stående vatten mot fasad. I övrigt finns det inga direkta riskzoner identifierade och då en stor del av kvarterets höjdsättning kommer arbetas om bedöms befintliga lågpunkter kunna elimineras.

Förslag till höjdsättning i anslutning mot fasad och förslag till ytliga avrinningsvägar presenteras i kapitel Principiell höjdsättning och sekundära avrinningsvägar på sida 24.

### ANSLUTNING TILL BEFINTLIGT DAGVATTENLEDNINGSNÄT

Figur 8 visar befintliga servisanslutningar för dagvatten.



Figur 8. Servisanslutningar för dagvatten från utredningsområdet. Notera att det befintliga ledningsnätet som visas i bilden inte är fullständigt.

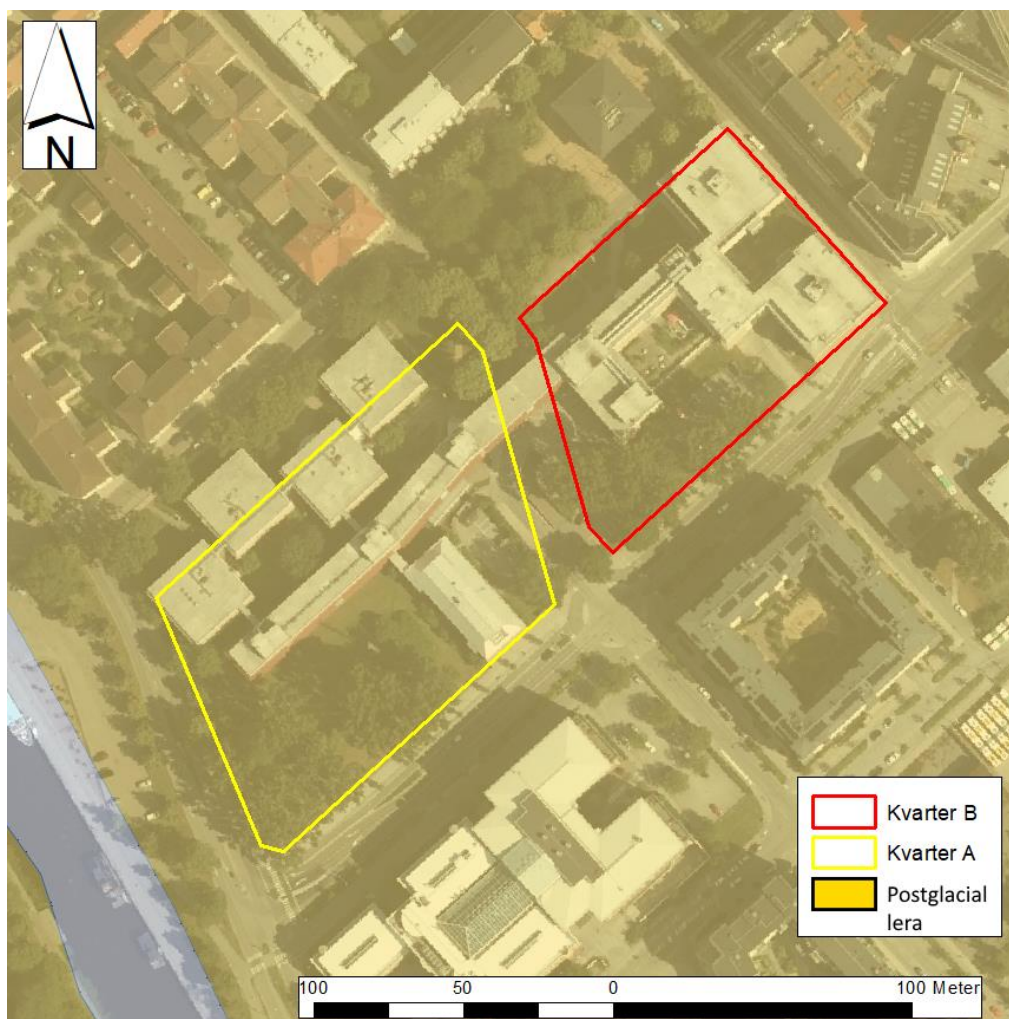
### GEOLOGISKA OCH HYDROLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Det finns förorenade massor inom utredningsområdet som kommer att hanteras innan exploatering påbörjas. Det hänvisas till miljökonsekvensbeskrivning och geotekniska utredningar för vidare läsningar om förorenad mark.

För att studera förutsättningarna för infiltration av dagvatten lokalt har en jordartsanalys utförts genom att studera Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) jordartskarta.



Planområdet består uteslutande av postglacial lera vilken generellt har mycket dålig infiltrationskapacitet (Figur 9).



**Figur 9.** Jordartskarta från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) som visar att planområdet består av postglacial lera. Kartan är hämtad från SGU:s visningstjänst för jordarter 1:25 000 – 1:100 000.

Till viss del sker infiltration ner i ytliga jordlager och befintlig fyllning men på grund av mäktiga lerlager når huvuddelen av vattnet inte ner till djupare grundvatten utan avleds via ledningsgravar och dagvattenledningar mot Fyrisån.

Den hydrauliska konduktiviteten i postglacial lera beskrivs i Tabell 2. Hydraulisk konduktivitet beskriver hur snabbt vatten rör sig genom materialet och ger en relativt bra bild av hur vattnet kommer att röra sig i de naturliga förhållanden som finns idag.

Tabell 2. Hydraulisk konduktivitet (Espeby & Gustafsson, 1998).

Material	Hydraulisk konduktivitet (m/s)
Fingrus	$10^{-1} - 10^{-3}$
Grovsand	$10^{-2} - 10^{-4}$
Mellansand	$10^{-3} - 10^{-5}$
Grovsilt	$10^{-5} - 10^{-7}$
Morän	$10^{-6} - 10^{-9}$
Lerig morän	$10^{-8} - 10^{-11}$
<b>Lera</b>	<b><math>&lt;10^{-9}</math></b>

Enligt uppgift<sup>3</sup> ska lerdjupet på platsen vara drygt 50-80 meter. Leran är tät så det kommer inte att ske någon kontakt med grundvattenmagasinet under leran så till vida att vi inte bryter genom till magasinets vattenförande lager. Vatten i samband med schakter bedöms bestå av markvatten, dvs. nederbörd, smältvatten, m.m, i fyllningslagret som överlagrar leran.

Enligt Uppsala Vattens checklista för dagvattenutredningar ska Markanvändningsstrategin för ÅSen (MÅSen) konsulteras vid exploatering och beskrivas. Geosigma AB (2018) utförde på uppdrag av Uppsala kommun en riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt, vilken ligger till grund för MÅSen. I rapporten redovisas en känslighetskarta för grundvattenförorening samt förslag på riskreducerande åtgärder för varje känslighetsklass. De hydrogeologiska förutsättningarna i området avgör hur känsligt ett område är för att grundvattnets kvalitet ska påverkas negativt av en förorening. Utredningsområdet ligger inom ett område med låg känslighet. Detta betyder att exploatering ska utföras med normala försiktighetsmått som standardmässigt tillämpas vid planering och markarbeten (Geosigma, 2018). Då utredningsområdet ligger i det yttre vattenskyddsområdet för åsens grundvattentäkt hänvisas det till dessa säkerhetsåtgärder vid markarbeten.

Det finns inga markavvattningsföretag i anslutning till utredningsområdet.

#### RECIPIENT

Mottagande recipient för utredningsområdet är Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån (MS\_CD: WA93715408, VISS EU\_CD: SE663992-160212).

Observera att arbetet med den nya förvaltningscykeln, cykel 3, för miljö kvalitetsnormer och statusklassning pågår hos Länsstyrelsen och Vattenmyndigheterna. Vid författande av denna utredning har arbetet ej slutförts och därför används underlag från senaste bedömning, "Förvaltningscykel 2", fortfarande. Så fort den nya cykeln är officiell hänvisas till Vatteninformationssystem Sverige (VISS) för uppdaterad information om recipientens status och miljö kvalitetsnormer (MKN).

Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån är klassificerad som en vattenförekomst av Länsstyrelsen och Vattenmyndigheterna och det finns därför uppsatta MKN. Enligt den senaste klassificeringen har Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån måttlig ekologisk status, uppnår ej god kemisk status och uppnår ej god kemisk status utan överallt överskridande ämnen. Recipienten bedöms ha miljöproblem i form av övergödning (pga. belastning av

<sup>3</sup> Mailkonversation med Thomas Eld, seniorkonsult geoteknik, Bjerking AB, 190516.

näringsämnen), miljögifter, samt morfologiska förändringar och kontinuitet. De senaste MKN är från förvaltningscykel 2 (2010 – 2016) och säger att Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån ska uppnå god ekologisk status år 2027 och god kemisk ytvattenstatus, dock finns ingen tidpunkt fastställd för när god kemisk ytvattenstatus ska ha uppnåtts. Undantag har gjorts för bromerad difenyleter (PBDE) och kvicksilver och kvicksilverföreningar då samtliga vattenförekomster i Sverige antas överskrida dessa värden. I dagsläget bedöms det inte finnas tekniska möjligheter att åtgärda detta.

Orsaken till Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån måttliga ekologiska status är den utslagsgivande faktorn kiselalger. Det är värt att notera att statusen ligger på gränsen till god och att en viss osäkerhet finns i bedömningen. Till grund för statusklassning ligger provtagningar under 2007-2008 som använts för att bestämma IPS-index. Under samma period har även fosforhalter analyserats och dessa bedöms ha god status, men ligger på gränsen till måttlig. Den sammantagna klassningen har bedömts som måttlig, men är nära god, och är baserad på mätvärden under flera år och har tillförlitlighetsklassning god. Miljöproblem med övergödning beror på fosforhalterna då de ligger nära måttlig status. Problem med morfologiska förändringar och kontinuitet bedöms finnas till följd av markavvattningar, rensningar och/eller artificiell mark i vattenförekomstens närområde som väsentligt förändrat vattendragets morfologiska strukturer och/eller svämplanets strukturer. Miljögifter har påträffats i recipienten då de särskilt förorenande ämnena arsenik och zink överskrider klassgränsen för respektive ämne. Klassningen har god tillförlitlighet då den baseras på kontinuerliga mätningar under flera år och ligger därmed till grund för bedömning av ekologisk status.

Den kemiska statusen, utöver överallt överskridande ämnen, är baserad på höga halter av antracen och PFOS. Antracen har uppmätts i halter över gränsvärde för sediment vid provtagningar 2008 och har därför statusen uppnår ej god. Värdet ligger till grund för expertbedömning av kemisk status och riskklassning av vattenförekomsten, men har låg tillförlitlighet (tillförlitlighetsklassningen bedöms vara C – medel) och kompletterande övervakning är motiverat. Vid provtagning av perfluorerade ämnen inom en nationell screening 2013 påträffades PFOS där tillförlitlighetsklassningen bedöms vara C – medel (då den baseras på ett enskilt mätvärde). Då halten överskrider gränsvärdet med god marginal bedöms det fortfarande ha stor vikt och ytterligare provtagning behövs för att säkerställa föroreningssituationen. Miljögifter i recipienten är kopplade till halterna antracen i sedimentet (VISS, 2019).

# METOD

## INDATA – MARKANVÄNDNING

En sammanställning av de olika typerna av markanvändning som finns inom utredningsområdet, före och efter exploatering, presenteras i Tabell 3 och Tabell 4 nedan för varje kvarter. Markanvändning före exploatering har uppskattats utifrån ortofoto. Markanvändning efter exploatering har uppskattats utifrån planillustration.

Tabell 3. Markanvändning före exploatering.

Markanvändning	Kvarter A			Kvarter B		
	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Area (ha)	Red. Area (ha)	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Area (ha)	Red. Area (ha)
GC-bana	0,8	-	-	0,8	0,04	0,03
Innergård	0,1	0,72	0,07	0,1	0,18	0,02
Parkeringsyta	0,8	0,06	0,05	0,8	0,28	0,23
Takyta	0,9	0,42	0,37	0,9	0,36	0,32
Vägyta	0,8	0,03	0,02	0,8	-	-
<b>Totalt</b>	<b>0,42</b>	<b>1,23</b>	<b>0,52</b>	<b>0,69</b>	<b>0,86</b>	<b>0,60</b>

Tabell 4. Markanvändning efter exploatering.

Markanvändning	Kvarter A			Kvarter B		
	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Area (ha)	Red. Area (ha)	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Area (ha)	Red. Area (ha)
Förskoleområde	0,5	0,15	0,07	0,5	-	-
GC-bana/Lokalgata	0,8	0,11	0,09	0,8	0,18	0,14
Grönt tak	0,6	0,05	0,03	0,6	-	-
Grönyta, bjälklag	0,4	0,28	0,11	0,4	0,09	-
Grönyta, inget bjälklag	0,1	0,14	0,01	0,1	-	-
Takyta	0,9	0,51	0,46	0,9	0,58	0,52
Hårdgjord innergård	0,8	-	-	0,8	0,02	0,02
<b>Totalt</b>	<b>0,63</b>	<b>1,23</b>	<b>0,77</b>	<b>0,79</b>	<b>0,86</b>	<b>0,68</b>

Hårdgörningsgraden, avrinningskoefficienten, inom Kvarter A ökar från 0,42 före exploatering till 0,63 efter. Samma siffra för Kvarter B är 0,69 före exploatering och 0,79 efter.

## ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Dagvattenanläggning ska enligt krav från Uppsala Vatten utformas så att 10 mm regn, räknat över hela fastighetens effektiva yta (reducerad area), kan renas och fördröjas (avtappas) under minst 12 timmar innan det når dagvattennätet. För att beräkna erforderlig fördröjningsvolym för ett 10 mm regn används ekvation 1.

$$U_{10mm} = \frac{10 \text{ mm}}{1000} * A (m^2) * \varphi \quad (1)$$

$U_{10mm}$  representerar den erforderliga fördröjningsvolymen i m<sup>3</sup> för ett scenario med 10 mm nederbörd. A är områdets yta i m<sup>2</sup> och  $\varphi$  är avrinningskoefficienten.

### FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Beräkning av föroreningsbelastning och rening har utförts med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v.20.1.1). Modellen är ett planeringsverktyg där översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar i dagvatten kan utföras. Nödvändiga indata till modellen består av nederbördsmängd samt det aktuella områdets area och markanvändning. Till beräkningarna nyttjar modellen granskade schablonhalter av föroreningar baserade på flödesproportionell provtagning (StormTac, 2018).

En genomsnittlig, korrigerad, årsmedelnederbörd på 581 mm har antagits för planområdet baserat på SMHI:s meteorologiska station 9749 (Ultuna). Årsmedelvärdet för nederbörd på stationen är mätt till 528 mm under perioden 1961-1990 och har sedan korrigerats med 1,1 för att kompensera för mätförluster. Markanvändning och respektive areal efter exploatering har tolkats utifrån erhållen situationsplan.

### FLÖDESBERÄKNINGAR

Beräkning av dagvattenflöden har utfördes enligt riktlinjerna och beräkningsmetoden från Svenskt Vattens publikation P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten" samt med hjälp av StormTac (v.20.1.1).

Enligt P110 bör en klimatkfaktor användas vid beräkning av framtida flöden. Då området i framtiden kommer att påverkas av ett förändrat klimat användes en klimatkfaktor (1,25) vid beräkning av flöden i modellen. Flöden beräknades för regn med 5 och 20 års återkomsttid (baserat på tät bostadsbebyggelse). I Tabell 5 syns ansvarsfördelning och rekommenderad återkomsttid som bör hanteras i dagvatten-ledningar enligt Svenskt Vatten. Det dimensionerande flödet för ledningsnätet blir det som motsvarar ett 5-årsregn.

Tabell 5. Ansvarsfördelning mellan kommun och VA-huvudman vid olika återkomsttider och typer av bebyggelse enligt P110.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

# RESULTAT

## FLÖDESBERÄKNINGAR

Flödesberäkningar för ovan markanvändningar före och efter exploatering med olika återkomsttider presenteras i Tabell 6 nedan för varje kvarter. Klimatfaktor 1,25 har använts för att beräkna flödena efter exploatering. Notera att avrinningskoefficienten vid ett 100-årsregn har satts till 0,8 i både före och efter-fallen för att simulera den mycket minimala infiltration som sker vid ett sådant tillfälle.

Tabell 6. Återkomsttid för regn och till det kopplade flöden från området före och efter exploatering.

Återkomsttid (år)	Kvarter A		Kvarter B	
	Före exploatering (l/s)	Efter exploatering (l/s)	Före exploatering (l/s)	Efter exploatering (l/s)
5	120	180	140	150
20	190	280	210	240
100	600	600	420	420

## FÖRDRÖJNINGSBERÄKNINGAR

Beräknade fördröjningsvolym för ett 10 mm regn redovisas i Tabell 7 nedan. Erforderlig fördröjningsvolym vid ett 10 mm regn baseras på att dagvattnet fördröjs i minst 12 timmar innan det leds vidare till dagvattennätet.

Tabell 7. Erforderlig fördröjningsvolym vid ett 10 mm regn i varje delområde.

Regndjup (mm)	Erforderlig fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )	
	Kvarter A	Kvarter B
10	77,4	68,0

## FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

### Kvarter A

I Tabell 8 redovisas beräknade föroreningshalter och -mängder från Kvarter A före och efter exploatering. Gråmarkerade celler indikerar att halten överskrider utsatt riktvärde.

**Tabell 8. Beräknade föroreningshalter i StormTac före och efter exploatering för Kvarter A. Värden som gråmarkerats indikerar halter där föreslaget riktvärde överskrids.**

Ämne	Före exploatering		Efter exploatering		Riktvärde (µg/l)
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	
P	150	0,54	170	0,85	50
N	1400	5	1400	7,1	1250
Pb	4,8	0,018	3,6	0,018	14
Cu	11	0,042	12	0,058	10
Zn	35	0,13	30	0,15	30
Cd	0,56	0,002	0,55	0,0027	0,4
Cr	4,5	0,016	4,6	0,023	15
Ni	4,7	0,017	4,3	0,021	40
Hg	0,014	0,00005	0,015	0,000076	0,05
SS	36000	130	34000	170	25000
Oil	150	0,54	200	1	1000
BaP	0,013	0,000046	0,012	0,000059	0,05

Från Tabell 8 ovan går att utläsa att de flesta halter ligger på ungefär samma nivå som före exploatering. Fosfor, koppar, krom, kvicksilver och olja ökar medan resten ligger kvar på samma nivå eller minskar. Halterna för fosfor, kväve, koppar, zink, kadmium och suspenderad substans överskrider föreslagna riktvärdena både före och efter exploatering. Samtliga ämnen ökar i mängd efter exploatering förutom bly som ligger kvar på samma nivå.

#### **Kvarter B**

I Tabell 9 redovisas beräknade föroreningshalter och -mängder från Kvarter B före och efter exploatering. Gråmarkerade celler indikerar att halten överskrider utsatt riktvärde.

Tabell 9. Beräknade föroreningshalter i StormTac före och efter exploatering för Kvarter B. Värden som gränsvärdena indikerar halter där föreslaget riktvärde överskrids.

Ämne	Före exploatering		Efter exploatering		Riktvärde (µg/l)
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	
P	140	0,56	140	0,65	50
N	1600	6,5	1300	6,1	1250
Pb	12	0,048	2,6	0,012	14
Cu	20	0,078	11	0,048	10
Zn	67	0,26	25	0,11	30
Cd	0,56	0,0022	0,6	0,0027	0,4
Cr	7,8	0,031	4,4	0,02	15
Ni	7,9	0,031	4	0,018	40
Hg	0,033	0,00013	0,014	0,000062	0,05
SS	64000	250	20000	91	25000
Oil	340	1,3	190	0,85	1000
BaP	0,028	0,00011	0,012	0,000055	0,05

Från Tabell 9 går att utläsa att samtliga halter förutom kadmium minskar efter exploatering. Halterna för fosfor, kväve, koppar, zink, kadmium och suspenderad substans överskrider riktvärden idag och fosfor, kväve, koppar och kadmium överskrider riktvärden efter exploatering. Mängden för fosfor och kadmium ökar efter exploatering, resterande ämnen minskar.



# FÖRSLAG PÅ SYSTEMLÖSNING

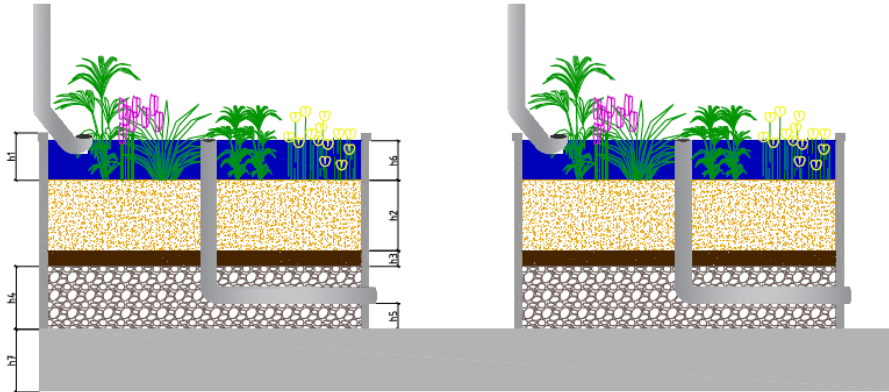
## **PRINCIPIELL HÖJDSÄTTNING OCH SEKUNDÄRA AVRINNINGSVÄGAR**

Höjdsättningen är viktig för att undvika skador på bebyggelse till följd av översvämning. För att uppnå detta bör byggnader alltid placeras högre än angränsande områden (vägar, stigar, grönytor, m.fl.) vilket medför att dagvatten vid extrem nederbörd kan avledas ytligt i händelse av att dagvattensystemets maxkapacitet överskrids. Dessa ytliga vägar för vatten är det som benämns sekundära avrinningsvägar och kan med fördel placeras i lågstråk i befintlig terräng.

Lågstråk rekommenderas så att vattnet säkert kan avrinna vid stora nederbördstillfällen. Ingångar till byggnader bör höjdsättas så att vatten inte rinner in i dessa innan det rinner över de tröskelnivåer som finns på vattnets väg ut ur utredningsområdet. Hänsyn till dessa aspekter måste tas i den kommande projekteringen. Då utredningsområdet ligger på en lokal höjd finns goda förutsättningar för att avvattning kan göras säkert, men extra säkerhet bör tas mot det instängda område som ligger vid utredningsområdets norra gräns. Den stora lågpunkten inom utredningsområdet antas byggas bort då den idag ser extremt ut på grund av befintlig garagednfart. Det är extra viktigt att tröskelnivåer skapas då det enligt översvämningstudien ser ut som att vatten kommer flöda runt kvarteren längs Dragarbrunnsgatan och ner på både Hamnesplanaden/Ebba Boströms gata och Strandbodgatan. Om höjd tas för detta kommer större vattenvolymer kunna passera utan att ställa sig mot fasad. Vid större katastrofflöden rekommenderas en förebyggande åtgärd, ex. en vall, tät port eller liknande, vid kommande garagednfarter.

Höjdsättning i anslutning till husfasader bör utformas så att vattnet rinner bort från fasaden. Det rekommenderas att marken närmast fasaden hårdgörs för att undvika belastning på byggnadens dräneringssystem. Marklutningen rekommenderas till 2% de första tre metrarna från utkastaren och därefter cirka 1 – 2% för att inte riskera att dagvatten rinner in mot byggnaden. Då ingen förgårdsmark planeras rekommenderas att koppling mellan fasad och allmän platsmark säkras mot kommunen så att höjdsättningen kan göras säker. Där det är möjligt rekommenderas taket som lutar mot innegården avledas via stuprör till upphöjda växtbäddar för rening och fördröjning (se Figur 10), alternativ till underjordiskt fördröjningsmagasin.

Dagvatten infiltrerar i växtbädd och avrinner längs bjälklagets lutning.

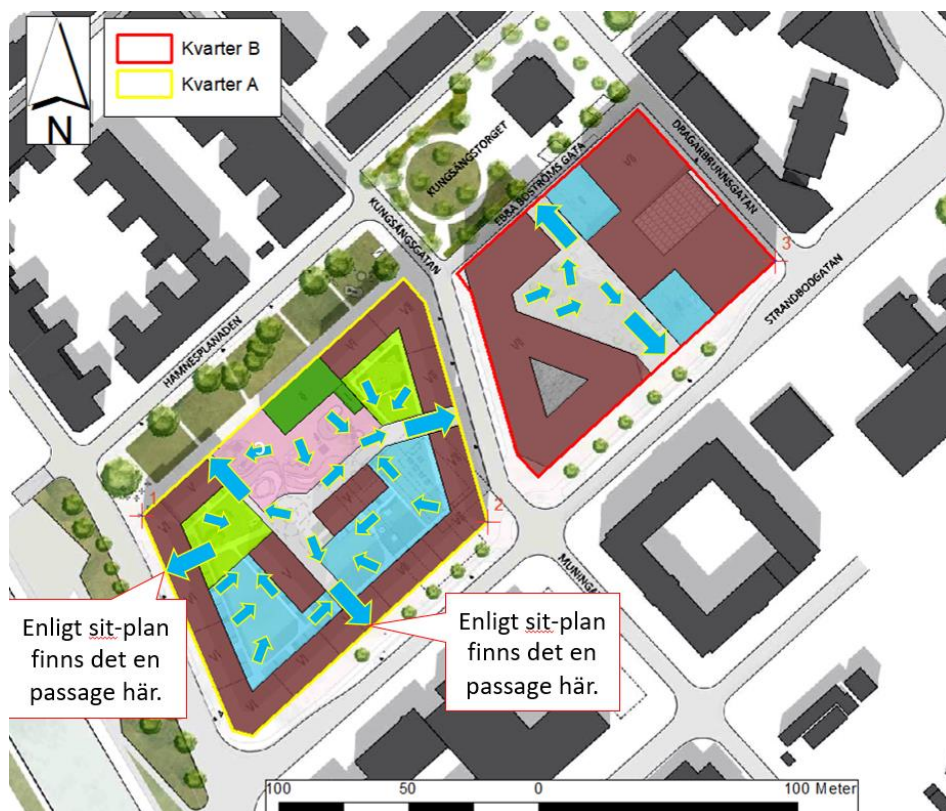


**Figur 10.** Figuren visar förslag på uppbyggnad av upphöjda växtbäddar på bjälklag i anslutning till utkastare. (Källa: Structor AB)

Då naturlig avrinning generellt ser ut att gå från nordost mot sydväst är det mycket viktigt att de nya kvarteren säkras genom att placeras högre än omkringliggande mark. En del av Strandbodgatans vatten ser ut att rinna norrut, men huruvida detta stämmer vid normala flöden är osäkert då underliggande modell inte haft med höjder för byggnader.

Längs utredningsområdets båda kanter (Strandbodgatan, samt Hamnesplanaden/Ebba Boströms) rekommenderas lågstråken att gå. Detta är fallet idag och det rekommenderas även i fortsättningen att vara så. Den enda skillnaden som föreslås är att det skapas en skarpare tröskel mellan gata (lågpunkt) och det kvarter B, exempelvis genom en högre kantsten, eller att huset byggs något högre för att ge en högre lutning på GC-bana.

Eftersom utredningsområdet är uppdelat på två kvarter är det viktigt att analysera dem separat för en föreslagen höjdsättning. Kvarter A, sydväst, föreslås bli nästan inbyggt, men med fyra passager, en mot varje närliggande gata. Det är viktigt att höjdsättning av mark i anslutning till fasad följer föreslaget resonemang och att varje öppen passage i kvarteret utformas som ett lågstråk där vatten kan rinna vid mycket stora flöden. Kvarter B, nordöst, är mer öppet, men följer samma princip. De två större öppna vägarna genom kvarteret behöver utformas som lågstråk så att vatten kan rinna ut från området utan att skada fasader. I Figur 11 presenteras sekundära avrinningsvägar för skyfall där respektive entré till kvarteretsgård rekommenderas utformas som ett lågstråk.



**Figur 11.** Figuren visar rekommenderade sekundära avrinningsvägar vid skyfall, dvs. lågstråk och föreslagna lutningar i terrängen där stora volymer vatten kan avrinna.

Observera att höjdsättningen förutsätter att erforderlig fördröjningsvolym tas om hand inom fastigheten innan det bräddar ut från fastigheten. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) 4 kap 36 § har en fastighetsägare ett generellt ansvar att se till att avvattningen av den egna tomten inte medför betydande olägenhet för omgivningen. Detta kan tolkas som att en avledning av dagvatten från fastighet inte är tillåtet om inte en särskild överenskommelse skett mellan markägare, samt att ingen olägenhet skapas. I det här fallet står Uppsala Vattens krav på fördröjning om 10 mm som bestämmelse och detta måste hanteras och fördröjas i 12 h innan det får ledas från fastighet. Om skyfallsflöden avleds enligt tidigare föreslagna avrinningsvägar bör inga negativa effekter ses på närliggande fastigheter.

### SYSTEMLÖSNING OCH DAGVATTENHANTERING

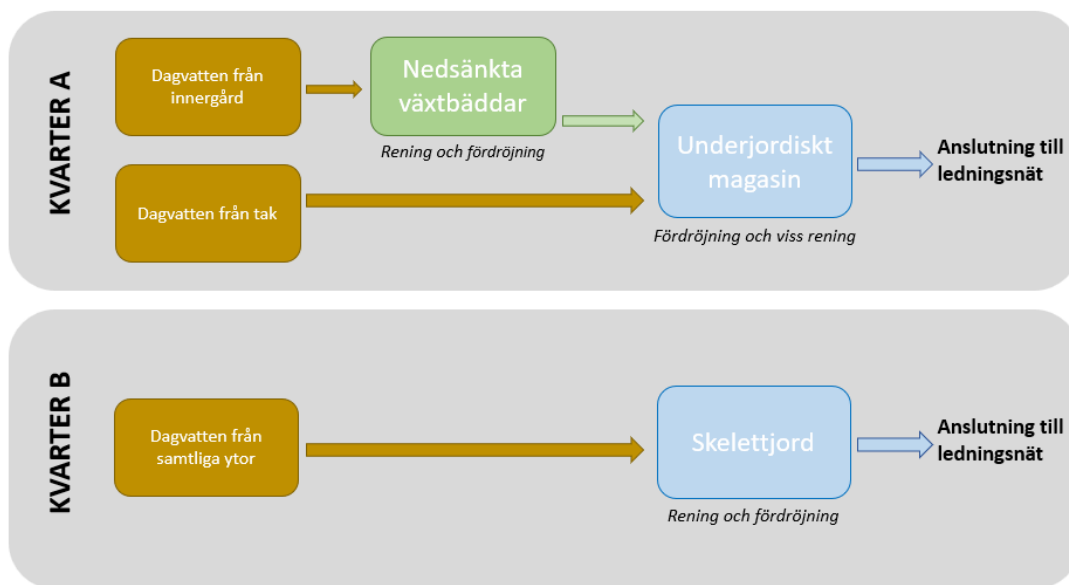
Hårdgörningsgraden inom fastigheten ökar generellt efter exploatering och för att uppfylla Uppsala Vattens krav ska 10 mm nederbörd fördröjas och renas. För att följa principen om fördröjning behöver dagvattenåtgärder installeras. Det rekommenderas att underjordiska dagvattenanläggningar tätas för att inte riskera kontaminering av grundvatten då vi ligger inom ett vattenskyddsområde. Ett förslag på systemlösning presenteras i Figur 12.



**Figur 12.** Figuren visar tillgängliga ytor inom utredningsområdet som på ett eller annat sätt är möjliga att använda för dagvattenhantering. Observera att samtliga ytor inte behövs.

Nästintill hela utredningsområdet planeras underbyggas med garage, såväl som på den nordvästra delen av kvarter A. I och med att utbredning av garageplan vid rapportens framtagande varit oklar har ett antal förslag på kombinationer av dagvattenanläggningar tagits fram.

I Figur 13 och Tabell 10 presenteras ett förslag på kombinationer av anläggningar inom de två kvarteren som klarar av att fördröja 10 mm nederbörd inom utredningsområdet.



Figur 13. Schema på föreslagen systemlösning.

Tabell 10. Föreslagen uppdelning av dagvattenanläggningar för fördröjning och rening av 10 mm nederbörd inom respektive kvarter.

Kvarter A				
Anläggningstyp	Alternativ	Fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )	Erforderlig yta (m <sup>2</sup> )	Del av reducerad avrinningsyta (%)
Växtbädd	0,1 m nedsänkt, 0,5 m substratdjup	29	231	8,0
	0,1 m nedsänkt, 1 m substratdjup		116	4,0
Underjordiskt magasin	-	77	77	
Kvarter B				
Anläggningstyp	Alternativ	Fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )	Erforderlig yta (m <sup>2</sup> )	Del av reducerad avrinningsyta (%)
Skelettjord	0,8 m djup	68	258	3,8
	1 m djup		206	3,0

Det är viktigt att notera att den erforderliga ytan för växtbäddar inom Kvarter A endast utgör en liten del av den totala ytan som kommer täckas av grönska (förmodligen gräsmatta) ovan bjälklag, vilket innebär att ytterligare fördröjningsvolym kommer finnas tillgänglig om växtbäddarna görs grundare och en godtycklig höjdsättning erhålls.

Det behöver även påpekas att dagvattenanläggningar behöver utformas i samband med höjdsättning så att avrinning sker till korrekt plats och att uppsamling och hantering av dagvatten kan säkras.

Takytor som avvattnas utåt behöver anslutas direkt mot avsättningsmagasin genom slutna stuprör. Stuprör med utkastare (se Figur 10) rekommenderas implementeras för takytor som avvattnas mot gårdsytor, för vidare anslutning till dagvattenanläggningar.

### Avsättningsmagasin

Ett avsättningsmagasin rekommenderas för att ta hand om dagvatten från mindre förorenade hårdgjorda ytor så som takytor. Anläggningstypen är ett underjordiskt magasin som används för att fördröja och rena dagvatten. Funktionen liknar mest den som en slamavskiljare har då reningseffekten till allra största del utgörs av sedimentation. Magasinet har en tät botten och bidrar inte till grundvattenbildning i någon utsträckning om inte en specialutformning sker. Om magasinet utformas med perforerad botten övergår magasinet till att kallas perkolationsmagasin. I det här fallet bedöms ett perkolationsmagasin inte vara en bra lösning då byggnation sker i ett vattenskyddsområde.

Avsättningsmagasin kan utformas på flera olika sätt, men gemensamt är att de samlar upp och magasinerar dagvatten under jord. De kan platsgjutas eller anläggas med prefabricerade (prefab) betong- eller plastkonstruktioner. I det här fallet rekommenderas prefab-konstruktioner i form av rörmagasin eller plastkassetter. Magasinet kan vara ihåligt eller vara fyllt med makadam och matas vanligtvis genom en brunn eller, om magasinet är långt och smalt eller fyllt av makadam, via en dagvattenledning som mynnar i en spridningsledning. Det rekommenderas att ett sandfång, eller annan typ av intagsfilter, installeras för att minska risken för igensättning vid magasinets inlopp. Tömning av magasinet kan ske på olika sätt, men vanligast är att utforma magasinet med ett strypt utlopp, vilket innebär att de töms kontinuerligt. Ett strypt utlopp är bra då avlastning på ledningsnät ofta är en positiv bieffekt av en ny- eller ombyggnation. Ett magasin som utformas så att det kan tömmas ökar livslängden på anläggningen. I Figur 14 presenteras exempel på ett kasset- och ett rörmagasin.



**Figur 14.** Exempel på hur avsättningsmagasin kan utformas. Den vänstra bilden är ett kassetmagasin och kommer från Uponor medan den högra föreställer ett rörmagasin och kommer från Meag Va-system.

Då denna typ av magasin är underjordiska tar de ingen eller mycket liten markyta i anspråk och volymen i magasinet kan enkelt utformas efter behov. Utformningen beror på om anläggningen utformas som tom eller fyllt med makadam. Reningsförmågan i avsättningsmagasinen uppstår främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar. Graden av rening beror på flödesförhållandena i magasinet, men avskiljningsförmågan kan i bästa fall ligga på 30 – 65 procent för totalhalt av metaller och upp till 50 procent för totalfosfor. Anläggningen renar inga lösta föroreningar.

Enligt beräkning i Tabell 10 behöver ett avsättningsmagasin dimensioneras för att ta hand om 77 m<sup>3</sup> för att hantera 10 mm nederbörd på mindre förorenade ytor inom Kvarter A, dvs. takytor, samt för att fördröja dagvatten från växtbäddsytor. Det rekommenderas att anläggningen konstrueras så att den går att slamsuga.

### **Trädplantering, skelettjord och luftigt bärlager**

Ytor som planeras med trädplanteringar inom utredningsområdet rekommenderas att byggas upp med skelettjordar. Den största ytan här är cykelparkeringen i kvarter B. Skelettjordar är uppbyggda med makadam och de kan själva utgöra bärlager för vägar och trottoar. Skelettjorden är yteffektiv eftersom den till största delen anläggs under hårdgjorda ytor. I och med att den ligger under hårdgjorda ytor behöver tillgång till luft och vatten byggas in i systemet. Detta åtgärdas genom att luftbrunnar sätts i det så kallade luftiga bärlagret som tar in luft och som också släpper in vatten. Luftbrunnar kan med fördel placeras i slutet av en rännal. Skelettjorden kan utformas på flera olika sätt, men mest vanligt är följande tre:

1. med finjord nerspolad i skelettet,
2. helt utan finjord, eller
3. med biokol istället för finjord.

Utformning 1 innebär att den huvudsakliga utjämningsvolymen ligger i det luftiga bärlagret, men det är viktigt att tänka på att endast 1/3 av det luftiga bärlagret kan användas som utjämningsvolym och ca 12 % i den delen som också är fylld med jord. Skelettjordar har stor kapacitet för infiltration och genomsläppligheten har uppmätts till 100 mm/h (enligt Trafikkontoret på Stockholms stad). Skelettjordars förmåga att rena dagvatten bedöms vara mycket goda.

På grund av svårigheten med att spola ned jord i skelettjorden har varianter utan jord (utformning 2) provats i ett flertal anläggningar. Det ger en större utjämningsvolym, men lägre uppehållstid då genomsläppligheten ökar i och med avsaknaden av finjord. Att ta bort finjorden minskar även reningseffekten och förmågan att leverera vatten och näring till träden. Detta kan kompenseras genom att man utför skelettjorden med en liten dämning i botten som håller kvar vatten.

Stockholms Stad har arbetat mycket med skelettjordar och hoppas på ökad prestanda genom inblandning av biokol (utformning 3). Biokolen fungerar som ett reningsfilter, men skapar också goda förutsättningar för svampar och mikroliv i substratet. Om skelettet fylls med biokol blir utjämningsvolymen i skelettjorden större än vid nedspolning av jord.

Dagvatten från trafikerade ytor innehåller höga halter föroreningar och bör renas och fördröjas, vilket gör skelettjordar till en optimal lösning i väg- och parkeringsytor. I Figur 15 visas exempel på hur skelettjordar kan installeras på torgytor och vid gator.

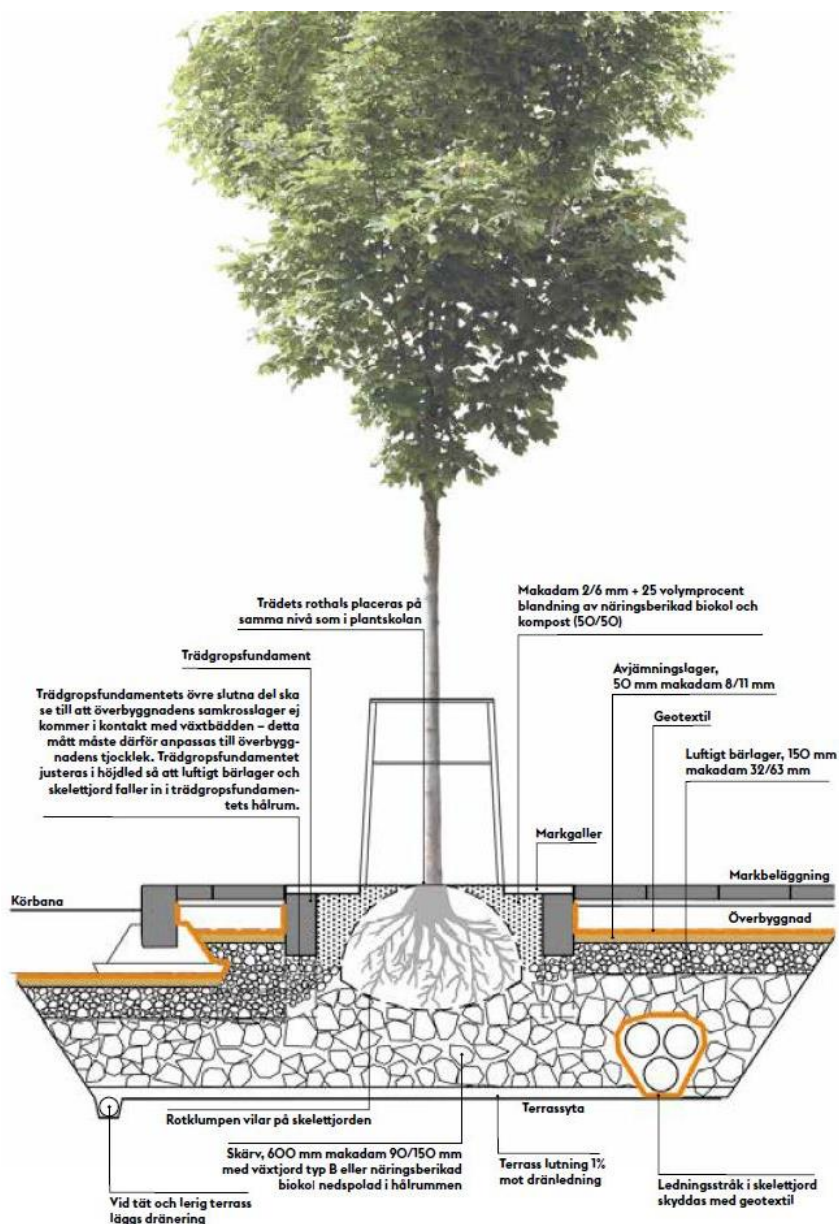


**Figur 15.** Exempel på trädplanteringar i skelettjordar vid torg och vid gata. Foto: Sweco.

I Figur 16 presenteras en sektionsritning av en skelettjord med ett träd. Det går även att utforma skelettjord under hårdgjorda ytor utan träd. Skelettjordar utformas med fördel som en långsgående sammanhållen anläggning längs med en väg eller GC, alternativt under ett torg (Stockholm stad, 2017).

Enligt beräkning i Tabell 10 behöver en skelettjord dimensioneras för att ta hand om 68 m<sup>3</sup> för att hantera 10 mm nederbörd inom hela kvarter B. Det rekommenderas att skelettjorden utformas för att hantera hela volymen dagvatten för kvarteret och därför behöver ingen flödesreglering installeras. Observera att en flödesregulator kan installeras, men detta rekommenderas då utföras under projekteringsfasen.





Figur 16. Principsektion av skelettjord med trädplantering (Stockholm stad, 2017).

### 1.1.1 Växtbäddar

Då en stor del av utredningsområdet kommer att underbyggas med garage så kommer två typer av växtbäddar undersökas. Funktionen är densamma, men växtbäddar ovan bjälklag har ett begränsat djup och ingen möjlighet till infiltration. Växtbäddar som inte underbyggs har möjlighet att byggas djupare och trots att infiltrationskapaciteten är mycket begränsad är det möjligt med viss perkolation.

Växtbäddar rekommenderas utformas som lokala lågpunkter i topografin för att kunna ta emot dagvatten från hårdgjorda ytor och samtidigt ge ett trevligt inslag i stadsmiljön. Genom infiltration i mark, avdunstning och upptag i växtligheten hjälper anläggningarna till med såväl rening som fördröjning. Vid konstruktion bör växtbäddarna anpassas efter

de specifika förhållandena som gäller för den plats där anläggningen ska placeras. Faktorer som spelar in är typ av växter (enkla växter, buskar eller träd), omgivande marktyp (i det här fallet lera) samt djup och läge för anläggningen (solljus, nedtrampningsrisk, m.fl.). Önskad renings- och fördröjningseffekt beror på djup och materialval i växtbädden. I Figur 17 presenteras exempel på nedsänkta växtbäddar och växtbäddar ovan bjälklag.

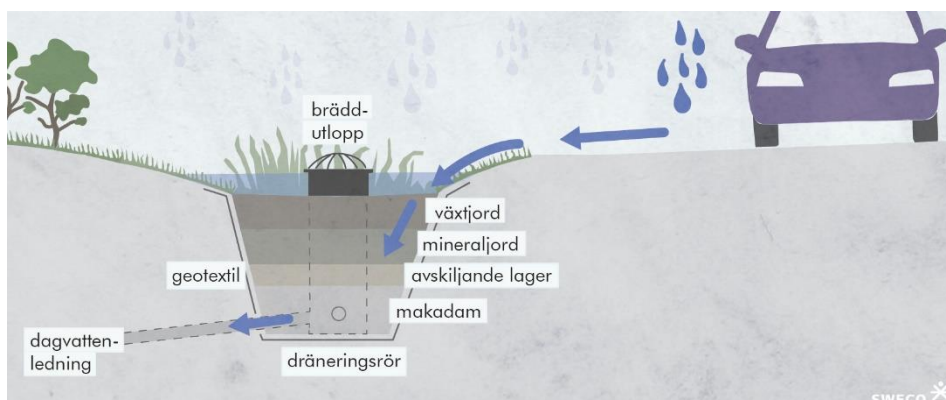


**Figur 17.** Till vänster visas en nedsänkt växtbädd på förgårdsmark i anslutning till lokalgata i Norra Djurgårdsstaden. Bilderna till höger visas växtbäddar i marknivå ovan bjälklag, den övre kommer från Östra Sala Backe och den nedre från Norra Djurgårdsstaden. Foto: Sweco.

Anläggningens area bör uppgå till 3–5 % av det reducerade tillrinningsområdet och bör kunna dräneras inom 24–48 timmar. För att säkerställa att dagvatten når anläggningen kan den med fördel placeras som utloppspunkt för dagvattenrännor. Anläggningen rekommenderas utformas med en dräneringsledning i botten på grund av den begränsade infiltrationsmöjligheten.

Stockholm Vatten och Avfall rekommenderar att jordlagret består av en sandbaserad växtjord med minst 0,5 m djup där porositeten ligger runt 15 %, men det går även att anlägga dem med en blandning av matjord och pimpsten (40/60) där porositeten blir högre, ca. 25 %. Notera att växtvalet bör spegla substratet i växtbädden. I denna beräkning har substratet antagits ha 25 % porositet.

Boverket rekommenderar att bräddmöjligheter anordnas så att vatten aldrig blir stående högre än 0,2 m. I Figur 18 visas en enkel tvärsnitt på en utformning av en nedsänkt växtbädd.



**Figur 18.** Principskiss för nedsänkt växtbädd med fördröjning ovanpå bädden.

Enligt beräkning i Tabell 10 behöver växtbäddar dimensioneras för att ta hand om 29 m<sup>3</sup> för att hantera 10 mm nederbörd från smutsiga ytor inom Kvarter A. Det rekommenderas att samtliga växtbäddar utformas som nedsänkta där det är möjligt för att maximera ytlig magasinvolym vid korta, mer intensiva, regn. Växtbäddar, i kombination med tidigare presenterat avsättningsmagasin, hanterar tillsammans 10 mm nederbörd över Kvarter A.

### Gröna tak

Gröna tak är ett samlingsbegrepp för vegetationstäckta tak som hjälper till att minska och utjämna dagvattenflöden, samt rena dagvatten. Avrinningen beror på hur tjockt taket är, men även delvis på takets lutning. Kapaciteten ökar med tjockleken på substratet, men ett mäktigare tak blir också tyngre, varför eventuella ökade konstruktionskostnader för byggnation måste tas i beaktande. I Tabell 11 ges exempel på hur tjockleken på jordlagret påverkar avrinningskoefficienten. Ett mindre värde på avrinningskoefficienten innebär därmed en mindre avrinning från takytan. I denna utredning har avrinningskoefficient 0,6 använts, motsvarande ett grönt tak 6–10 cm tjockt.

**Tabell 11:** Avrinningskoefficienter för gröna tak vid olika täckningsdjup (FLL, Green Roofing Guideline).

Täckningsdjup (cm)	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )
6-10	0,6
10-25	0,5
15-25	0,4
25-50	0,3
>50	0,1

Skötselmässigt kan gröna tak delas in i tre kategorier: extensiva, semi-intensiva och intensiva gröna tak. Med extensiva tak menar att skötsel ska vara mycket begränsad, där de normalt behöver renas på ogräs och gödglas 1 – 2 gånger per år. Sedumtak är den vanligaste sorten.

På semi-intensiva tak planteras gräs, perenner och buskar. Dessa kräver en mer omfattande skötsel, men den är ändå mindre omfattande än skötsel av en vanlig trädgård. Skötsel omfattar bevattning och tillförsel av gödning.

Intensiva tak kallas så för att de är arbetsintensiva. De kan bestå av rabatter, buskar och gräsmattor. Taken kräver regelbunden bevattning, gödning och annat underhåll som till exempel klippning.

Alla gröna tak kan behöva lagning av kala fläckar, där skott kan tas från tätvuxna delar. Detta ska göras i maj-september. Krattning rekommenderas och takbrunnar och hängrännor ska hållas fria från skräp. I Figur 19 visas ett exempel på hur ett extensivt grönt tak kan se ut. Det är även värt att nämna att samtliga gröna tak har en negativ reningseffekt gällande framför allt fosfor- och kvävehalter i avrinnande dagvatten. Detta beror på att det alltid sker en viss gödning av gröna tak och för att minimera läckage av näringsämnen rekommenderas att en plan för underhåll tas fram. På så sätt kan gödsling hållas på en minimal nivå för att undvika ytterligare belastning nedströms. Gröna tak som dagvattenanläggning fyller för det mesta funktion av fördröjningsanläggning för att minska avrinning från taktytor.



**Figur 19.** Exempel på ett extensivt tak på en byggnad. (Foto: Sweco)

Observera att flödes- och fördröjningsberäkningar i utredningen utgår från att gröna tak anläggs på förskolebyggnaden inom kvarter A. Om gröna tak inte anläggs, eller täcker en mindre/större yta, kommer flödet och den erforderliga fördröjningsvolymen ändras. Om inga gröna tak installeras innebär det en ökning av fördröjningsvolymen inom Kvarter A med drygt 2 m<sup>3</sup>. Vid större förändringar rekommenderas att en ny beräkning utförs.

### **Dagvattenrännor**

För att samla upp avrinnande dagvatten och effektivt leda det i önskad riktning kan dagvattenrännor installeras i området och låta dagvatten rinna längs med gångstråk, cykelvägar eller över torg/innergård vidare till reningsanläggningar. Utöver sin vattenledande funktion kan dagvattenrännor även bidra till gestaltningen av området och öka det estetiska värdet. I Figur 20 redovisas ett antal exempel på hur dagvattenrännor kan utformas.



**Figur 20.** Exempel på utformning av dagvattenrännor i urban miljö. (Det högra och vänstra exemplet är foton från Sweco, exemplet i mitten kommer från S:t Eriks räändalsplattor)

Vad som är viktigt att tänka på med dagvattenrännor är att, beroende på design, kan de komma att behöva rensas så att inte flödet täpps. Det gäller både från sedimenttransport och -ackumulering och vid perioder med större skräpsamlingar, exempelvis på höstkanten och efter vårfloeden. Då dagvattenrännor kan ses som hinder är det viktigt att de utformas i samarbete med personer som jobbar med tillgänglighet.

Dagvattenrännor föreslås anläggas vid alla stuprörsutkastare för att leda regnvatten i önskad riktning.

## **FÖRORENINGSBELASTNING EFTER EXPLOATERING**

### **Kvarter A**

Dagvatten från innergården på Kvarter A föreslås ledas till nedsänkta växtbäddar för rening och fördröjning. Takvatten bedöms innehålla låga halter föroreningar och därför föreslås att det ska ledas direkt till ett underjordiskt kassetmagasin för fördröjning av 10 mm innan anslutning till befintligt dagvattensystem.

I och med att växtbäddarna ska kunna byggas på bjälklag och att tillåtet växtbäddsdjup kan variera beroende på bjälklagets konstruktion, har två olika alternativ undersökts. Växtbäddar redovisas med ett djup på jordlager på 0,5 respektive 1 meter. Växtbäddarna antas vara nedsänkta cirka 10 cm och bestå av jord med en blandning av 60% pimpsten.

**Alternativ 1. Rening i växtbäddar (0,5 m djupa) + kassetmagasin**

I Tabell 12 redovisas beräknade halter och mängder av dagvattenföroreningar efter exploatering och rening i föreslaget dagvattensystem.

Tabell 12. Beräknade föroreningshalter och -mängder efter exploatering och rening för Kvarter A. Dagvatten från innergården renas i växtbäddar med ett substratdjup på 0,5 m. Takvatten leds direkt till ett underjordiskt kassetmagasin. Värden som gråmarkerats indikerar halter där föreslaget riktvärde överskrids.

Ämne	Efter exploatering		Efter rening		Avskild mängd (kg/år)	Riktvärde
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)		
P	170	0,85	46	0,23	0,62	50
N	1400	7,1	990	4,9	2,2	1250
Pb	3,6	0,018	0,76	0,0038	0,0142	14
Cu	12	0,058	3,1	0,016	0,042	10
Zn	30	0,15	8,1	0,04	0,11	30
Cd	0,55	0,0027	0,22	0,0011	0,0016	0,4
Cr	4,6	0,023	1,4	0,007	0,016	15
Ni	4,3	0,021	1,7	0,0085	0,0125	40
Hg	0,015	0,000076	0,003	0,000015	0,000061	0,05
SS	34000	170	12000	59	111	25000
Oil	200	1	25	0,12	0,88	1000
BaP	0,012	0,000059	0,005	0,000025	0,000034	0,05

**Alternativ 2. Rening i växtbäddar (1 m djupa) + kassetmagasin**

I Tabell 13 redovisas beräknade halter och mängder av dagvattenföroreningar efter exploatering och rening i föreslaget dagvattensystem.

Tabell 13. Beräknade föroreningshalter och -mängder efter exploatering och rening för Kvarter A. Dagvatten från innergården renas i växtbäddar med ett substratdjup på 1 m. Takvatten leds direkt till ett underjordiskt kassetmagasin. Värden som gråmarkerats indikerar halter där föreslaget riktvärde överskrids.

Ämne	Efter exploatering		Efter rening		Avskild mängd (kg/år)	Riktvärde
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)		
P	170	0,85	52	0,26	0,59	50
N	1400	7,1	1100	5,6	1,5	1250
Pb	3,6	0,018	0,84	0,0042	0,0138	14
Cu	12	0,058	3,7	0,018	0,04	10
Zn	30	0,15	8,7	0,043	0,107	30
Cd	0,55	0,0027	0,22	0,0011	0,0016	0,4
Cr	4,6	0,023	1,5	0,0075	0,0155	15
Ni	4,3	0,021	1,7	0,0085	0,0125	40
Hg	0,015	0,000076	0,0037	0,000018	0,000058	0,05
SS	34000	170	12000	59	111	25000
Oil	200	1	25	0,12	0,88	1000
BaP	0,012	0,000059	0,005	0,000025	0,000034	0,05

#### Kvarter B

Dagvatten från Kvarter B rekommenderas att ledas till en skelettjordskonstruktion för rening och fördröjning. I och med att området ska beläggas på bjälklag och det enligt situationsplanen ser mycket hårdgjort ut har två olika alternativ undersökts där skelettjorden anläggs med 0,8 respektive 1 meters djup. Skelettjorden antas ha en porositet på minst 30%.

#### Alternativ 1. Rening i skelettjord (0,8 m djup)

I Tabell 14 redovisas beräknade halter och mängder av dagvattenföroreningar efter exploatering och rening i skelettjord (djup 0,8 m).

Tabell 14. Beräknade föroreningshalter och -mängder efter exploatering och rening för Kvarter B. Dagvatten renas i skelettjordar med ett djup på 0,8 m. Värden som gränsmärks indikerar halter där föreslaget riktvärde överskrids.

Ämne	Efter exploatering		Efter rening		Avskild mängd (kg/år)	Riktvärde
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)		
P	140	0,65	86	0,39	0,26	50
N	1300	6,1	680	3,1	3	1250
Pb	2,6	0,012	1,1	0,0052	0,0068	14
Cu	11	0,048	4,2	0,019	0,029	10
Zn	25	0,11	7,6	0,035	0,075	30
Cd	0,6	0,0027	0,18	0,00082	0,00188	0,4
Cr	4,4	0,02	1,3	0,0061	0,0139	15
Ni	4	0,018	1,5	0,0068	0,0112	40
Hg	0,014	0,000062	0,0084	0,000038	0,000024	0,05
SS	20000	91	10000	46	45	25000
Oil	190	0,85	42	0,19	0,66	1000
BaP	0,012	0,000055	0,0054	0,000025	0,00003	0,05

#### Alternativ 2. Rening i skelettjord (1 m djup)

I Tabell 15 redovisas beräknade halter och mängder av dagvattenföroreningar efter exploatering och rening i skelettjord (djup 1 m).

Tabell 15. Beräknade föroreningshalter och -mängder efter exploatering och rening för Kvarter B. Dagvatten renas i skelettjordar med ett djup på 1 m. Värden som gränsmärks indikerar halter där föreslaget riktvärde överskrids.

Ämne	Efter exploatering		Efter rening		Avskild mängd (kg/år)	Riktvärde
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)		
P	140	0,65	92	0,42	0,23	50
N	1300	6,1	770	3,5	2,6	1250
Pb	2,6	0,012	1,2	0,0056	0,0064	14
Cu	11	0,048	4,5	0,02	0,028	10
Zn	25	0,11	8,1	0,037	0,073	30
Cd	0,6	0,0027	0,19	0,00088	0,00182	0,4
Cr	4,4	0,02	1,4	0,0064	0,0136	15
Ni	4	0,018	1,5	0,0068	0,0112	40
Hg	0,014	0,000062	0,0091	0,000041	0,000021	0,05
SS	20000	91	11000	50	41	25000
Oil	190	0,85	47	0,21	0,64	1000
BaP	0,012	0,000055	0,006	0,000027	0,000028	0,05

#### Sammanhängande bedömning

Efter exploatering och rening minskar föroreningsbelastningen mot recipient (Alternativ 1 för Kvarter A och Alternativ 1 för Kvarter B) för samtliga föroreningar, vilket visas i Tabell 16.



Tabell 16. Total förändring av föroreningsmängder före exploatering jämfört med efter exploatering och efter rening inom både Kvarter A och Kvarter B (kg/år).

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering och rening	Differens
P	kg/år	1,1	0,62	-0,48
N	kg/år	11,5	8	-3,5
Pb	kg/år	0,066	0,009	-0,057
Cu	kg/år	0,12	0,035	-0,085
Zn	kg/år	0,39	0,075	-0,315
Cd	kg/år	0,0042	0,00192	-0,00228
Cr	kg/år	0,047	0,0131	-0,0339
Ni	kg/år	0,048	0,0153	-0,0327
Hg	kg/år	0,00018	0,000053	-0,000127
SS	kg/år	380	105	-275
Oil	kg/år	1,84	0,31	-1,53
BaP	kg/år	0,000156	0,00005	-0,000106

Trots en övergripande minskning av mängden fosfor ligger halten över föreslaget riktvärde enligt Göteborgs stads riktvärden. Summerat över båda kvarteren ligger riktvärdet ~38 µg/l över föreslaget riktvärde. För att nå en högre reningsnivå i skelettjordar och växtbäddar är det möjligt att testa en inblandning av biokol. Biokol är kol som görs av organiskt material och används mer och mer i dagvattenlösningar. Biokolens unika egenskaper kopplade till rening av dagvatten är en hög dränerbar porositet, hög vatten- och lufthållande förmåga samt hög näringsbindande kapacitet. Stockholm Stad har under flera år använt biokol blandad med makadam i flera projekt för att förbättra förhållanden för träd och för att rena och fördröja dagvatten, med goda resultat. Biokol har en mycket god generell reningseffekt för flera föroreningar och bedöms kunna rena fosfor mellan 55–90 % (StormTac, 2017a och StormTac, 2017b). Biokolens kvalitet avgör dess fosforbindande förmåga och det är viktigt att den har framställts vid hög temperatur. Det måste dock belysas att det inte finns många fältförsök med biokol i reningsanläggningar.

Det är viktigt att notera att samtliga föreslagna dagvattenanläggningar kräver underhåll för att reningsnivån ska hållas optimal. På grund av detta rekommenderas att anläggningarna, i så lång utsträckning det är möjligt, konstrueras med möjlighet till rening.

# SLUTSATSER

- Översvämningsrisken för utredningsområdet bedöms i sammanhanget som låg och bör inte utgöra några hinder för kommande exploatering. Det finns en rad osäkerheter i utförd modellering där det mest relevanta är att översvämningszonen i anslutning till utredningsområdet kommer från flöden genererade av uppströms bräddning av Fyrisån. Fyrisån i anslutning till utredningsområdet kommer inte att brädda upp vid ett analyserat 100-årsflöde. Då flöden med längre återkomsttid riskerar att översvämma ett större område rekommenderas det att garagedfarter som placeras i riskzon för översvämnings utrustas med någon form av förebyggande åtgärd, ex. en vall eller vattentät port. I och med det faktum att utredningsområdet ligger i direkt anslutning till recipient och att det redan är bebyggt idag bedöms inga olägenheter skapas för närliggande fastigheter.
- Förutsättningarna för att exploatera marken bedöms vara goda, men infiltrationsmöjligheterna är dåliga pga. mycket tjocka lerlager i mark. Då nästan hela utredningsområdet kommer underbyggas bedöms detta inte vara ett problem för dagvattenhantering. Dagvattenlösningar ovan bjälklag rekommenderas att utformas enligt praxis med korrekta tätskikt och substrat. Även anläggningar där det inte är bjälklag bör tätas pga. att byggnation sker i vattenskyddsområde. Notera att arbete som utförs inom vattenskyddsområde kan komma att behöva dispensprövas. Observera att resultat i geoteknisk utredning har prioritet över slutsatser dragna i dagvattenutredningen. MUR och/eller geotekniskt PM bör användas för att säkerställa slutsatser dragna i denna utredning. Det behöver även säkerställas att den förorenade mark som finns inom utredningsområdet tas om hand så att infiltrerande dagvatten inte riskerar spridning av oönskade föroreningar. Arbetet innebär inte en markant ökad hårdgörning.
- Topografin i området bedöms vara relativt bra för avvattnings. Utredningsområdet bedöms ligga på en lokal höjd, men det finns en lågpunkt i den nordvästra delen av utredningsområdet (korsningen Dragarbrunnsgatan och Ebba Boströms gata) som behöver tas höjd för i projekteringen. Ett antal servisledningar har identifierats under utredning, men vilken/vilka serviser som behöver användas behöver säkerställas vid projektering av yttre VA.
- Exploateringen bedöms leda till något ökade flöden som helhet, men bedöms överlag bli lägre då fördröjningsåtgärder kommer att implementeras. Höjd har tagits för klimatförändringar genom användning av klimatkoefficient 1,25 i samtliga beräkningar. Enligt kravdokument från Uppsala Vatten ska 10 mm nederbörd fördröjas på fastighetsmark, med långsam avtappning under 12 timmar. För att fördröja 10 mm över hela utredningsområdets reducerade area behövs en fördröjningsvolym på ~145 m<sup>3</sup> hanteras.
- För Kvarter A har en uppdelning av dagvattnet gjorts för områden med mer och mindre förorenande markanvändningstyper. Rening och fördröjning ska ske av det första och enbart fördröjning rekommenderas av det sista. Detta resulterar i en fördröjningsvolym på ~29 m<sup>3</sup> för rening och totalt ~77 m<sup>3</sup> för fördröjning. Notera att viss rening sker i fördröjningsanläggningen, men endast av partikulära

bundna föroreningar. För Kvarter B har ingen uppdelning gjorts och fördröjnings- och reningsvolymen blir därför 68 m<sup>3</sup>.

- Det bedöms inte finnas några problem att uppnå fördröjning av 10 mm nederbörd inom utredningsområdet. Då arbetet ligger i ett väldigt tidigt skede har ett antal anläggningssamband tagits fram, men slutsatsen bedöms vara att yta finns för att ta hand om nederbördsolymer. Om fördröjning utförs av presenterade olymer dagvatten bedöms målen i Uppsala Vattens checklista uppnås.
- Föroreningsbelastningen (mängder) från utredningsområdet minskar efter exploatering för samtliga föroreningar. Halten för fosfor ligger ~38 µg/l över rekommenderat riktvärde från Göteborgs stad summerat över båda kvarteren. Som helhet minskar fosforbelastningen mot recipient med ~0,48 kg/år. För att nå ytterligare lägre värden på fosfor rekommenderas att biokol används i skelettjordar och växtbäddar. Föroreningsbelastningen mot recipient hamnar på en nivå under dagens och möjligheten att uppnå MKN förbättras. Exploateringen bedöms inte heller orsaka problem enligt Weser-domen.
- För att underlätta för dagvattenhanteringen rekommenderas att så få ytor som möjligt underbyggs med garage. Ytor som inte är underbyggda men planeras hårdgöras rekommenderas göras permeabla och utan tätning. Detta underlättar för infiltration, ökar trögheten i systemet och förbättrar reningen.
- Om dagvattenutredningens förslag gällande höjdsättning av området och byggnader, säkerhetsåtgärder i garagenedfarter, samt att föreslagna renande och fördröjande åtgärder installeras bedöms det inte finnas problem med översvämningar, eller risk för att inte uppnå satta MKN. Målen i Uppsala Vattens checklista bedöms uppnås och i och med den föreslagna fördröjningen bedöms belastning på ledningsnätet att minska.

# KÄLLOR

Alm, H., Pirard J., 2014. Dagvattenhantering – en exempelsamling. Uppsala Vatten.

Tillgänglig via:

[https://www.uppsalavatten.se/Global/Uppsala\\_vatten/.../dagvatten\\_exempelsamling.pdf](https://www.uppsalavatten.se/Global/Uppsala_vatten/.../dagvatten_exempelsamling.pdf)

Uppsala kommun, 2016. *Detaljplaneprogram för kvarteret Hugin i Kungsängen.*

Tillgänglig via: Underlag från beställare.

Geosigma, 2018. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. Slutrapport Måsen Etapp 2. Tillgänglig via:

[https://www.uppsala.se/contentassets/197b2cfe78a14355a69f533f4955391b/masen-etapp-2\\_riskanalys-asarna\\_slutversion-20180417.pdf](https://www.uppsala.se/contentassets/197b2cfe78a14355a69f533f4955391b/masen-etapp-2_riskanalys-asarna_slutversion-20180417.pdf)

Göteborgs stad, 2013. *Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten.*

Tillgänglig via: [https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fee9bd22-ed19-43ed-907c-14fc36d3da16/N800\\_R\\_2013\\_10.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fee9bd22-ed19-43ed-907c-14fc36d3da16/N800_R_2013_10.pdf?MOD=AJPERES)

Länsstyrelsen, 1990. *Uppsala läns författningssamling 03FS 1990:1, ISSN 0347-1659.*

Tillgänglig via:

[https://www.uppsalavatten.se/PageFiles/5536/skydds%C3%B6reskrifter\\_uppsala-vattholma.pdf](https://www.uppsalavatten.se/PageFiles/5536/skydds%C3%B6reskrifter_uppsala-vattholma.pdf)

Länsstyrelsen, 2015. *Riskhanteringsplan för översvämning av Fyrisån i Uppsala stad, Länsstyrelsens meddelandeserie 2015:10.*

Tillgänglig via:

[https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor\\_klimat/oversvamning/Riskhanteringsplaner/Uppsala.pdf](https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor_klimat/oversvamning/Riskhanteringsplaner/Uppsala.pdf)

MSB, 2013. *Översvämningskartering utmed Fyrisån, Rapport nr: 1, 2013-05-23.*

Tillgänglig via:

[https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor\\_klimat/oversvamning/Oversvamningsdirektivet/Rapporter/Fyrisan\\_Uppsala.pdf](https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor_klimat/oversvamning/Oversvamningsdirektivet/Rapporter/Fyrisan_Uppsala.pdf)

Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark, Uppsala Vatten,

Tillgänglig via:

[https://www.uppsalavatten.se/Global/Uppsala\\_vatten/Dokument/Rapporter%20och%20redovisningar/UV\\_PDF\\_riktlinjer\\_dagvatten.pdf](https://www.uppsalavatten.se/Global/Uppsala_vatten/Dokument/Rapporter%20och%20redovisningar/UV_PDF_riktlinjer_dagvatten.pdf)

Stormtac, 2019. Guide StormTac Web.

Tillgänglig via: [http://app.stormtac.com/dwl/Guide\\_StormTac\\_Web\\_Sve.pdf](http://app.stormtac.com/dwl/Guide_StormTac_Web_Sve.pdf)

StormTac, 2017a. *Litteraturstudie av reningseffekten i olika typer av skelettjordar och växtbäddar.*

Tillgänglig via: StormTacs interna supportdokument.

StormTac, 2017b. PM. *Reningseffekten i skelettjordar med tillägg av biokol och kompost.*

Tillgänglig via: StormTacs interna supportdokument.

Svenskt Vatten, 2016. *Publikation P110 – Avledning av dag-, drän- och spillvatten.*

Tillgänglig via: [http://vav.griffel.net/filer/p110\\_del1\\_jan2016.pdf](http://vav.griffel.net/filer/p110_del1_jan2016.pdf)

Sweco, 2017. *Översiktlig dagvattenutredning kvarteret Hugin.*

Tillgänglig via: Underlag från beställare.

Vattenskyddsområde Uppsala- och Vattholmaåsarna, Uppsala Vatten. Länsstyrelsen Uppsala län 03 FS 1990:1

Tillgänglig via:

[https://www.uppsalavatten.se/Global/Uppsala\\_vatten/Dokument/Kartor/Vattenskyddsomr%C3%A5de\\_Uppsala\\_Vattholma.pdf](https://www.uppsalavatten.se/Global/Uppsala_vatten/Dokument/Kartor/Vattenskyddsomr%C3%A5de_Uppsala_Vattholma.pdf)

VISS, 2019. *Fyrisån Jumkilsån – Sävjaån.*

Tillgänglig via: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA93715408>

**Beställare** Vasakronan AB  
**Uppdrag** Vasakronan Kv Hugin  
**Konsult** Sweco Environment AB  
**Handläggare** Patricia Rull & Andreas Sandwall  
**Granskad av** Elisabeth Nejdmo