

Förutsättningsstudie dagvatten och skyfall

Program för del av Evenemangsområdet

2024-03-06

Versionshantering

Datum	Version	Beskrivning	Ändrat av
2024-03-06	1	Förutsättningsstudie	Lina Ekholm

Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Förutsättningsstudie dagvatten och skyfall

Underrubrik: Program för del av Evenemangsområdet

Datum: 2024-03-06

Projektledare SBF: Elisabet Ejeborn, Stadsbyggnadsförvaltningen

Projektledare KoV: Hanna Schön, Anna Valdusson, Kretslopp och vatten

Handläggare: Lina Ekholm, Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Linnea Lundberg, Kretslopp och vatten

Kontakt: dagvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se

Sammanfattning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen att ta fram en utredning för dagvatten och skyfall inför ett nytt program för del av Evenemangsområdet. Programområdet omfattar ca 17 ha. Idag består området av Scandinavium arena, Valhallabadet, idrottsanläggningar, parkområde, skola, parkering och serviceytor. Efter exploatering kommer programområdet fortsatt att bestå till stor del av idrotts- och evenemangsverksamhet med ny arena, nytt centralbad och flertalet idrottshallar. Även inslag av blandstad med bostäder, kontor och förskola/skola planeras. Både Scandinavium och Valhallabadet planeras att rivas.

Dagvattnet inom programområdet avleds idag till både till duplikat och kombinerat system. Vid exploatering föreslås området separeras så att allt dagvatten från programområdet leds till Mölndalsån. Mölndalsån är ett vattenavledningsföretag och det är inte tillåtet att öka flödet dit utan anmälan. Alternativt kan det berörda vattenavledningsföretaget omprövas. Omprövningen behöver göras av ägarna till vattenavledningsföretaget. I föreliggande utredning antas dock att kravet om att inte öka dagvattenflödet gäller, vilket innebär att det krävs fördröjningsåtgärder innan dagvattnet kan släppas till Mölndalsån.

För att uppnå Göteborgs Stads krav på rening och fördröjning behöver ca 5% av marken avsättas för dagvattenhantering. Med reningsanläggningar i denna storleksordning bedöms det möjligt att uppnå Stadens riktlinjer och bidra till en förbättring hos recipienten i enlighet med miljökvalitetsnormerna för vatten (MKN).

Inom programmet finns nya planeringsnivåer att ta hänsyn till. Nya byggnader kommer att ligga på +3,2 m och nya vägar och gator +2,8 m, vilket innebär att en höjning av marken på upp till ca 1 m krävs. Detta för att säkra området från översvämning från Mölndalsån. Det pågår ett parallellt övergripande arbete att ta fram tekniska lösningar för att begränsa flödet och nivån i Mölndalsån vilket kan komma att innebära att lägre planeringsnivåer kan vara aktuella, men detta förutsätts inte i programarbetet.

Med avseende på skyfall måste ny höjdsättning anpassas på ett sådant sätt att säkra avrinningsvägar skapas. Den nya höjdsättningen får inte försämra översvämningssituationen inom eller utanför området. Det innebär bland annat att nya instängda områden inte får skapas och att det behöver finnas ett fall från Skånegatan ner mot Mölndalsån.

Utredningen visar att det är möjligt att uppnå krav kopplade till dagvatten och skyfall men mer detaljerade dagvatten- och skyfallsutredningar krävs i kommande detaljplanearbete för att säkerställa detta.

Innehåll

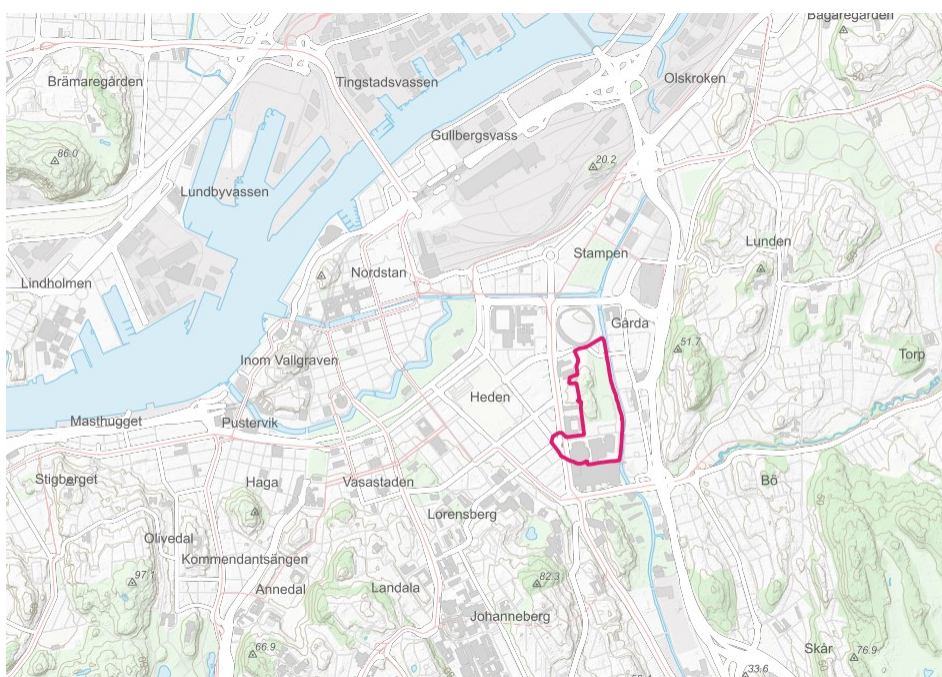
1	Inledning	5
1.1	Syfte och mål	5
1.2	Programområde	6
2	Förutsättningar.....	8
2.1	Dagvatten.....	8
2.2	Skyfall	14
2.3	Högvatten och planeringsnivåer.....	18
2.4	Nytt ledningsnät och storskaliga anläggningar.....	19
2.5	Ekologisk kantzon	20
3	Analys	21
3.1	Skyfallsanalys	21
3.2	Markanvändning	23
3.3	Fördröjningsbehov dagvatten.....	23
3.4	Dagvattenkvalitet.....	25
3.5	Exempel dagvattenanläggningar.....	27
4	Principer.....	32
4.1	Princip kvartersmark	32
4.2	Princip allmän plats	33
4.3	Kostnadskalkyl och ansvarsfördelning	34
4.4	Alternativa lösningar.....	36
5	Diskussion och slutsats	37
5.1	Fortsatt arbete.....	37
6	Referenser	39

1 Inledning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen att ta fram en utredning för dagvatten och skyfall inför ett nytt program för del av Evenemangsområdet (se Figur 1).

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten. Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för.

Vattenfrågorna följer inte plan- eller fastighetsgränser och måste därför ses som en strukturerande förutsättning i planarbetet. Naturliga strukturer i form av lågpunkter och öppna markområden i terrängen bör nyttjas i största möjliga mån då nya är kostsamma och svår genomförbara. (Stadsbyggnadsförvaltningen, 2022)



Figur 1. Orienteringskarta som visar programmets lokalisering i Staden. Området är ungefärligt markerat.

1.1 Syfte och mål

Huvudsyftet med en dagvatten- och skyfallsutredning är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015). Föreliggande utredning ska därför redovisa de övergripande förutsättningarna för byggnation inom programområdet utifrån översvämningsrisk och Stadens krav på fördröjning och rening av dagvatten. Dessa förutsättningar ligger sedan till grund för de kommande detalplaner som ska tas fram för området. De krav som dagvatten- och skyfallsutredningarna kommer att behöva förhålla sig till är följande för dagvatten:

- Dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.
- Säker avledning ska kunna ske från planområdet
- Detaljplanens genomförande ska bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten, i enlighet med miljökvalitetsnormer (MKN) och följa Stadens riktvärden/målvärden.

För att säkerställa kraven (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) med avseende på skyfall ska följande punkter uppfyllas:

- Ny bebyggelse ska inte skadas vid skyfall (klimatanpassat 100-årsregn). Samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ska ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall.
- Tillgänglighet till nya byggnaders entréer.
- Framkomlighet till och från planområdet.
- Översvämningssituationen inom eller utanför planen skall inte försämrats.
- Planen ska beakta strukturplaner.

Under 2023 antogs Göteborgs Stads nya dagvattenpolicy. Exempel på frågor som berörs av dagvattenpolicyn är att dagvatten ska hanteras som en resurs som berikar bebyggelsemiljön med avseende på upplevelser, rekreation, lek, naturvärden och biologisk mångfald. Policyn föreslår att naturhärmande dagvattenlösningar ska eftersträvas.

Göteborg satsar på att bli en internationell förebild som regnstad, både i att bygga en hållbar stad som tar hand om stora regnmängder och att ta tillvara regnets möjlighet till att ge unika upplevelser

Tanken är att genom konst, arkitektur, stadsplanering, lek, multifunktion och pedagogik kopplat till regnvattnet locka människor till utevistelse, upplevelser och möten i en stad som är levande även när det regnar. Detta perspektiv får gärna präglade de nya lösningar som tas fram för dagvatten och skyfall i programområdet. (Göteborgs Stad, 2018).

Ytterligare riktlinjer som är styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor sammanställs i kapitel 2.

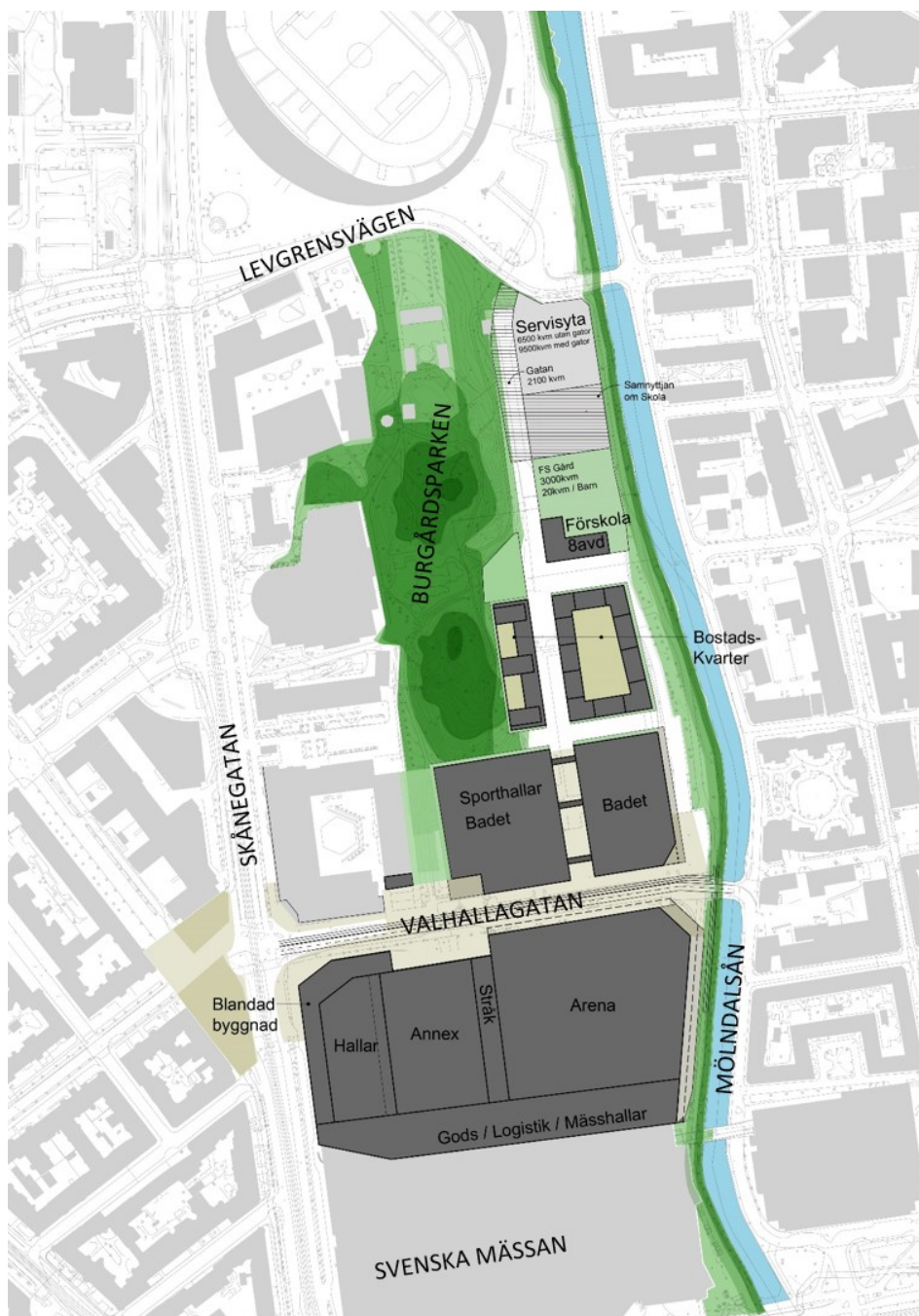
1.2 Programområde

Området ligger inom primärområde Heden i centrala Göteborg och innefattar delar av det så kallade evenemangsområdet. Området avgränsas av Mölndalsån i öster, Svenska mässan i söder, Skånegatan/stadsbebyggelse i väster och Levgrönsvägen/Ullevi i norr.

Programområdet omfattar ca 17 ha och marken ägs av kommunen, delar av området är upplåtet med tomträtt eller arrende till kommunala bolag. Idag består området av Scandinavium arena, Valhallabadet, idrottsanläggningar, parkområde, skola och vägområde (Valhallagatan med Burgårdsplatsen). Stora delar av området är idag obebyggt och består av parkeringar, park och

serviceytor. Efter exploatering kommer programområdet fortsatt att bestå till stor del av idrotts- och evenemangsverksamhet med ny arena, nytt centralbad och flertalet idrottshallar. Även inslag av blandstad med bostäder, kontor och förskola/skola planeras. En skiss över planerad kvartersstruktur inom programområdet visas i Figur 2.

Preliminärt bedöms ovanstående byggnation inom planprogramsområdet omfatta ca 190 000 ny BTA. Då arbetet är i ett tidigt skede så kan dessa uppgifter komma att ändras under arbetets gång.



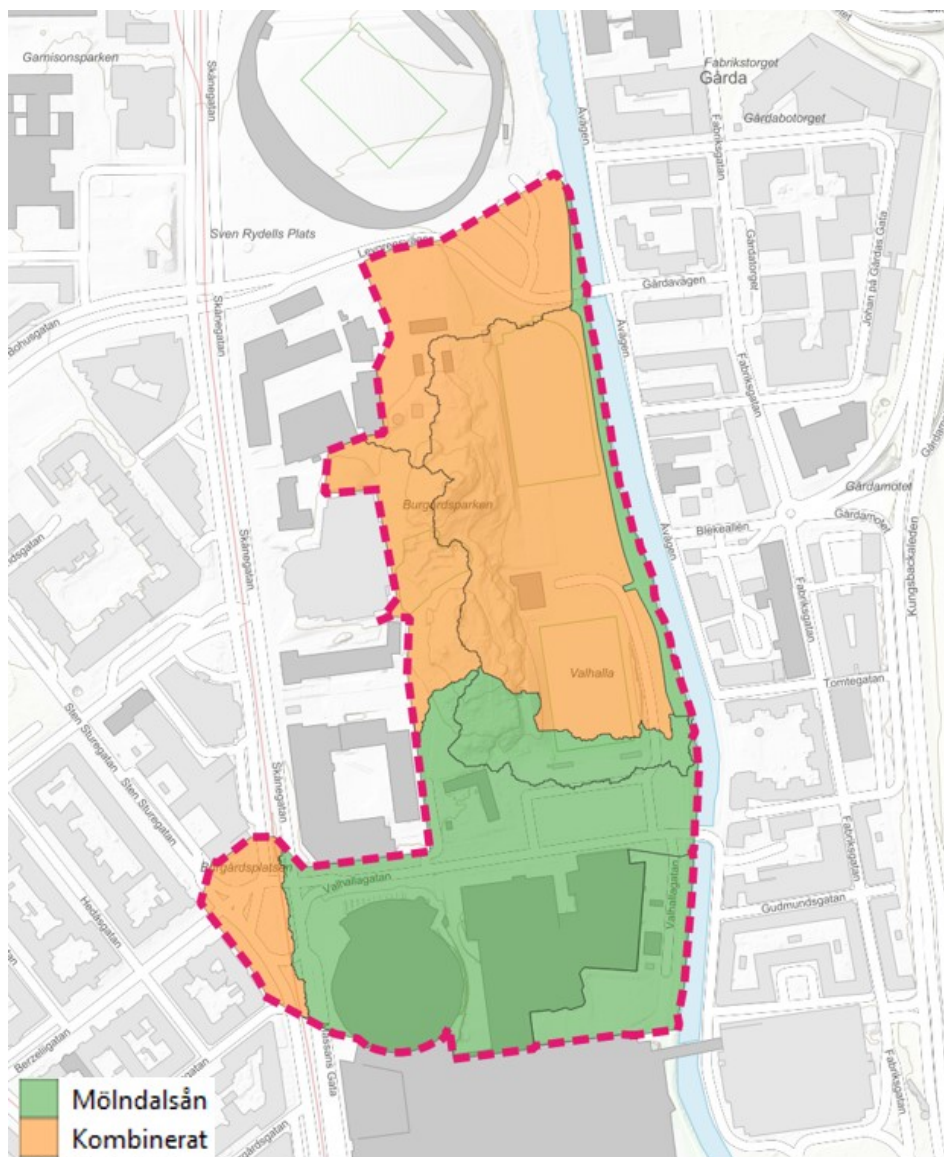
Figur 2 Förslag kvartersstruktur. Bild: Stadsbyggnadsförvaltningen 2023-12-15.

2 Förutsättningar

I följande avsnitt beskrivs platsspecifika förutsättningar som påverkar framtida förslag till dagvatten- och skyfallshantering.

2.1 Dagvatten

Dagvattnet avleds till Mölndalsån och Ryaverket via det allmänna ledningsnätet. I den norra delen av programområdet avleds dagvatten till det kombinerade ledningsnätet och i den södra avleds det till dagvattenledningsnätet med utlopp i Mölndalsån, se Figur 3.



Figur 3 Befintliga avrinningsområden för Evenemangsområdet. Programområdet är ungefärligt redovisat. Orange område avleds till kombinerat ledningsnät och grönt område avleds direkt till Mölndalsån.

2.1.1 Markavvattningsföretag/Vattenavledningsföretag

Ett markavvattningsföretag är en åtgärd som utförs för att avvattna mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för ett visst ändamål (vattenverksamhet MB 11:3§). Mölndalsån är ett markavvattningsföretag, ett så kallat vattenavledningsföretag (Mölndalsåns VF 1955).

Vattenavledningsföretaget styr bland annat vattenståndet vid Mölndal C så att det inte överskrider +2,9 m. Detta kan till exempel göras genom avtappningen från Stensjön eller genom reglering i sektionen för Mölndalsån.

Kretslopp och vatten bedömer att det är troligt att det även i framtiden krävs någon form av vattendom som styr högsta vattennivå. Det kan dock vara relevant att ompröva företaget gällande nyttan för både fastighetsägare och VA-huvudman eftersom det pågår styr- och regleringsåtgärder till Mölndalsån samt flertalet exploateringsprojekt längsmed Mölndalsån.

Parallellt med programarbetet pågår arbete för att se över möjligheterna att styra flödet uppströms programområdet till Mölndalsån för att skydda närliggande områden mot översvämningar.

Kretslopp och vatten förespråkar att Stadsbyggnadsförvaltningen inom ramen för planprogrammet initierar en process för att ompröva vattenavledningsföretaget. Omprövningen behöver göras av ägarna i vattenavledningsföretaget. En omprövning skulle kunna innebära att inte lika mycket mark måste avsättas för fördröjningsåtgärder inom planområdet. Omprövningen kan ske parallellt med programarbetet och planarbetet men måste inte ske för planprogrammet eller detaljplanernas genomförande. I föreliggande rapport antas att vattenavledningsföretaget förblir oförändrat. Antagandet görs för att skapa säkerhetsmarginal kopplat till beräkningar om dimensionerande flöde.

2.1.2 Funktionskrav

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt vatten, 2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1. Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016).

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

För kombinerade avloppssystem, där dagvatten och spillvatten avleds i samma ledningar, gäller andra krav än de ovan. Dessa redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Återkomsttider för regn avseende befintliga kombinerade avloppssystem enligt P110.

Typ av område	Kombinerad fylld ledning, återkomsttid	Källarnivå för kombinerad ledning, återkomsttid
Ej instängt* område utanför citybebyggelse	5 år	10 år
Ej instängt* område inom citybebyggelse	5 år	10 år
Instängt område utanför citybebyggelse	10 år	10 år**
Instängt område inom citybebyggelse	10 år	10 år**

* Med ej instängt område avses ett område varifrån dagvatten ytleddes kan avledas med självfall.

** Då dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är 10 år blir återkomsttiden för trycklinje i källargolvsnivå större än 10 år. Kravet är dock att återkomsttiden ska vara minst 10 år.

2.1.3 Födröjningskrav

Göteborgs Stad ställer krav på att dagvatten inom kvartersmark ska födröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan motsvarar ungefär hårdgjorda ytor inom programområdet och är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Kravet gäller för den delen av fastigheten som genomgår en större förändring av markanvändning och/eller om markarbeten ska göras.

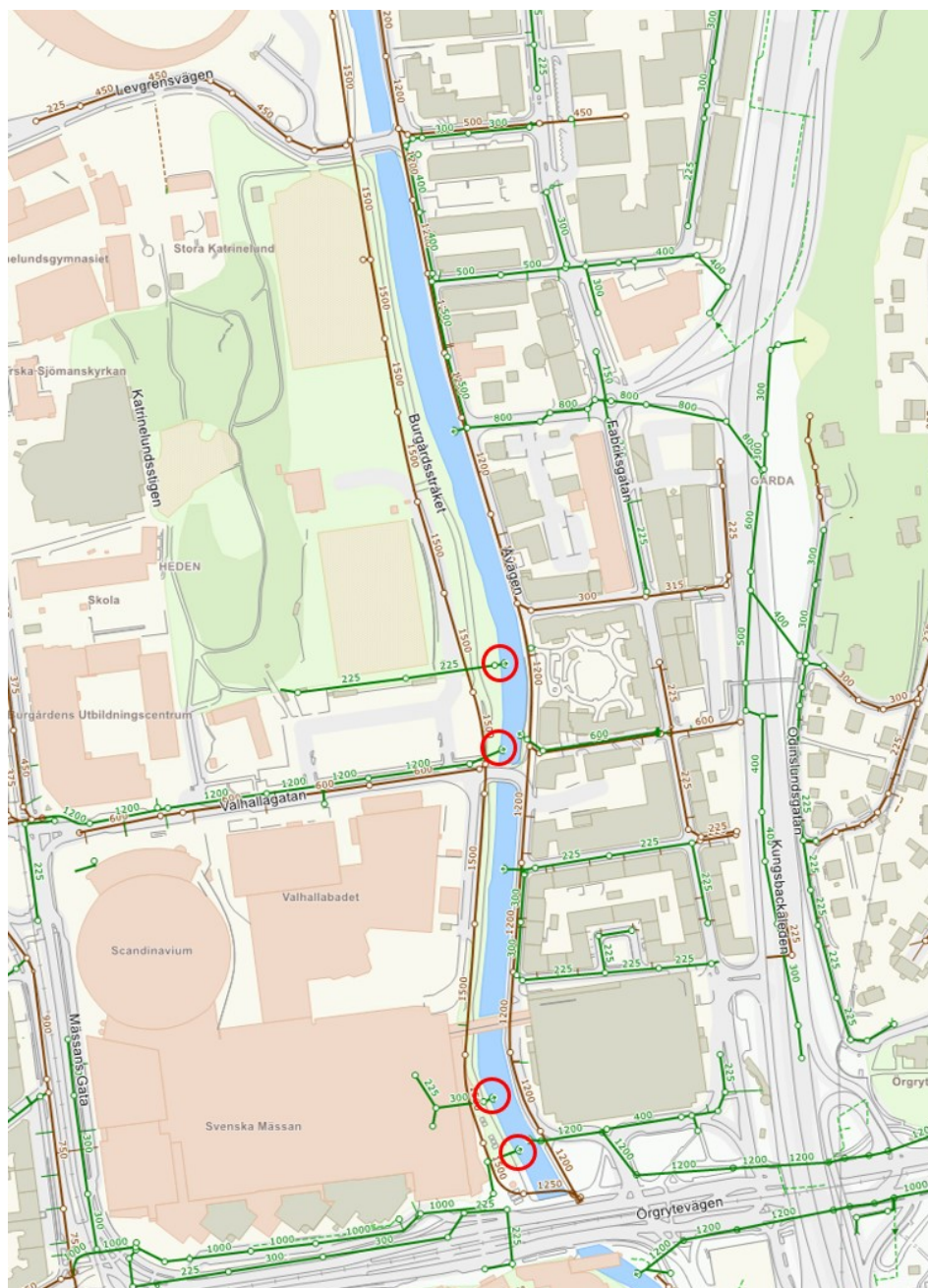
Utöver födröjningen på kvartersmark kan Kretslopp och vatten behöva dimensionera upp ledningsnätet eller födröja på allmän platsmark på grund av kapaciteten i ledningsnätet eller mottagande vattendrag.

Vad gäller det allmänna ledningssystemet ska födröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningarna inte överskrids vid dimensionerande regn, alternativt att befintligt flöde inte överskrids. Mölndalsån omfattas även av flödesbegränsningar då det är ett vattenavledningsföretag. I samband med planering av nybyggnation ska födröjningsbehovet utredas vidare för att tillgodose eventuellt födröjningsbehov på allmän plats.

I kommande detaljplanskede ska dagvatten- och skyfallsutredningar tas fram som bland annat säkerställer att det är möjligt att uppfylla fördröjningskravet inom varje enskild fastighet.

2.1.4 Ledningsnät och separering

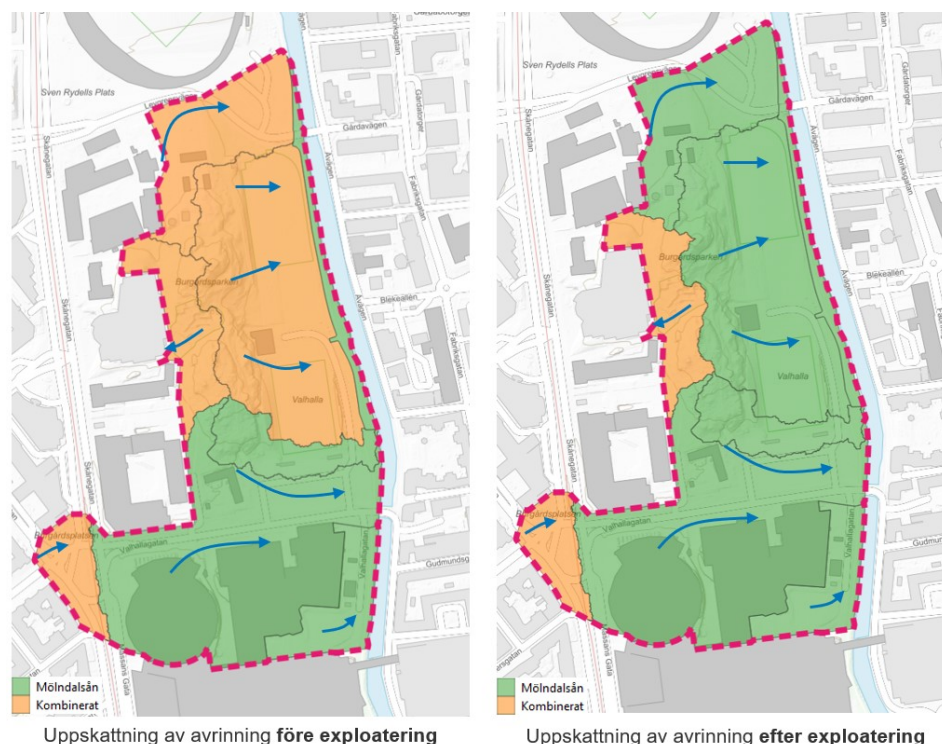
En stor del av området avleds idag till det kombinerade ledningsnätet. I Figur 4 visas det befintliga ledningsnätet samt dagvattenutlopp i Mölndalsån. Vid nybyggnation ställs högre krav än på befintliga system. Kretslopp och vatten bedömer att det finns goda möjligheter att separera det kombinerade ledningsnätet. Dagvattnet skulle då kunna avledas direkt till Mölndalsån (efter renings- och fördröjningsåtgärder) i stället för till Ryaverket.



Figur 4 Befintligt ledningsnät och utlopp i Mölndalsån.

Idag är programområdets avrinningsområde till Mölndalsån ca 8,3 ha. Separeringen innebär att avrinningsområdets storlek ökar med ca 6,7 ha till ca 15 ha (se uppskattning i Figur 5). Dessa uppskattningar är mycket osäkra men ger ändå en fingervisning över hur separering påverkar avrinningsområdet. Uppskattningen används för att ge en tidig bedömning av områdets påverkan på MKN och vattenavledningsföretaget. Denna bedömning behöver fördjupas i kommande dagvatten- och skyfallsutredningar.

Separering av området kommer att kräva hög ambitionsnivå med avseende på renings- och fördröjningslösningar, men det är önskvärt för att minska belastningen både på Ryaverket och i förlängningen också på vattendragen (Mölndalsån och Göta älv) till följd av minskad bräddning.



Figur 5 Till vänster: befintliga avrinningsområden för Evenemangsområdet. Orange område avleds till kombinerat ledningsnät och grönt område avleds direkt till Mölndalsån. Till höger: uppskattning av hur avrinningen kan förändras efter exploatering om området separeras.

2.1.1 Miljökvalitetsnormer och reningskrav

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat miljökvalitetsnormer (MKN) för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av MKN för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential/status och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

Ny exploatering ska inte försämra möjligheterna att uppnå MKN. Det innebär att rening av dagvatten ska bidra till att bibehålla eller förbättra vattnets status, vilket ofta innebär att minska tillförsel av näringsämnen kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar.

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020). Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs Stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021) där bland annat styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Stadsutvecklingen behöver därför bidra med sin del i arbetet med att nå en förbättrad situation i vattenmiljöerna.

Varje fastighet ska kunna visa att riktvärden uppnås samt att föroreningsmängderna från programområdet inte ökar.

Dagvattnet avleds till Mölndalsån och Ryaverket som klassas som känslig respektive mindre känslig recipient vilket innebär att Göteborgs Stads målvärden tillämpas. Mölndalsån är klassad enligt miljökvalitetsnormer och en sammanställning presenteras i Tabell 3. Recipienten har idag måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status (VISS, 2023).

Vattenförekomsten är klassad till måttlig ekologisk status. Kvalitetsfaktorerna kiselalger och fisk är utslagsgivande för bedömningen. Kvalitetsfaktorn näringsämnen har blivit bättre sedan föregående cykel och klassas nu som god status men mycket nära gränsen till måttlig. Kvalitetsfaktorn fisk bedöms till måttlig status, eftersom mycket stora delar av vattenförekomsten saknar naturliga livsmiljöer för vattenlevande växter och djur. Vattendragets flöden är dessutom påverkade på ett sätt som är negativt för fiskbestånden eftersom vattenförekomsten är påverkad av markavvattnings.

Tabell 3 Utdrag ur Vatteninformationssystem Sverige (VISS) för Mölndalsån (VISS, 2023)

Mölndalsån, sträckan Ullevi till Liseberg / Delsjöbäckens inflöde	
Statusklassning	
Ekologisk status	Måttlig
Kemisk status	Uppnår ej god
Tillkomst/härkomst	Naturlig
SFÄ Se VISS för detaljerad lista	God
Prioriterade ämnen Se VISS för detaljerad lista	Uppnår ej god (Kvikksilver och kvikksilverföreningar, flouranten, bromerade difenyleter, PFOS och dess derivater, benso(a)pyrene, benso(b)flouranten, benso(g,h,i)perylene)
Miljökvalitetsnorm	
Ekologisk status	Måttlig ekologisk status 2033
Undantag	Fisk, Påväxt-kiselalger, Morfologiskt tillstånd i vattendrag, Hydrologisk regim i vattendrag
Kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus
Undantag / senare målår	PFOS - Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater 2027
Undantag / mindre stänga krav	Bromerad difenyleter, Kvikksilver och kvikksilverföreningar
Undantag / tidsfrister	Benso(a)pyrene 2027, Benso(b)flouranten 2027, Flouranten 2027, Benso(g,h,i)perylene 2027
Förbättringsbehov	
Förbättringsbehov kväve	115 kg

Påverkanskällor	
Betydande påverkan	Punktkällor: förorenade områden; Diffusa källor: urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, Förändring av hydrologisk regim; Förändring av morfologiskt tillstånd
Skyddade områden	
Skyddade områden	Avloppskänsliga områden, inlandsvatten och fosfor (Avloppsdirektivet). Känsliga jordbruksområden (Nitratkänsliga områden)

Med avseende på kemisk status har flera prioriterade ämnen (kvicksilver och kvicksilverföreningar, flouranten, bromerade difenyleter, PFOS och dess derivater, benso(a)pyrene, benso(b)flouranten, benso(g,h,i)perylene) bedömts ej uppnå god status. (VISS, 2023)

Sveriges vattendrag har generellt höga halter av kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE). Halterna av kvicksilver och PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige och beror av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats i skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk.

För de två parametrarna kvicksilver och bromerade difenyleter finns ett undantag i form av mindre strängt krav, men försämringar får inte ske.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS) är kvalitetsfaktorn konnektivitet i vattendrag bedömd till god status eftersom fiskar och andra vattenlevande djur till stora delar kan vandra naturligt i upp- och nedströms riktning i vattensystemet.

Kvalitetsfaktorn hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd i vattendrag är bedömd till dålig status. För hydrologisk regim är den specifika flödesenergin utslagsgivande i bedömningen. Kvalitetsfaktorn Morfologiskt tillstånd utgörs av ett genomsnitt av statusen för samtliga klassificerade underliggande parametrar. (VISS, 2023)

2.2 Skyfall

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för och vad som är VA-huvudmannens ansvar. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet ”Återkomsttid” (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat statistiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) ska ny bebyggelse anpassas efter klimatanpassat 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid år 2100.

När dagvattensystemet är fullt innebär det i praktiken att avrinningen av regnöverskottet primärt beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Bristande kapacitet för ytlig

avledning kan dock också skapa uppdämningseffekter som gör att det bildas lokala vattensamlingar. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet.

2.2.1 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Kommunen är enligt Plan- och bygglagen (PBL) ansvarig för att bebyggelse anläggs på mark lämplig för ändamålet, och därmed översvänningsrisker vid nyplanering. För befintlig bebyggelse är det fastighetsägare och verksamhetsutövare som har ansvaret att skydda sin egendom.

Det tematiska tillägget för översvänningsrisker, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvänningsrisker i sin planering. Det övergripande målet som lyfts är:

Göteborg ska göras robust mot dagens och framtidens översvämningar genom att säkra grundläggande samhällsfunktioner och stora samhällsvärden.

Detta konkretiseras genom följande punkter:

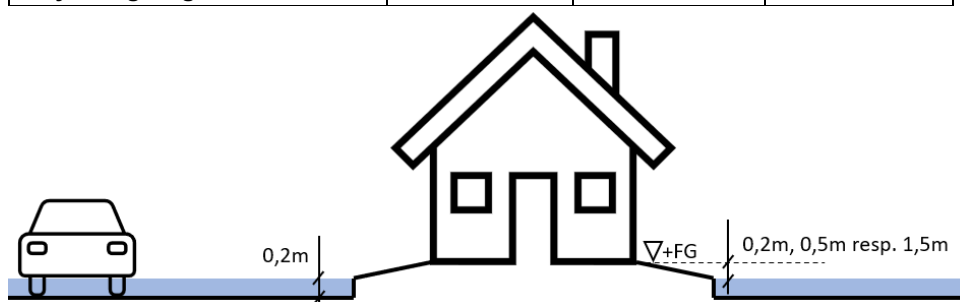
- **Identifiera ny bebyggelse som riskerar att översvämmas.** Detta innebär att det ska finnas en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion, på minst 0,2 m. För samhällsviktig infrastruktur gäller en säkerhetsmarginal på minst 0,5 m till vital del för anläggningens funktion.
- **Identifiera vägar inom planområdet där framkomlighet inte kan säkerställas.** För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämning ska tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom planområdet vara möjlig (man ska kunna nå alla som befinner sig i byggnaden men inte nödvändigtvis alla entréer om möjlighet finns till intern evakuering). Detta innebär ett största vattendjup på 0,2 m.
- **Identifiera vägar som innebär att man inte har framkomlighet till och från planområdet.** Detta innebär att det ska vara ett vattendjup på max 0,2 m på vägar till och från planområdet som ansluter till utryckningsvägar och högprioriterade vägnätet.
- **Identifiera om översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras för befintligheter som en konsekvens av exploateringen.** Detta innebär att flödet ut från planen och till andra delar av planen inte får öka vid planens genomförande (försämrade konsekvenser får inte uppstå för annan part enligt Jordabalken). Därför ska minst samma volymer som fördröjs innan planering fördröjas efter exploatering.
- **Planen ska beakta strukturplaner och hantera eventuella målkonflikter.** Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna behöver säkerställas, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart. Avsteg bör endast ske om en lika hög funktion, i hela den aktuella åtgärdskedjan, kan säkerställas (avsteg behöver godkännas av Byggnadsnämnd med tillhörande riskanalys).

- **Planen ska beakta vattenkvalitet i samband med skyfall.** Detta ska göras i samråd med framför allt Miljöförvaltningen (MF).

I Tabell 4 visas en sammanställning av planeringsnivåerna i TTÖP:en. (Kretslopp och vatten; DHI, 2021).

Tabell 4 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse. Angivna nivåer visar marginal till vital del för funktion/byggnadsfunktion samt maximalt vattendjup för framkomlighet

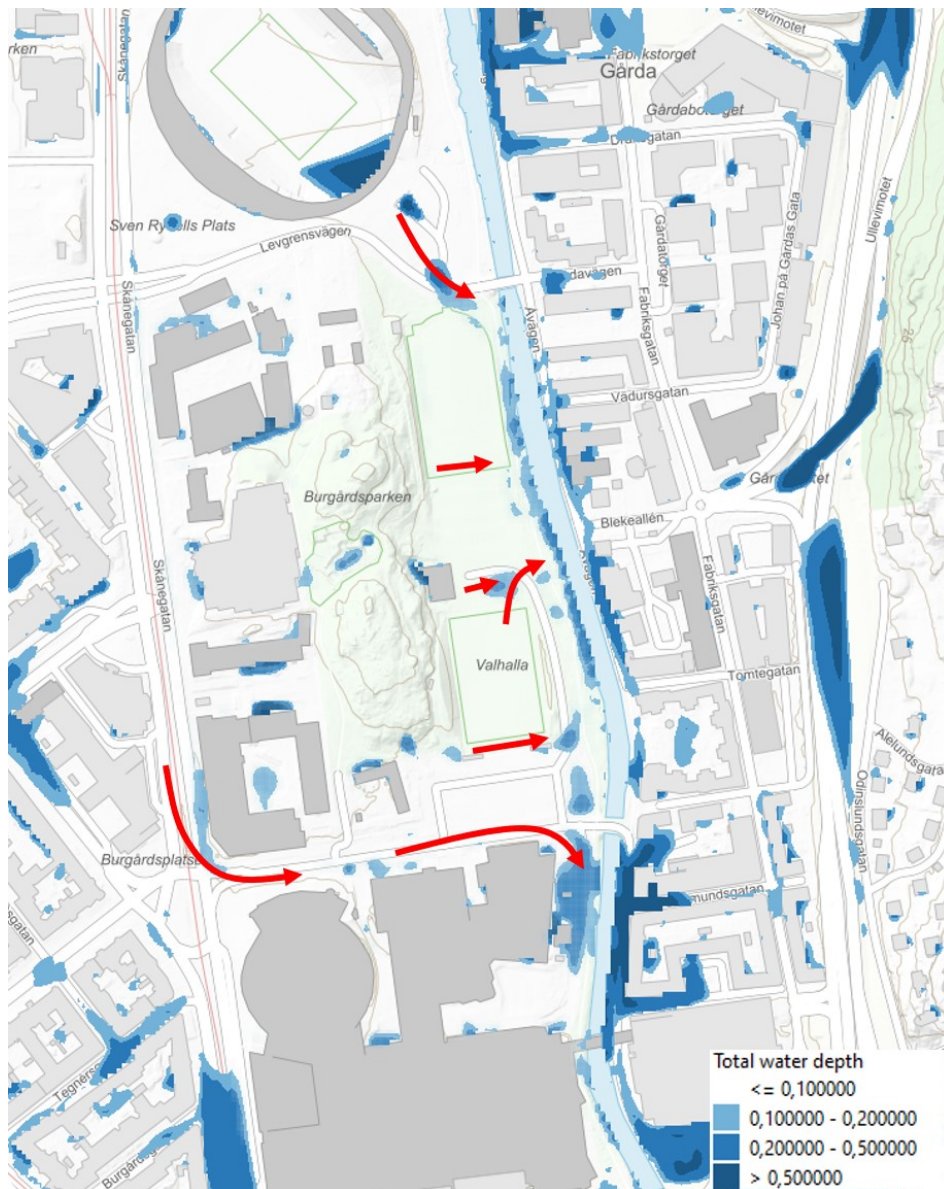
	Högvatten, återkomsttid 200 år	Höga flöden, återkomsttid 200 år	Skyfall, återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning, - nyanläggning	1,5 m	0,5 m	0,5 m
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Byggnad och byggnadsfunktion, - nyanläggning	0,5 m	0,2 m	0,2 m
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnätstråk och utrymningsvägar	0,2 m djup	0,2 m djup	0,2 m djup



Figur 6 Visualisering av Tabell 4.

2.2.2 Befintlig skyfallssituation

Som framgår av Figur 7 om översvämningsrisker samlas en begränsad mängd vatten inom området vid ett skyfall. Flödesvägarna i området följer i stort sett de större vägarna men det sker också avrinning från Burgårdsparken som behöver beaktas vid exploatering. Flödesvägarna har en tydlig väst-östlig riktning. Vid exploatering är dessa flödesvägar viktiga att studera ihop med de nya planeringsnivåerna så att höjdsättningen gör att vattnet fortfarande kan avledas ner till Mölndalsån. Säkra avrinningsstråk måste finnas som inte skapar risker för människor, infrastruktur eller byggnader.



Figur 7 Befintlig skyfallssituation vid ett klimatanpassat 100års regn. Blå områden visar översvämningsdjup. Röda pilar visar flödesriktning.

Angränsande projekt

Söder om programområdet för Evenemangsområdet finns en detaljplan som vunnit laga kraft och en pågående detaljplan, se beskrivning nedan:

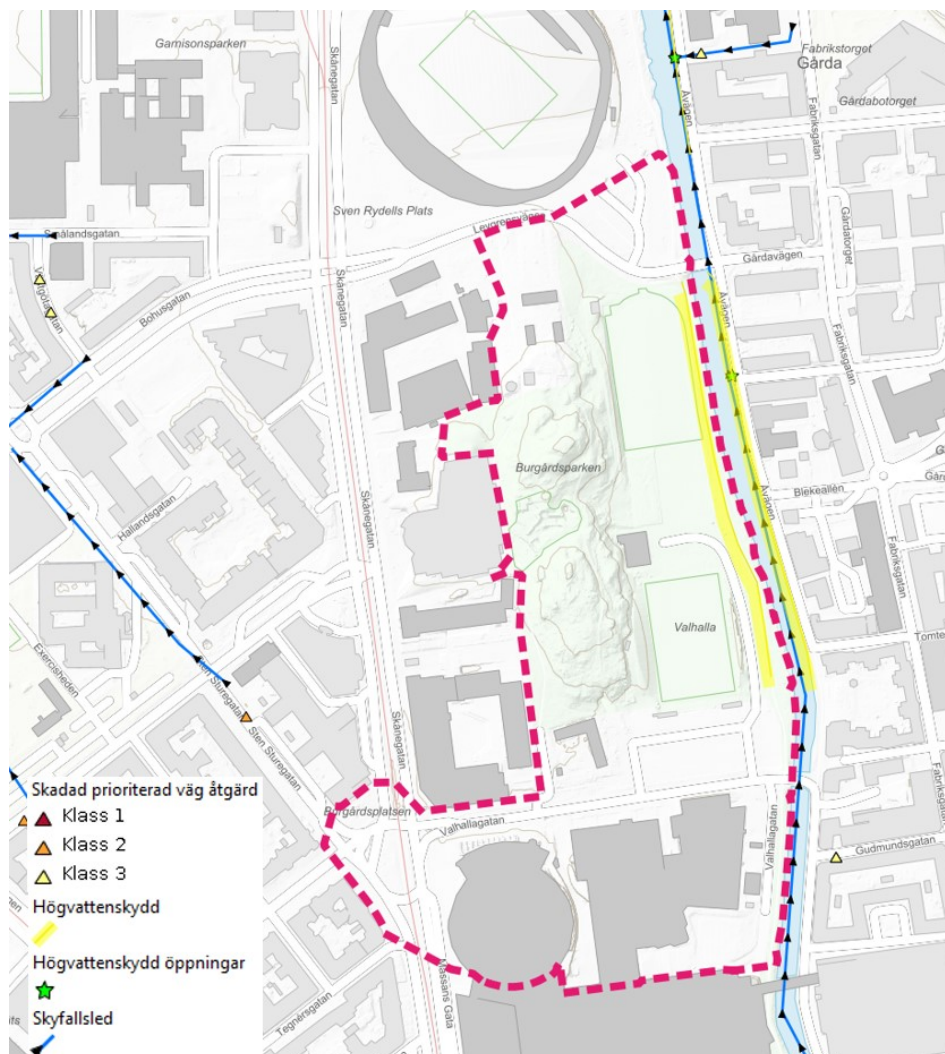
I projektet *Västlänken - station Korsvägen*, som vann laga kraft 2019, planeras marknivåer att höjas vilket innebär ökad avledning av skyfallsvatten norrut mot Skånegatan och vidare in på Valhallagatan. Detta beaktas inte i samband med föreliggande utredning men bör beaktas i kommande arbete med detaljplanerna för Evenemangsområdet.

Arbete med detaljplanen för *Heden - Svenska Mässan, nytt höghus mot Korsvägen* pågår. Detaljplanen har inte vunnit laga kraft men i samband med kommande detaljplaner för Evenemangsområdet bör eventuella avvikelser från dagens skyfallssituation beaktas.

2.2.3 Strukturplansåtgärder

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborgs Stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplan för översvämningar. Metoden beskrivs i Strukturplan för hantering av översvämningssrisker - Metodbeskrivning (Kretslopp och vatten; DHI, 2021). Strukturplanen innehåller förslag på åtgärder som fördröjer och avleder skyfallsvatten i syfte att minska negativa konsekvenser på den befintliga bebyggelsen.

Det finns strukturplansåtgärder i form av högvattenskydd och att säkra Mölndalsån som skyfallsled. I Figur 8 kan strukturplanen för avrinningsområdet ses. Programområdet är markerat.



Figur 8 Föreslagna strukturplansåtgärder. Programområdet är ungefärligt markerat.

2.3 Högvatten och planeringsnivåer

Programområdet påverkas av höga vattennivåer i havet och höga flöden i Mölndalsån. Det pågår ett övergripande arbete uppströms och nedströms programområdet med att ta fram tekniska lösningar för att begränsa flödet och

nivån i Mölndalsån. Stadsbyggnadsförvaltningen har påbörjat arbete med att se över planeringsnivåerna för Mölndalsån och det är troligt att nivåerna kommer att ändras.

I föreliggande utredning antas dock att programområdet ska anpassas efter de nu gällande planeringsnivåerna. Det innebär att nya byggnader kommer att ligga på +3,2 m och nya vägar och gator +2,8 m. Vilket innebär att en höjning av marken på upp till ca 1 m krävs. Samtidigt behöver det finnas ett kontinuerligt fall från Skånegatan till Mölndalsån för att bibehålla rinnvägar för skyfall.

2.4 Nytt ledningsnät och storskaliga anläggningar

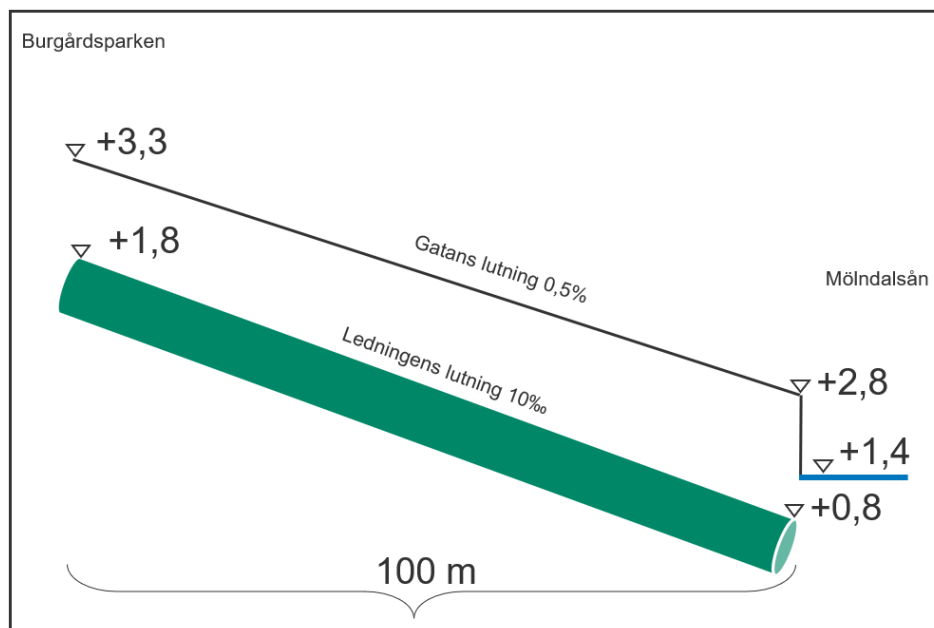
Nya dagvattenledningar kommer att behöva förläggas inom området. Hur ledningsnätet ska utformas styrs både av bebyggelsen och den nya höjdsättningen av området.

Medelvattennivån i Mölndalsån antas vara ca +1,4 m. En dagvattenledning med mindre dimension bedöms behöva läggas med 10‰ lutning, vilket innebär ett fall på 1m/100m ledning. Nya dagvattenledningar behöver läggas med minst 1,5 m täckning. Sträckan Mölndalsån – Skånegatan via Valhallagatan är ca 340 m och sträckan Mölndalsån – foten av Burgårdsparken är ca 100–150 m. De nya planeringsnivåerna på området innebär marknivåer på minst +2,8 m. Idag ligger marknivåerna vid Skånegatan på ca +5 m med ett fall mot Mölndalsån. Inom större delen av programområdet ligger marknivån idag på ca +2 m.

Nya gator förutsätts som minst behöva ha en långsgående lutning på 0,5% (för att hantera dagvatten). Om marken utformas så att den lutar med ensidigt fall från Burgårdsparken till Mölndalsån innebär detta att markhöjderna mot Burgårdsparken hamnar på ca +3,3 - +3,5 m. I Figur 9 visas resonemanget schematiskt.

Att avleda dagvatten till Mölndalsån med självfallsledningar bedöms således vara möjligt även om marginalerna är mycket små. Det är troligt att systemet delvis kommer att stå dämt mot Mölndalsån och/eller att vissa ledningssträckor kommer vara tvungna att förläggas med mindre lutning än 10‰ för att nå tillräcklig täckningsgrad.

Möjligheten att skapa storskalig dagvattenhantering (ytlig eller underjordisk) i området styrs till stor del av marknivåerna inom området. Dagvattnet måste kunna ledas till och från en sådan anläggning med självfall för att undvika pumpning. Risken är att en sådan anläggning hamnar för djupt för att kunna tömmas med självfall vilket innebär att möjligheten till storskaliga samlade anläggningar är osäker. Nära Mölndalsån bör storskaliga anläggningar dessutom undvikas för att inte hamna i konflikt med den ekologiska kantzonen. Området i närheten av Skånegatan bedöms således vara det enda området där det är lämpligt att vid behov skapa storskaliga anläggningar.



Figur 9 Schematisk bild av ledning med 10‰ lutning mellan Burgårdsparken och Mölndalsån.

2.5 Ekologisk kantzon

Inom planprogrammet tas en Grönstrukturutredning fram som innehåller en bedömning av en ekologisk kantzon längs med Mölndalsån. I översiktsplanen redovisas principsektioner för blågröna stråk för olika delar av staden. Principen för blågröna stråk i innerstaden där utrymmet är begränsat är att en minst 13 meter bred yta avsätts på var sida av vattendraget. Av dessa 13 meter ska minst sex meter utgöras av en ekologisk kantzon. Utanför denna placeras en social zon med gång- och cykelstråk.

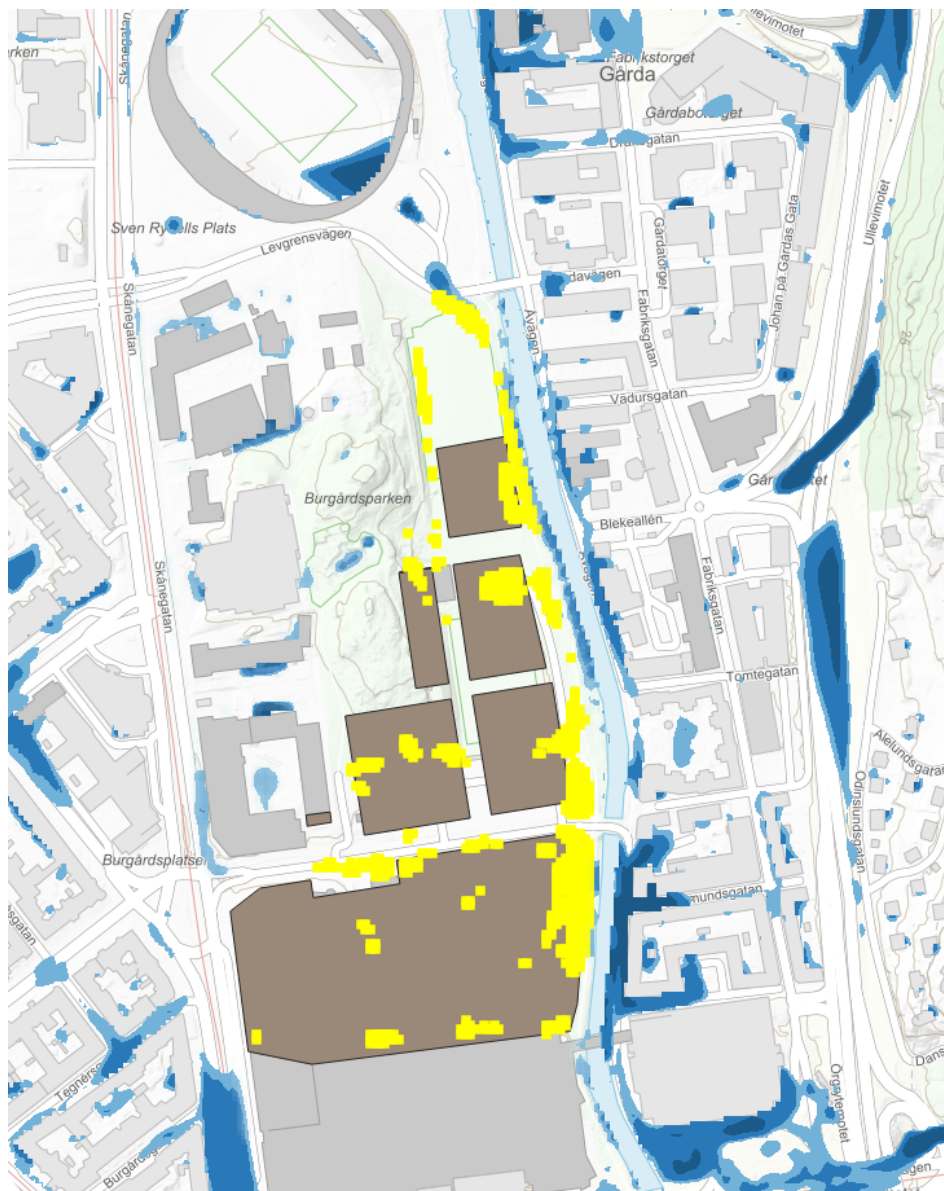
Ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv är det relevant att nämna att Grönstrukturutredningen konstaterar att ur ett ekologiskt perspektiv är det viktigt att undvika schakt och tekniska anläggningar i den ekologiska kantzonen. Där det är möjligt ska en mer naturlig ytlig avrinning eftersträvas.

Det kan finnas möjlighet att nyttja den gröna delen av åstråket (intill rekreativ gångstig) för att skapa viss fördröjning av dagvatten i form av svackor och lågpunkter med hjälp av höjdsättningsåtgärder. Branta slänter bör undvikas. Programmet bör eftersträva att genom god gestaltning nyttja markens karaktär (icke hårdgjord, grön, plantering) för fördröjning och rening och bibehålla och/eller utveckla en naturlig avrinning till Mölndalsån.

3 Analys

3.1 Skyfallsanalys

Ny kvartersstruktur och höjdsättning av programområdet är det som får störst inverkan på hur skyfallssituationen förändras efter exploatering.



Figur 10 Gul markering visar lågpunkter som översvämmas vid ett skyfall idag, som ny exploatering riskerar att påverka. Summan av den volym som samlas inom programmet vid ett skyfall uppgår till ca 1700 m³.

Den volym som kommer i konflikt med nya byggnaders placering och/eller där marknivån kan förväntas förändras har kontrollerats med hjälp av stadens skyfallsmodell. Denna volym uppgår till omkring 1700 m³, men den största andelen av denna volym uppkommer i direkt anslutning till Mölnadalsån vilket innebär att förändringar i höjdsättningen där också får störst påverkan för hur stor volym som behöver beaktas. Utgångspunkten vid detaljplanering är att

ungefär samma volym ska kunna magasineras efter exploatering som vid befintliga förhållanden. Detta för att inte riskera att förvärra för nedströms områden.

De naturliga flödesvägar som finns till och inom programmet idag måste beaktas för att skapa säkra avrinningsvägar i framtiden. Till exempel kan det finnas behov av avskärande stråk vid exploatering öster om burgårdsparken för att inte vatten ska ansamlas mot de nya byggnaderna vid ett skyfall. Den nya höjdsättningen får heller inte göras på ett sådant sätt att risker uppstår för områden utanför programområdet. Detta innebär bland annat att den väst-östliga flödesriktningen rekommenderas att bibehållas genom att det även i fortsättningen finns ett kontinuerligt fall från Skånegatan till Mölndalsån. Närmast Mölndalsån, i områdets södra del kommer det att krävas en genomtänkt höjdsättning för att inte riskera leda flödet vidare söderut utanför programområdet. Detta gäller även för områdets norra del, där anpassningen mot Levgrensvägen krävs.

Kretslopp och vatten framhåller att en samlad höjdsättning behöver göras för hela programområdet för att säkerställa att risker kopplade till skyfall kan identifieras och hanteras vid behov.

Som utgångspunkt för fortsatt arbete kan Tabell 5 ihop med TTÖP:ens rekommendationer användas.

Tabell 5 Sammanfattning av skyfallsrisker.

Koppling till krav	Risk	Åtgärd
Riskeras ny bebyggelse att skadas vid skyfall?	Ja, om byggnader placeras så att de blockerar flödesvägar och/eller placeras i lågpunkter	Placera byggnader utifrån vattnets naturliga flödesvägar
Finns vägar/entréer inom planen som riskeras att inte vara framkomliga?	Låg risk vid skyfall	Höjdsättning
Finns vägar till och från planområdet som riskeras att inte vara framkomliga?	Relativt låg risk	Pågår arbete vid Skånegatan med strukturplansåtgärder, finns alternativa vägar
Finns risk att översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras?	Låg risk, pga relativt små flöden och volymer som samlas inom området idag	Gemensam och robust höjdsättning samt magasineringsåtgärder
Beaktar planen strukturplanen?		Strukturellt arbete för Mölndalsån pågår
Beaktar planen vattenkvalitet i samband med skyfall?	Delvis	Separering innebär mindre mängd vatten bräddas till Mölndalsån

3.2 Markanvändning

För att översiktligt bedöma hur exploateringen påverkar fördröjnings- och reningsbehovet har en initial bedömning av områdets markanvändning antagits. Resultatet presenteras i Tabell 6. Samma markanvändning (centrumområde¹) och avrinningskoefficient har antagits före och efter exploatering. Området antas separeras så som presenterats i kap 2.4.

Tabell 6 Markanvändning före och efter exploatering samt beräkning av reducerad area.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Avrinning till Mölndalsån Centrumområde	0,6	8,3	5,0	15,0	9,0
Avrinning till kombinerat system, Centrumområde	0,6	8,7	5,2	2,0	1,2

3.3 Fördröjningsbehov dagvatten

3.3.1 Fördröjning på kvartersmark

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. (Det kan också uttryckas som 100 m³/ha_{red.}) För att beräkna volymen av 10 mm fördröjning på kvartersmark används följande ekvation:

$$\text{Fördröjningsvolym (m}^3\text{)} = \text{reducerad area (m}^2\text{)} * 0,01m$$

Exempel: För en fastighet som är 1000 m² stor och har en reducerad area på 0,6 innebär detta således att 6 m³ måste fördröjas inom fastigheten för att uppnå fördröjningskravet.

Exempel: För en fastighet med 1000 m² tak² och 100 m² asfalterad förgårdsmark³ blir den reducerade arean ca 980 m² vilket innebär att nästan 10 m³ måste fördröjas inom fastigheten. För samma fastighet där det konventionella taket byts mot ett grönt tak⁴ blir den reducerade arean i stället ca 380 m². Beroende på utformning av fastighetens gröna tak skulle alltså fördröjningsbehovet helt kunna tillgodoses av taket vilket innebär att eventuella tillkommande reningsanläggningar i så fall enbart behöver dimensioneras för rening och ej fördröjning.

Det är osäkert hur stor del av området som kommer bli kvartersmark och hur stor del som kommer att bli allmän plats. Om 10 mm kravet tillämpas på hela programområdet behöver totalt 1020 m³ fördröjas (900 m³ för det som avleds till Mölndalsån och 120 m³ för den del som inte kan separeras). Fördröjningsbehovet behöver utredas vidare i kommande detaljplaner.

¹ Sammanvägd markanvändning där ytor som lokalgator, grönytor, kvartersmark, tak etc. är inkluderade och föroreningsbelastningen bedöms vara representativt för området.

² Avrinningskoefficient 0,9

³ Avrinningskoefficient 0,8

⁴ Avrinningskoefficient 0,2–0,4 beroende på utformning

3.3.2 Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats

Mölnaldalsån är ett vattenavledningsföretag⁵ och det finns därför flödesbegränsningar att ta hänsyn till.

Dimensionerande flöde har översiktligt beräknats för programområdet före och efter exploatering. Vid beräkning av dimensionerande flöde används följande ekvation:

$$Q_{dim} \left[\frac{l}{s} \right] = \text{regnintensitet} \left[\frac{l}{s \cdot ha} \right] \cdot \text{reducerad area} [ha] \cdot \text{klimatfaktor}$$

Dimensionerande regnvaraktighet efter exploatering är vald till 10 min. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden för ett 30års regn blir därmed 327,8 l/s·ha. Efter exploatering används en klimatkfaktor på 1,25 för att kompensera för förhöjda regnintensitet till följd av klimatförändringar.

Detta ger:

$$Q_{dim \text{ före exploatering}} = 327,8 \times 5 = 1640 \text{ l/s}$$

$$Q_{dim \text{ efter exploatering}} = 327,8 \times 1,25 \times 9 = 3700 \text{ l/s}$$

Exploateringen utan någon fördröjning innebär alltså en ökning av dagvattenflödet på mer än 2 gånger. Med antagandet att flödet till Mölnaldalsån inte får öka innebär detta att det finns ett behov av att fördröja dagvatten innan det når Mölnaldalsån. För att beräkna magasineringsbehovet används följande ekvation:

$$V = 0,06 \cdot \left[i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

där

V = specifik magasinvolym [m^3/ha_{red}]

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet [$l/s \cdot ha$]

t_{regn} = regnvaraktighet [min]

t_{rinn} = rinntid [min]

K = specifik avtappning från magasinet [$l/s \cdot ha_{red}$]

Antagen avtappning väljs till: $Q_{dim \text{ före}} / A_{red \text{ efter}} = 1640 / 9 = 181 \text{ l/s } ha_{red}$

Med dessa antaganden fås att 730 m^3 behöver fördröjas inom den del som avleds till Mölnaldalsån. Det kan också uttryckas som 81,1 m^3/ha_{red} . Detta magasineringsbehov är alltså mindre än fördröjningsbehovet som gäller om all mark skulle vara kvartersmark. I kommande detaljplaner behöver frågan undersökas vidare för att säkerställa att vattenavledningsföretaget verkligen inte påverkas.

⁵ Vattenavledningsföretaget rekommenderas att omprövas men för säkerhets skull antas i det här skedet att detta inte görs.

3.4 Dagvattenkvalitet

Att nå Göteborgs Stads målvärden (föroreningshalter) kräver visserligen rening men det blir framför allt kravet om att minska/bibehålla föroreningsmängderna som kommer att styra valet av dagvattenanläggningar. Det är alltså på grund av att avledningen till Mölndalsån ökar (till följd av separering) som också föroreningsmängderna blir styrande vid val av reningsanläggningar.

Bedömningen av programområdets påverkan på MKN behöver ske utifrån den förändring av ledningsnätet som är möjlig att genomföra och vilka miljövinster en sådan separering ger. Den minskade belastningen på Ryaverket och det kombinerade ledningsnätet innebär flera fördelar däribland att risken för bräddning (där orenat avloppsvatten släpps ut direkt till recipienten) minskar något.

Göteborgs Stad har ett ansvar att arbeta för att normerna ska uppnås i våra vattendrag, vilket innebär att situationen inte bara ska förbli oförändrad utan att den också behöver förbättras. Det är rimligt att förutsätta att möjligheterna till att bidra till en förbättring i recipienten är större i ett planprogram än i en mindre detaljplan varför Kretslopp och vatten förespråkar en hög ambitionsnivå med avseende på reningsåtgärder.

Det finns ett utpekat förbättringsbehov med avseende på kväve. Mellan sträckan Ullevi till Liseberg gäller förbättringsbehov för kväve (N) 155 kg (dagvatten).

Med hjälp av detta behov, avrinningsområdets storlek och avrinningen från programområdet är det möjligt att beräkna vilket förbättringsbehov som gäller för planprogrammet. Avrinningsområde för Mölndalsån Ullevi till Liseberg är ca 113 ha enligt VISS. Avrinningsområdet för programmet efter exploatering är ca 15 ha. Detta ger:

$$\text{Avrinningsområde program} \times \frac{\text{Totalt förbättringsbehov}}{\text{Avrinningsområde}} = \text{Förbättringsbehov program}$$

Dessa antaganden innebär att för att planprogrammet ska göra sin del i att bidra till en förbättring hos recipienten behöver belastningen från kväve⁶ minska med 15 kg per år jämfört med nuläget.

3.4.1 Föroreningsberäkning

I enlighet med miljökvalitetsnormer (MKN) ska detaljplanens genomförande bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten. För att undersöka om dessa krav uppfylls för kommande detaljplaner har översiktliga föroreningsberäkningar gjorts i beräkningsprogrammet StormTac. Programmet utgår ifrån uppmätta halter från olika typer av markanvändning samt reningseffekter för olika typer av reningslösningar. Beräkningar i StormTac bör ses mer som ett underlag för diskussion än exakta värden. Dessa beräkningar måste sedan anpassas i kommande detaljplanearbete.

⁶ $15 \times \frac{115}{113} = 15$

Avrinningsområdet till Mölndalsån antas vara 8,3 ha före exploatering och 15 ha efter exploatering, med en markanvändning som motsvarar ett centrumområde med avrinningskoefficient 0,6 både före och efter exploatering. För att bedöma möjligheterna att uppnå MKN antas allt dagvatten renas i regnbäddar motsvarande 2,5%, 4% eller 5% av områdets reducerade area. Reningsmetoden regnbädd har valts eftersom det bedöms vara en yteffektiv reningsmetod som kan anpassas utifrån programmet framtida gestaltningsförslag på ett bättre sätt än till exempel ett makadamdike/svackdike. Resultatet av föroreningsberäkningarna är presenterat i Tabell 7 och Tabell 8.

Tabell 7 Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) före exploatering, efter exploatering utan rening och efter exploatering med rening i regnbädd motsvarande 2,5% och 4 % och 5% av områdets reducerade area. Jämförelse mot målvärde respektive riktvärde där de fetmarkerade cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

	Före expl.	Efter expl. utan rening	Efter expl. 2,5%	Efter expl. 4%	Efter expl. 5%	Riktvärde
P	240	240	140	98	80	150
N	1800	1800	1200	990	870	2500
Pb	15	15	3,6	2,5	2	14
Cu	27	27	14	9,5	7,3	22
Zn	140	140	32	22	17	60
Cd	0,8	0,8	0,13	0,11	0,094	0,4
Cr	4,1	4,1	2,3	2,1	1,9	15
Ni	7,7	7,7	1,8	1,5	1,3	40
Hg	0,043	0,043	0,023	0,019	0,018	0,05
SS	81000	81000	24000	17000	13000	60000
Olja	1200	1200	470	380	340	1000
BaP	0,082	0,082	0,016	0,012	0,0095	0,05
Benz	0,071	0,071	0,037	0,032	0,029	10
TBT	0,05	0,05	0,026	0,023	0,021	0,001
As	1,9	1,9	1,2	0,89	0,77	15
TOC	20000	20000	10000	8800	8100	20000

Om programområdet även ska bidra till en förbättring för Mölndalsån måste föroreningsmängderna minska från 120 till 105 kg-N/år⁷. Av föroreningsberäkningarna framgår således att regnbädd motsvarande 5% av områdets reducerade area uppfyller MF riktvärde (utom för TBT), klarar icke-försämring med avseende på fosfor och ligger mycket nära att uppnå förbättringsbehov för N.

Dessa översiktliga föroreningsberäkningar visar således att det är möjligt att uppnå MKN och bidra till en förbättring hos recipienten om ca 5% av marken avsätts för dagvattenrening i regnbäddar. Reningsanläggningarna bedöms kunna utformas på ett sådant sätt att de täcker fördröjningsbehovet både med avseende på 10 mm kravet och vattenavledningsföretaget. Notera att mer noggranna beräkningar kommer att behöva genomföras i respektive detaljplan.

⁷ 120–15 ≈ 105

Tabell 8 Summa belastning kg/år före exploatering efter exploatering utan rening och efter exploatering med rening i regnbädd motsvarande 2,5% och 4 % och 5% av områdets reducerade area. Rödmarkerade celler innebär att mängderna ökar, gulmarkerade att mängderna är ungefär samma gröna visar på en minskning av mängderna jämfört med före exploatering.

	Före expl.	Efter expl. utan rening	Efter expl. 2,5%	Efter expl. 4%	Efter expl. 5%
P	16	30	16	12	9,6
N	120	220	150	120	110
Pb	0,98	1,8	0,44	0,3	0,24
Cu	1,8	3,2	1,7	1,2	0,89
Zn	9,1	16	3,8	2,6	2,1
Cd	0,054	0,097	0,016	0,013	0,011
Cr	0,27	0,49	0,28	0,25	0,23
Ni	0,51	0,92	0,21	0,18	0,16
Hg	0,0029	0,0053	0,0028	0,0023	0,0022
SS	5400	9800	2900	2000	1600
Olja	81	150	57	46	41
BaP	0,0055	0,0099	0,002	0,0014	0,0012
Benz	0,0047	0,0085	0,0045	0,0038	0,0035
TBT	0,0034	0,0061	0,0032	0,0027	0,0025
As	0,13	0,23	0,14	0,11	0,093
TOC	1300	2400	1200	1100	970

3.5 Exempel dagvattenanläggningar

Gestaltning av anläggningar för dagvattenhanteringen kan med fördel relateras till områdets karaktär. Evenemangsområdet är en plats där många människor rör sig och dagvatten- och skyfallshanteringen behöver utformas på ett sätt att dessa tillför mervärden för området.

Dagvatten- och skyfallslösningar kan utformas så att de ger en positiv effekt för den biologiska mångfalden eller dämpa effekten av värmeöar. Anläggningar med vatten i olika former har även en lockande effekt på människor i alla åldrar, och olika typer av dagvattenanläggningar kan med fördel användas för att skapa attraktiva parker och stadsrum. Med en väl genomtänkt och gestaltad dagvattenhantering kan den bli en del i att evenemangsområdet är trevligt att besöka och ger en positiv upplevelse även när det regnar.

3.5.1 Gröna tak

Då det finns behov av att fördröja dagvatten i området kan användandet av gröna tak (se Figur 11) skapa mer frihet över lösningar i marknivå. I närheten av Evenemangsområdet finns flera exempel på gröna tak, bland annat på Idrottshögskolan och Filmstaden Bergakungen. Gröna tak bidrar inte med rening i någon större utsträckning (då vattnet som når takytan redan är förhållandevis rent och ingen ytterligare rening förutsätts ske där) utan

miljövinsten består främst i möjligheten att minska föroreningsbelastningen jämfört med befintliga förhållanden samt att fördröja dagvatten.

Kretslopp och vatten rekommenderar att gröna tak med tjockare substratdjup (ca 10 cm eller mer) används för att både bidra till mer fördröjning och främja god etablering av växtlighet.

Gröna tak kan med fördel utformas i kombination med tex regnbäddar (se Figur 12 och Figur 13) dit stuprören leds för att öka reningseffekten. Det finns även goda exempel där gröna tak och solceller kombinerats framgångsrikt.



Figur 11 Grönt tak i London. Foto: Lina Engvall

3.5.2 Regnbädd

I beräkningsexemplet används regnbädd för att rena dagvatten. Regnbäddar är anläggningar som renar med hjälp av organiskt material (se Figur 12 och Figur 13). Det är lösningar som Kretslopp och vatten rekommenderar att använda i området.

Dessa kan både vara upphöjda dit till exempel stuprör leds eller nedsänkta för att fånga upp föroreningar från vägar och gator.

Fördelen med regnbäddar är att dessa är relativt platseffektiva, då de kräver litet ytanspråk i förhållande till den rening de ger. Det bedöms även finnas goda möjligheter att gestalta dem på ett sätt som harmonierar väl med övrig bebyggelse och infrastruktur.



Figur 12 Nedsänkt regnrabatt utanför Kretslopp och vattens kontor som hanterar dagvatten från takytor och mark. Foto: SKISSBILD



Figur 13 Exempel på upphöjda regnrabatter. Till vänster: regnrabatt i Djurgårdsstaden. Foto: Sofia Augustsson. Till höger: regnrabatt vid Sunnerviksgatan (Hisingen): Foto: Lina Ekholm

3.5.3 BGG och skelettjordar

Blågröngrå (BGG) är ett begrepp som syftar på integrering av funktioner inom dagvattenhantering (det blå), vegetation (det gröna) och hårdgjorda ytor (det grå) (Från "Levande gaturum", 2019, Edge).

Trädplanteringar kan utformas på ett sådant sätt att de inte bara utgör en plats för trädet att växa på utan också fördröjer och renar dagvatten, se Figur 14. Utfyllnaden runt träden brukar då kallas skelettjordar.

Skelettjordar och BGG-lösningar kan ses som ett mellanting mellan öppna och underjordiska lösningar. Dagvatten kan tex ledas ner till trädplanteringar där rening och fördröjning sker vid trädets rotsystem (i det material som trädet planteras i) samtidigt som trädet bevattnas naturligt av dagvattnet. Planeringsytorna för träden kan vara helt eller delvis uppbyggda med biokol.

Det är också möjligt att leda dagvatten till ett öppet förstärkningslager utan någon vegetation (tex under en GC-väg). Förstärkningslagret i ett BGG-system utgörs av bergkross där de mindre fraktionerna har sållats bort vilket ger stora hålrum som vatten och luft kan flöda genom. Hållrummen mellan makadammen skapar mycket goda förutsättningar att omhänderta dagvatten.



Figur 14 Träd i hårdgjord yta. Södra järnvägs-gatan, Växjö. Under betongplattor genomgående öppet förstärkningslager med biokol, under G/C-väg öppet förstärkningslager. Dagvatten leds in via rännor till luftdagvattenbrunnar. Foto: Örjan Stål från "Levande gaturum – en handbok i Blågröngrå system" av Edge

3.5.4 Multifunktionella anläggningar

Större allmänna platser som parker och torg är eftertraktade platser ur många aspekter. Det är därför viktigt att dagvattenhantering i sådana platser utformas på ett sätt att dessa tillför mervärden för området.

Tåsinge plats i Köpenhamn (se Figur 15 och Figur 16) är ett bra exempel på en sådan multifunktionell park/torgyta (tidigare parkeringsplats) som tillför höga rekreativvärden för området samtidigt som den är utformad för att hantera dagvatten och skyfall. Den erbjuder även en regnlekplats för barn.

Anläggandet av parken har också bidragit till att angränsande bostäders värden har ökat, vilket ytterligare visar på vilken potential som finns då grönblå lösningar tillåts ta plats.

Att ge anläggningar som hanterar dagvatten- och skyfall även andra funktioner som tillför värden för tex biologisk mångfald, bidrar till ekosystemtjänster och minskar effekten av värmeöar i staden har dessutom en ekonomisk fördel då flera värden kan tillgodoses i en anläggning.



Figur 15 Tåsinge plats i Köpenhamn. Området utgörs av en före detta parkering som gjorts om till en multifunktionell yta för dagvatten- och skyfallshantering samt rekreation. Bildkälla: (Klimatkvarter, 2022)



Figur 16 Tåsinge plats i Köpenhamn. Multifunktionell torgyta med plats för dagvatten- och skyfallshantering samt rekreationsområde. Bildkälla: (Public space, 2022)

4 Principer

För att kommande detaljplaner ska vara lämpliga för bebyggelse behöver regnvatten tas omhand på olika sätt. Dagvattenanläggningarnas huvudfunktion är att fördröja och rena dagvatten. Alla anläggningar för rening av dagvatten ska anmälas till miljöförvaltningen. Anmälningarna ska göras per fastighetsägare. Nya dagvattenledningar krävs för att avleda dagvatten och skyfall på ett säkert sätt, men behandlas endast översiktligt i föreliggande rapport.

Placering, utformning och gestaltning av anläggningarna kan ske på flera olika sätt så länge funktionen är tillgodosedd.

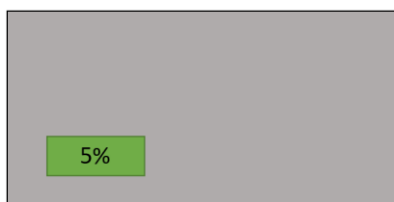
Det finns stor potential att utveckla dagvatten- och skyfallshanteringen inom programområdet för att bidra till både ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet. För att möta kraven i bland annat MKN och TTÖP, kommer det krävas genomtänka lösningar. När området byggs om finns det goda möjligheter att skapa öppna, multifunktionella anläggningar där människor, grönska och vatten kan få ta plats.

Detaljerade utredningar och lösningsförslag kommer att behöva tas fram för varje detaljplan. Ca 5% av ytan kommer behöva avsättas för dagvattenhantering. Reningsanläggningarna bedöms kunna utformas på ett sådant sätt att de uppfyller krav för både rening och fördröjning. Samtidigt behöver frågan om rening och fördröjning utredas vidare i kommande detaljplaner för att säkerställa att respektive detaljplan och fastighet verkligen uppnår kraven.

Även om marken i området antas höjas är planeringsnivåerna inte fastställda och i detta skede rekommenderas därför inga underjordiska dagvatten- och skyfallsanläggningar. Om marken höjs bör det visserligen finnas plats för att skapa underjordiska anläggningar men dessa riskerar att bli så djupa att dagvattnet inte kan avledas utan pumpning. Om pumpning av dagvattnet krävs är detta förenat med stora kostnader och markanspråk vilket inte är önskvärt.

4.1 Princip kvartersmark

- Fastigheter måste kunna fördröja och rena dagvatten inom den egna fastigheten.
- Motsvarande ca 5% av ytan behöver avsättas för rening (se exempel på ytanspråk i Figur 17).
- För att möjliggöra erforderlig dagvattenhantering bör det finnas förgårdsmark mellan fasadliv och fastighetsgräns som kan nyttjas för ändamålet.
- För stora byggnader (t.ex. nytt centralbad) gäller speciellt att takytan bör nyttjas för dagvattenhantering med t.ex. gröna tak, då det inte är troligt att tillräcklig fördröjning kan erhållas enbart genom lösningar i markplan.



Figur 17 Visuellt exempel på hur stort ytanspråk som krävs för ett kvarter. Ett kvarter på 5000m² behöver avsätta ca 250m² för dagvattenhantering.

4.2 Princip allmän plats



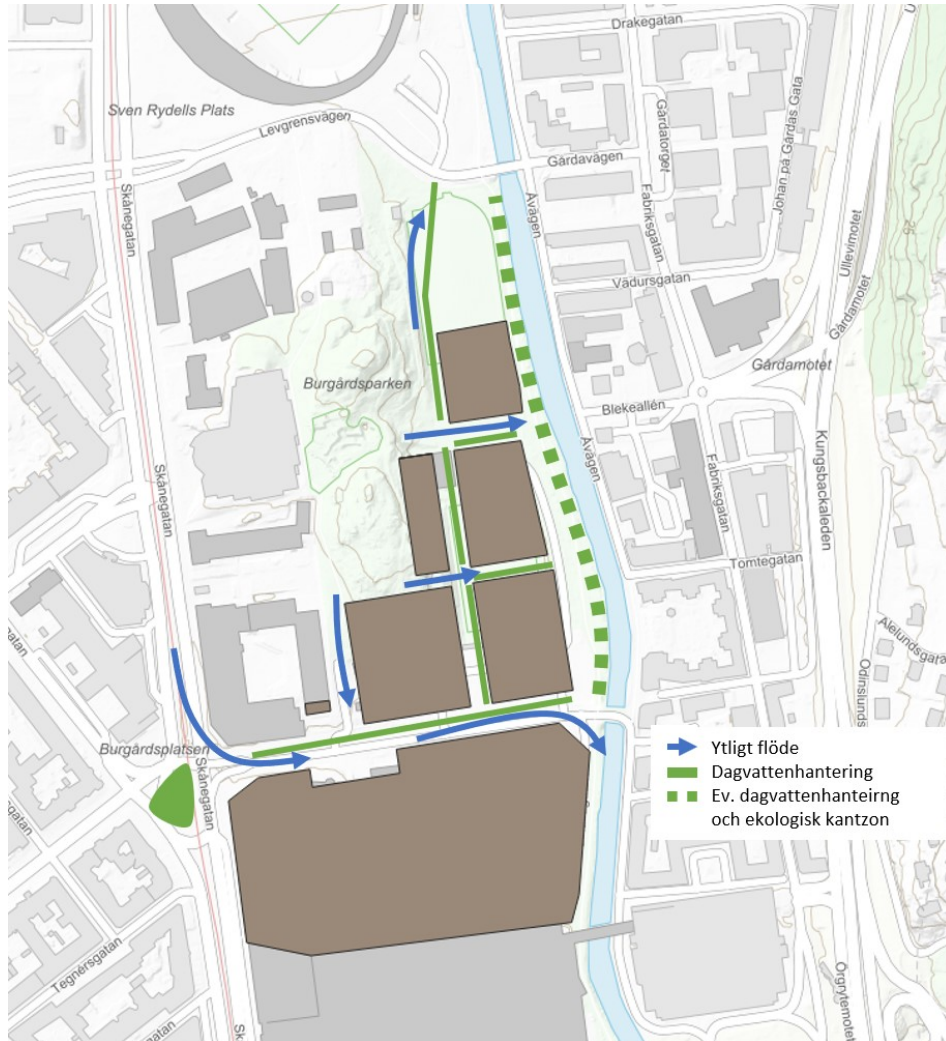
Figur 18 Regnbädd i Djurgårdsstaden. Foto: Sofia Augustsson

- Allmän plats kommer att utgöras av parker, gator och GC-vägar
- Ca 5% behöver avsättas för dagvattenhantering i gaturummet (se exempel i Figur 18).
- En multifunktionell yta liknande den i Tåsinge plats (Figur 15 och Figur 16) skulle med fördel kunna placeras i närheten av nya bostadsområden eller i områdets västra del då en sådan yta kan tillföra mervärden både med avseende på dagvatten och rekreation.
- Riktningen på avrinningen idag är företrädesvis väst-östlig. När höjdsättningen görs om kan det finnas möjlighet att skapa en samlad lösning i anslutning till Mölndalsån, men sannolikheten för det är

relativt liten. Istället kan långsgående lösningar användas för att hantera trafikdagvatten.

- I första hand föreslås att dagvattnet hanteras i öppna ytliga lösningar och undvika underjordiska lösningar. Detta för att undvika risk för pumpning som är både dyrt och platskrävande.

Ett exempel på placering av dagvattenanläggningar finns redovisade i Figur 19.



Figur 19 Exempel på dagvattenhantering på allmän plats samt ytliga flödesvägar som behöver säkerställas.

4.3 Kostnads kalkyl och ansvarsfördelning

4.3.1 Dagvattenanläggningar

En schablonkostnad för dagvattenanläggningar i urbana miljöer är ca 10 000 kr/m³ för den volym dagvatten som behöver hanteras.

Kvartersmark

Exploatör ansvarar för anläggningarna inom kvartersmark.

Kretslopp och vatten ansvarar för nya vatten, spill och dagvattenledningar fram till anslutningspunkten. Kretslopp och vatten anger anslutningspunkt.

Allmän plats

Med avseende på ansvarsfrågan har Kretslopp och vatten, f.d. Trafikkontoret och f.d. Park och naturförvaltningen (numera Stadsmiljöförvaltningen) tillsammans tagit fram en överenskommelse för ansvarsfördelningen kring Stadens dagvattenanläggningar, "Förvaltningsansvar för dagvattenanläggningar" (Göteborg Stad, 2021). Denna överenskommelse ska tillämpas som utgångspunkt i kommande detaljplaneprocess för att avgöra förvaltningsansvar kring dagvattenanläggningarna.

4.3.2 Skyfallsanläggningar

Göteborgs Stad har tagit fram anvisningar för hantering av kostnader för skyfallsåtgärder (*"Göteborgs Stads anvisning om hantering av skyfall, Överenskommelse om organisation, ansvar och finansiering av skyfallsarbete"*) (Göteborgs Stad, 2021). Denna skyfallsöverenskommelse ska tillämpas för bedömning av ansvarsfördelning av skyfallsanläggningar. I den anges tre olika fall och möjliga finansieringsvägar (där en eller flera kan finnas). För det aktuella programområdet bedöms skyfallsåtgärderna vara av den karaktär som endast är till för att möjliggöra kommande detaljplaner, så kallade typ 1 åtgärder, vilket innebär att de ska bekostas med exploateringsbidrag och/eller investeringsmedel beroende vilken typ av bebyggelse som avses.

Utgångspunkten vid detaljplanering är att ungefär samma volym ska kunna magasineras efter exploatering som vid befintliga förhållanden. Detta för att inte riskera att förvärpa för nedströms områden. Eftersom området avrinner direkt till Mölndalsån och det pågår ett omfattande arbete med att översvämningssäkra Mölndalsån finns det dock skäl att utreda frågan ytterligare. För tillfället antas dock att volymen ska kunna magasineras inom programområdet.

För att översiktlig uppskatta skyfallskostnader har därför kostnaden för kompensationsvolymerna inom programmet beräknats. Den totala summan av lågpunkterna som i befintlig programhandling krockar med exploatering uppgår till ca 1700 m³, se Figur 10. Ju fler lågpunkter som kan bibehållas, desto mindre anpassningsåtgärder krävs.

Med hjälp av rapporten *"Handläggarstöd för att översiktligt bedöma volymbehov och kostnader för skyfallsanläggningar samt om de bör vara ytliga eller nedgrävda"* (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2022) (kallad Handläggarstöd fortsättningsvis) har därefter en översiktlig kostnadsuppskattning gjorts. Kostnadsuppskattningen utgår från att kompensationsvolymerna skapas som ytliga skyfallsanläggningar. Kostnaden beräknas utifrån följande ekvation: $250\,000 + \text{volym} \times 1750$. Vilket ger en totalsumma om ca 3,2 Mkr. Kostnaden blir ca fem gånger större om underjordiska lösningar väljs/krävs. Notera att här har initialkostnaden 250 000 kr (som bland annat är kopplad till etableringskostnad) endast använts en gång. Det är mer troligt att flera etableringar kommer att krävas för hela

planprogrammet. Samtidigt bör genomförandet av skyfallsåtgärderna samordnas med andra markarbeten vilket i sin tur leder till minskade kostnader.

Kostnaden ska ses som en första uppskattning och måste kompletteras i samband med att bebyggelseförslaget uppdateras och det finns mer information om etappindelning. Delar av dessa kostnader kan undvikas genom att nyttja de naturgivna förutsättningarna i landskapet, dvs att inte placera byggnader på lågpunkter och flödesvägar.

4.4 Alternativa lösningar

Potentialen att hantera dagvattnet i större samlade anläggningar bedöms liten på grund av begränsade möjligheter att leda dagvattnet till och från anläggningen med självfall.

5 Diskussion och slutsats

Det finns stor potential att utveckla dagvatten- och skyfallshanteringen inom programområdet för att bidra till både ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet. För att uppnå kraven enligt bland annat MKN och TTÖP, kommer anläggningar för dagvatten- och skyfallshantering krävas.

Att ge anläggningar som primärt hanterar dagvatten förutsättningar för att även inneha värden för olika ekosystemtjänster bidrar till ett hållbart samhälle och har dessutom en ekonomisk fördel då man kan tillgodose flera värden genom en investering. Det är dessutom utpekat i dagvattenpolicyn att dagvatten ska hanteras som en resurs som berikar bebyggelsemiljön med avseende på upplevelser, rekreation, lek, naturvärden och biologisk mångfald.

Slutsatser dagvatten

- Ca 5% av marken behöver avsättas för dagvattenhantering.
- Dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.
- Under förutsättning att 5% av både kvartersmark och allmän platsmark avsätts för reningsanläggningar bedöms programområdet inte försämrade möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.

Slutsatser skyfall

- Området har nya planeringsnivåer att ta hänsyn till. Nya byggnader antas ligga på +3,2 m och nya vägar/gator +2,8 m närmast Mölndalsån för att gradvis öka till befintliga nivåer längre västerut.
- Skyfallssituationen är starkt kopplad till bebyggelseförslag och höjdsättning
- Möjligheter att uppnå krav i TTÖP finns men måste studeras vidare. Frågan är starkt kopplad till ny höjdsättning av området.

5.1 Fortsatt arbete

Separering av kombinerat ledningsnät

Avloppsledningsnätet förutsätts kunna separeras vilket innebär att kraven på rening och fördröjning av dagvatten kommer vara större i de norra delarna (där dagvattnet idag leds till det kombinerade ledningsnätet) jämfört med de södra. I föreliggande utredning har en bedömning av hela programområdet gjorts men detaljerade utredningar och lösningsförslag kommer att behöva tas fram för respektive detaljplan. Dessa utredningar inkluderar bland annat nya förorenings- och fördröjningsberäkningar. Kretslopp och vatten ska även utreda möjligheterna till separering.

Markavvattningsföretag/Vattenavledningsföretag

Dagvattnet från programområdet avleds till ett vattenavledningsföretag. I föreliggande utredning antas att omprövning inte sker men Kretslopp och vatten

rekommenderar att möjlighet för omprövning av vattenavledningsföretag undersöks vidare. Eftersom områden både uppströms och nedströms programområdet berörs föreslås processen ske i bred samverkan. Tex kan en separat arbetsgrupp bildas.

Höjdsättning och skyfall

Kretslopp och vatten rekommenderar att en samlad höjdsättning görs (av Stadsbyggnadsförvaltningen) för hela programområdet för att säkerställa att risker kopplade till skyfall kan identifieras och hanteras vid behov. I samband med denna höjdsättning kan det finnas behov av att skyfallsmodellera för att säkerställa att rekommendationer i TTÖP uppfylls. Eventuella förändringar i höjdsättning och påverkan på skyfallsavledning från angränsande detaljplaner söder om Evenemangsområdet behöver även införlivas i denna modellering.

I de södra och östra delarna av programområdet uppstår de förhållandevis största vattenansamlingarna vid skyfall. Kretslopp och vatten rekommenderar att möjligheten att avleda detta vatten direkt till Mölndalsån utan magasineringsåtgärder undersöks i kommande detaljplanering.

Ekologiska kantzoner

Möjligheten att kombinera dagvattenlösningar och ekologiska kantzoner föreslås utredas vidare i kommande detaljplaner.

6 Referenser

- Boverket. (den 10 06 2015). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Hämtat från PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggning/>
- Cowi. (den 10 03 2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport_160426.pdf?MOD=AJPERES
- Göteborg Stad. (den 18 03 2021). *Förvaltningsansvar för dagvattenanläggningar, Bilaga 1 till Överenskommelse om samverkan angående dagvatten och vattendrag inom Göteborgs stad*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/dc4c89f9-5c6f-4d25-b54d-3de370091841/Bilaga+1_F%C3%B6rvaltningsansvar+dagvattenanl%C3%A4ggningar_version+1.1.pdf?MOD=AJPERES
- Göteborgs Stad. (den 20 11 2018). *Frågor och svar om Rain Gothenburg*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b!/ut/p/z1/pZFbS8NAEIV_Sx_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIswNlcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUx1g2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTlbfPhiT1YbFMc
- Göteborgs stad. (den 11 11 2019). *Åtgärdsförslag för dagvatten*. Hämtat från Goteborg.se: <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/02097d4e-15c8-4d4e-8d4e-1a3140dde9ef/Slutrapport+Åtgärdsförslag+för+dagvatten.pdf?MOD=AJPERES>
- Göteborgs Stad. (den 21 09 2021). *Göteborgs Stads anvisning om hantering av skyfall*. Hämtat från Vatten i staden: [file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/1.%20Styrande%20dokument_G%C3%B6teborgs%20Stads%20anvisning%20om%20hantering%20av%20skyfall%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/1.%20Styrande%20dokument_G%C3%B6teborgs%20Stads%20anvisning%20om%20hantering%20av%20skyfall%20(7).pdf)
- Göteborgs stad, Kretslopp och vatten. (Augusti 2019). *Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder, Åtgärdsplan för skyfallshantering*. Hämtat från Vatten i staden: <https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>
- Göteborgs stad, Kretslopp och vatten. (Juni 2020). *Fördjupning av typlösningar för skyfallsanläggningar*. Hämtat från Vatten i staden: <https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>
- Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (2022). *Vatten i staden*. Hämtat från Handläggarsöd för att översiktligt bedöma: file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/9.%20%C3%96vrigt_Handl%C3

