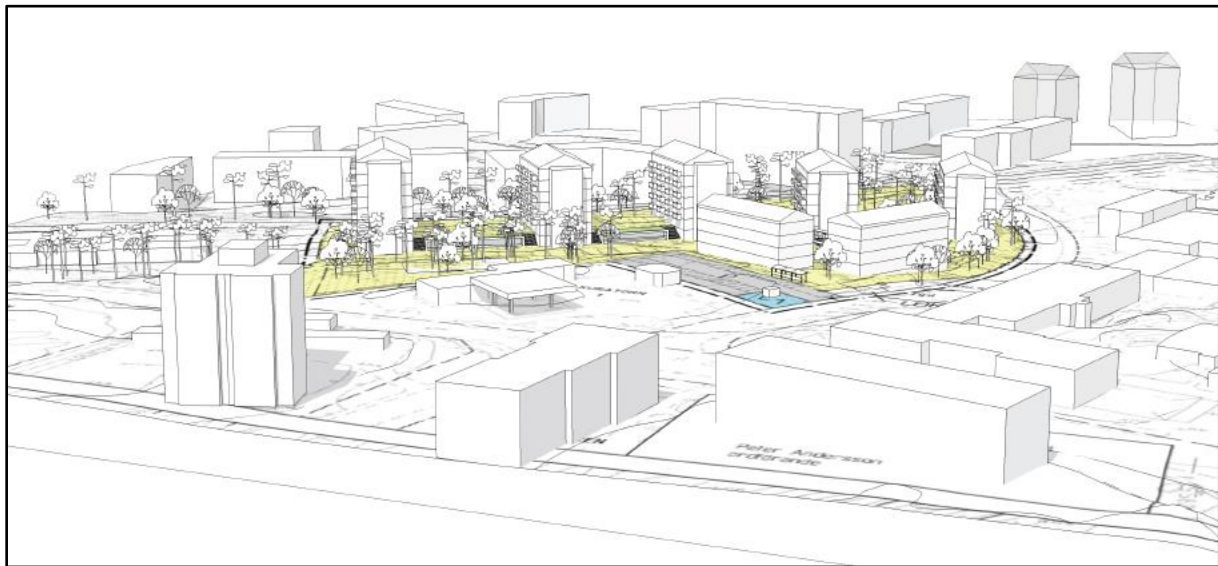



**DAGVATTENUTREDNING**  
**Kv Kuratorn 2, Trollhättans stad**

---



Uppdrag Dagvattenutredning kv Kuratorn 2, Trollhättans stad		Uppdragsnr. 20044	
Uppdragsgivare A-sidan arkitektkontor AB		Kontaktperson Camilla Thunmarker	
Konsult Marktema AB	Status Slutversion	Datum 2020-11-06	Senast rev.
Uppdragsansvarig Annika Ritzman			
Handläggare Annika Ritzman			
Granskad av David Källman			
<b>MARKTEMA AB</b> Propellervägen 4A 183 62 Täby Organisationsnr 556413-8005 Telefon 08-732 58 00 E-post info@marktema.se www.marktema.se			

## SAMMANFATTNING

Som en del i framtagande av en ny detaljplan har Marktema, på uppdrag av A-sidan arkitektkontor, utfört en dagvattenutredning för en planerad exploatering inom fastigheten Kuratorn 2. Detaljplanområdet omfattar 1,65 hektar och är beläget i Karlstorp, Trollhättans stad.

Inom fastigheten Kuratorn 2 finns idag bostadsbebyggelse. Detaljplanen utarbetas i syfte att möjliggöra bebyggelse av nya bostäder. Initialt planeras bebyggelse av studentbostäder.

Det övergripande syftet med dagvattenutredningen har varit att kartlägga planområdets förutsättningar samt föreslå åtgärder för planförslagets dagvattenhantering, både med fokus på dagvattnets kvalitet och kvantitet. Föreslagna åtgärder grundas på Trollhättans stads strategi för dagvattenhantering.

Beräkningar har utförts i enighet med Svenskt Vattens publikation P110 (2016). Utredningsområdet bedöms motsvara tät bostadsbebyggelse och dagvattensystemet ska därför dimensioneras mot 20-årsregn med klimatfaktor 1,25 för dämning till marknivå.

Geotekniska underlag visar att marken inom planområdet delvis består av urberg överlagrat av tunt eller osammanhängande lager av morän och delvis av glacial lera. Planområdet bedöms ha låg infiltrationskapacitet. Topografiskt avleds utredningsområdet till Göta Älv. I dagsläget sker detta i kombinerad spillvattenledning och därmed via ett reningsverk.

Resultatet av beräkningar visar en ökning av dimensionerande dagvattenflöden, främst till följd av klimatkompensation. Hos 11 av 12 studerade föroreningsämnen förväntas bebyggelsen resultera i viss mängdökning, dvs ökad föroreningsbelastning.

Föreslagen systemlösning bygger på att dagvatten hanteras genom självfall i lokala dagvattananordningar ovan och under mark. Genom trög dagvattenhantering återfås rening och fördröjning som efterliknar naturliga processer.

Dagvatten som uppstår på exploaterad yta, dvs tak, gata, parkering eller hårdgjord gårdsyta passerar minst ett hanteringssteg med kvalitetshöjande och fördröjande funktion innan avledning ut från fastigheten. Då infiltrationen förväntas vara låg förordas att anordningarna bräddar mellan varandra i syfte att erhålla rening och fördröjning i flera steg innan samlad fördröjning i områdets lågpunkt.

Med föreslagen dagvattenhantering förväntas den sammanvägda föroreningssituationen för planområdet förbättras. Genomförda beräkningar visar att belastningen av samtliga studerade föroreningar kommer att minska vid utförande enligt föreslagen systemlösning jämfört med dagens situation. Förutsatt att systemlösningen genomförs samt bevaras genom skötsel och underhåll bedöms detaljplanen ej påverka Göta Älvs status negativt eller dess möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna.

I utredningen förordas säker höjdsättning av byggnaderna och dess omgivande gårdsytor, i syfte att skydda bebyggelsen mot ytligt förekommande dagvattenflöden från den egna tomtmarken samt från omgivande mark. Sekundär avledning förordas ske likt dagens situation. En del av planområdet ligger inom risk för att översvämmas vid höga flöden. I utredningen ges därför ett preliminärt förslag till lägsta golvnivå för den nya bebyggelsen.

Föreslagen exploatering bedöms ha viss påverkan på det nedströms instängda dämningområdet vid nederbördstillfällen överstigande systemets dimensionerande återkomsttid. Dock bedöms exploateringen inte innebära försämring nedströms. Den utjämningsvolym som föreskrivs tillgängliggöras i LOD-anläggningar inom fastigheten kommer att bidra till utjämning av delar av den volym som uppkommer inom planområdet vid ett 100-årsregn, jämfört med dagens situation med saknande av utjämnande ytor och anläggningar.

## INNEHÅLL

1	INLEDNING .....	6
1.1	Inledning .....	6
1.2	Syfte och mål.....	6
2	UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR.....	6
3	RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING.....	6
3.1	Trollhättans stads riktlinjer .....	6
3.2	Miljö kvalitetsnormer och åtgärdsnivå.....	7
4	OMRÅDESBESKRIVNING.....	8
4.1	Läge .....	8
4.2	Recipient.....	8
4.3	Markavvattningsföretag och vattendomar .....	9
4.4	Vattenskydd .....	9
4.5	Naturvärden.....	10
4.6	Markförutsättningar .....	10
4.6.1	Geologiska förhållanden.....	10
4.6.2	Mark- och grundvattenföroreningar .....	12
4.7	Befintlig och planerad markanvändning.....	12
4.7.1	Befintlig markanvändning.....	12
4.7.2	Planerad markanvändning.....	13
5	AVRINNINGSOMRÅDEN OCH AVVATTNINGSVÄGAR.....	15
5.1	Ytliga avrinning .....	15
5.2	Teknisk avrinning.....	16
6	DAGVATTENFLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSBHOV .....	17
6.1	Flöden.....	17
6.2	Fördröjning enligt åtgärdsnivå .....	19
7	FÖRORENINGAR.....	19

8	ÖVERSVÄMNINGSRISKER.....	21
8.1	Ledningsnät.....	21
8.2	Närliggande ytvatten.....	21
8.3	Sekundär avrinning och instängda områden.....	21
9	FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING.....	22
9.1	Övergripande.....	22
9.2	Lokalgata och markparkeringsytor.....	24
9.3	Takytor och gårdsmark.....	25
9.4	Parkeringsdäck.....	26
9.5	Samlad fördröjning i områdets lågpunkt.....	26
9.6	Anslutning till kommunalt ledningsnät.....	27
9.7	Anläggningsdata.....	27
9.8	Underhåll.....	27
10	SKYFALLSÅTGÄRDER.....	28
10.1	Höjdsättning och sekundär avrinning.....	28
11	SAMMANFATTNING OCH RESULTAT VID FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING.....	30
12	SLUTSATSER OCH FORTSATT ARBETE.....	31
13	FÖRSLAG TILL PLANBESTÄMMELSER.....	33
14	REFERENSER.....	33

## 1 INLEDNING

### 1.1 Inledning

Marktema har på uppdrag av A-sidan arkitektkontor genomfört en dagvattenutredning för ett bostadsområde som planeras att detaljplaneläggas inom fastigheten Kuratorn 2. Detaljplanområdet omfattar 1,65 hektar och är beläget i Karlstorp, Trollhättans stad. Inom fastigheten finns idag bostadsbebyggelse. Den befintliga bebyggelsen planeras att rivas och ersättas med ny bostadsbebyggelse, initialt avses bostäderna utgöra studentbostäder.

### 1.2 Syfte och mål

Reglering av uppkomst och hantering av dagvatten spelar en väsentlig roll för en exploaterings framtida miljöpåverkan. För att minska risk för skador i samband med kraftig nederbörd och miljöbelastning i våra vattenförekomster omfattas teknikområdet *Dagvatten* av såväl ramdirektiv som flertalet riktlinjer. För att möjliggöra byggnation i enighet med gällande direktiv vill man i tidigt skede identifiera exploateringsområdets förutsättningar till multifunktionell och långsiktigt hållbar dagvattenhantering.

Syftet med dagvattenutredningen är att beskriva hur dagvattenflöden och föroreningsgrader/mängder förväntas förändras vid föreslagen markanvändning, identifiera platsens och recipientens förutsättningar samt att ge förslag på dagvattenåtgärder som går i linje med gällande ramdirektiv och Trollhättans stads riktlinjer. Utredningen utförs även i syfte att förhindra skadeverkande översvämningar inom fastigheten samt nedströms belägna byggnader och infrastruktur.

Målet är att kvaliteten på det dagvatten som avleds från detaljplanområdet ska vara så bra att det inte riskerar att påverka recipientens status negativt, utan tvärtom bidrar till möjligheten att uppnå god vattenstatus i recipienten.

## 2 UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR

Under det pågående detaljplanarbetet utreds flera alternativa situationsplaner. Det scenario som studerats i denna dagvattenutredning är det alternativ som innehåller fler parkeringsplatser och således större hårdgörings- och föroreningsgrad än övriga alternativ. Det är med andra ord det alternativ som skulle ha störst påverkan på dagvatten som uppkommer inom planområdet. Detta för att säkerställa att de åtgärder som utreds och föreskrivs i utredningen är omfattande nog för samtliga alternativ.

Följande underlag ligger till grund för genomförd dagvattenutredning.

- Samlingskarta och baskarta, Trollhättans stad 2020-01-27
- Situationsplan, A-sidan arkitekter 2020-09-11
- PM Geoteknik, Bohusgeo AB 2020-09-09
- PM miljöteknisk markundersökning, Enviro Miljöteknik AB 2020-09-16

## 3 RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

### 3.1 Trollhättans stads riktlinjer

Till grund för utredningen ligger Trollhättans stads riktlinjer för dagvattenhantering (2010). I detta styrdokument framgår att kommunen strävar mot att säkerställa tillgång till vatten av god kvalitet samt skydda och förbättra vattenkvaliteten. Bland annat genom att tillse att det vatten

som faller ned i form av regn och snö kommer tillbaka till naturen utan att ta med sig miljöfarliga ämnen.

Nedan sammanfattas ett urval av de riktlinjer som Trollhättans stad anger som vägledning för att nå ovan.

- Dagvatten skall ses som en estetisk, biologisk och hydrologisk resurs och omhändertas på ett för platsen lämpligt sätt.
- Dagvatten skall hanteras på ett säkert, miljöanpassat och kostnadseffektivt sätt så att god bebyggelse- och god naturmiljö kan uppnås. Dagvattnet skall användas som en resurs för närmiljön och synliggöras där så är möjligt och motiverat.
- Den naturliga vattenbalansen skall eftersträvas.
- Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) skall genomföras där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Dagvatten till ledningssystem och reningsverk skall minska.
- Förorening av dagvatten skall begränsas, främst vad gäller metall- och petroleumprodukter. Åtgärder för att minska föroreningar skall genomföras i första hand vid föroreningarnas källor där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Förorenat dagvatten skall där så är möjligt och motiverat separeras från rent dagvatten.
- Hänsyn skall tas till att regnintensiteten kommer att överstiga den som dagvattenledningarna dimensionerats för. Därför skall planområden utformas så att avledning även kan ske ovan mark via gator eller diken. En strategi ska även finnas för hantering av eventuella instängda lågpunkter etc.

### 3.2 Miljökvalitetsnormer och åtgärdsnivå

Till följd av EU:s ramdirektiv för vatten har miljökvalitetsnormer (MKN) införts i Sverige. Miljökvalitetsnormer för ytvatten är ett juridiskt styrmedel med bestämmelser om kvaliteten på miljön i en vattenförekomst.

Ytvattenförekomster klassificeras i ekologisk och kemisk status. Den ekologiska statusen bedöms på en femgradig skala som *hög*, *god*, *måttlig*, *otillfredsställande* eller *dålig*. Kemisk ytvattenstatus klassas som *god* eller *uppnår ej god*.

För bedömning av ekologisk status vägs ett antal biologiska, fysikalisk-kemiska samt hydromorfologiska kvalitetsfaktorer samman. Bedömning av kemisk status grundas på EU-gemensamma gränsvärden för ett antal prioriterade ämnen.

Vid detaljplanläggning ska förutsättningar för dagvattenhantering ges som möjliggör att dess utgående dagvatten ej riskerar att försämra dess mottagande vattenmiljös enskilda kvalitetsfaktorer eller äventyrar dess möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna.

Det saknas nationell vägledning inom dagvattenområdet, men dagvattenhanteringen ska förhålla sig till att miljökvalitetsnormerna ska uppnås. För att ej riskera att försämra eller äventyra recipientens möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna har åtgärdsnivå för erforderlig rening och utjämning i denna detaljplanläggning satts till att exploateringen med tillhörande åtgärder för dagvatten ska innebära en förbättring avseende kvalitet och kvantitet jämfört med dagens situation.



## 4 OMRÅDESBESKRIVNING

### 4.1 Läge

Det aktuella utredningsområdet är beläget i Karlstorp, Trollhättans stad. Fastigheten angränsar till Karlstorpsvägen i öst, en nedlagd järnväg i norr, en förskola i väst och en bensinstation i söder. Ca 1km från planområdet i nordvästlig riktning ligger Göta älv, vilken både före och efter föreslagen exploatering är mottagare av utredningsområdets dagvatten. Se figur 1.



Figur 1. Översikt visande utredningsområdets läge (röd markering) samt mottagande vattenförekomst Göta Älv (Eniro u.å.).

### 4.2 Recipient

Kv Kuratorn 2 är beläget inom Västerhavets vattendistrikt och ingår i huvudavrinningsområde SE108000, vilket avvattnas till ytvattenförekomsten Göta älv, sträckning Slumpån till Stallbackaån. Se figur 2.





Figur 2. Översikt visande utredningsområdets läge (röd markering) och vattenförekomsten Göta Älv - Slumpån till Stallbacken (ljusblå linje) (VISS u.å.).

Enligt Länsstyrelsens vatteninformationssystem (VISS 2020) är status samt aktuella miljö kvalitetsnormer för denna vattenförekomst följande:

- Nuvarande ekologisk potential är *otillfredsställande*. Utslagsgivande för denna statusbedömning är vattenförekomstens hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Vattenförekomstens fysiska karaktär är väsentligt förändrad på grund av vattenkraft. Parametrar som utmärker sig är konnektivitet och hydrologisk regim.
- Nuvarande kemisk status är *uppnår ej god*. De prioriterade ämnen som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten är perfluoroktansulfon (PFOS), kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE). Av dessa har PBDE och kvicksilver mindre stränga krav, då det utifrån en nationell analys gjorts en bedömning att gränsvärdena för dessa överskrids i Sveriges alla vattenförekomster och att det i nuläget saknas metoder för att åtgärda detta.
- Med undantag för bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver, som har mindre stränga kvalitetskrav, är aktuell miljö kvalitetsnorm *god ekologisk status 2027* och *god kemisk ytvattenstatus* (ej tidsbestämt).

#### 4.3 Markavvattningsföretag och vattendomar

Det finns inga markavvattningsföretag eller vattendomar inom eller i anslutning till utredningsområdet.

#### 4.4 Vattenskydd

Utredningsområdet ligger ej inom vattenskyddsområde.

#### 4.5 Naturvärden

Det finns enligt länsstyrelsernas geodatakatalog inga skyddade naturvärden, forn- eller kulturlämningar inom eller i nära anslutning till det aktuella planområdet. Inom projektet har den grönyta som är belägen närmast bensinstationen lokaliserats som önskvärd att bevara, då den utgör en bra visuell avskärmning och tillför mervärde i området.

#### 4.6 Markförutsättningar

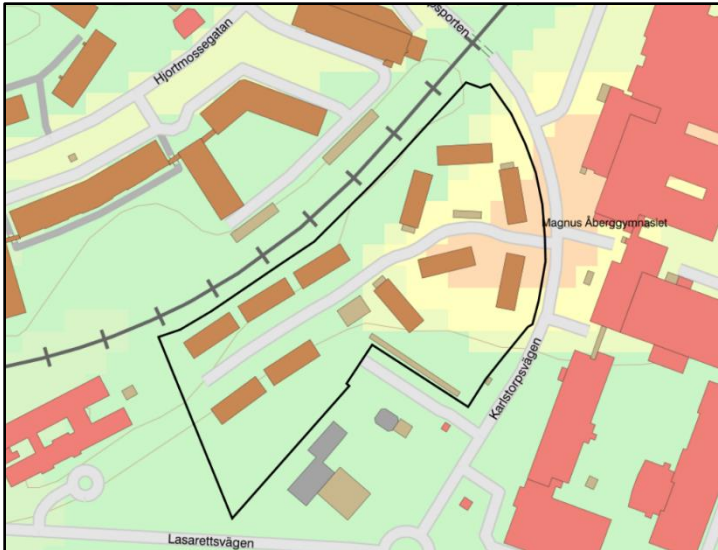
##### 4.6.1 Geologiska förhållanden

Enligt kartunderlag från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU 2019) antas marken inom planområdet delvis bestå av urberg överlagrat av tunt eller osammanhängande lager av morän och delvis av glacial lera. Se figur 3. Resultatet av geoteknisk undersökning utförd av Bohusgeo AB (2020) går i linje med detta, vilken anger att jordlagren i undersökt område i huvudsak utgörs av friktionsjord samt att det lokalt finns inslag av lera. I miljöteknisk markundersökning av Enviro Miljöteknik AB (2020) framgår att de vid fältobservation även påträffat fyllnadsmassor i några provpunkter samt gyttja i en punkt.



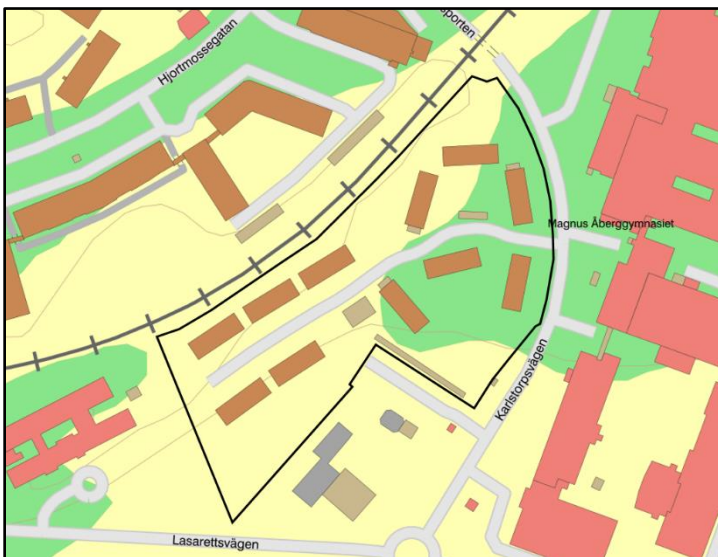
Figur 3. Jordartskarta från SGU (2019). Gult raster representeras av lera. Rött prickigt raster representeras av morän som underlagras av berg eller berg i dagen.

Jorddjupet, dvs avståndet till berg, bedöms enligt SGUs förenklade bild variera mellan 5–10m i orangemarkerat område, 3-5m i gult område, 1-3m i ljusgrönt område och 0m i grönt område (SGU u.å.). Se figur 4. Att jorddjupet inom fastighetens grönmarkerade områden är tunt eller saknas bekräftas även av den miljötekniska markundersökningen (Enviro Miljöteknik 2020) samt den geotekniska undersökningen (Bohusgeo 2020). De anger att det inom fastigheten förekommer berg i dagen. Utbredning av berg i dagen finns även illustrerat i geoteknisk plan G101 (Bohusgeo 2020).



Figur 4. Jorddjupskarta från SGU (u.å.) visande att jordlagren inom fastigheten (svart markering) skattas vara mellan 5-10 meter (orange), 3-5 meter (gult), 1-3 meter (ljusgrön) och 0 meter (mörkare grön).

Markens genomsläpplighet bedöms inom område med lera vara låg, medan genomsläppligheten inom område med urberg bedöms vara medelhög (SGU 2019). Detta är dock en förenklad bild. Urbergets genomsläpplighet är exempelvis beroende av sprickförekomst, vilken kan variera. Därtill ger kuperad terräng snabb ytavrinning, vilket försvårar för ytvatten att infiltrera marken. Dimensionering av dagvattensystemet bör därför utgå från att såväl ler- som urbergsområde har låg genomsläpplighet. Se figur 5.



Figur 5. Genomsläpplighetskarta från SGU (2019) visande att aktuellt exploateringsområde (svart markering) bedöms ha medelhög (gult raster) till låg (grönt raster) genomsläpplighet.

Grundvattenmätning har ej utförts i området. Enligt Bohusgeo AB (2020) bedöms nivån normalt ligga ca 1m under markytan och kan beroende på väderlek fluktuera.

Kännedom om områdets grundvattennivåer är viktigt vid närmare planering av dagvattensystemet och dess anläggningar. Det är positivt att möjliggöra infiltration i syfte att bidra till grundvattenbildning. Dock får dagvattenanläggningar inte riskera att påverka aktuella grundvattennivåer negativt genom dränering samtidigt som man vill undvika att grundvattnet påverkar anläggningens funktion negativt genom upptag av hålrumsvolym och således begränsar dess kapacitet.



Om risk för att grundvatten tränger upp i en anläggning föreligger bör den utformas som en tät konstruktion och undersökning av områdets grundvattennivåer bör därför kartläggas inför det skede då dagvattensystemet ska planeras i detalj. Som riktlinje förordas att dagvattenanläggning (såsom exempelvis regnbädd, magasin, stenkista eller skelettjord) konstrueras tät om avståndet till grundvattennivån är mindre än 0,5 meter under anläggningens bottennivå.

#### 4.6.2 Mark- och grundvattenföroreningar

Förekomst av markföroreningar (metaller, PAH och olja) har provtagits i 10 stycken punkter och resultatet finns presenterat inom den miljötekniska markundersökningen (Enviro Miljöteknik 2020). Provtagningen visar att marken i hälften av provpunkterna innehåller riktvärdesöverskridande koncentration av någon utav ämnena bly, koppar, krom eller nickel. Enviro Miljöteknik (2020) rekommenderar att förtätad provtagning utförs inför nybyggnationen.

För att undvika risk för urlakning och spridning av markföroreningarna via dagvatten behöver infiltrationsytor och mark som planeras att stå i kontakt med perkolerande (icke täta) dagvattenanläggningar saneras från riktvärdesöverskridande föroreningar. Förutsatt att förorenade massor saneras eller ersätts kan perkolation i terrassmaterial tillåtas i områdets framtida dagvattenanläggningar.

### 4.7 Befintlig och planerad markanvändning

#### 4.7.1 Befintlig markanvändning

Fastigheten är idag bebyggd med 11st flerbostadshus med pulpettak. Byggnaderna nås av en infartsväg från Karlstorpsvägen. Fastighetens infartsväg inrymmer ca 35st markparkeringsplatser. I övrigt omges bostadsbyggnaderna av komplementbyggnader, naturmark, gräsytor samt hårdgjorda markytor i asfalt, grus och betong. Se figur 6.

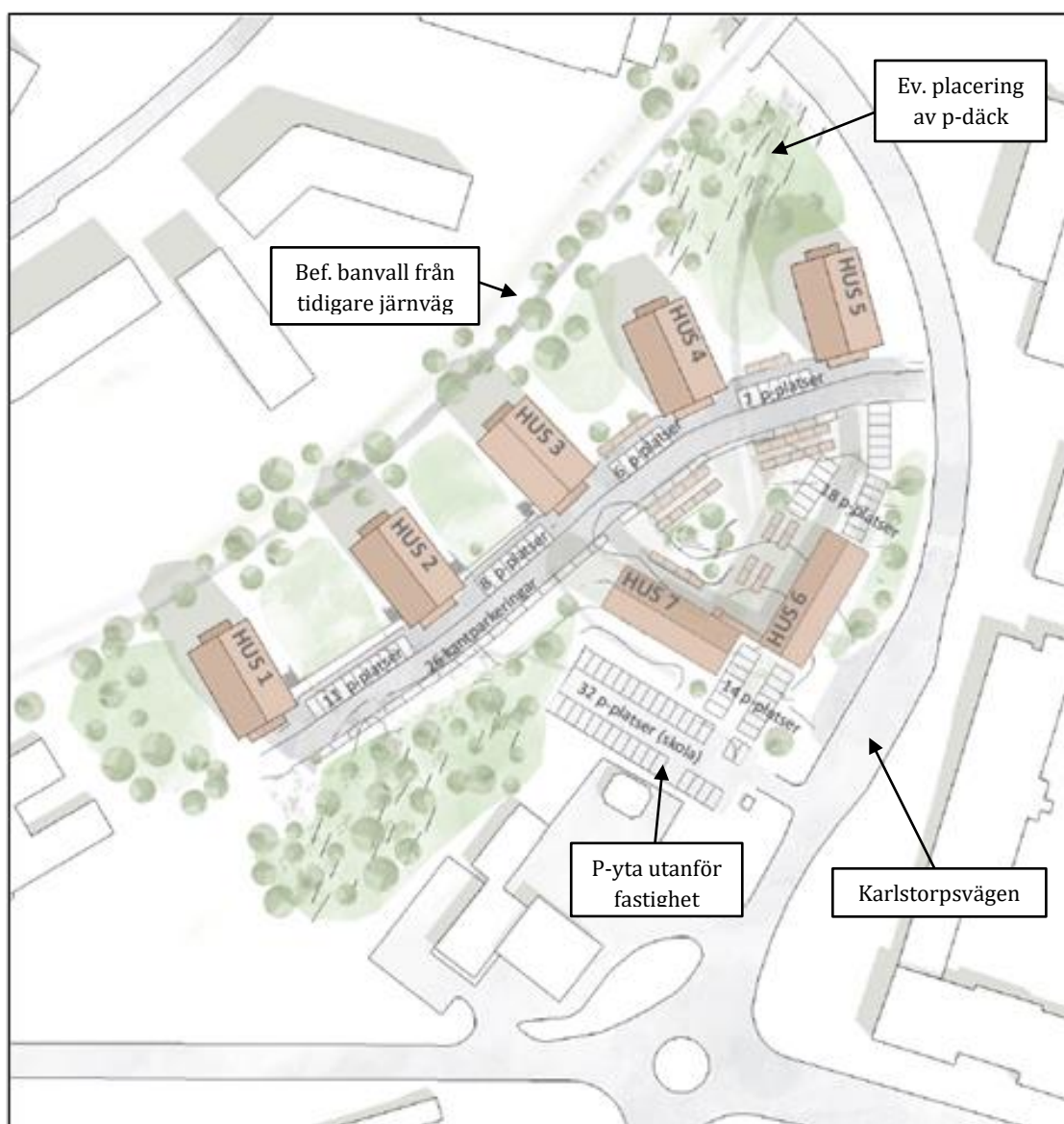


Figur 6. Översikt visande befintlig markanvändning (Flygfoto Trollhättans stad kartportal).

#### 4.7.2 Planerad markanvändning

Den planerade exploateringen återspeglar till stor del befintlig markanvändning. Den föreslagna bebyggelsen utgörs av 7st flerbostadshus. Byggnaderna avses utformas med sadeltak och eventuellt planeras några att utformas som suterränghus. Även fortsatt planeras en infartsgata med markparkeringsplatser att löpa genom fastigheten. Den situationsplan som utreds illustrerar 90st markparkeringsplatser. Därtill har 32 parkeringsplatser tillhörande intilliggande skola illustrerats, dessa ligger ej inom kv Kuratorn 2.

Föreslagen exploatering framgår av figur 7. Utöver det som syns på denna situationsplan ses möjlighet till addering av ett ca 700m<sup>2</sup> takbeklätt parkeringsdäck över. Placering av detta kommer i så fall möjliggöras i planområdets nordöstra del, mellan banvall och Karlstorpsvägen. Det eventuella parkeringsdäcket gör anspråk på grönyta/naturmark. Dess förväntade anspråk/påverkan är inkluderad i utredningens ytsammanställning, flödes- och föroreningsberäkningar.



Figur 7. Situationsplan visande planerad exploatering (A-sidan arkitektkontor, 2020-09-11).

En förenklad bedömning av den förändring mellan befintlig och planerad markanvändning som exploateringen innebär redovisas i figur 8 och 9 samt i tabell 1. Det eventuella parkeringsdäcket är ej illustrerat i nedan figurer, men invägt i tabell 1.










Figur 8. Befintlig markanvändning.



Figur 9. Planerad markanvändning.

-  Naturmark, träd, buskar och gräsytor.
-  Takyta
-  Hårdgjord markyta såsom lokalgata, gångbanor och markparkeringsplatser.
-  Grusyta
-  Gårdsyta (gräs-, asfalt- och grusytor inom ett bostadskvarter, antagna ca 1/3 av ytan vardera)

Tabell 1. Befintlig och planerad markanvändning inom planområdet.

Markanvändning	Befintlig yta (ha)	Planerad yta (ha)
Takyta inkl. tak p-däck	0,31	0,33
Hårdgjord lokalgata inkl. gångbana	0,33	0,26
Hårdgjorda markparkeringsytor	0,05	0,11
Grönyta/naturmark	0,89	0,83
Grusyta	0,07	-
Gårdsyta	-	0,12
<b>Total yta</b>	<b>1,65</b>	<b>1,65</b>

## 5 AVRINNINGSSOMRÅDEN OCH AVVATTNINGSVÄGAR

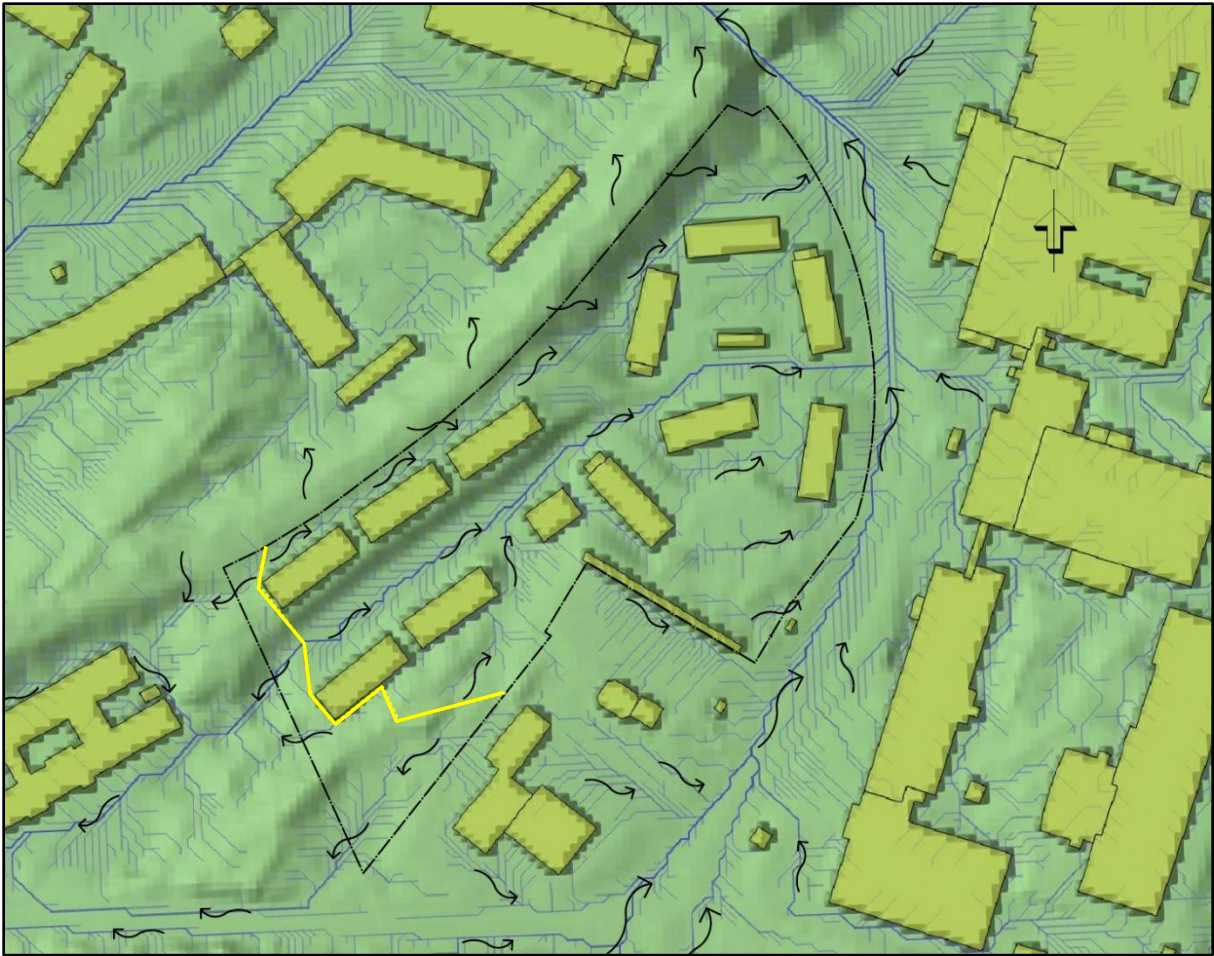
### 5.1 Ytliga avrinning

Topografin inom kv Kuratorn 2 är omväxlande med förekomst av såväl flacka partier som slänter. Markytans varierande nivåer faller övergripande från sydväst mot nordöst. En liten del av fastigheten avrinner topografiskt sett mot sydväst. Högsta punkt i sydväst mäter +54.38 möh och lägsta punkt i nordöst ligger på +47.00 möh. Ytlig avrinning, vid eventuell översvämning av fastighetens ledningssystem sker främst inom fastighetens lokalgata.

Omgivande mark är lägre än planområdet, med undantag för järnvägen som är belägen på bank. Vid normalnederbörd är tillrinningen till fastigheten därmed mycket liten.

Fastighetens nordöstra del ingår i ett instängt lågpunktsområde som dämmer vid eventuell översvämning. Ytlig tillrinning till denna lågpunkt från omgivande områden sker då främst via Karlstorpsvägen och passerar således utanför fastigheten tills det når det instängda området. När dämningen når sin högsta nivå sker bräddning under banvallen mot nordväst.

Se rinnvägar och rinnriktningar i figur10.



Figur 10. Översikt visande befintlig situation, med ytliga rinnvägar med riktningspilar (mörkblå linjer och svarta pilar) modellerat i Scalgo Live (Marktema 2020). Gul linje visar fastighetens nuvarande topografiska vattendelare.

## 5.2 Teknisk avrinning

Området ligger inom verksamhetsområde för kommunalt VA och Trollhättan Energi är huvudman för detta. Nuvarande avvattning av planområdet sker genom konventionell hantering i stuprörledning, till markrännor och dagvattenbrunnar utan fördröjning. Fastighetens system är anslutet till en dagvattenservis vid fastighetens utfart till Karlstorpsvägen. Det allmänna dagvattennätet i Karlstorpsvägen avleds idag till ett reningsverk via ett kombinerat spill-och dagvattensystem.

Fastighetens ledningsnät för dagvatten planeras även efter planens genomförande att, vid fastighetsgräns, anslutas till det befintliga ledningsnätet i Karlstorpsvägen. Med anledning av detta är det av vikt att säkerställa att den nya avtappningen ej ökar jämfört med befintlig situation, eftersom det är detta flöde som det befintliga ledningsnätet har dimensionerats för att kunna ta emot.

Det befintliga kombinerade spill- och dagvattennätet i Karlstorpsvägen planeras att på sikt kunna separeras för avledning i duplikatsystem, varvid exploatering inom Kuratorn 2 ska utföras med ett separerat dag- och spillvattensystem. I samband med genomförande av detaljplanen önskas servisans förbindelsepunkt flyttas enligt figur 11. För att bedöma detaljplanens framtida miljöpåverkan utgår utredningen från ett scenario där dagvatten avleds till recipient via separat ledning och inte till reningsverk.





Den dimensionerande nederbördsintensiteten för ledningssystemet har beräknats utifrån 10-, 20- respektive 100-års återkomsttid.

För att dimensionera med hänsyn till förväntade klimatförändringar har klimatfaktor inkluderats vid beräkning av planerad situation. Baserat på kunskapsläget 2015 rekommenderas klimatfaktor 1,25.

Rinntiden, det vill säga den tid som det bedöms ta innan hela fastigheten medverkar med ett flöde vid fastighetens utlopp, beräknas vara mindre än 10 minuter. Svenskt Vatten (2016) rekommenderar 10 minuter som lägsta dimensionerande rinntid, varvid 10 minuter har använts för denna dimensionering.

Tabell 2 visar den markanvändning och de avrinningskoefficienter som har använts som indata vid modelleringen av flöden. Avrinningskoefficient är ett uttryck för hur stor del av nederbörden som avrinner från en yta efter förlust genom infiltration, absorption, avdunstning eller magasinering i ytans ojämnheter. Koefficienten påverkar därmed både total avrinning och dimensionerande flöden.

Tabell 2. Markanvändning och tillämpade avrinningskoefficienter ( $\varphi$ ) för flödesberäkningar.

Markanvändning	$\varphi$	Befintlig yta (ha)	Befintlig yta Ared (ha)	Planerad yta (ha)	Planerad yta Ared (ha)
Takyta inkl. tak p-däck	0,9	0,31	0,279	0,33	0,297
Hårdgjord lokalgata inkl. gångbana	0,8	0,33	0,264	0,26	0,208
Hårdgjorda markparkeringsytor	0,8	0,05	0,04	0,11	0,088
Grönyta/naturmark	0,1	0,89	0,089	0,83	0,083
Grusyta	0,6	0,07	0,042	-	-
Gårdsyta	0,45	-	-	0,12	0,054
<b>Total yta</b>		<b>1,65</b>	<b>0,714</b>	<b>1,65</b>	<b>0,730</b>

Det nya dagvattensystemet rekommenderas dimensioneras för tät bostadsbebyggelse. Enligt Svenskt Vatten (2016) innebär detta att dimensionerande återkomsttid för fylld ledning ej ska understiga 5 år och för trycklinje i marknivå gäller 20 år.

Resultatet av genomförda flödesberäkningar framgår av tabell 3. Resultatet visar att områdets avrinning initialt förväntas likna dagens situation, men att det dimensionerande flödet är högre till följd av beräkning med klimatfaktor. Med andra ord beror ökningen på att den nya exploateringen planeras utifrån kännedom om att nederbördsintensiteten vid tiden för avrinningsområdets dimensionerande varaktighet förväntas öka i framtiden.

Tabell 3. Dimensionerande högsta flöde (l/s) vid regn med olika återkomsttider.

Återkomsttid	Flöden (l/s)			Procentuell ökning (%)	
	Befintligt exkl. klimatfaktor	Planerat exkl. klimatfaktor	Planerat inkl. klimatfaktor (1,25)	Planerat exkl. klimatfaktor	Planerat inkl. klimatfaktor (1,25)
5-årsregn	130	130	170	0	31
10-årsregn	160	170	210	6	31
20-årsregn	200	210	260	5	30
100-årsregn	350	360	450	3	29



## 6.2 Fördröjning enligt åtgärdsnivå

För att planerad exploatering ej ska öka befintliga flöden ut från fastigheten vid ett dimensionerande nederbördstillfälle styrs behovet av flödesutjämning av differensen mellan befintligt och planerat flöde.

Erforderlig volym är beräknad med flödesfaktor för att beräkna med hänsyn till att dagvattenanläggningar inte har maximalt utloppsflöde tidigare än vid maximal reglerhöjd. Maximalt och dimensionerande utflöde baseras på 20 års återkomsttid. Resultatet visar att det finns behov av fördröjning inom kv Kuratorn 2 motsvarande den våtvolum som anges i tabell 4.

$$V_{dmax} = 60 * t_r * (Q_{dim} - Q_{out,ave})$$

$$Q_{out,ave} = Q_{out} * f_{Qred}$$

$V_{dmax}$  Maximalt erforderlig utjämningsvolym (m<sup>3</sup>)

$t_r$  Regnvaraktighet (min)

$Q_{out}$  Maximalt utflöde (l/s)

$f_{Qred}$  Faktor för minskning av dimensionerande utflöde med hänsyn till att utloppsflödet inte är maximalt annat än vid max reglerhöjd: 2/3.

$Q_{out,ave}$  Dimensionerande utflöde (l/s)

Tabell 4. Erforderlig fördröjningsvolym vid målsättning att ej öka utgående flöde vid ett dimensionerande 20-årsregn.

Erforderlig fördröjningsvolym	Våtvolum
Återkomsttid 20 år	77 m <sup>3</sup>

## 7 FÖRORENINGAR

Sammansättning av föroreningar i dagvatten och i vilken halt de förekommer varierar beroende på vilken typ av yta som dagvattnet rinner över och på nederbördssituationen. För beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll har dagvatten- och recipientmodellen Stormtac använts. Modellen beräknar föroreningssituation utifrån årsmedelavrinning samt schablonhalter för aktuella yttyper.

De schablonhalter som finns tillgängliga i Stormtac är baserade på mätdata från tidigare studerade områden. Mängden och kvaliteten på denna data är varierande, vilket innebär att de halter och belastningsnivåer som presenteras i denna utredning bör utläsas med viss osäkerhet.

I rapporten redovisas föroreningshalter (µg/l) och föroreningsbelastning (kg/år) sammanvägt för hela fastigheten. Följande föroreningar har beräknats: fosfor, kväve, bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel, kvicksilver, suspenderad substans, opolära alifatiska kolväten (olja) och Bens(a)pyren. För samtliga ämnen redovisas totalhalter.

Årsmedelavrinning bygger på antagande om 787mm årsnederbörd och volymavrinningskoefficienter enligt tabell 2.

Föroreningsberäkningar har utförts för tre fall.

1. Befintligt: Föroreningshalter och belastning för fastigheten före exploatering.
2. Planerat utan dagvattenåtgärder: Föroreningshalter och belastning för fastigheten efter planens genomförande utan renande eller fördröjande åtgärder.
3. Planerat med dagvattenåtgärder: Föroreningshalter och belastning för fastigheten efter planens genomförande med de reningsåtgärder som föreslås under avsnittet *Förslag till dagvattenhantering*.

Föroreningshalter nedan baseras på följande formel:

$$C_{\text{tot}} = 1\,000\,000 * L_{\text{tot}} / Q_{\text{tot}}$$

$C_{\text{tot}}$  Total föroreningshalt ( $\mu\text{g/l}$ )

$L_{\text{tot}}$  Total belastning från fastighetens alla delavrinningsområden ( $\text{kg/år}$ )

$Q_{\text{tot}}$  Total årsmedelavrinning från fastighetens alla delavrinningsområden ( $\text{m}^3/\text{år}$ )

Resultatet av simulering av befintlig och planerad situation utan åtgärder visar att koncentrationen av nästan alla undersökta ämnen förväntas öka, med undantag av kväve och kvicksilver, se tabell 5. Den totala belastningen förväntas öka hos samtliga ämnen utom kvicksilver, se tabell 6.

Tabell 5. Beräknade föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) i dagvattnet från fastigheten före (befintligt) och efter planerad exploatering utan rening. Koncentrationer som ökar är markerade med röd text.

Ämne	Enhet	Befintligt	Planerat utan åtgärder
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	98	110
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 200	1 200
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	3,8	5,1
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	12	13
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	23	29
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,34	0,37
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	4,2	4,7
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	4,3	4,8
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,029	0,027
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	37 000	42 000
Oljeindex (olja)	$\mu\text{g/l}$	270	280
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,0097	0,012

Tabell 6. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) från fastigheten före (befintligt) och efter planerad exploatering utan rening. Mängder som ökar är markerade med röd text.

Ämne	Enhet	Befintligt	Planerat utan åtgärder
Fosfor (P)	kg/år	0,79	0,88
Kväve (N)	kg/år	9,4	9,7
Bly (Pb)	kg/år	0,03	0,041
Koppar (Cu)	kg/år	0,093	0,1
Zink (Zn)	kg/år	0,18	0,23
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0028	0,003
Krom (Cr)	kg/år	0,034	0,038
Nickel (Ni)	kg/år	0,034	0,039
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00023	0,00022
Suspenderad substans (SS)	kg/år	300	340
Oljeindex (olja)	kg/år	2,2	2,3
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000078	0,000097

## 8 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

### 8.1 Ledningsnät

Det finns ingen känd översvämningsproblematik i det ledningsnätet som fastigheten ska ansluta till.

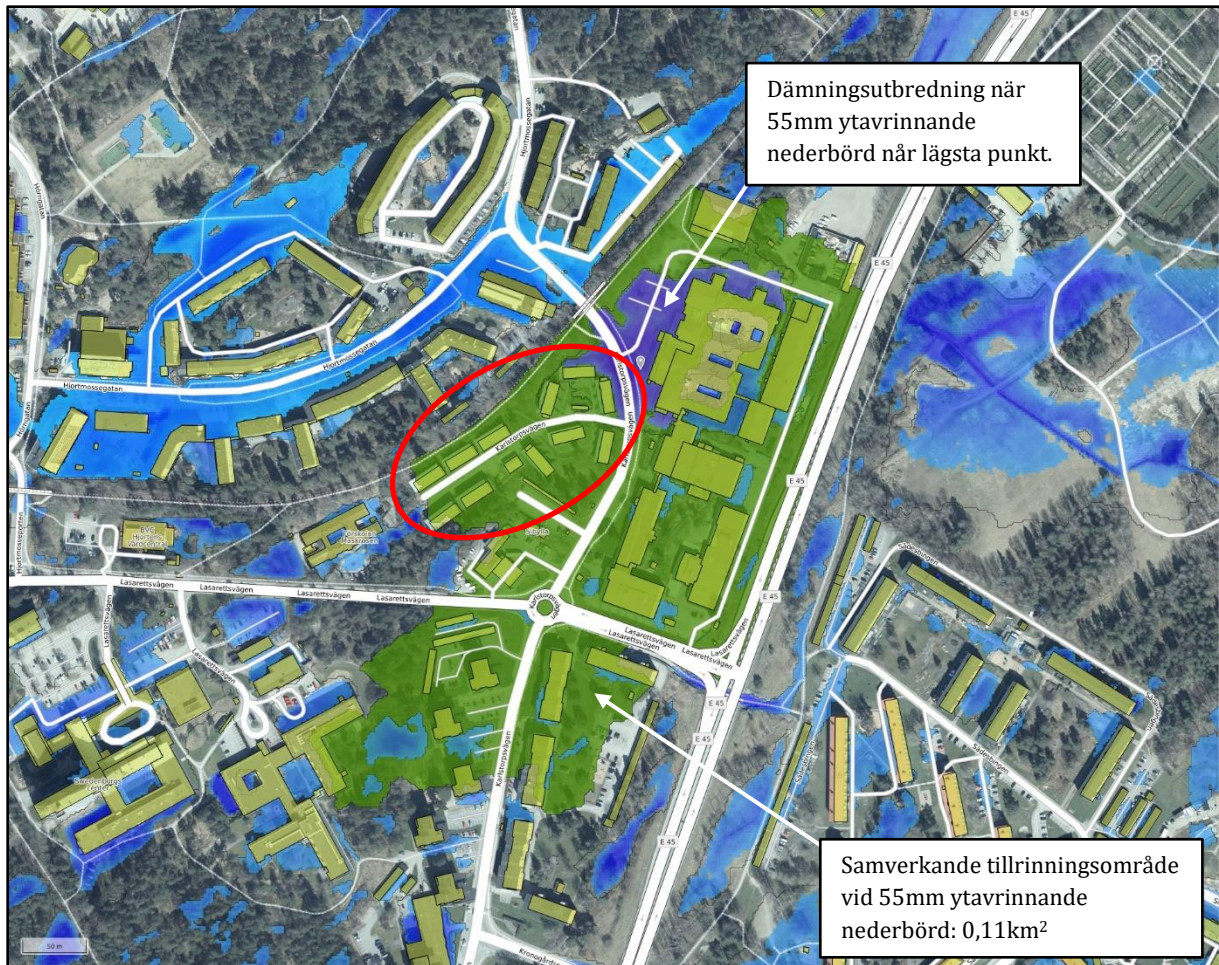
### 8.2 Närliggande ytvatten

Utredningsområdet ligger ej inom riskzon att påverkas av närliggande ytvatten vid höga flöden. Däremot påverkas området av ytlig dämning i ett instängt område, vars utbredning vid eventuell översvämning i ledningsnät delvis sker inom fastighetens nordöstra del.

### 8.3 Sekundär avrinning och instängda områden

För att studera utbredning av lågpunkter och ytliga flödesvägar mellan lågpunkterna har ett skyfallsscenario simulerats i det GIS-baserade modelleringsprogrammet SCALGO Live. SCALGO Live använder Lantmäteriets höjddata och modellen används främst för identifiering av lågpunkter som kan vara problemområden. Genom att modellen inte inkluderar avledning i ledningsnät och infiltration visas värsta möjliga översvämningsscenario vid en viss regnmängd.

Sekundär avrinning från kv Kuratorn 2 sker i huvudsak till en lågpunkt som är belägen vid Karlstorpsvägen i nordöst. Tillrinning mot detta område sker även från omgivande bebyggelse. Vid ett 100-årsscenario kan förväntas att ca 11ha omgivande mark bidrar med ytlig avrinning till detta område. I figur 12 visas översvämning baserat på 55mm nederbörd utifrån nuvarande topografi. Förslag till åtgärder för att säkra att den nya bebyggelsen inte skadas av eventuell översvämning inom detta instängda område framgår i avsnitt *Skyfallsåtgärder*.



Figur 12. Utbredning av dämning samt bidragande tillrinningsområde vid 55mm nederbörd (Scalگو Live, Marktema 2020). Planområdets läge är inringat med röd markering.

## 9 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

### 9.1 Övergripande

Dagvattenhanteringen ska verka för att de flöden som bildas omhändertas nära källan alternativt uppehålls och dämpas i renings- och fördröjningsanläggning. Detta för att jämna ut flödestoppar från fastigheten och på så vis minska belastningen på det kommunala ledningsnätet och recipienten. Målet är att efterlikna naturliga renings- och fördröjningsprocesser samt att skydda bebyggelsen mot översvämningar.

Höjdsättning av planområdet bör sträva mot att ytlig avledning och ledningsnät likt idag ska falla mot nordväst. Eventuella ytor som höjdsätts avrinna mot förskolan i sydväst bör endast utgöras av mindre ytor av naturmark/grönyta.

Dagvatten bildas då regn- och smältvatten hindras från infiltration i mark och istället översvämmas eller rinner av ytligt. Mängden tät markmaterial påverkar möjligheten till infiltration och därmed mängden dagvatten. En generell rekommendation är därför att välja genomsläppliga material i den mån det är möjligt.

Hårdgjorda ytor kan exempelvis beläggas med grus eller marksten med genomsläpplig fog. Åtgärden medför fortsatt infiltration och mängden ytavrinnande dagvatten minskar.

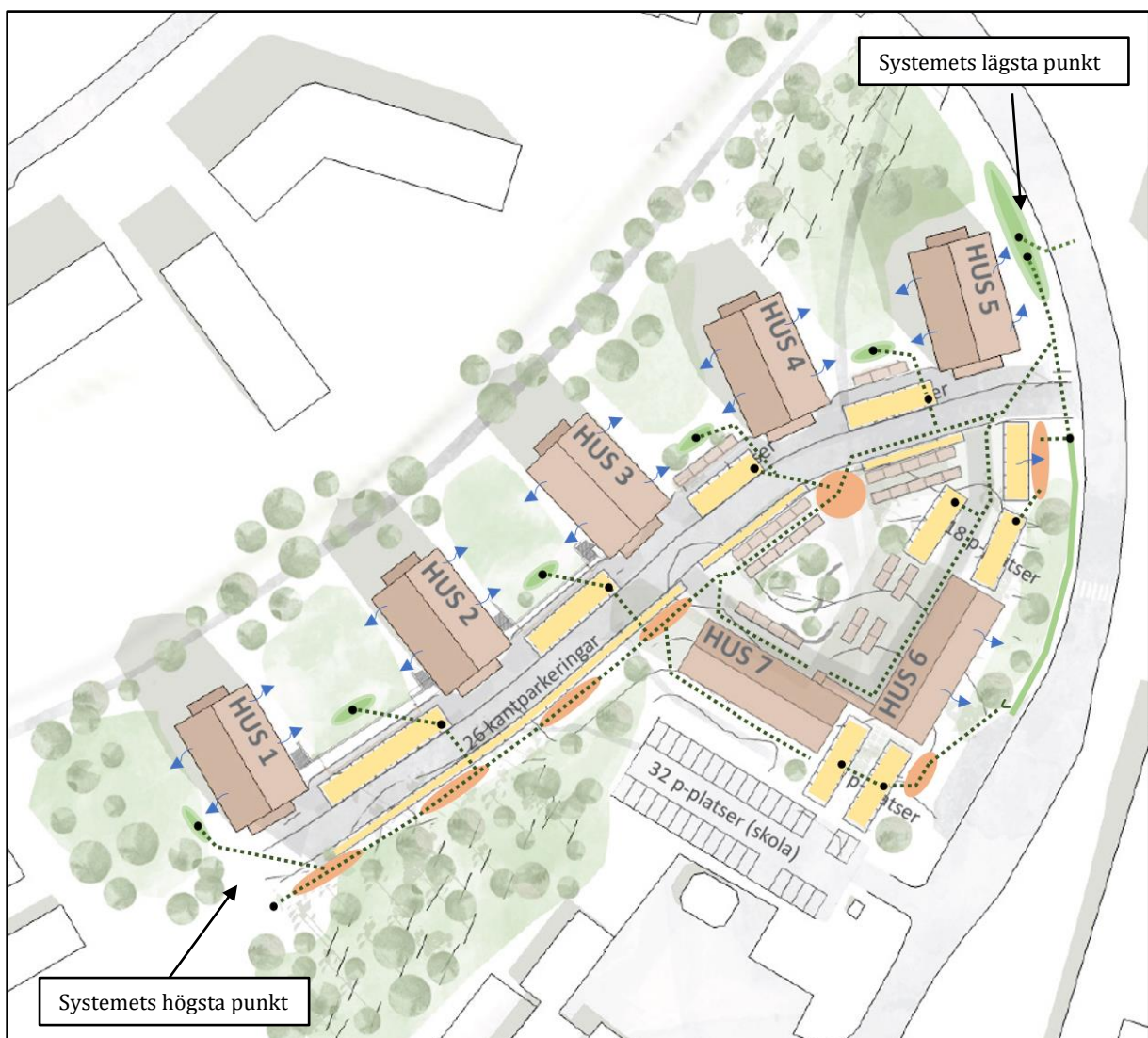


Eftersom möjligheten till infiltration förväntas vara låg är en övergripande rekommendation att förse samtliga LOD-anordningar med anslutning till ett gemensamt ledningsnät för dagvatten. Anläggningar ovan mark (tex svackdike och dämpningsytor) bör förse med upphöjd bräddmöjlighet till ledningsnät och dagvattenanordningar som är belägna både ovan och under mark bör utöver upphöjt bräddutlopp förse med strypt dräneringsledning till ledningsnät.

För att hindra igensättning bör brunnar förse med slamavskiljande sandfång,








De LOD-anordningar som planeras bör i den mån det är möjligt tillåtas att samverka och på så sätt möjliggöra att dagvatten som dräneras eller bräddas från en anläggning får möjlighet att fördröjas och renas i en annan. Filtrering och avskiljning i flera steg har mycket god reningseffekt. Exempelvis kan huvudledningen för dagvatten löpa genom området LOD-anordningar.

I figur 13 illustreras ett förenklat förslag till hur dagvattenhantering inom kv Kuratorn 2 skulle kunna se ut. Förslaget beskrivs även närmare i text nedan.



Figur 13. Principiell skiss, förslag till dagvattenhantering (Marktema 2020).



-  Genomsläpplig markbeläggning med bräddmöjlighet i lågpunkt till ledningssystem.
-  Grön infiltrationsyta, tex nedsänkt växtbädd med skelettjord eller regnbädd.
-  Grön öppen lågpunkt/nedsänkt översilningsyta med bräddmöjlighet via upphöjt bräddutlopp.
-  Grönt öppet nedsänkt stråk med bräddutlopp i lågpunkt, tex svackdike.
-  Ledningssystem med spridning i LOD-anordningarna. Utförs tex perforerat inom infiltrationsytor.
-  Kumpulbrunn alt. dagvattenbrunn med gallerbeteckning.
-  Ytlig takavvattning via stuprörsutkastare.

## 9.2 Lokalgata och markparkeringsytor

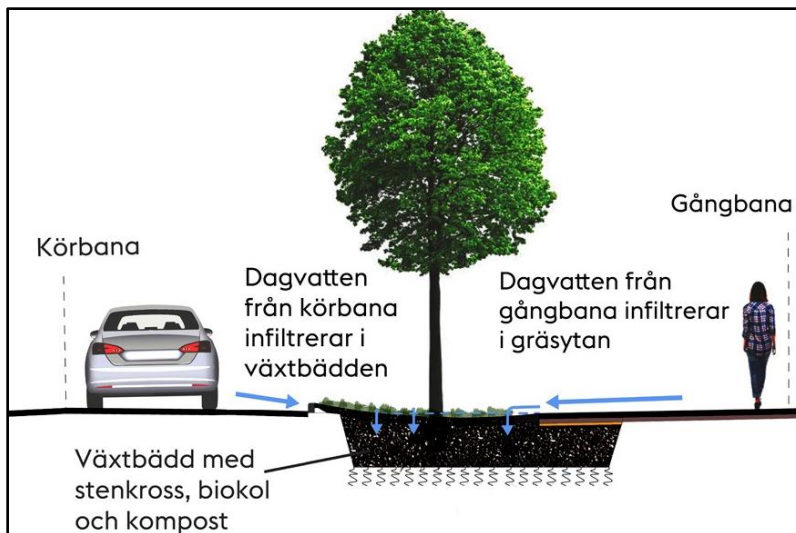
Kvarterets infartsgata och markparkeringsytor förväntas bidra till både flöde och föroreningar. Det är därför av vikt att uppkomst av dagvatten reduceras i den mån det är möjligt och att det som bildas renas och fördröjs.

I illustrerat förslag anläggs markparkeringsytor med genomsläpplig beläggning. Parkeringsytor förses med brunn i lågpunkt för vidareledning av dagvatten som inte hinner infiltrera. Utöver att genomsläpplig beläggning kan förväntas ha viss renande effekt bidrar det även till att minska områdets beräknade behov om erforderlig fördröjning. Figur 14 visar exempel på genomsläpplig markbeläggning.



Figur 14. Exempel på marksten med genomsläppliga fogar.

Körbana avvattnas till infiltrationsytor, i föreslagen systemlösning avses infiltrationsytorna utgöras av nedsänkta växtbäddar med skelettjord. Dessa anläggs som stråk längs infartsvägen och fungerar som mottagare av såväl körbana som bräddande dagvatten från parkeringsytor. Reningsprocessen gynnas av växtbäddens biologiskt aktiva material. Samtidigt är bevattning av dess vegetation en positiv funktion som medföljer denna lösning. Dagvatten kan antingen avledas till infiltrationsytorna via skevning och släpp i kantsten, via brunn eller via ledning. Även gångbanor avleds till dessa skelettjordar. Se exempel i figur 15.



Figur 15. Principskiss växtbädd i gatumiljö (Stockholms stad u.å.)

Reningseffekten i skelettjordar uppstår främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar filtreras och fastläggs i magasinens porösa makadam. Magasinen har effekt på såväl näringsämnen som kemiska föroreningar. Främst avskiljs partikelbundna föroreningar men växtbäddarna förväntas även ha viss effekt på lösta föroreningar.

### 9.3 Takytor och gårdsmark

Dagvatten från takytor och gårdsmark förväntas inte vara särskilt förorenat, däremot är det i behov utav att fördröjas. För tak- och gårdsytor föreslås i den mån det är möjligt översilning över grön infiltrationsyta, svackdike eller annan genomsläpplig beläggning. Infiltrationsytan bör vara något nedsänkt i förhållande till omgivande mark samt förses med bräddfunktion. Om nedsänkt ytor ej är önskvärt är underjordisk stenkista med strypt utlopp en alternativ lösning. Se figur 16.



Figur 16. Exempel på ytlig avledning av takvatten mot nedsänkt yta via stuprörsutkastare (SVOA u.å.).

Stuprörsledningar där lokal fördröjning i lågpunkt eller stenkista ej är möjlig föreslås direktanslutning till ledningssystemet för fördröjning i områdets nedströms LOD-anordningar. Vid anslutning direkt till ledning bör spolmöjlighet av ledning mellan stuprör och LOD-anordning säkerställas, exempelvis genom addering av en rensbrunn.

#### 9.4 Parkeringsdäck

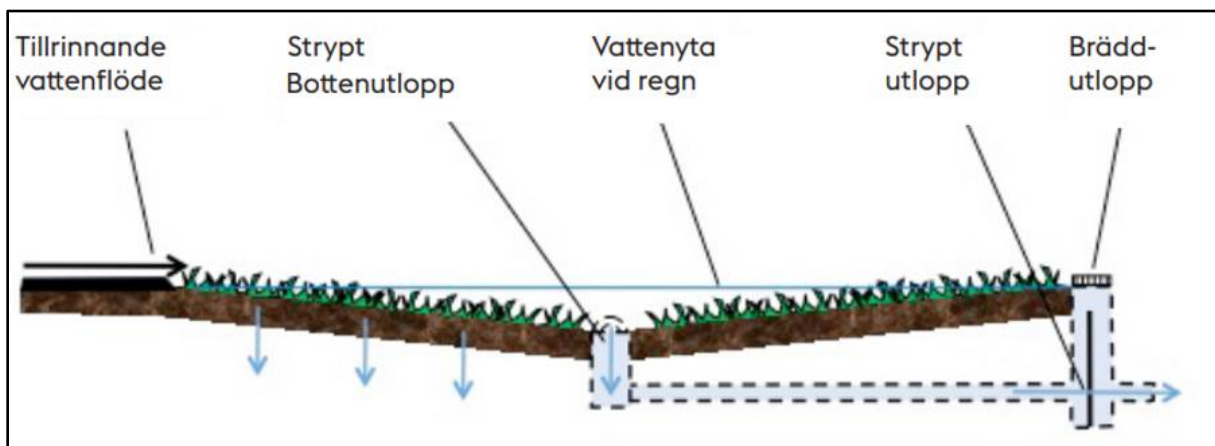
Kvarterets eventuella parkeringsdäck föreslås förses med grönt tak. Gröna tak har god effekt på små regn och kan på så sätt minska den årliga belastningen på ledningsnät. Grönt tak istället för konventionellt tak bidrar även till att minska områdets beräknade behov om erforderlig fördröjning. Se figur 17.



Figur 17. Exempel på utförande med sedumtak på parkeringsdäck (Vegtech 2006).

#### 9.5 Samlad fördröjning i områdets lågpunkt

Som sista steg i områdets LOD-system föreslås områdets lägsta punkt utgöra en nedsänkt översilningsyta som tillåts dämma på ytan. Dagvatten föreslås tillföras den nedsänkta ytan ytligt eller via fastighetens samlade ledningssystem. Eftersom infiltrationen bedöms vara låg bör ytan förses med ett dränerande, strypt, bottenutlopp med långsam avtappning. Bräddutlopp mot fastighetens servis placeras upphöjt, i syfte att låta dagvatten dämma på ytan. Se figur 18.



Figur 18. Principskiss för dämningssyta (SVOA u.å.).

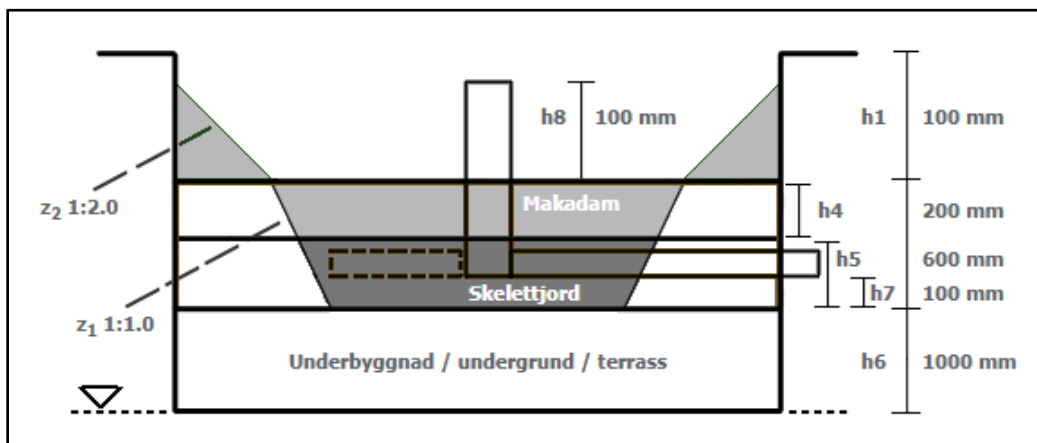
## 9.6 Anslutning till kommunalt ledningsnät

Anslutning föreslås ske i Karlstorpsvägen via bräddutlopp från den nedsänkta översilningsytan. Nytt servisläge föreslås utredas vidare enligt figur 11. Anslutning ska ske till separat förbindelsepunkt för dagvatten.

## 9.7 Anläggningsdata

Erforderlig fördröjningsvolym beräknas vara **77m<sup>3</sup>** våtvolum (enl. tabell 4). Eftersom denna volym är ett resultat av exploateringens hårdgöringsgrad innebär val av genomsläppliga material minskad erforderlig volym och därmed minskat behov av fördröjande dagvattenanordningar. Vid utförande enligt föreslagen systemlösning, med genomsläppligt material på markparkeringsytor och grönt tak på parkeringsdäck, beräknas den nya erforderliga fördröjningsvolymen minska till **63m<sup>3</sup>**.

Denna volym går att erhålla i de föreslagna LOD-anordningarna och de går att bygga upp och utforma på olika sätt. Figur 19 visar exempel på uppbyggnad av en infiltrationsyta med skelettjord. För att erhålla 63m<sup>3</sup> våtvolum vid en sådan uppbyggnad krävs att anläggningarnas yta totalt är ca 150m<sup>2</sup>.



Figur 19. Princip växtbädd med skelettjord (Stormtac, Marktema 2020).

Om det under detaljplaneprocessen tas beslut om att utesluta alternativet om parkeringsdäck med tak skulle beräknad erforderlig fördröjningsvolym minska till **55m<sup>3</sup>**. Detta utifrån antagande om att den yta som beräknats utgöras av parkeringsdäck istället utgörs av grönyta/naturmark samt att markparkeringsytor utförs med genomsläppligt markmaterial.

## 9.8 Underhåll

För att bevara god och bibehållen funktion i dagvattensystemet krävs skötsel och underhåll av föreslagna anordningar med tillhörande brunn- och ledningssystem. Driftsinstruktioner bör tas fram för respektive anläggningstyp. Det är lämpligt att den som projekterar systemet också tar fram dessa. Det kan exempelvis innebära rensning av sandfång eller spolning av spridningsledning. Driftinstruktionerna bör samlas i en skötsel- och underhållsplan. Skötsel- och underhållsplanen bör innehålla information om konstruktion, funktioner samt instruktioner för skötsel, underhåll och frekvenser.



## 10 SKYFALLSÅTGÄRDER

### 10.1 Höjdsättning och sekundär avrinning

Vid kraftiga regn ska dagvattnet inom kv Kuratorn 2 på ett säkert sätt kunna dämna och avledas ytligt. En säker höjdsättning av området skyddar bebyggelsen mot ytligt förekommande dagvattenflöden från den egna tomtmarken samt från omgivande mark.

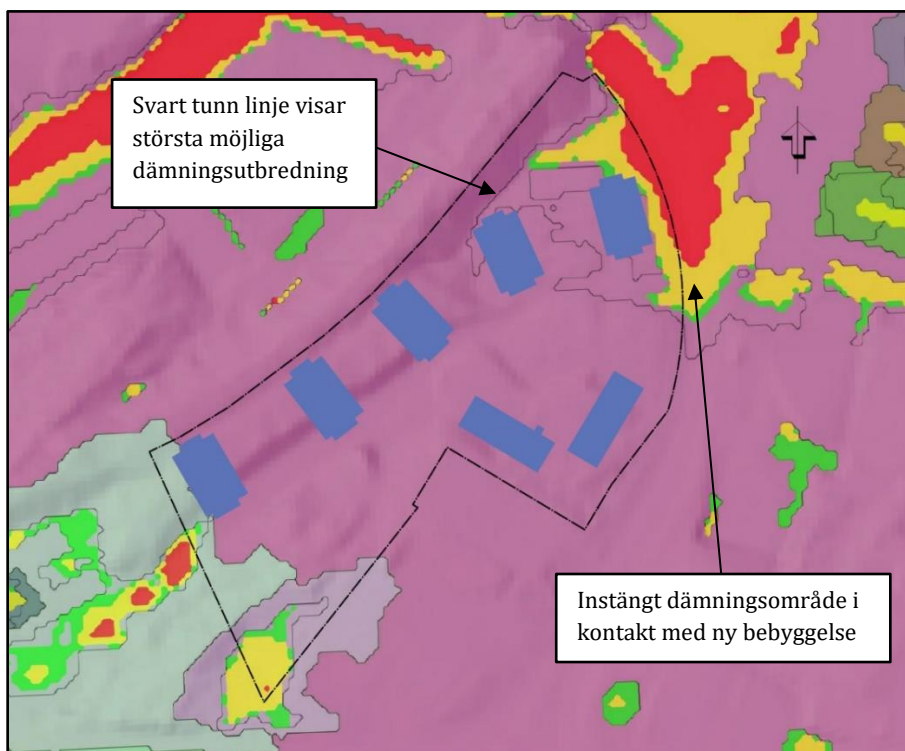
Ur ett skyfallsperspektiv är det positivt att bevara, vidareutveckla och planera lågpunkter för att främja utjämning av såväl små som stora regn. De utgör platser där dagvatten tillfälligt tillåts att dämna. Dessa behöver dock kunna rinna vidare via sekundära rinnvägar innan dämningen blir så stor att den blir skadeverkande.

Sekundära rinnvägar ska planeras i kombination med säker höjdsättning av byggnader så att ingen del av byggnaden tar skada vid eventuell översvämning. Enligt Svenskt Vatten (P110 2016) ska utformning ske så att skador på bebyggelse inte uppstår vid regn upp till storleksordningen 100-årsregn med klimatfaktor.

Höjdsättning inom planområdet ska göras så att ytlig avrinning kan ske obehindrat med självfall. Marken ska luta ut från byggnaden och samlade rinnvägar bör utgöras av stråk med säkert avstånd från byggnader där dagvatten kan avledas vid händelse av översvämning i dagvattensystemet. Detta bedöms finnas förutsättningar för inom utredd situationsplan.

Sekundär avrinning ut från fastigheten bör ske till allmänna gaturum och grönytor. I detta fall kommer majoriteten av planområdets avrinning att ske till Karlstorpsvägen och det instängda område som är beläget vid fastighetens nordöstra del.

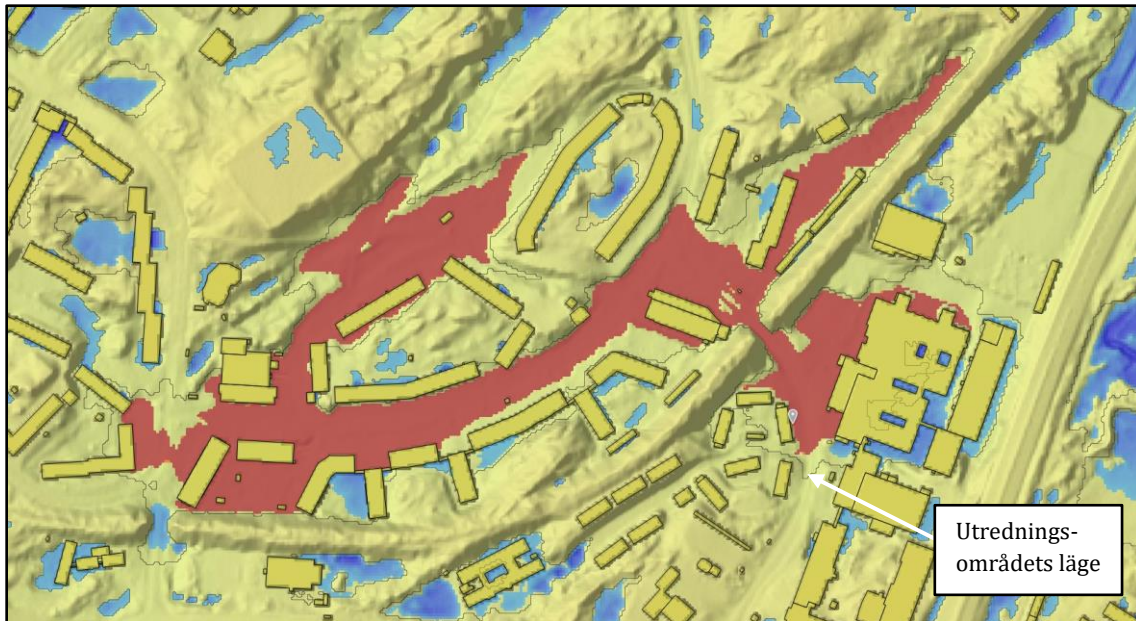
Vid modellering av ett 100-årsscenario, simulerat utifrån antagande om 55mm ytligt dämmande nederbörd utan effekter av underjordiska ledningar, syns att dämningens utbredning förväntas nå planerad bebyggelse. Se figur 20.



Figur 20. Utbredning av ytliga dämningar vid 55mm nederbörd. Dämningarna är illustrerade i färger som anger dämningdjup där grön=<10cm, gul=10-50cm och röd=>50cm. Övriga färger illustrerar indelning av avrinningsområden (Scalco Live, Marktema 2020).

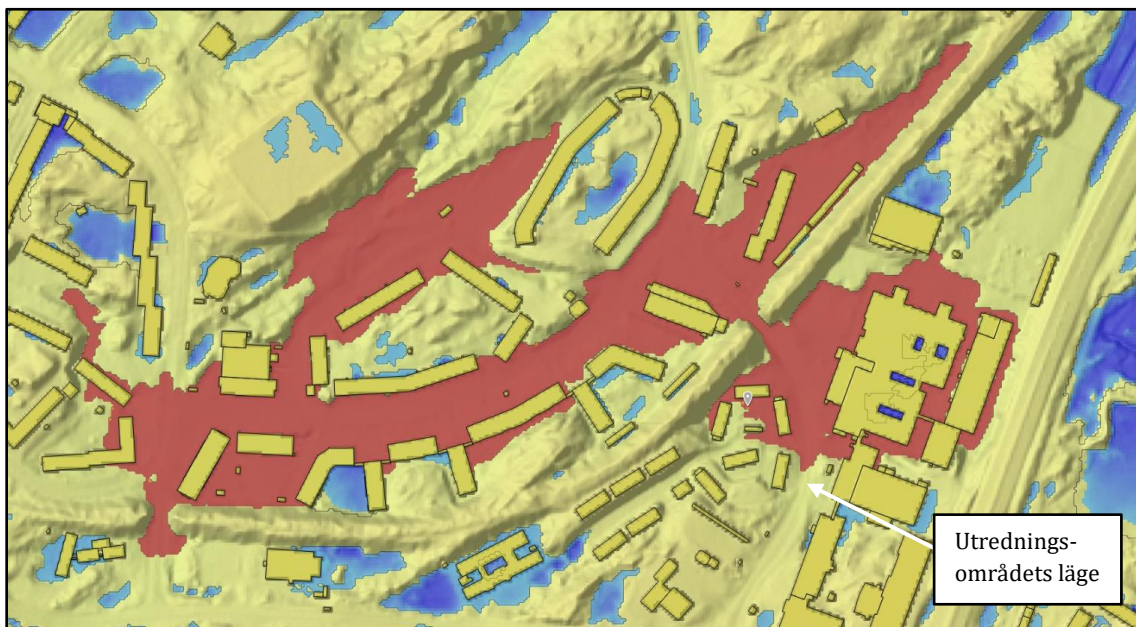


Risken för skadlig översvämning av den dämning som belyses i figur 20 kan avhjälpas genom höjdsättning av planerade byggnader. Vid 55mm nederbörd förväntas dämningen, baserat på befintlig topografi i kombination med höj dint interpolering genom banvallens viadukt, stiga till +47.58möh som högsta nivå. Se figur 21.



Figur 21. Dämningsnivå vid 55mm nederbörd: +47,58möh (Scalگو Live, Marktema 2020).

Dock har dämningen vid denna nivå inte nått maximal möjlig dämning. Högsta dämningsnivå nås enligt Scalگو Live vid 130mm nederbörd och dämningen ligger då på +48.08möh och breder ut sig enligt figur 22. Vid större volymer än så förväntas den instängda dämningen brädda vidare nedströms. Det bör dock betonas att den höjddata som modelleringsprogrammet Scalگو Live baserar simuleringen på kräver automatiserade korrigeringar av höjder vid viadukter och liknande underjordiska passager. Eftersom att en interpolering har gjorts vid viadukten bör angivna dämningsnivåer ses som preliminära och för fortsatt höjdsättning rekommenderas kontroll av marknivåer vid banvallens viadukt.



Figur 22. Högsta möjliga dämningsnivå (inträffar vid 130mm nederbörd): +48,08möh (Scalگو Live, Marktema 2020).

Vid översvämning på Karlstorpsvägen nås fastighetens infartsgata från sydväst. För att planera med hänsyn till framkomlighet för räddningstjänst bör infartsvägen till fastigheten ansluta Karlstorpsvägen vid en nivå som maximalt riskerar 20cm ytlig dämning. Infartsvägen bör då som lägst ansluta Karlstorpsvägen vid nivå +47.88möh.

## 11 SAMMANFATTNING OCH RESULTAT VID FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING

För att säkerställa fördröjning och rening av den dimensionerande nederbörd som inte hinner infiltrera på ytan föreslås huvudsaklig fördröjning och rening ske i lokala dagvattenanordningar ovan och under mark.

Utifrån åtgärdsnivån ska minst 77m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas för att ej öka flödet ut från fastigheten vid ett dimensionerande 20-årsregn med klimatfaktor. Denna volym kan dock reduceras till 63<sup>3</sup> genom materialval, såsom genomsläpplig beläggning och grönt tak. Vid eventuellt uteslutande av parkeringsdäck, men i övrigt utförande enligt illustrerad systemlösning, erfordras 55m<sup>3</sup> fördröjningsvolym.

Exakt viken typ av LOD-anordningar som väljs och hur de byggs upp är anpassningsbart och planeras mer i detalj vid senare projektering. Eftersom infiltrationen förväntas vara låg betonas att anordningarna med fördel bräddas mellan varandra i syfte att erhålla rening och fördröjning i flera steg innan samlad fördröjning i områdets lägpunkt.

Vid beräkning utifrån scenariot genomsläpplig markbeläggning på parkeringsytor, grönt tak på parkeringsdäck samt fördröjning och rening i LOD-anordning motsvarande uppbyggnad i figur 19 visar föroreningsberäkningar att både halter och total belastning, jämfört med dagens situation, kan förväntas minska vid genomförande av planerad exploatering. Se tabell 7 och tabell 8.

Tabell 7. Beräknade föroreningshalter (µg/l) i dagvattnet från fastigheten före (befintligt) och efter planerad exploatering med föreslagen systemlösning för dagvattenhantering.

Ämne	Enhet	Befintligt	Planerat med åtgärder	Reningsgrad (%) <sup>1</sup>
Fosfor (P)	µg/l	98	73	34
Kväve (N)	µg/l	1 200	760	37
Bly (Pb)	µg/l	3,8	1,9	63
Koppar (Cu)	µg/l	12	5	62
Zink (Zn)	µg/l	23	8,2	72
Kadmium (Cd)	µg/l	0,34	0,12	68
Krom (Cr)	µg/l	4,2	1,4	70
Nickel (Ni)	µg/l	4,3	1,6	76
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,029	0,018	33
Suspenderad substans (SS)	µg/l	37 000	19 000	55
Oljeindex (olja)	µg/l	270	73	74
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,0097	0,0053	56

<sup>1</sup>Beräknat mot tabell 5: planerat scenario utan reningsåtgärder.

Tabell 8. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) från fastigheten före (befintligt) och efter planerad exploatering med föreslagen systemlösning för dagvattenhantering.

Ämne	Enhet	Befintligt	Planerat med åtgärder	Avskild mängd <sup>1</sup>
Fosfor (P)	kg/år	0,79	0,55	0,33
Kväve (N)	kg/år	9,4	5,8	3,9
Bly (Pb)	kg/år	0,03	0,015	0,026
Koppar (Cu)	kg/år	0,093	0,038	0,062
Zink (Zn)	kg/år	0,18	0,063	0,167
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0028	0,00091	0,00209
Krom (Cr)	kg/år	0,034	0,011	0,027
Nickel (Ni)	kg/år	0,034	0,012	0,027
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00023	0,00014	0,00008
Suspenderad substans (SS)	kg/år	300	150	190
Oljeindex (olja)	kg/år	2,2	0,55	1,75
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000078	0,00004	0,000057

<sup>1</sup>Beräknat mot tabell 6: planerat scenario utan reningsåtgärder.

Utöver planering för nederbörd upp till storleksordningen 20-årsregn behöver sekundära rinnvägar planeras i kombination med säker höjdsättning av byggnader så att ingen del av byggnaden tar skada vid eventuell översvämning av systemet.

## 12 SLUTSATSER OCH FORTSATT ARBETE

I denna utredning har det ingått att bedöma den planerade exploaterings påverkan på dagvattenflöden, föroreningshalter och föroreningsmängder i det dagvatten som uppkommer inom området. Utifrån Trollhättans stads riktlinjer har en systemlösning för dagvattenhantering tagits fram.

Systemlösningen bygger på att dagvatten hanteras genom självfall. Genom trög dagvattenhantering återfås rening och fördröjning som efterliknar naturliga processer.

Framtida dagvattenanläggningar får inte riskera att påverka aktuella grundvattennivåer negativt. Om risk föreligger bör anläggningen utformas som en tät konstruktion. Förutsatt att detta genomförs bedöms den naturliga vattenbalansen inte påverkas negativt.

Dagvatten som uppstår på exploaterad yta, dvs tak, gata, parkering eller hårdgjord gårdsyta passerar minst ett hanteringssteg med kvalitetshöjande och fördröjande funktion innan avledning ut från fastigheten.

Resultatet visar att föreslagen systemlösning har reningseffekt på både näringsämnen och kemiska föroreningar. Belastningen bedöms minska hos samtliga studerade ämnen jämfört med dagens situation.

Förutsatt att systemlösningen genomförs samt bevaras genom skötsel och underhåll bedöms detaljplanen ej påverka Göta Älvs status negativt eller dess möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna. Vid seriekoppling av systemet och således rening i flera steg kan ytterligare reningseffekt mot vad som anges i tabell 7 och 8 antas.

Under fortsatt höjdsättning av detaljplanområdet rekommenderas att dagvattensystemet utformas med utgångspunkt från denna utredning. Den rekommendation som anges avseende lägsta golvnivå för bebyggelse innebär en mer robust höjdsättning än säkrande vid 100-årsregn.

Som skyfallsåtgärd förordas säker höjdsättning av rinnvägar och framtida byggnader, särskilt de byggnader som ligger inom riskzon för dämning i inom det instängda området. Se rekommendation om lägsta golvnivå för byggnader under avsnitt *Förslag till planbestämmelser*.

Planområdet avrinner med direkt anslutning till det instängda området. Den nedströms bebyggelse som således påverkas av kv Kuratorns avrinning är den bebyggelse som är belägen inom området för den dämning som bildas inom det instängda området (det instängda området visas i figur 21 och 22). Eftersom att planområdets föreslagna markanvändning i stort motsvarar den markanvändning som finns inom planområdet idag bedöms föreslagen exploatering inte innebära ökad mängd avrinning. Markanvändningen har dessutom mindre betydelse vid bedömning av avrinning vid skyfall eftersom att ytorna kan förväntas vara mättade och därmed förväntas motsvarande avrinning oavsett om exploateringen är något mer hårdgjord inom situationsplanen jämfört med nuläget.

Det som är mer avgörande vid analys gällande om planen innebär försämring nedströms är att titta på om exploateringen innebär utfyllnad av befintliga dämningssytor. Höjdsättning av planområdet är i detta skede inte gjord i detalj, men sett till att området inte innehåller dämningssytor eller fördröjningsanordningar idag, finns det ingen risk att den nya exploateringen innebär att fördröjning som sker idag byggs bort.

Förutsatt att utredningens förslag till systemlösning för dagvatten implementeras kan man tvärt om förvänta sig viss minskad påverkan nedströms vid skyfall, eftersom att viss volym kommer att tas upp och utjämnas i fastighetens dagvattenanläggningar. Sammantaget bedöms föreslagen exploatering ha viss påverkan på det nedströms instängda dämningssområdet vid nederbördstillfällen överstigande systemets dimensionerande återkomsttid. Dock bedöms exploateringen inte innebära försämring nedströms. Den utjämningsvolym som föreskrivs tillgängliggöras i LOD-anläggningar inom fastigheten kommer att bidra till utjämnning av delar av den volym som uppkommer inom planområdet vid ett 100-årsregn, jämfört med dagens situation med saknande av utjämnande ytor och anläggningar.

För fortsatt arbete rekommenderas:

- Kontroll av grundvattennivåer.
- Kontroll av marknivåer inom och i anslutning till banvallens viadukt.
- Informationsinsamling gällande nivå, ledningsdimension och kapacitet i anslutande ledning för dagvatten i Karlstorpsvägen.



## 13 FÖRSLAG TILL PLANBESTÄMMELSER

Bestämmelser i en detaljplan ska ha stöd i plan- och bygglagens (PBL) fjärde kapitel. Detta ger viss möjlighet att reglera användning, nivåer och utformning av den mark som behövs för dagvattenanläggningar och sekundära avrinningsvägar. Renande åtgärder regleras inte via plan- och bygglagen utan främst genom miljöbalken. Det är endast bestämmelser som är nödvändiga för att uppnå planens syfte som ska vara med i planen. För aktuell detaljplan föreslås följande regleras genom planbestämmelser:

- Lägsta golvnivå föreslås ligga minst 0,2m över områdets beräknade högsta dämningnivå. Preliminärt bedöms högsta dämningnivå ligga på +48.08möh. Denna nivå bör dock kontrolleras mot verklig marknivå i området för passage under banvallen.
- Fördröjning av dagvatten inom planområdet med en fördröjningsvolym om 63m<sup>3</sup> vid situationsplan med parkeringsdäck alternativt 55<sup>3</sup> vid alternativ utan parkeringsdäck.

## 14 REFERENSER

Bohusgeo AB. (2020). *Projekterings-PM/Geoteknik*. Daterad 2020-09-09.

Eniro. (u.å.). *Karttjänst Flygfoto/Tomtgränser*.

<https://kartor.eniro.se/?c=58.282921,12.297049&z=14&l=aerial&q=%22trollh%C3%A4ttan%22;geo> [2020-10-01].

Enviro Miljöteknik AB. (2020). *Miljöteknisk markundersökning inför exploatering av Kuratorn 2*. Daterad 2020-09-16.

SGU:s Kartvisare Sveriges geologiska undersökning. (2019). *Karttjänst Jordarter*. [2020-10-01].

SGU:s Kartvisare Sveriges geologiska undersökning. (u.å.). *Karttjänst Jorddjup*. [2020-10-01].

SGU:s Kartvisare Sveriges geologiska undersökning. (2019). *Karttjänst Genomsläpplighet*. [2020-10-01].

Stockholms stad. (u.å.). *Princip växtbädd med skelettjord*. <https://vaxer.stockholm/projekt/ny-trad-och-vaxtbaddar-pa-repslagargatan/> [2020-10-08].

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten (P110).

SVOA, Stockholm Vatten och Avfall. (u.å.). *Tekniska lösningar för dagvatten*.

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/#!/anlaggningar-for-kvartersmark> [2020-10-08].

Trollhättans stad. (2010). *Riktlinjer för dagvattenhantering i Trollhättans kommun*. Antagen av kommunfullmäktige 2010-03-01.

Vegtech. (2006). *Fotogalleri sedumtak*. <https://www.vegtech.se/sedumtak---gronatak/sedumtak/fotogalleri/> [2020-10-08].

VISS, Länsstyrelsens vatteninformationssystem. (2020). *Göta Älv - Slumpån till Stallbacken*. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16165459> [2020-10-01].