

Dagvatten- och skyfallsutredning

Detaljplan för bostäder med särskild service vid
Varnhemsgatan i stadsdelen Kviberg
2019-01-18



Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning

Underrubrik: Detaljplan för bostäder med särskild service vid Varnhemsgatan i stadsdelen Kviberg

Publiceringsdatum: 2019-01-18

Beställare: Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret

Kontaktperson: Ulrika Lindahl, Stadsbyggnadskontoret

Projektledare: Agnes Söderlund, Kretslopp och vatten

Handläggare: Lina Ekholm och Quentin Barbier, Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Linn Wahlgren och Dick Karlsson, Kretslopp och vatten

Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanarbetet för Varnhemsgatan, bostäder med särskild service (BmSS) vid Varnhemsgatan i stadsdelen Kviberg. Planen omfattar byggnation på en mindre del i norra delen av fastigheten Kviberg 741:36.

Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse. Både planområdet och omgivande ytor utgörs idag av gräs- och asfalterade plana ytor. Varnhemsgatan väster om planområdet och Lars Kaggsgatan sydväst om området översvämmas idag vid kraftiga skyfall. Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag utan endast till det kombinerade systemet i Lars Kaggsgatan.

Höjdsättning av planområdet skall göras på ett sådant sätt att dagvatten kan ledas mot renings- och fördröjningsanläggningen. Utöver detta föreslås en robust höjdsättning av byggnad och entréer för att klara de rekommendationer för höjdsättning för att klimatsäkra området och som beskrivs i Göteborgs stads dokument ”tematiskt tillägg för översvämningsrisker”. Skyfallsmodellen visar att planområdet idag översvämmas till ett vattendjup av maximalt 0,1 m över marknivå. För att möta rekommendationerna behöver därför den framtida byggnaden byggas med färdig golvnivå minst 0,3 m över marknivå. Om inte detta görs riskerar planområdet att inte uppfylla de kraven som gäller för framkomlighet vid skyfall.

För att uppnå både reningskrav och stadens krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta föreslås att en dagvattenanläggning av typen krossdike eller liknande anläggs i planområdets södra del. Krossdiket ska ha kapacitet att fördröja minst 8 m³ dagvatten vilket motsvarar ungefär 17 m². Från krossdiket leds vattnet sedan vidare till det kombinerade systemet i Lars Kaggsgatan.

Beräkningar i StormTac visar att målvärdet för zink (Zn) och suspenderat material (SS) överskrids efter exploatering. SS överskrids redan idag enligt StormTac. Med rening uppnås målvärdet och föroreningsbelastningen minskar mot befintlig situation. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.

Om planen genomförs skulle flödet öka från 9 l/s till 19 l/s för ett 5-årsregn och 15 l/s till 30 l/s för ett 20-årsregn. Kapaciteten i befintligt ledningsnät är uppskattad till ungefär 900 l/s vilket innebär att ökningen från planområdet motsvarar ungefär 1–1,6% av ledningens totala kapacitet.

Med de åtgärder som föreslås i rapporten så klarar planen stadens riktlinjer för dagvatten- och skyfallshantering.

Versionshantering

Datum	Version	Beskrivning	Ändrat av

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Projektbeskrivning	6
1.1 Syfte och huvuddrag	6
1.2 Områdesbeskrivning	7
2 Riktlinjer och styrande dokument	8
2.1 Funktionskrav på dagvattensystem	8
2.2 Fördröjningskrav	8
2.3 Miljö kvalitetsnormer	9
2.4 Riktvärden och reningskrav	9
2.5 Skyfallssäkring och klimatanpassning	9
2.6 Rain Gothenburg	11
3 Förutsättningar	12
3.1 Tidigare utredningar och pågående planarbete	12
3.2 Topografi	12
3.3 Geoteknik, grundvatten och markmiljö	12
3.4 Avvattning och recipient	14
3.5 Kapacitet i befintliga dagvattensystem	16
3.6 Höga vattennivåer i havet och höga flöden i vattendrag	18
3.7 Skyfall	18
4 Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering	20
4.1 Fördröjningsbehov dagvatten	21
4.2 Reningsbehov av dagvatten	22
4.3 Påverkan på dagvattensystem nedströms	24
4.4 Skyfallsanalys	24
4.5 Föreslagna åtgärder	27
4.6 Investeringskostnad och drift	28
4.7 Alternativa dagvattenlösningar	29
5 Sammanställning av dagvatten- och skyfallshantering	30
6 Referenser	31

Bilaga 1 Beräkningar fördröjningsvolymer

Bilaga 2 Tabeller från föroreningsmodellering

1 Projektbeskrivning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan för bostäder med särskild service (BmSS) vid Varnhemsgatan i stadsdelen Kviberg (se Figur 1).

I Göteborg finns ett underskott av BmSS (bostäder med särskild service) i egen byggnad. Planens syfte är att pröva möjligheten att bygga 8–12 BmSS i en byggnad på 2–3 plan.



Figur 1. Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden och ungefärlig utbredning av planområdet.

1.1 Syfte och huvuddrag

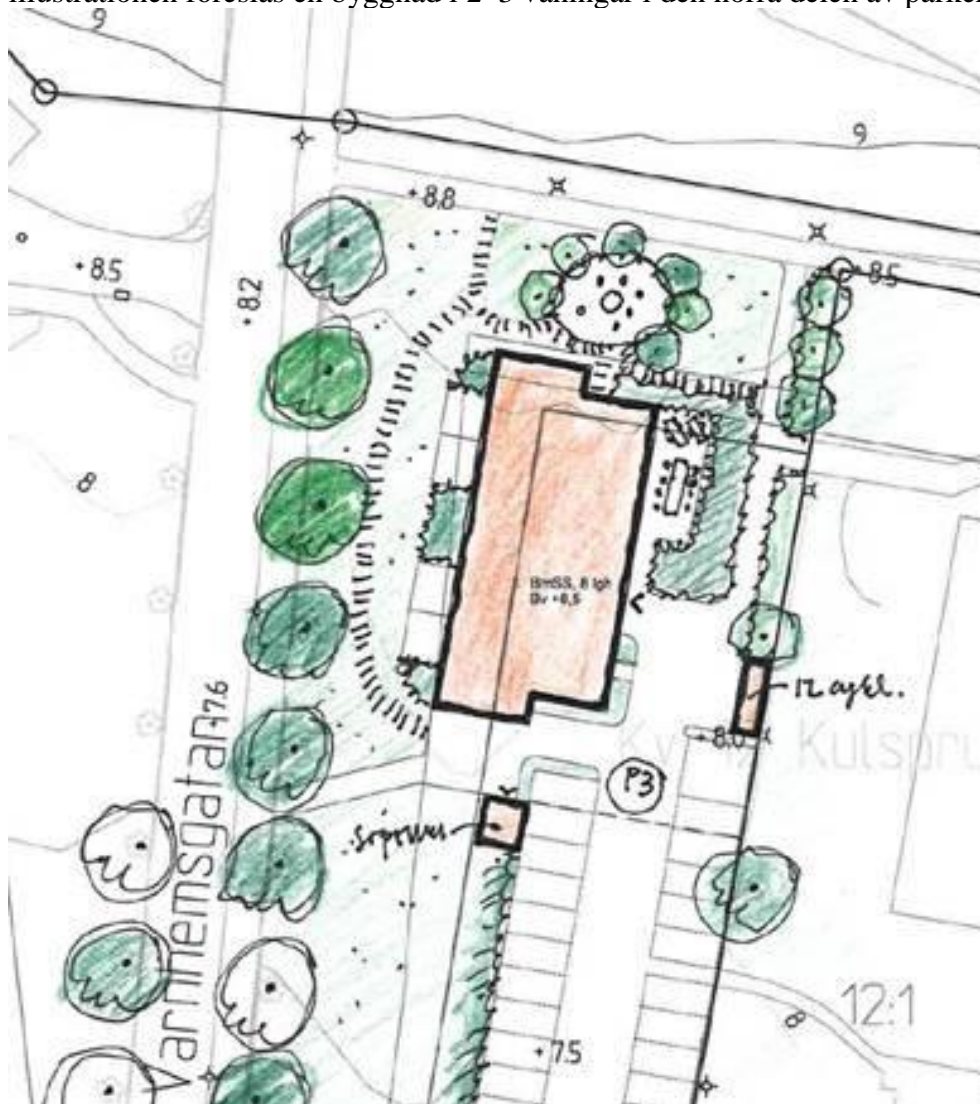
Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015). Dagvatten- och skyfallsutredningen är en av de utredningar som ligger till grund för samrådshandlingen som tas fram inför samrådet i kommunens detaljplanearbete. I samrådet ges alla intressenter möjlighet att yttra sig och kunskap om planområdet samlas in. Om förändringar eller frågor uppstår görs en uppdaterad eller kompletterande dagvatten- och skyfallsutredning som går ut i granskningsskedet. Efter granskningsskedet kan mindre ändringar av planförslaget göras. Därefter går det till byggnadsnämnden för antagande.

Syftet med utredningen är att ta fram förslag på hur dagvatten och skyfall inom planområdet kan hanteras på ett hållbart sätt. Det innebär att bl.a. att fördröjning och rening av dagvatten och hantering av skyfall studeras.

1.2 Områdesbeskrivning

Planområdet omfattar totalt ca 0,14 ha och marken ägs av kommunen. Området utgörs idag av parkering med asfalterad yta och gräsmatta. Parkeringsplatserna utnyttjas av närliggande bostadsrättsförening som arrenderar marken. Det finns dagvattenbrunnar på parkeringsområdet. Dagvattenledning finns utanför området i Varnhemsgatan och det finns kombinerade system söder om området i Lars Kaggsgratan. Området sluttar från norr till söder. I öster och söder gränsar planområdet till befintlig bostadsbebyggelse. I väster ligger Varnhemsgatan med en trädallé och en idrottsplats. Trädallén är biotopsskyddad. Området i norr utgörs av Kvibergs kyrkogård.

Kommunen har låtit Norconsult ta fram en förslagsskiss vilken redovisas i Figur 2. I illustrationen föreslås en byggnad i 2–3 våningar i den norra delen av parkeringen.



Figur 2 Skiss över planförslaget. Källa Stadsbyggnadskontoret.

2 Riktlinjer och styrande dokument

Ett flertal riktlinjer är styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i kommande avsnitt.

2.1 Funktionskrav på dagvattensystem

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten.

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), med markerat dimensioneringskrav för planområdet.

	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Nya duplikatsystem			
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

2.2 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten från hårdgjorda ytor inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Syftet med att fördröja dagvattnet är att minska flödesbelastningen på de befintliga dagvattensystemen och på recipienten. Den reducerade ytan är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse.

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrider vid dimensionerande regn. Om dagvattnet från utredningsområdet avleds till ett diktningföretag kan det finnas bestämmelser som reglerar hur mycket dagvatten som får avledas dit och följaktligen hur mycket som måste fördröjas från utredningsområdet. I detta fall ska nödvändig fördröjning eftersträvas på allmän plats.

2.3 Miljökvalitetsnormer

Europaparlamentet införde år 2000 ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet.

Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

2.4 Riktvärden och reningskrav

Dagvatten förorenas av bl.a. utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar. Dagvatten från parkeringsytor, industriområden och högtrafikerade vägar är särskilt förorenat.

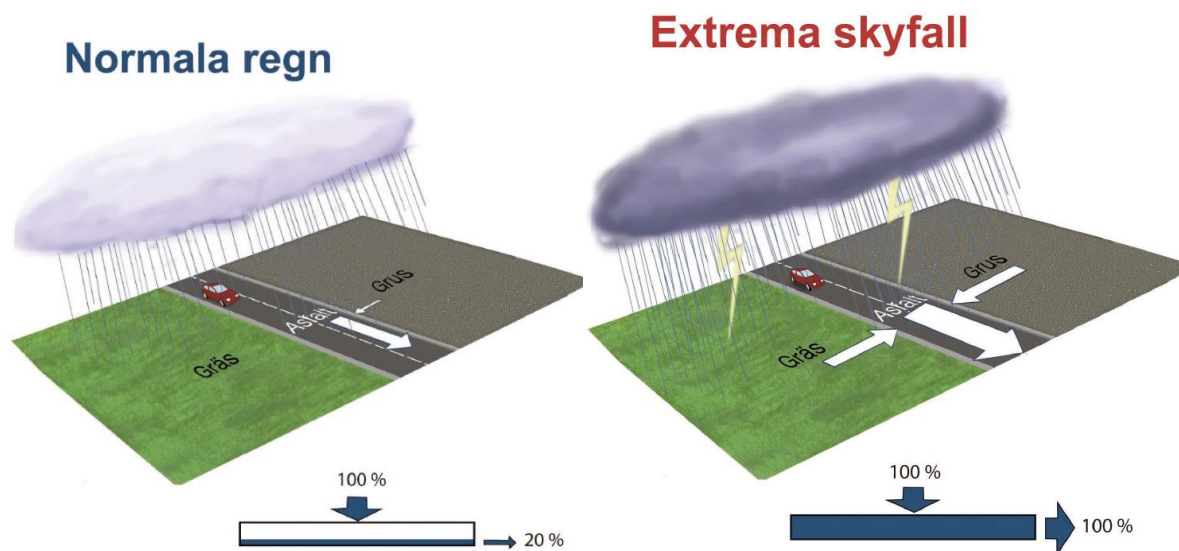
För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (2013). Dessa riktvärden uttrycks generellt som årsmedelhalter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten. Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen Reningskrav för dagvatten (2017-03-02) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet.

För mycket känsliga recipienter gäller Riktvärden. För känsliga och mindre känsliga recipienter tillämpas målvärden. Det finns enbart målvärden för sex stycken ämnen och det är bara dessa som behöver studeras för mindre känsliga och känsliga recipienter. Övriga ämnen klarar i princip alltid Riktvärden och är därför inte nödvändiga att redovisa. För TBT visar ofta modellering på höga riktvärden men en rimlighetsbedömning behöver göras eftersom schablonvärdet för TBT inte kan anses representativa för alla områden.

2.5 Skyfallssäkring och klimatanpassning

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

Det medför i praktiken att avrinningen av regnöverskottet beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet. Avdunstning har marginell påverkan.



Figur 3 Schematisk beskrivning av skillnaden mellan normala regn och extrema skyfall. (Svenskt vatten, 2018)

Göteborgs Stad har tagit fram ett tematiskt tillägg till översiktsplanen (fortsättningsvis benämnd TTÖP) där mål och strategier för klimatanpassning redovisas med avseende på översvämningsrisker i ny stadsplanering (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018).

För nyexploatering är motivet att i första hand att skydda människors hälsa då översvämning gör bostäder obrukbara under lång tid. I andra hand är syftet att skydda ekonomiska intressen. Utgångspunkten vid exploatering är att minska andelen hårdgjorda ytor för att så långt som möjligt minimera avrinningen vid skyfall samt att minimera risken för skador vid extremt väder. Möjligheten till lokal utjämning ska sökas i första hand och avledning i andra hand. I de fall strukturplaner finns framtagna är de ett viktigt planeringsunderlag. Vid lokal utjämning är den generella utgångspunkten att hantering av ett 100 års regn så långt som möjligt skall möjliggöras inom planområdet. Stråk för avledning av ytligt överskottsvatten d.v.s. vattenmängder som uppstår då dagvattennätets kapacitet överskrids ska identifieras och i första hand säkras via höjdsättning. Anläggningar för bortledning och fördröjning av överskottsvatten dimensioneras för att ett klimatanpassat 100 års regn inte ska ge skador på byggnader.

Utgångspunkten är att den ytliga avrinningen ut från området bara får ökas jämfört med befintliga förhållanden om vattnet avleds till ett utpekat bortledningsstråk (skyfallsled) eller utsedd recipient för skyfall.

I Tabell 2 visas föreslagna planeringsnivåer.

Tabell 2 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerade händelser för att minska översvämningsrisk (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018). Angivna höjder i tabellen är relativa höjder. Relevant höjdsättning för denna detaljplan är markerad.

Funktion/ Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/ planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning - nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (HBF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet – nyanläggning högprioriterade vägnät, stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

2.6 Rain Gothenburg

Jubileumssatsningen Rain Gothenburg ingår i Göteborgs Stads fyrahundraårsfirande 2021. Det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg, och med klimatförändringen kommer de svåra skyfallen att öka. Därför satsar Göteborg 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. Dagens sätt att ta hand om vattnet med dagvattenbrunnar räcker inte utan behöver förnyas. (Göteborgs Stad, 2018)

3 Förutsättningar

I detta avsnitt listas de befintliga förutsättningarna för området

3.1 Tidigare utredningar och pågående planarbete

Det finns tidigare geotekniska undersökningar i och utanför området men inte specifikt för planområdet. Resultaten redovisas parallellt i det geotekniska utlåtandet som genomförts för detaljplanen.

Stadsbyggnadskontoret och Kretslopp och vatten har utvecklat en metodik för framtagande av s.k. strukturplaner som innehåller åtgärdsförslag för hur översvämningsproblematik inom ett avrinningsområde kan hanteras. I strukturplanen ges övergripande rekommendationer på delavrinningsområdesnivå för vilken princip i form av avledning eller magasinering som är lämplig samt vilken vattenvolym som bör hanteras. (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018)

Parallellt med denna detaljplan pågår arbete med en skyfallslösning på angränsande idrottsplats vilket tas upp i strukturplanen. Hur detta påverkar planområdet redovisas mer i detalj i avsnitt 4.4.

3.2 Topografi

Både planområdet och omgivande ytor utgörs idag av gräs- och asfalterade plana ytor. Landskapet vid planområdet är relativt flackt men norr om planområdet finns en bergs/fastmarkshöjd. Planområdet och omgivande mark sluttar mycket svagt från norr åt söder med marknivåer kring +8,5 i norr och ca +7,5 i söder.

3.3 Geoteknik, grundvatten och markmiljö

Fastighetskontoret har tagit fram ett geotekniskt utlåtande över området. Resultaten från rapporten sammanfattas i stycket nedan.

I det geotekniska utlåtandet fastslås att den förväntade jordlagerföljden inom planområdet bedöms överst inom parkeringsytorna utgöras av fyllning av friktionsjord med upp till någon meters mäktighet och inom gräsområdena av ca 0,3 m organisk jord. Ytskikten underlagras av lera med en varierande mäktighet som de översta ca 0,5–1 m är utbildad som torrskorpa, leran under lagras av ett friktionslager på berg som enligt sonderingarna varierar från ca 1,5-6,5 m.

Sprickvatten/markvatten förekommer i jordens ytliga lager av fyllningsjord. Grundvattnets trycknivå bedöms ha en i stort sett hydrostatisk fördelning från någon meter under markytan.

Sannolikt är leran inom området normalkonsoliderad vilket innebär att varje form av markbelastning eller en grundvattensänkning kommer att generera sättningar. Stabiliteten bedöms som tillfredställande för både nuvarande förhållanden samt efter en exploatering. Ur geoteknisk synvinkel bedöms marken inom planförslaget som lämplig för planerad exploatering. (Fastighetskontoret, 2018)



Figur 4 utdrag ur SGUs jordartskarta (SGU, 2018) med ungefärligt läge av planområdet

Det finns inga tidigare kända markföroreningar eller miljöskydd för området. Områdets markmiljö för arbetet med den här detaljplanen har undersökts av WSP med avseende på markföroreningar för jord, grundvatten och asphalt. Arbetet är redovisat i rapporten "Översiktlig miljöteknisk markundersökning" och en sammanfattning av resultaten presenteras i stycket nedan.

Provpunkterna i markmiljöundersökningen är redovisade i Figur 5. Resultatet från undersökningen visar att i en provpunkt, 18W07, överstigs MKM (Naturvårdsverkets riktvärde för Mindre känslig markanvändning) med avseende på arsenik. I provpunkt 18W06 och 18W07 överstigs KM (Naturvårdsverkets riktvärde för Känslig mark) med avseende på kobolt.

Rapporten rekommenderar saneringsåtgärder vid provpunkt 18W07 i samband med schaktarbete.

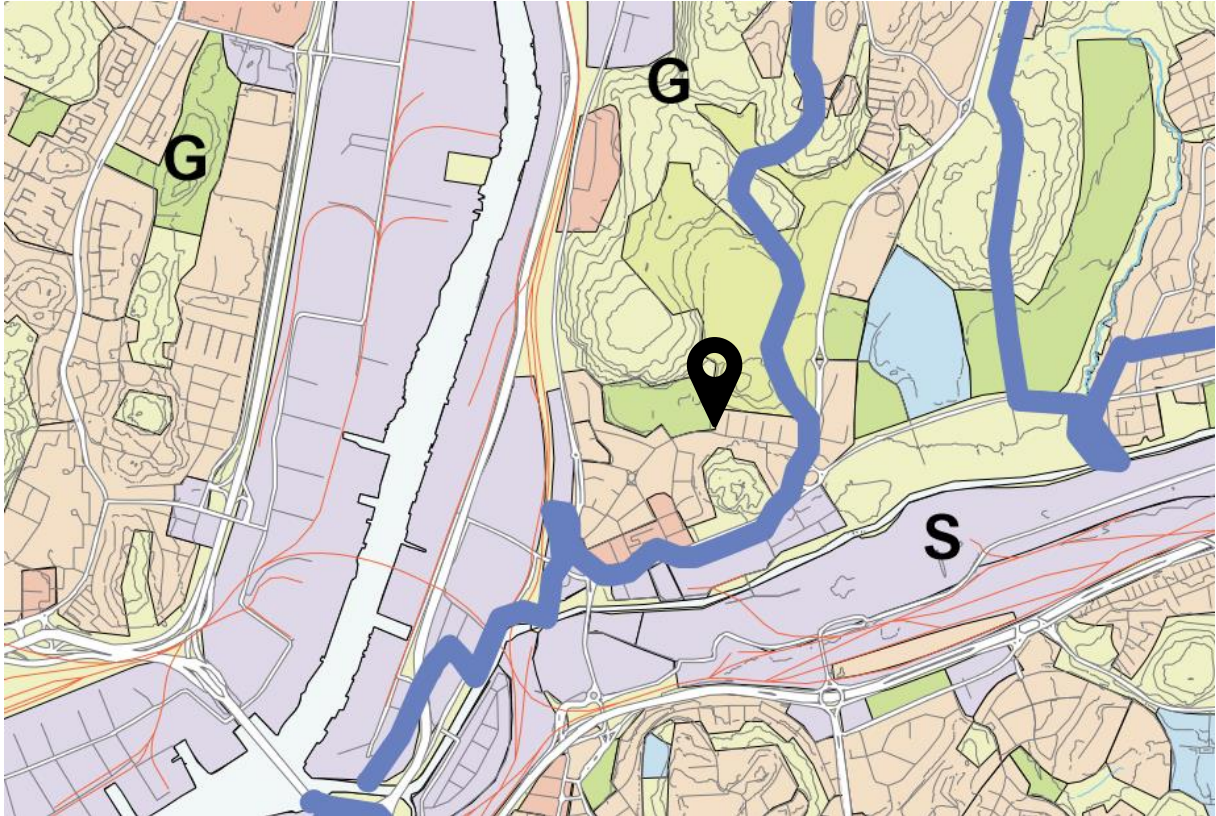


Figur 5 Provtagningsplan med provtagningspunkter (WSP, 2018). De provpunkter med överskridna riktvärden för MKM och KM är markerade.

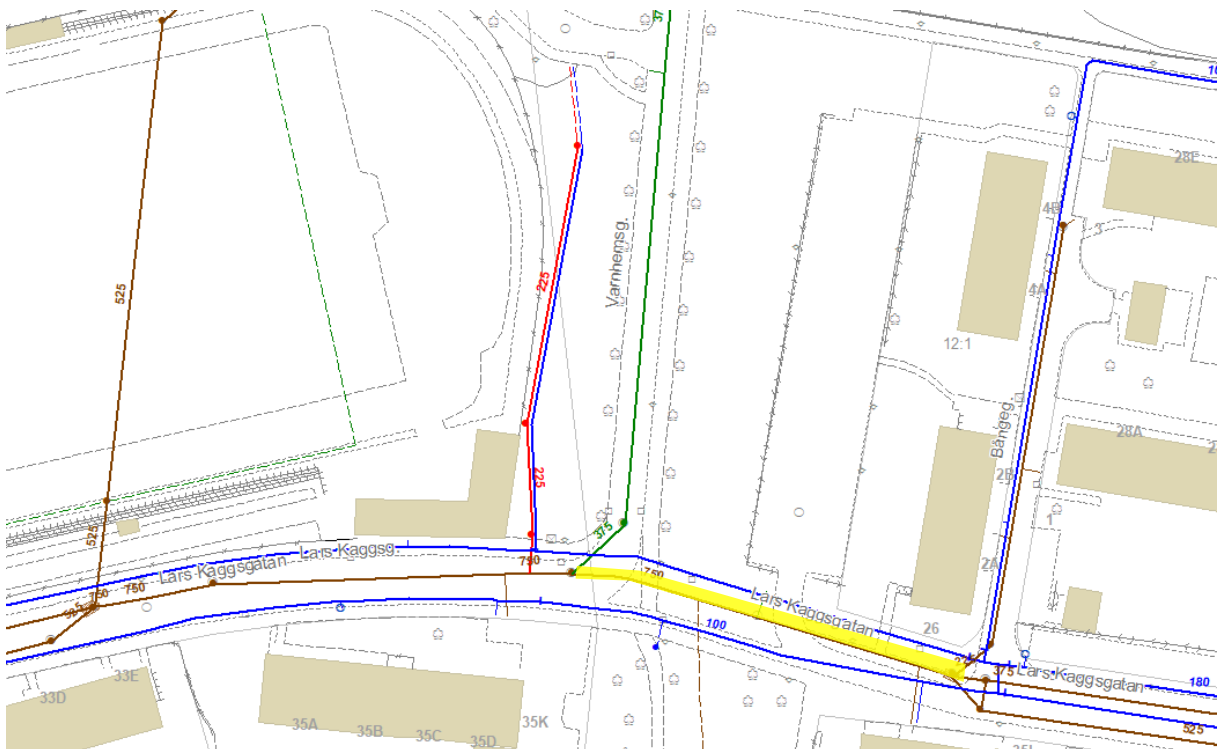
3.4 Avvattning och recipient

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Göta Älv. Avrinningsområdets utbredning framgår av Figur 6. Det finns dagvattenledningar i Varnhemsgatan som leds ner till kombinerade system i Lars Kaggsatan.

Dagvattenledning finns utanför området i Varnhemsgatan och det finns kombinerade system söder om området i Lars Kaggsatan (se Figur 7). Området sluttar från norr till söder. Området avvattnas via dagvattenledningen i Varnhemsgatan och den kombinerade ledningen i Lars Kaggsatan. Dagvattenledningen i Varnhemsgatan redovisas i SolenX som en betongledning med dimensionen 375 mm. Denna ledning kopplas på en kombinerad betongledning med dimensionen 750 mm i Lars Kaggsatan. Båda ledningarna uppges vara installerade 1945. Det finns även en kombinerad ledning i Bångegatan, men denna antas inte påverkas av detaljplanen. Från det kombinerade nätet leds vattnet i första hand till Ryaverket och därefter till Göta älv. Recipienten påverkas endast vid bräddning vilket inte tas med i föroreningsberäkningar. Vid bräddning bräddas vattnet till Göta Älv via Nylöseatan.



Figur 6. Karta över avrinningsområde som markerar planområdet. (Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002)



Figur 7 Översikt av befintligt ledningsnät. Utdrag från Solen-X. Markering avser den ledning som har uppskattats ur kapacitetssynpunkt.

3.4.1 Dikningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett dikningsföretag. Det finns inga markavvattningsföretag inom detaljplaneområdet.

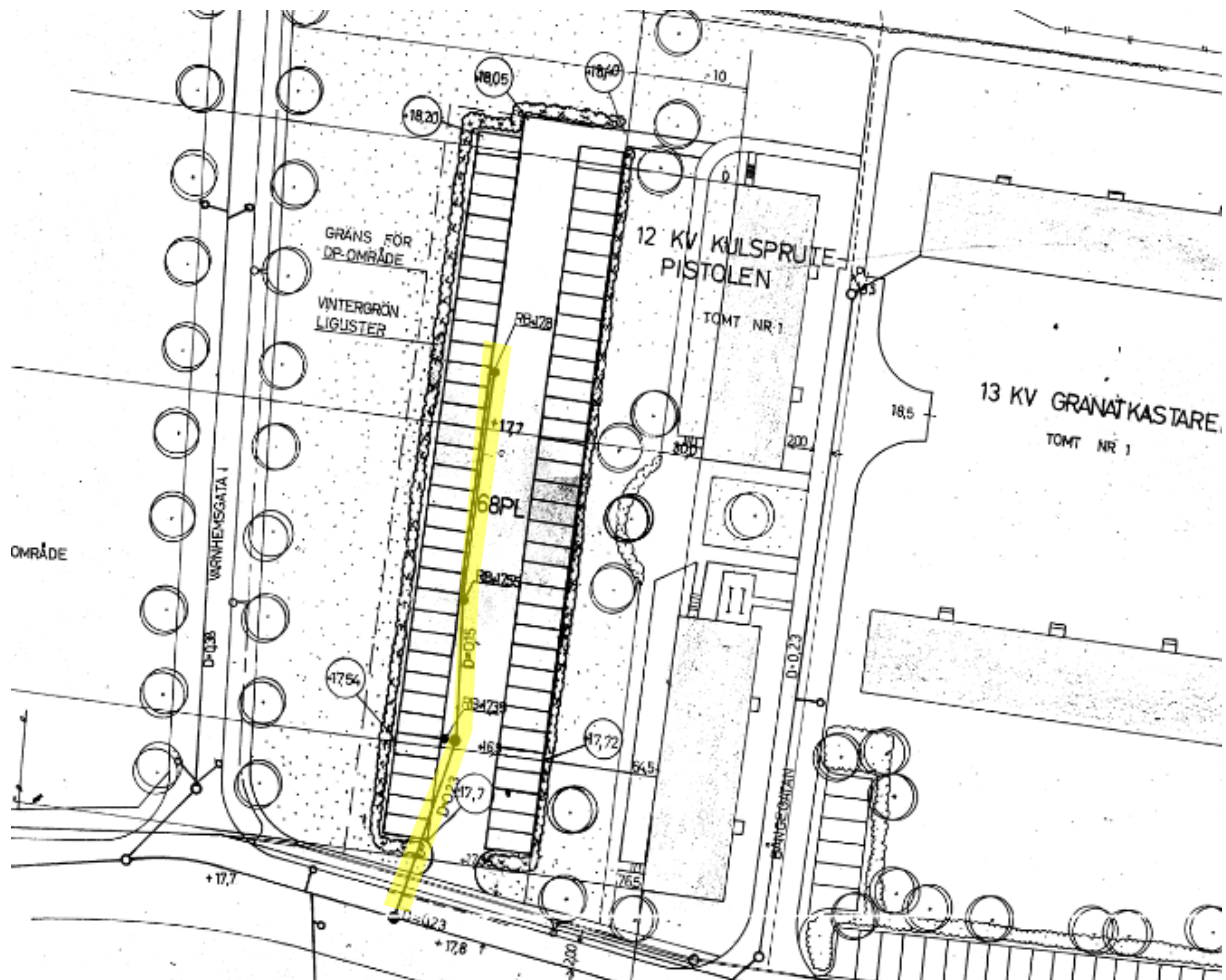
3.4.2 Fastställd miljö kvalitetsnorm

Recipienten är Ryaverket eftersom dagvattnet leds till det kombinerade systemet som därefter leds till Ryaverket för rening. Som nämnts i avsnitt 2.4 tillämpas målvärden för att bedöma områdets föroreningsbelastning.

3.5 Kapacitet i befintliga dagvattensystem

Dagvattnet på planområdet leds ner till den kombinerade ledningen i Lars Kaggsgatan. Kapaciteten har uppskattats till ca 900 l/s i befintlig kombinerad spill- och dagvattenledning (AK750BTG). För beräkningen har Colbrooks diagram använts. Vi beräkning har ledningen antagit vara helt fylld och sträckan på ledningen uppskattats till 66 meter (se gul markering i Figur 7), lutningen till 6‰ och en råhet i ledningen på 1.

Det finns även dagvattenbrunnar och en dagvattenledning på parkeringsområdet utanför planområdet (se Figur 8). Dessa är privata och därför inte inmätta och läge och dimension framgår endast på bygglovsritningar från 1964.



Figur 8 Bygglovsritning för parkering Varnhemsgatan. Fastställd av byggnadsnämnden i Göteborg 9 juni 1964. Befintlig dagvattenledning på parkeringen är markerad i gult.

Översiktlig inventering utfördes i november 2018 då planområdet och gångbanan norr om planområdet besöktes. Inga uppenbara brister i dagvattenhanteringen på planområdet noterades.



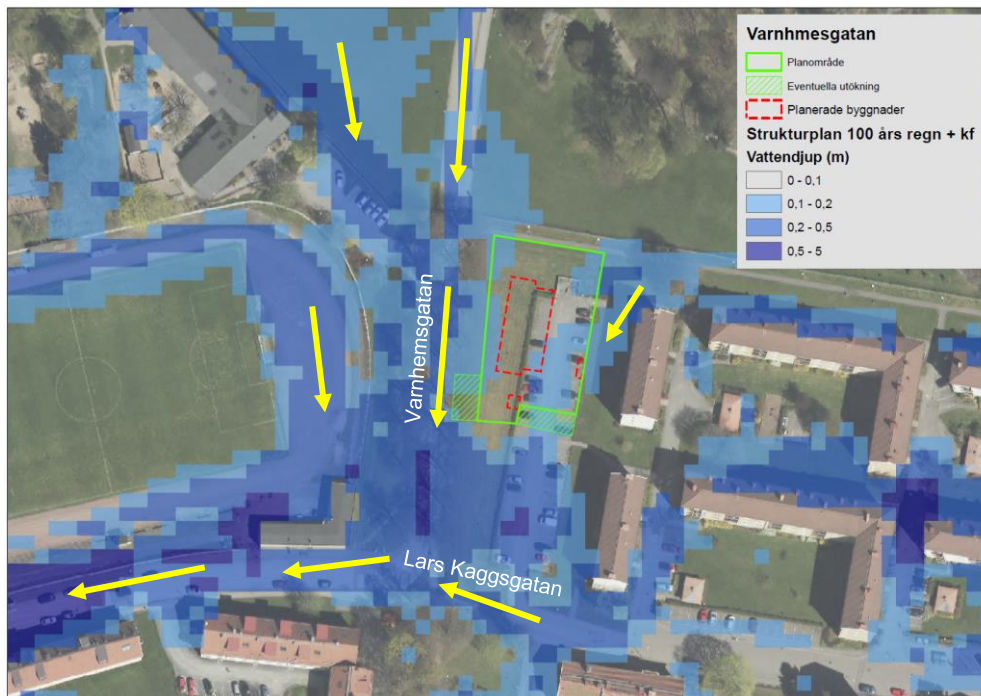
Figur 9 Bild från översiktlig inventering 2018.

3.6 Höga vattennivåer i havet och höga flöden i vattendrag

Planområdet ligger ca 1 km från Göta älv och omkring 700 m från Säveån. Hela planområdet ligger utanför riskområdet som kan komma att påverkas av framtida prognostiserade förhöjda vattennivåer. Planområdet ligger på nivåer > +7 vilket är över de prognostiserade framtida risknivåerna för översvämning på grund av höga vattennivåer eller till följd av höga flöden i Göta älv. Däremot påverkas området av skyfall.

3.7 Skyfall

Under kraftiga skyfall överskrider ledningssystemets kapacitet och marken bli vattenmättad vilket medför att avrinning på markytan sker. Markavrinningen kan komma att orsaka stora materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Det är därför av stor vikt att analysera markavrinningen vilket simuleras i en skyfallsmodell.



Figur 10 Skyfallssituation före exploatering vid befintliga förhållanden. Gula pilar visar vattenflödet på marken. Planområdet är markerat med grön ruta. 2018-10-29

Från skyfallsmodellen framgår att kraftiga regn innebär ett stort vattenflöde från Kvibergs kyrkogård via Varnhemsgatan till Lars Kaggsgatan, se Figur 10. Planområdet ligger inte i riskzonen för översvämningar över 0,2 m vattendjup tack vare att marken ligger högre än omgivande mark. Problemen vid skyfall kan kopplas till framkomlighet och uppstår framförallt sydväst om planområdet men också vid parkeringen direkt söder om planområdet där vattendjupet kan uppgå till 0,5m.

4 Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering

Den framtida exploateringen medför en något ökad hårdgöringsgrad och därmed ett högre avrinnande dagvattenflöde från området. Föreslagen dagvatten och skyfallshantering presenteras i stycken nedan och baseras på de riktlinjer och styrande dokument som avhandlades i kapitel 2.

Modellering och beräkningar utgår från de ytor som är redovisade i Figur 11.



Figur 11 Ungefärlig indelning av planområdet.

4.1 Fördröjningsbehov dagvatten

För området gäller de fördröjningskrav och reningskrav som finns för kvartersmark som anges i avsnitt 2.2. För att beräkna fördröjningsbehovet behöver först den reducerade arean beräknas. Den reducerade arean beräknas genom att multiplicera arean för området med avrinningskoefficienten för området.

För befintligt flöde uppskattas ytan bestå av parkeringsytor och grönytor. För framtida flöde uppskattas ytan bestå av parkeringsytor, grönytor/uteplats och takytor. I Tabell 3 framgår fördelningen av ytor före och efter exploatering. Andelen parkering minskar något men andelen hårdgjord yta (asfalt + tak) ökar något samtidigt som grönytor minskar.

Tabell 3 Andelen hårdgjorda ytor före och efter exploatering.

Typ av yta	Avrinningskoefficient	Före exploatering [m ²]	Efter exploatering [m ²]
Asfalt	0,8	525	500
Grönytor	0,1	895	500
Tak	0,9	0	420
Totalt		1420	1420

I Tabell 4 presenteras beräkningen av den reducerade arean. En reducerad yta om 828 m² innebär att ca 8 m³ dagvatten behöver fördröjas inom planområdet.

Tabell 4. Beräkning av reducerad area, före och efter exploatering.

	Area [m ²]	Avrinnings-koefficient	Reducerad area [m ²]
Planområde före	1420	0,36	509,5
Planområde efter	1420	0,58	828

4.1.1 Dimensionerande dagvattenflöden

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiden 5 och 20 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Räknat med rationella metoden blir regnintensiteten därmed 181,3 l/s • ha för 5-årsregnet och 286,7 l/s • ha för 20-årsregnet.

Det dimensionerande flödet (Q_{dim}) beräknades enligt ekvation 1 nedan. Före exploatering används klimatfaktor på 1 och efter exploatering på 1,25 (enligt P110) (Svenskt vatten, 2016) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

$$Q_{dim} \left[\frac{l}{s} \right] = \text{regnintensitet} \left[\frac{l}{s} \text{ ha} \right] \cdot \text{reducerad area [ha]} \cdot \text{klimatfaktor} \quad (1)$$

Dimensionerande flöde före och efter exploatering redovisas i Tabell 5. Dimensionerande flöde för planområdet före exploatering blir enligt ekvation (1) ca 9 l/s för ett 5-årsregn och ca 15 l/s för ett 20-årsregn. Dimensionerande flöde för planområdet efter exploatering blir enligt ekvation (1) ca 19 l/s för ett 5-årsregn vilket innebär att flödet ökar med ca 10 l/s jämfört med befintligt flöde. För 20-årsregnet blir dimensionerande flöde 30 l/s vilket innebär att flödet ökar med ca 15 l/s jämfört med befintligt flöde. Användningen av klimatfaktorn bidrar till en flödesökning på ca 4 l/s vid ett 5-årsregn och ca 6 l/s vid ett 20-årsregn.

Tabell 5: Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden för befintliga förhållanden (nuläge) och efter exploatering.

	Återkomsttid [år]	Flöde Nuläge [l/s]	Flöde Efter exploatering [l/s]	Flöde inkl. klimattfaktor Efter exploatering [l/s]
Planområde	5	9	15	19
	20	15	24	30

4.2 Reningsbehov av dagvatten

De avvattnade ytorna inom planområdet bedöms som en medelbelastad yta. Recipienten är Ryaverket vilken är klassad som en mindre känslig recipient. Genom att använda matrisen i Tabell 6 för att bedöma erforderliga dagvattenrening framgår att dagvattnet ska genomgå enklare rening. Bedömningen baseras på PM Reningskrav för dagvatten (Kretslopp och vatten, 2016) som tagit fram av Kretslopp och vatten och godkänts av Miljöförvaltningen.

Målet med en enklare rening är avskiljning av partiklar företrädesvis genom översilning genom växlighet eller fördröjning. Exempel på enklare rening innefattar bland annat översilning och gräsdike, brunnsfilter, torra dammar, olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter.

Tabell 6. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen.

Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning

Samtliga dessa tidiga bedömningar av reningsbehov ska beaktas vid val av lämplig dagvattenhantering. Dock är det resultatet av en föroreningsmodellering som avgör vilken typ av reningsanläggning som slutligen ger erforderlig rening.

Som nämndes i avsnitt 2.4 har vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (2017-03-02) används bl.a. styrande målvärden och riktvärden beroende av recipientens känslighet. Då Ryaverket, som nämnts flera gånger tidigare, är klassad som en mindre känslig recipient och tillämpas därför målvärden i denna utredning. Det finns enbart målvärden för sex stycken ämnen och enligt vägledningen är det endast dessa som behöver studeras för mindre känsliga och känsliga recipienter.

Tabell 7 Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) före och efter exploatering. Jämförelse mot målvärde där markerade celler visar överskridande av målvärde.

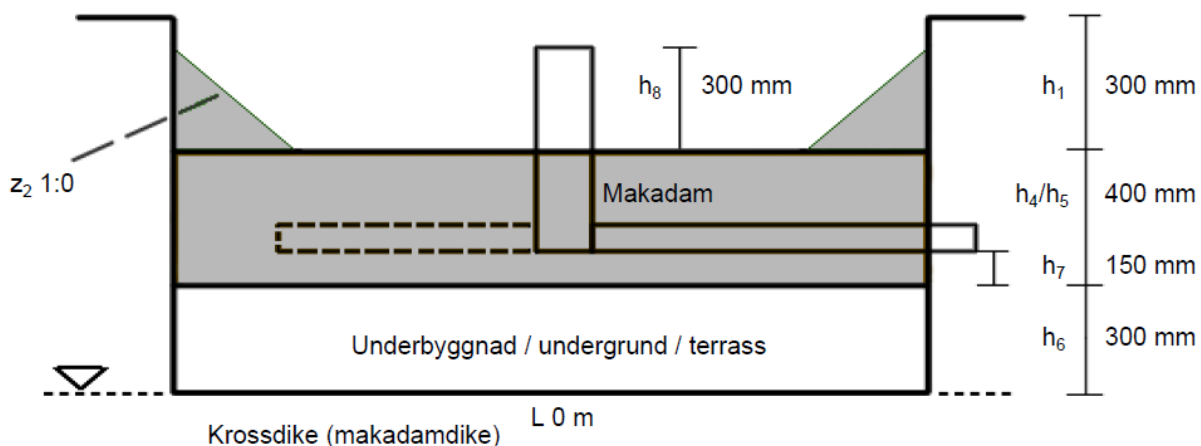
	P [µg/l]	N [µg/l]	Cu [µg/l]	Zn [µg/l]	SS [µg/l]	TOC
Före exploatering	120	1800	16	46	84 000	14 000
Efter exploatering	110	1600	20	70	68 000	13 000
Målvärde	150	2500	22	60	60 000	20 000

Uppskattad föroreningsbelastning är baserade på beräkningar i StormTac och redovisas tillsammans med målvärden i Tabell 7. Beräkningarna visar att målvärdet för zink (Zn) och

suspenderat material (SS) överskrids efter exploatering om dagvattnet inte genomgår rening. SS överskrids redan idag enligt StormTac.

För att möta reningskraven krävs motsvarande en anläggning (t.ex. krossdike) med ytarean 4m^2 . En sådan anläggning medger dock inte tillräckligt stor volym för att uppfylla fördröjningskravet på 8m^3 . En större anläggning krävs.

Anläggningsdjupet för dagvattenanläggningen bestäms dels av grundvattennivån som enligt markmiljöundersökningen ligger ca 1–1,2 m under markytan. Med hänsyn till grundvattennivån föreslås ett grunt dike, totalt 0,7 m djupt. En schematisk sektion av krossdiket som antagits för beräkningar i StormTac är presenterade i Figur 12. Med angivna sektion och fördröjningskravet 8m^3 krävs enligt StormTac minst en 17m^2 stor dagvattenanläggning.



Figur 12 Valda parametrar för ett krossdike med förväntad rening enligt Tabell 8. I figuren har ett krossdike som medger 8m^3 fördröjningsvolym antagits.

I Tabell 8 visas en jämförelse mellan föroreningshalterna för ett erforderligt krossdike (för både rening och fördröjning) i förhållande till de målvärden som är uppsatta.

Tabell 8 Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) efter exploatering. Jämförelse mot målvärde där markerade celler visar överskridande av målvärde.

	P [$\mu\text{g/l}$]	N [$\mu\text{g/l}$]	Cu [$\mu\text{g/l}$]	Zn [$\mu\text{g/l}$]	SS [$\mu\text{g/l}$]	TOC
Före exploatering	120	1800	16	46	84 000	14 000
Efter exploatering utan rening	110	1600	20	70	68 000	13 000
Efter rening och fördröjning	77	1000	10	25	34 000	9 100
Målvärde	150	2500	22	60	60 000	20 000

Planområdets totala belastning är redovisat i Tabell 9 med mängder redovisade som $\text{kg}/\text{år}$. Av beräkningarna framgår att med rening av dagvattnet minskar belastningen från de angivna ämnena till det kombinerade lätet.

Tabell 9 Föroreningsmängder från planområdet $\text{kg}/\text{år}$

	P [$\text{kg}/\text{år}$]	N [$\text{kg}/\text{år}$]	Cu [$\text{kg}/\text{år}$]	Zn [$\text{kg}/\text{år}$]	SS [$\text{kg}/\text{år}$]	TOC [$\text{kg}/\text{år}$]
Före exploatering	0,082	1,2	0,017	0,056	55	9,3
Efter exploatering	0,095	1,4	0,018	0,060	59	11
Efter rening och fördröjning	0,066	0,89	0,0088	0,021	29	7,9

Infiltrationsmöjligheten i förekommande jordar bedöms som låg då marken till största del utgörs av lera.

Markföroreningar förekommer inom planområdet men med de rekommendationer som föreslås i den markmiljötekniska utredningen bedöms risken för förorenings spridning till dagvattnet vara försumbar.

Krossdiket består i huvudsak av ett dike som täcks in i en geotextil och fylls med makadam. Det kan gestaltas på olika sätt och vara en grön eller grå; mjuk eller hårdgjord anläggning. Vidare kan makadamen synas i dagen eller underbygga en yta av gräs eller annat genomsläppligt material. Anläggningen kan utformas för infiltration där omgivande mark tillåter det och/eller förses med dränering i botten eller med utlopp. Rening sker i första hand genom sedimentation och fastläggning och följer samma princip som ett biofilterdike fast utan växter. (Göteborgs stad, Ramböll, 2017)

Fördröjning av dagvatten från kvartersmarken kan ske genom att stuprör leds in i krossdiken. Där möjligt är frikopplas stuprören och takvatten sprids ovan krossdiket.

4.3 Påverkan på dagvattensystem nedströms

Som nämns i avsnitt 3.5 bedöms kapaciteten i det befintliga ledningsnätet vara god (ca 900 l/s). Det finns inga rapporterade kapacitetsbrister på dagvattensystemet nedströms planområdet. Flödesökningen från planområdet motsvarar endast ungefär 1–1,6% av ledningens totala kapacitet och därav genomför inga ytterligare kapacitetsberäkningar för ledningssystemet.

Förbindelsepunkt för dagvatten kommer troligen att upprättas ca 1 m från kombinerad kommunal huvudledning i Lars Kaggsgatan, söder om planområdet. Servitut kommer behöva upprättas för att dra ledningar fram till fastigheten över angränsande kvartersmark. Avloppsnätet inom kvartersmark ska utformas som duplikatsystem med skilda ledningar för dag- och dräneringsvatten respektive spillvatten. Dag-, drän- och spillvatteninstallation inom fastigheterna ska utformas med hänsyn till uppdämningsnivån i det allmänna avloppsnätet. Lägsta höjd på färdigt golv ska, för att anslutning med självfall ska tillåtas, vara minst 0,3 meter över marknivå i förbindelsepunkt.

4.4 Skyfallsanalys

Väster om Varnhemsgatan ligger en idrottsplan som har identifierats i strukturplanen som potentiell yta för skyfallsmagasiner, se Figur 13. Kretslopp och vatten har för avsikt att under 2019 utreda möjligheten anlägga ett skyfallsmagasin där. Om lösningen genomförs kan detta även gynna planområdet i och med att översvämningens risk minskas vid Varnhemsgatan, Lars Kaggsgatan och parkeringen direkt söder om planområdet.

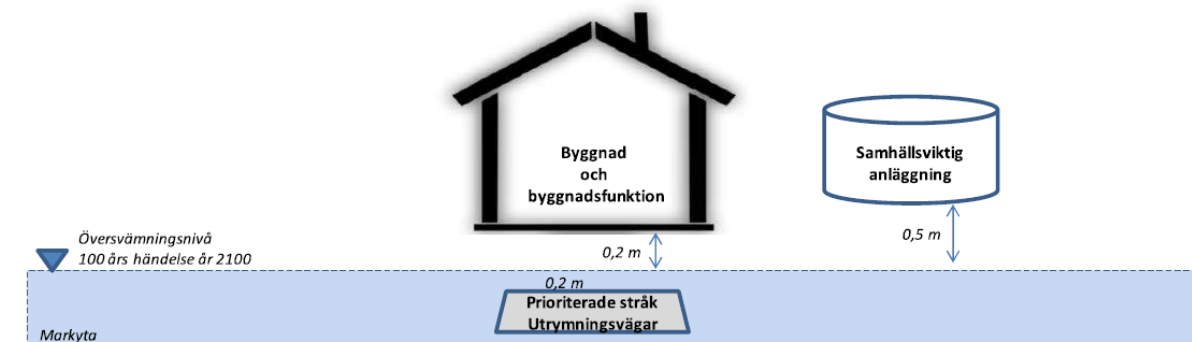


Figur 13 Strukturplan föreslå åtgärder: Skyfallsyta (grön) och Skyfallsled (blå).

I avsnitt 2.5 och Tabell 2 anges föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelser. För planområdet och den nya byggnaden gäller därmed att den dimensionerande planeringsnivån är 0,2 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion.

I skyfallsmodelleringen har befintliga höjder antagits gälla även för framtida förhållanden.

Planeringsnivåer skyfall

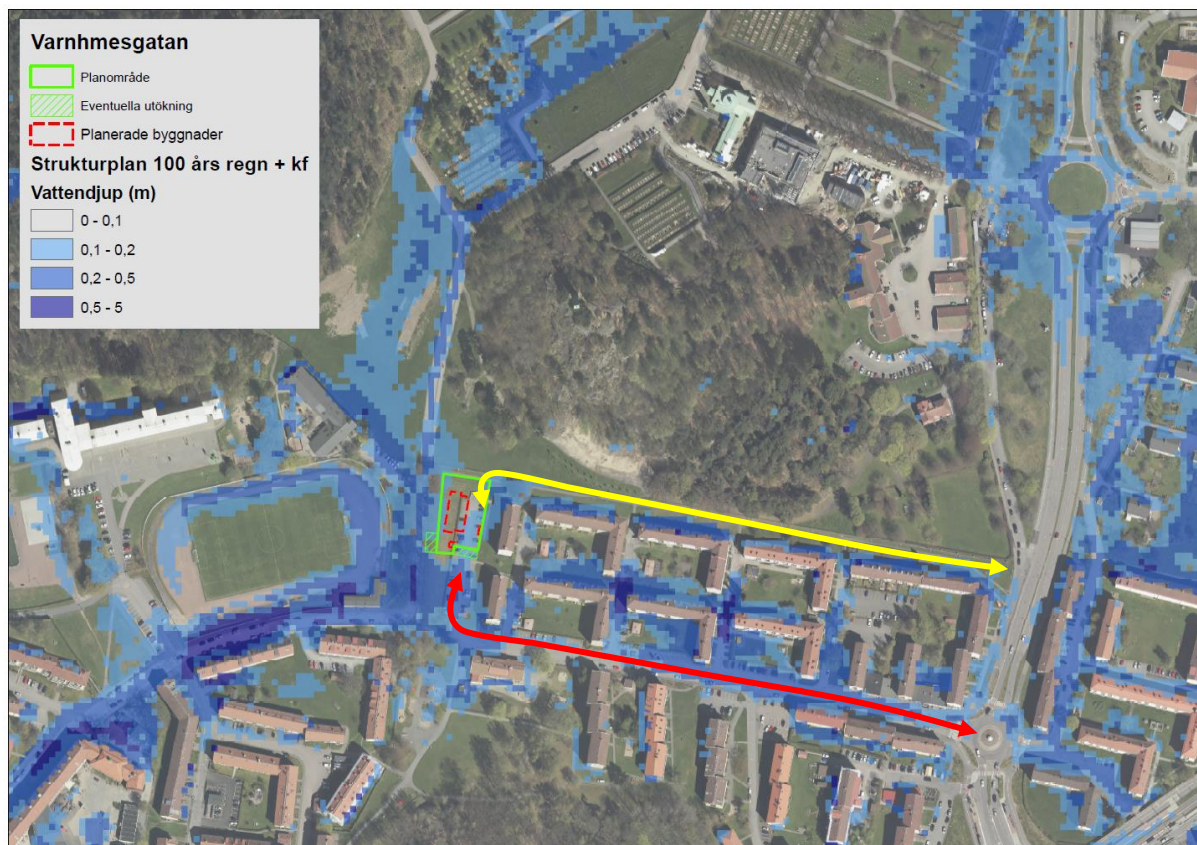


Figur 14: Planeringsnivåer för olika funktioner/skyddsobjekt vid ett dimensionerande skyfall. Angivna höjder är relativa höjder. Bild från TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018)

Enligt rekommendationerna i TTÖPen är utgångspunkten att den ytliga avrinningen ut från området bara får ökas jämfört med befintliga förhållanden om vattnet avleds till ett utpekat bortledningsstråk (skyfallsled) eller utsedd recipient för skyfall (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018). Resultaten från skyfallsmodelleringen visar att det nya planförslaget inte påverkar översvämningssituationen negativt för områden utanför planområdet.

Modellberäkningar visar på att vattendjupet inom planområdet inte överskrider 0,1 m med befintlig höjdsättning, vilket innebär framkomligheten anses god.

I första hand ska anpassning mot översvämningrisker ske via robust höjdsättning (planeringsnivåer) och i andra hand utifrån platspecifika riskavvågningar som kan medge tekniska skyddsåtgärder. (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018)



Figur 15 Möjliga utrymningsvägar utanför planområdet. Gul pil visar föreslagen väg för fotgängare (upp till 0,1 m vattendjup) och röd pil visar föreslagen väg för räddningstjänst (upp till 0,5 m vattendjup).

Det finns inga gällande krav på detaljplanen att ansvara för framkomlighet utanför planområdet vid extremväder.

Gångbanan norr om planområdet kan vid behov nyttjas för fotgängare som utrymningsväg i samband med skyfall (se gul pil i Figur 15). Modelleringsresultat visar att vattendjupet på gångbanan inte överskrider 0,1 m.

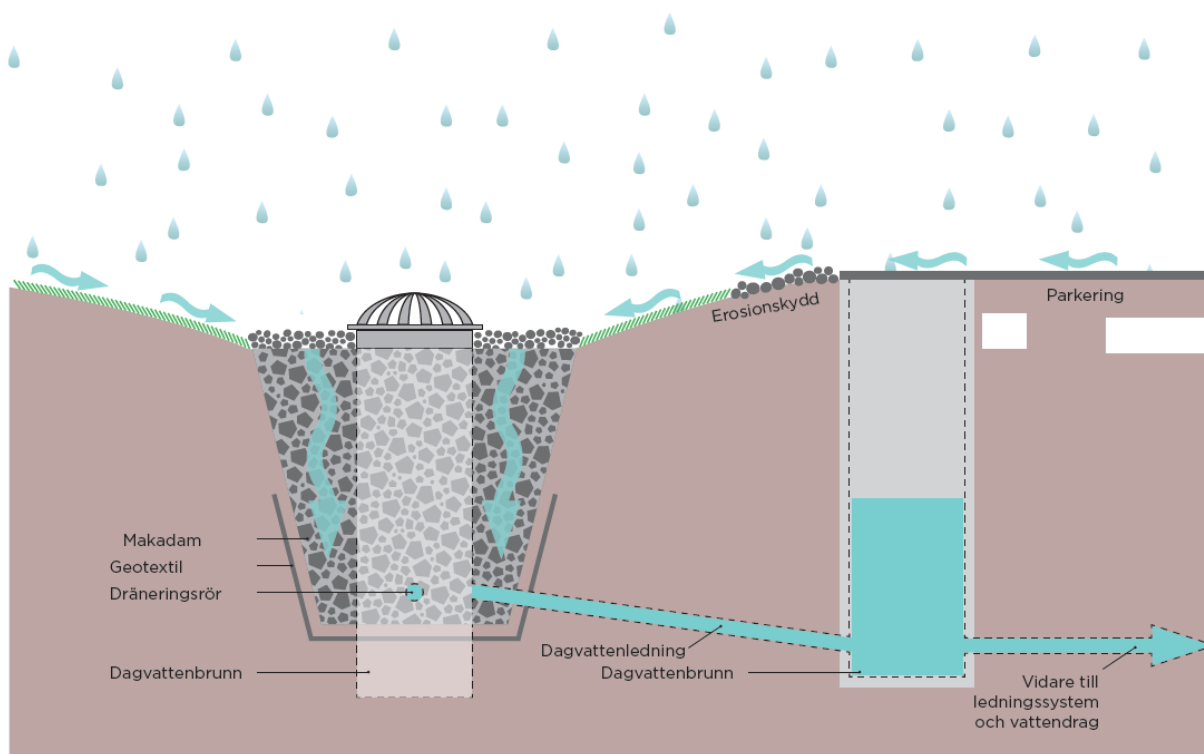
På söder sida, utanför planområdet, på Lars Kaggs gatan, finns möjlighet för räddningsfordon att nå planområdet inom 50m från angrepppunkten/entréer via parkeringen. Vattendjupet beräknas uppgå till max ungefär 0,5 m för sträckan. Vattendjupet vid översvämning beräknas uppgå till mer än 0,2 under ca 2 timmar enligt strukturplansmodellen.

4.5 Föreslagna åtgärder

För att möta de rekommendationer som beskrivs i TTÖPen gällande skyfall och översvämningrisk föreslås en robust höjdsättning av byggnad och entréer. Det beräknade vattendjupet inom planområdet uppgår till 0,1 m vilket innebär att den framtida byggnaden bör byggas med färdig golvnivå minst 0,3 m över marknivå.

För området gäller de fördröjningskrav och reningskrav som finns för kvartersmark som anges i avsnitt 2.2. I avsnitt 4.1.1 beräknades det dimensionerande dagvattenflödet och den reducerade arean. En reducerad yta om 828 m² innebär att ca 8 m³ dagvatten behöver fördröjas inom planområdet.

Som tidigare nämnts ska dagvattnet från kvartersmark genomgå enklare rening. Enligt de beräkningar som gjorts i StormTac krävs motsvarande ett krossdike på drygt 4 m² för dagvattenreningen. Dagvattenhanteringen kan med fördel utformas för att täcka både fördröjningsbehovet och reningsbehovet i samma anläggning. Fördröjningsvolymen blir då dimensionerande för storleken på dagvattenanläggningen.



Figur 16 Principlösning för krossdike. Bild från rapporten "Göteborg när det regnar" (Göteborgs stad, Ramböll, 2017).

Krossdiket kan utformas som ett tätt eller otätt sådant. Otäta krossdiken förutsätter att botten av diket ligger över grundvattennivån. I enlighet med Figur 16 föreslås förläggning av dränledning i botten på krossdiket.

Eftersom grundvattennivån antas ligga ungefär 1 m under marknivån i dagsläget kan en bedömning över dagvattenanläggningens utformning vara relevant att göra efter att schakt och spontbehovet utretts vidare, för att se om det påverkar grundvattenförhållandet.

Öppna dagvattenlösningar är att föredra som fördröjningsmetod då systemet blir mer robust och rening av dagvattnet sker via infiltration. Dagvattenlösningarna ska planeras med hänsyn till geologin där infiltrationen är bäst. En förutsättning för en väl fungerande dagvattenanläggning är att denna placeras nedströms ytavrinningen. En anläggning behöver därför placeras i den södra eller sydvästra delen av planområdet dit marken sluttar. Dagvattenanläggningen kan anslutas till det kombinerade systemet i Lars Kaggsgatan genom att förlägga en ny dagvattenledning längs med parkeringen. Vattnet ska kunna ledas till det kombinerade systemet med självfall. Inga ledningar får förläggas genom trädallén ut till Varnhemsgatan eftersom det kan skada rötterna och träden.

Om byggnaden utformas med konventionellt tak finns ett reningsbehov av dagvattnet. Taket bör avvattnas med stuprör och utkastare som leds via rännor till föreslagna dagvattenanläggningar. För mer information om dagvattenåtgärder, se Göteborg när det regnar En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering.

4.6 Investeringskostnad och drift

De uppskattade investerings, drift- och underhållskostnaderna som presenteras innehåller stora osäkerheter och kostnaderna mellan olika anläggningar varierar kraftigt. Dokumentet ”Grönytefaktor – vegetation och dagvatten – Vad kostar det egentligen” är framtaget av Kretslopp och vatten i samarbete med Park- och naturförvaltningen, Rent Dagvatten och Tengbom och ligger till grund för de ekonomiska uppskattningarna som presenteras nedan. (Kretslopp och vatten, Park- och naturförvaltningen, Rent Dagvatten, Tengbom, 2016)

Krossdiken är relativt billiga i investering och drift. Uppskattad investeringskostnad för ett makadamdike ligger på ca 1000–2500 kr/m. Anläggningen medför en måttlig skötselinsats. Igensättning sker på sikt vilket gör att materialet i anläggningen kommer att behöva bytas ut efter ca 25 år. Genomspolning dränrör och rensning brunnar krävs (Göteborgs stad, Ramböll, 2017). Om anläggning av krossdiket kan genomföras i samband med andra schaktarbeten som planeras, kan kostnaden för etablering minskas.

I uppskattade investeringskostnader ingår ej:

- Omkostnader (30 %) som omfattar av administration, försäkringar, vinst, risk, overhead kostnader, allmänna hjälpmedel och småmaskiner ingår ej.
- Byggherrekostnader, som exempelvis projekterings- och byggledningskostnader ingår ej.
- Eventuell rivning av befintligt dagvattensystem.
- Bortforsling av material är inte medräknat.

Att upprätta en driftsplan och säkerställa medel för årlig drift och underhåll av dagvattenanläggningar är av yttersta vikt. Erfarenheter från uteblivet underhåll visar på låg funktionalitet och risk för att anläggningar som byggts kan komma att utgöra en koncentrerad källa till föroreningar. Sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5 – 15

procent av anläggningens investeringskostnad. (Kretslopp och vatten, Park- och naturförvaltningen, Rent Dagvatten, Tengbom, 2016)

4.7 Alternativa dagvattenlösningar

Biofilter eller regnträdgård kan vara ett alternativ för dagvattenhanteringen. Biofilter omfattar anläggningar som renar med hjälp av organiskt material. Anläggningarna kan fyllas upp med mer eller mindre organiskt material där ett biofilter med mycket organiskt material också brukar kallas regnträdgård. (Göteborgs stad, Ramböll, 2017). Biofilter liknar krossdiken men är inte lika effektiva för fördröjning av dagvatten. De kan innebära högre investerings, drift och underhållskostnader.

Om sedumtak används istället för ett konventionellt tak kan fördröjningsbehovet på mark, minskas i varierande utsträckning beroende på vilken typ av sedumtak som väljs. Sedumtak innebär god rening av Zn och Cd men negativ rening av P och N (StormTac, 2018).

5 Sammanställning av dagvatten- och skyfallshantering

Det finns stora osäkerheter i resultaten eftersom områdets utformning fortfarande kan ändras. De rekommenderade åtgärderna ska ses mot bakgrund till detta. Lösningarna som presenteras kan ses som principiella lösningar

Höjdsättning av planområdet skall göras på ett sådant sätt att dagvatten kan ledas mot renings- och fördröjningsanläggningen. Renings- och fördröjningsanläggningen placeras med fördel i planområdets södra del där marken naturligt är lägre. Höjdsättning av byggnad och entréer skall göras på ett sådant sätt att de rekommendationer som fastslås i TTÖPen kan efterlevas.



Figur 17 Föreslagna åtgärder för avvattning av planförslaget. Krossdiket i illustrationen är ungefär 17 m² stort.

Från den föreslagna dagvattenlösningen föreslås vattnet ledas i en ny dagvattenledning ner till det kombinerade systemet i Lars Kaggsgatan.

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-detaljplaneanlaggning/>
- Fastighetskontoret. (2018). *Geotekniskt utlåtande inför detaljplan FK Diarienummer 5302/16*. Göteborg.
- 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_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUx1g2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTIbfPhiT1YbFMc
- Göteborgs stad, Ramböll. (2017). *Göteborg när det regnar*. Göteborgs Stad Grafiska gruppen 161007-002-010.
- Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 09 2018). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planobygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/\\$File/01%20Planhandling.pdf](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planobygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/$File/01%20Planhandling.pdf)
- Göteborgs Stad; DHI. (2018). arbetsmaterial Strukturplan.
- Kretslopp och vatten. (2016). *Reningskrav för dagvatten*.
- Kretslopp och vatten, Park- och naturförvaltningen, Rent Dagvatten, Tengbom. (den 18 02 2016). Grönytefaktor – vegetation och dagvatten – Vad kostar det egentligen.
- SGU. (den 28 11 2018). *jordarter*. Hämtat från SGU Kartvisare: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- StormTac. (den 14 12 2018). *Information från StormTac*. Hämtat från http://app.stormtac.com/usr_panel.php
- Svenskt vatten. (2016). *P110, Avledning av dag -, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt vatten AB.
- Svenskt vatten. (2 2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö: http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf
- VISS. (den 20 06 2017). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA33908756>
- WSP. (2018). *Översiktlig miljöteknisk markundersökning*. Göteborg.