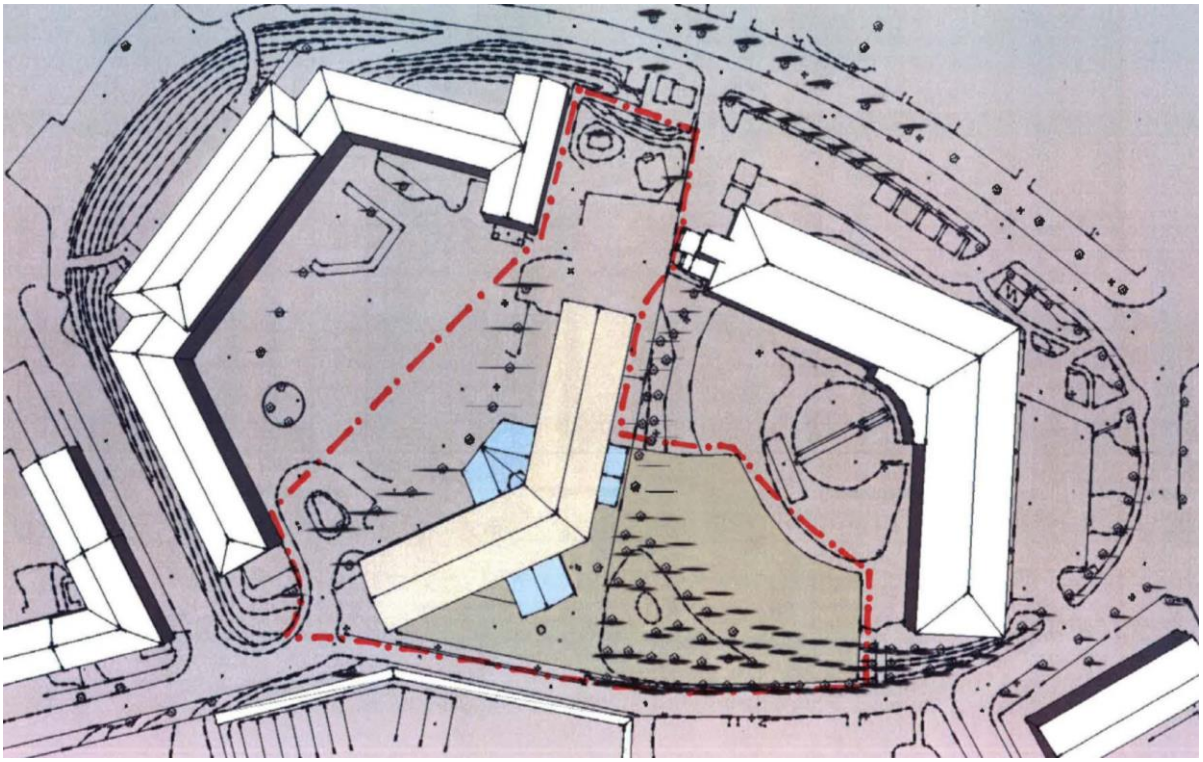
2018–09-10

Dagvatten- och skyfallsutredning



Projekt: Detaljplan för ny förskola och student-bostäder vid Kungsladugårdsskolan

Beställare: *Anna-Karin Jeppsson, SBK*
Handläggare: *Emily Margossian, UPR*
Jessica Lovell, UPR
Kvalitetsgranskare dagvatten: *Linnéa Lundberg, UPR*
Kvalitetsgranskare skyfall: *Dick Karlsson, UPR*

Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbetet för ny förskola och studentbostäder vid Kungsladugårdsskolan. En befintlig förskolbyggnad kommer att rivas.

Planområdet avvattnas till ett internt dagvattenledningsnät som delar området i två del-avrinningsområden. Avrinningen sker dels åt norr dels åt söder. Avrinningen sker till kombinerade ledningar i Birger Jarlsgatan samt i Fridhemsgatan. Recipienten för dagvattnet är således Ryaverket där dagvattnet genomgår rening tillsammans med spillvattnet innan det släpps ut i Göta älv. Dagvattnet från planområdet påverkar inte något markavvattningsföretag.

Inom planområdet föreslås inga specifika åtgärder för skyfallshantering eftersom den nya skolan är belägen på en höjd. Exploateringen bedöms inte försämra skyfalls-situationen för nedströms bebyggelse. Det är dock viktigt att inte tillskapa instängda områden varifrån vattnet vid ett skyfall inte kan avrinna ytledes, samt att marken närmast byggnaden lutas utåt. Dagens höjdsättning ger ett instängt område vid befintlig byggnad i planområdets nordöstra delar där vattendjupet vid ett klimatanpassat 100-årsregn riskerar uppgå till mellan 0,1-0,3 m. Här bör tillses att befintlig byggnad kan hantera beräknade vattendjup.

Dagvattnet från samtliga hårdgjorda ytor inom planområdet ska uppfylla stadens reningskrav samt fördröjningskrav där dagvatten ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per reducerad yta. Enligt MSB:s publikation *Guide till ökad vattensäkerhet – för kommuner och andra anläggningsägare* (2013) ska oskyddade vattensamlingar inom skolområden ha ett maximalt vattendjup om 2 dm.

För att uppnå stadens krav samt följa MSB:s rekommendationer föreslås planområdet avvattnas till gallerförsedda trädgropar med luftig skelettjord samt makadamdiken. Minst 2% av den avvattnade ytans reducerade area behöver vara tillgänglig för dagvattenrening (infiltration). Samtidigt ska stadens fördröjningskrav vara uppfyllt. Erforderlig fördröjningsvolym har beräknats uppgå till ca 35 m^3. Föreslagna lösningar i föreliggande utredning ger ett ytbehov motsvarande ca 3 % av den reducerade ytan för att uppnå fördröjningskravet, d.v.s. mer än vad som krävs m.h.t. reningskraven. Dock påverkas ytbehovet m.h.t. fördröjningsvolymen av hur framtida dagvattenanläggningar utformas.

Med föreslagna lösningar uppnås Göteborgs stads rikt-/målvärden och föroreningsmängderna minskar efter exploateringen för samtliga parametrar. Eftersom mindre dagvatten leds till det kombinerade nätet när dagvatten fördröjs på kvartersmark minskar även risken för bräddning längre nedströms i systemet. Således bedöms planerad exploatering ej försämra möjligheterna för recipienten att uppnå MKN.

Innehållsförteckning

1. Inledning och orientering 4
1.1 Syfte och Huvuddrag 4
2. Förutsättningar 6
2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering 6
2.2 Miljökvalitetsnormer och recipient 6
2.3 Funktionskrav nya dagvattensystem 7
3. Befintliga förhållanden 8
3.1 Geoteknik och markmiljö 8
3.2 Dagvattenavledning 9
3.3 Skyfall 12
4. Framtida dagvatten- och skyfallssituation 14
4.1 Dagvattenflöden 14
4.2 Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering 15
4.3 Uppnådd reningseffekt 20
4.4 Investering- och drift 22
5. Referenser 23
Bilaga 1. Metod 24

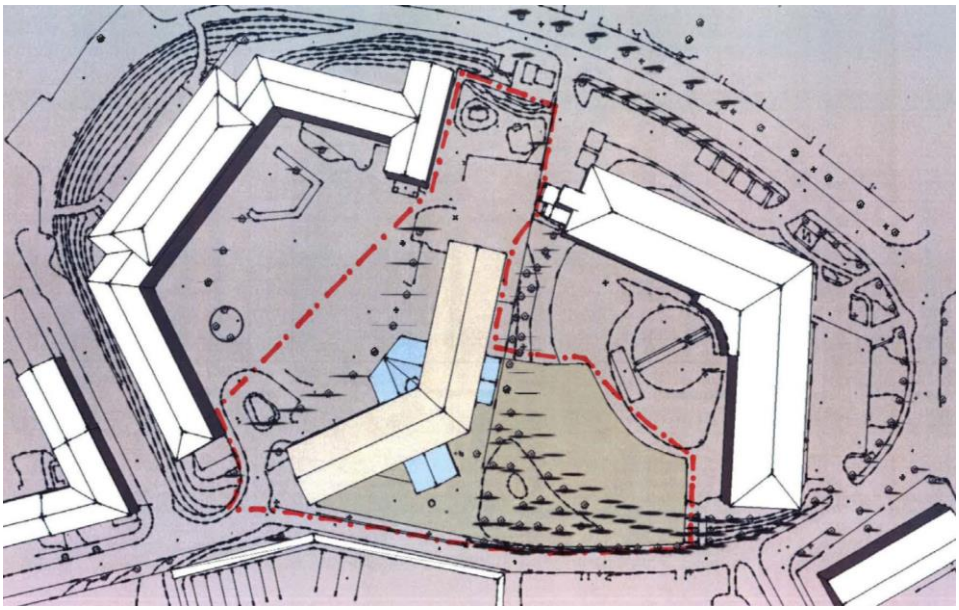
1. Inledning och orientering

1.1 Syfte och Huvuddrag

En ny detaljplan ska upprättas för ett område inom stadsdelen Kungsladugård i västra Göteborg. Planområdet ligger inom skoltomten för Kungsladugårdsskolan och angränsar till parken som tillhör den gamla hushållsskolan, numera studentbostäder, se Figur 2. Planområdet berör delar av fastigheterna Kungsladugård 31:4 samt 31:5.

Figur 1. *Översikt, röd cirkel markerar planområdets placering*

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra en ny förskola samt studentbostäder vid Kungsladugårdsskolan. Förslaget innebär uppförande av en femvåningsbyggnad innehållande en förskola om sammanlagt fem avdelningar på plan ett och två och ca 120 studentbostäder i våningarna över, se Figur 2 för illustration och preliminär planområdesgräns. Ett gemensamt kök och en gemensam matsal planeras för förskolan och Kungsladugårdsskolans elever i den nya byggnadens markplan. Detaljplanen kommer även att innefatta en förskolgård och infart med vändplats.



Figur 2. *Illustration över planerad bebyggelse med preliminär planområdesgräns*

Syftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att utreda förutsättningar för fördröjning/rening av dagvatten samt att tillse att riktlinjer och krav från Göteborgs stad uppfylls. Ambitionen är att fördröja dagvatten ytligt för att minimera ingrepp i den befintliga miljön. Skyfallssituationen för området klarläggs och behov av åtgärder för klimatsäkring med avseende på skyfall föreslås vid behov.

2. Förutsättningar

2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Göteborgs stad ställer krav på att fastighetsägare ska fördröja dagvatten från hårdgjorda ytor motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad areal inom planområdet (Göteborgs Stad, 2017).

Utsläpp av dagvatten ska följa Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten (Miljöförvaltningen, 2013). Utöver dessa riktlinjer och riktvärden har Göteborgs stad tagit fram dokumentet ”Reningskrav för dagvatten” (Göteborgs Stad 2017) i ett samarbete mellan Miljöförvaltningen och Kretslopp och vatten, där en differentiering gjorts av recipienternas känslighet för att kunna avgöra vilka reningsmetoder som är skäliga. I dokumentet anges målvärden istället för riktvärden för recipienter som inte klassas som mycket känsliga. En utgångspunkt för utredningen är att följa riktlinjer och rikt-/målvärden i dessa dokument.

Dagvattnet från planområdet avleds till kombinerade ledningar som leder till avloppsreningsverket. Kombinerade system klassas som en mindre känslig recipient enligt Göteborgs stads reningskrav för dagvatten. Därmed ska målvärden tillämpas. Planområdet bedöms vara medelbelastat av föroreningar vilket innebär att enklare rening kvävs enligt bedömningskriterier i ”Reningskrav för dagvatten”. Enklare rening kan enligt reningskraven ske genom översilning genom växtlighet, brunnsfilter, torra dammar eller olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter.

Tabell 1. *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

2.2 Miljökvalitetsnormer och recipient

Enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) har miljökvalitetsnormer (MKN) fastställts för alla Sveriges ytvatten, grundvatten och kustvatten. Direktivets bestämmelser anger att försämring av yt-, grund-, och kustvatten inte får ske och dessa bestämmelser är bindande för medlemsstaterna. Normerna infördes för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor som till exempel trafik och jordbruk och syftar till att reglera den kvalitet på miljön som ska uppnås vid en viss tidpunkt. Huvudregeln har varit att normen god status ska uppnås för alla

vattenförekomster till år 2015. Många vattendrag har dock bedömts ej ha tillräckligt hög status och har då fått en tidsfrist till år 2021 eller 2027.

Dagvattnet från planområdet avleds i normalfallet till avloppsreningsverket men vid kraftiga regn i det fall ledningsnätet överbelastas sker bräddning till Göts älvs mynning i havet.

2.3 Funktionskrav nya dagvattensystem

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 *Avledning av dag- drän- och spillvatten* (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 2*.

Tabell 2. *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
Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	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

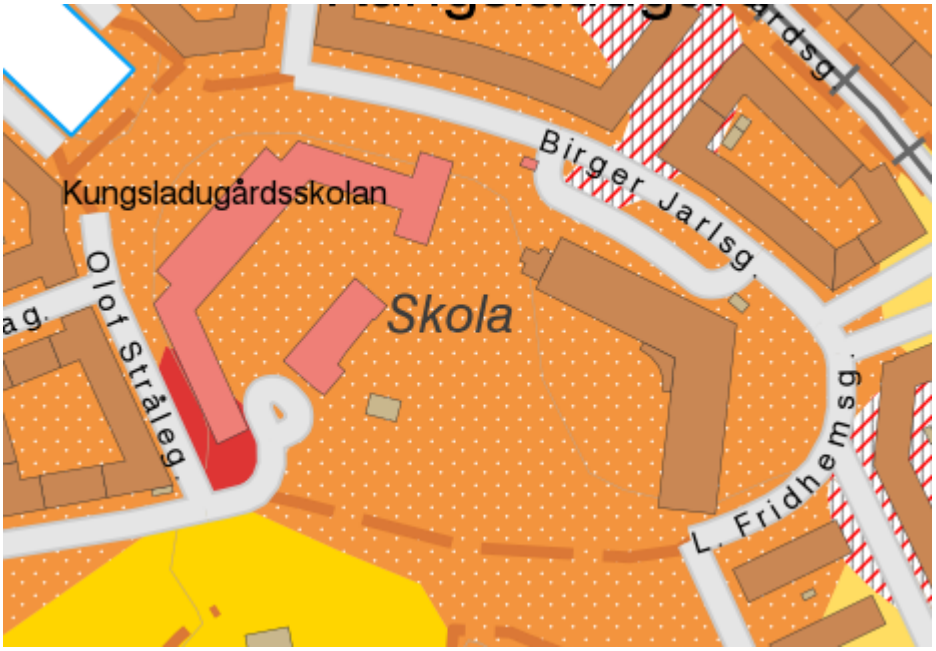
För aktuellt planområde som bedöms motsvara *tät bostadsbebyggelse* ska således dagvattensystemen kunna avleda ett regn med 20 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 5 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrids, d.v.s. utan att det dämmer bakåt i systemet.

3. Befintliga förhållanden

Planområdet innefattar en skolgård med en grusad fotbollsplan, grönytor, lekplats, cykelparkering och asfalterad bilparkering i markplan. Strax utanför planområdet finns en förskolbyggnad som kommer att rivas i samband med ny exploatering.

3.1 Geoteknik och markmiljö

Figur 3 visar ett utdrag ur SGU:s jordartskarta. Figuren visar att området till största del består av postglacial sand. Kartan är översiktlig och ger inte fullständig information om jordlagerföljd.



Figur 3. *Utdrag från SGU:s jordartskarta. Orangeprickigt område utgörs av postglacial sand. Gult område utgörs av glacial lera. Rött område motsvarar berg i dagen.*

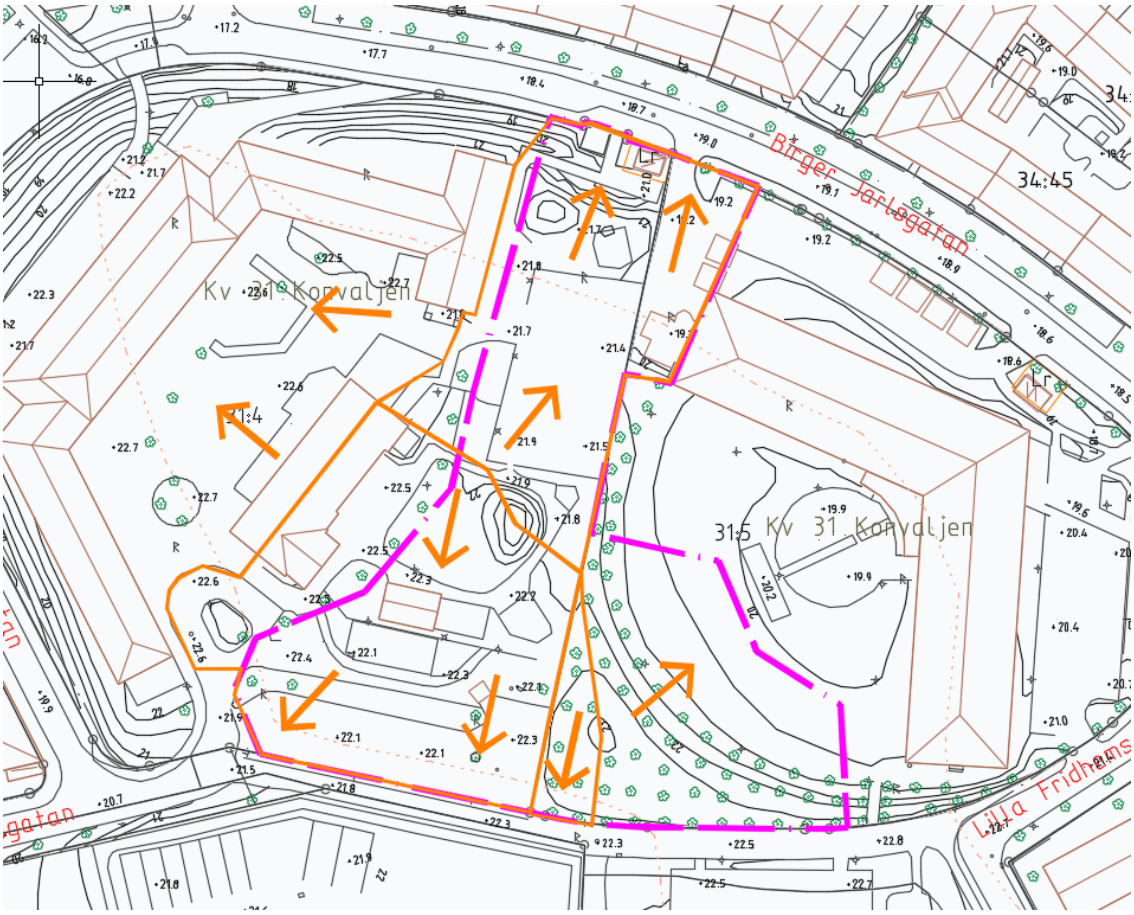
Markmiljön kommer att utredas i en separat utredning då området är delvis utfyllt. Att utreda förekomst av föroreningar är särskilt viktigt då förskola och bostäder ska byggas.

En översiktlig stabilitetsutredning har genomförts för området av Sweco (2011). Enligt utredningen är aktuellt område beläget mellan höjdpartier med fastmark och berg i dagen. Enligt Swecos utredning utgörs jordlagren av friktionsjord med ett mycket begränsat inslag av lera och stabilitetsförhållandena inom området bedöms vara tillfredsställande goda. Inga stabilitetsanalyser har utförts inom området då det inte finns några förutsättningar för stabilitetsbrott.

Möjlighet till infiltration av dagvatten bedöms preliminärt som god med hänsyn till jordarten. Dock förekommer berg i dagen vilket skulle kunna begränsa infiltrations-möjligheterna. För att bedöma om möjlighet till fullständig infiltration av dagvatten föreligger behöver markens infiltrationskapaciteten bedömas och förekomst av eventuella markföroreningar klarläggas.

3.2 Dagvattenavledning

Ett platsbesök genomfördes i juli 2018 och hade föregåtts av en längre period med torrväder. Inom planområdet noterades ett flertal mindre höjdpunkter och mindre lågpunkter samt rännstensbrunnar. Utifrån arbetsritningar över internt ledningsnät på fastigheten från Kretslopp och vattens arkiv samt utifrån observationer i fält har delavrinningsområden tagits fram, se Figur 4. Dagvattnet från planområdet avleds till ledningsnät åt söder eller åt norr. Del av befintlig förskolbyggnad väster om planområdet avvattnas genom planerad byggnad inom planområdet men även åt väster. Till viss del förefaller även dagvatten ansamlas i lågpunkter varifrån det avdunstar eller infiltrerar till underliggande mark.

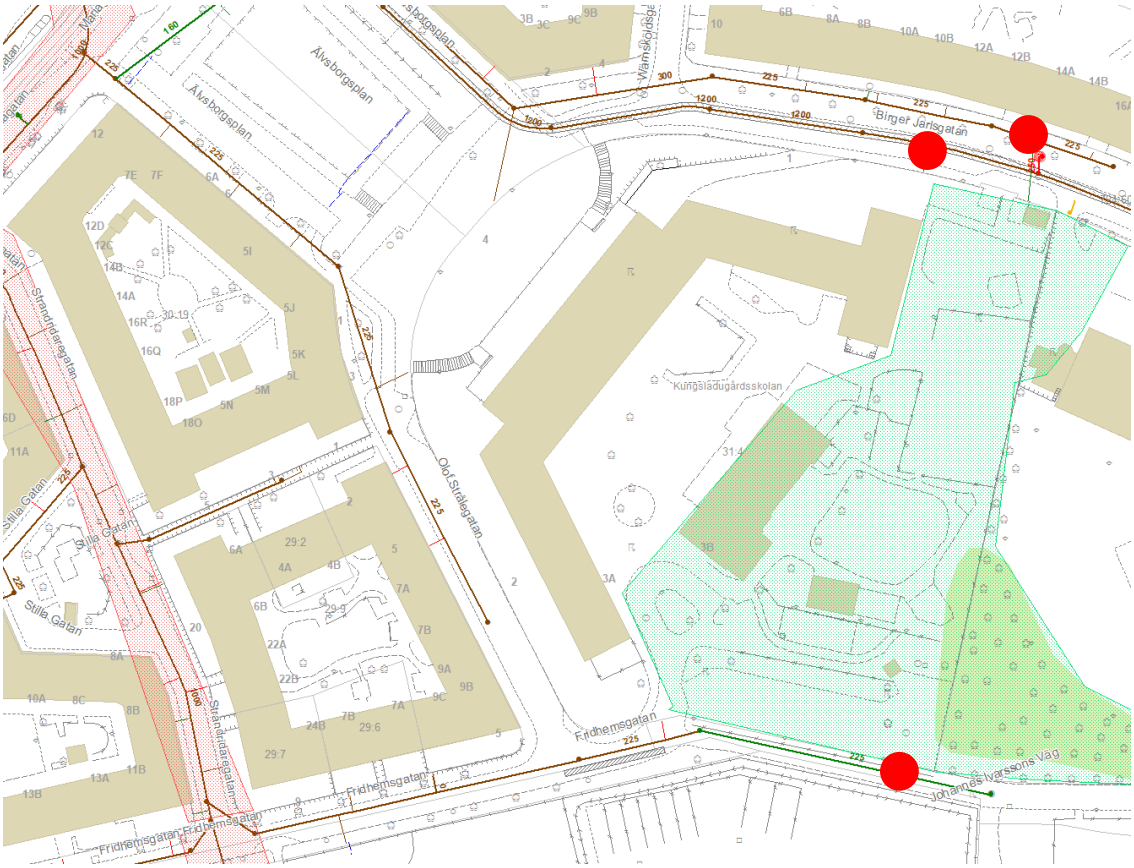


Figur 4. *Delavrinningsområden i anslutning till planområdet*

I Figur 5 kan en del av planområdet ses. Befintlig förskolbyggnad avvattnas med stuprör till mark och efterföljande ledningar åt väster eller söder. Parkeringsytan i söder avvattnas åt sydväst.

Figur 5. *Befintlig förskolbyggnad som ska rivas sett söderifrån, samt befintliga träd till höger som ska bevaras*

Befintliga ledningar för dag- och spillvatten, samt förbindelsepunkter till allmänna dagvattenledningar kan ses i Figur 6. I områdets kombinerade system går dagvattnet i första hand till Ryaverket och därefter Göta älv. I Strandriddaregatan planeras separering av det kombinerade nätet. Dock bedöms en fortsatt separering uppströms ca 100 m genom Fridhemsgatan fram till planområdet inte som samhällsekonomiskt försvarbar, då det gagnar för få fastigheter.



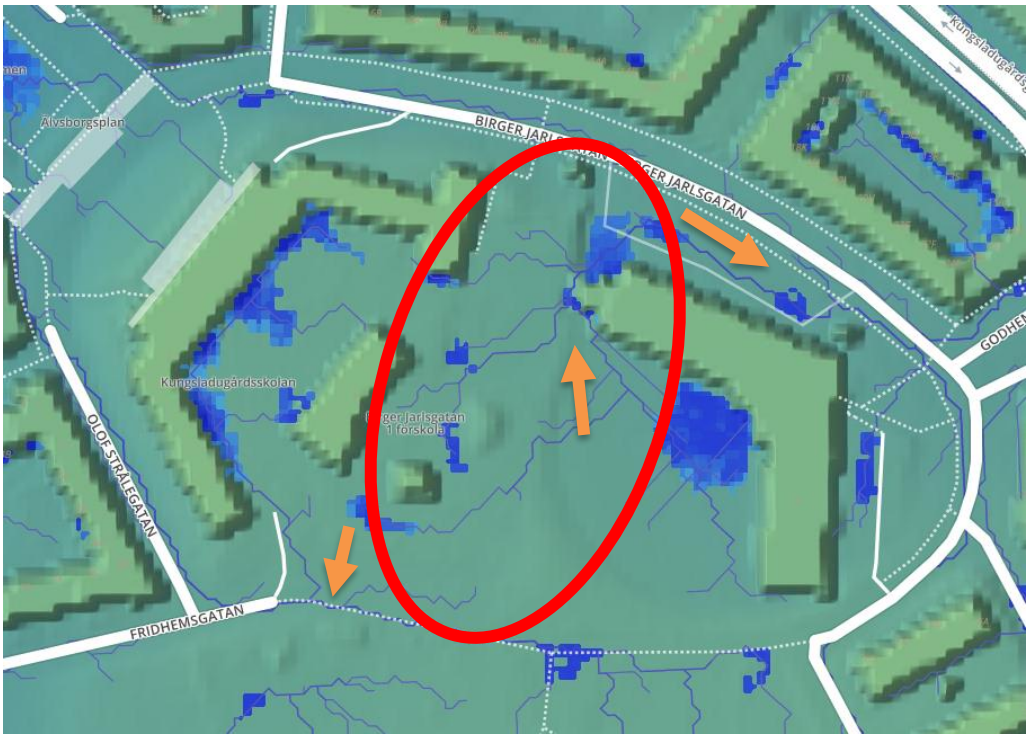
Figur 6. *Befintliga dagvattenledningar. Bruna är kombinerade ledningar för dag- och avloppsvatten, gröna är dagvatten. Befintliga anslutningspunkter markerade med röda prickar. Strandriddaregatan där separering planeras är markerad med ljusröd skraffering till vänster i figuren*

3.3 Skyfall

Göteborgs Stad har låtit genomföra skyfallssimuleringar som används som stöd i den kommunala planeringen. Figur 7 visar var dagvatten ansamlas vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Modellresultaten är framtagna enligt MSB:s rapport ”Kartläggning av skyfallspåverkan på samhällsviktig verksamhet – Framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå”.

Figur 7. *Översämningssituation och flödesriktning vid ett klimatanpassat 100-årsregn*

I Figur 8 framgår ytliga avrinningsvägar, generell flödesriktning och lågpunkter i blått. Avrinningen sker dels norrut mot Birger Jarlsgatan, dels mot en cykelbana i söder. Figuren tar inte hänsyn till befintligt ledningsnät.



Figur 8. *Befintliga ytliga avrinningsvägar och lågpunkter markerade i blått (10 mm regn). Figur från Scalgo. Pilarna visar den generella flödesriktningen, då ledningsnätets kapacitet överskrids.*

Vattnet från planområdet rinner delvis mot befintlig byggnad i nordost och riskerar bli stående i lågpunkt utmed byggnaden. Beroende på hur framtida höjdsättningen utformas och hur effektiv dränering runt husen är kan befintlig byggnad behöva klara av stående vatten upp till vattendjup mellan 0,1 - 0,3m enligt Figur 7.

Framkomligheten inom planområdet bedöms vara tillfredsställande förutsatt att inga nya instängda områden tillskapas. Marken ska luta från byggnad och entréer för att minska risken att vatten blir stående vid dessa. Beroende på hur takvinklar på den nya byggnaden och höjdsättning av befintlig mark utformas kan den ytliga avrinningen eventuellt minska åt nordost.

4. Framtida dagvatten- och skyfallssituation

I följande avsnitt beskrivs framtida dagvatten- och skyfallssituation inom planområdet samt förslag på hantering.

4.1 Dagvattenflöden

Dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden och enligt rekommendationer i Svenskt Vattens publikation P110. För metodbeskrivning av rationella metoden se bilaga 1. Befintliga och framtida hårdgjorda ytor (reducerad area) redovisas i Tabell 3. Flödet beräknas för de hårdgjorda ytorna inom planområdet. Den gröna slänten i planområdets östra delar avrinner österut och har ej medtagits i beräkningen då ytan är genomsläpplig och således genererar begränsad mängd ytlig avrinning vid dimensionerande regnvaraktighet för planområdet.

Skolgårdsytan (där befintlig förskolbyggnad som ska rivas är belägen) som befinner sig inom det södra delavrinningsområdet men utanför planområdet förutsätts hanteras i ett separat system med avledning västerut.

Tabell 3. *Befintlig och framtida avrinningskoefficient samt reducerad area*

Markanvändning	Area [ha]	Avr. koeff. FÖRE [-]	Avr. koeff. EFTER [-]	Reducerad area FÖRE [ha]	Reducerad area EFTER [ha]
NORRA	0,27	0,45	0,56	0,12	0,15
SÖDRA	0,28	0,46	0,68	0,13	0,19
TOTALT	***0,55***	***0,46***	***0,62***	***0,25***	***0,34***

I Tabell 3 kan ses att avrinningskoefficienten och därmed den reducerade arean ökar efter planerad exploatering. I Tabell 4 presenteras befintliga och framtida dimensionerande dagvattenflöden. Den dimensionerande koncentrationstiden och tillika regnvaraktigheten bedöms både före och efter planerad exploatering uppgå till 10 minuter. Vid ett regn med återkomsttiden 5 år motsvarar detta en regnintensitet om 181 l/(s, ha), respektive 287 l/(s, ha) för ett regn med 20 års återkomsttid.

Tabell 4. *Befintliga och framtida flöden från hårdgjorda ytor inom planområdet*

Markanvändning	5-årsflöde FÖRE [l/s]	5-årsflöde EFTER* [l/s]	20-årsflöde FÖRE [l/s]	20-årsflöde EFTER* [l/s]
NORRA	22	34	35	54
SÖDRA	24	44	37	69
TOTALT	***46***	***78***	***72***	***123***
**Inkl. klimatfaktor om 1,25*				

Totalt beräknas flödet öka med ca 70 % efter exploateringen om inga flödes-reducerande åtgärder vidtas. Flödesökningen kommer delvis av förväntade klimatförändringar men även till följd av att fler ytor förväntas bli hårdgjorda efter exploateringen.

4.2 Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering

Inom planområdet föreslås inga specifika åtgärder för skyfallshantering eftersom den nya skolan är belägen i en höjdpunkt och inte bedöms försämra skyfallssituationen för nedströms områden. Det som är viktigt att beakta är att inte tillskapa instängda områden varifrån dagvattnet vid ett skyfall inte kan avrinna ytledes, samt att marken närmast byggnaden lutas från byggnaden. Dagens höjdsättning ger ett instängt område vid befintlig byggnad i nordost. Här bör tillses att befintlig byggnad kan hantera beräknade vattendjup om mellan 0,1-0,3 m.

Enligt MSB:s publikation *Guide till ökad vattensäkerhet – för kommuner och andra anläggningsägare* (2013) ska oskyddade vattensamlingar inom skolområden ha ett maximalt vattendjup om 2 dm. Djupare vattensamlingar bör inhägnas eller ha svagt sluttande slänter. Detta behöver beaktas vid val av dagvattenlösningar inom planområdet.

För att fördröja och rena dagvatten föreslås i första hand trädgropar med skelettjord och makadamdiken. En fördel med trädgropar är att de kan övertäckas med galler för att minska fallrisken för förbipasserande. I Figur 10 visas exempel på detta. Det innebär lägre risker för små barn än vid andra dagvattenlösningar såsom öppna diken och dammar. Makadamdiken bör vara skålade men skålningen bör således inte vara djupare än 0,2 m.

Fördröjnings- och reningskraven måste tillgodoses på kvartersmark innan anslutning sker till det kommunala ledningsnätet. Ambitionen är att bevara så många befintliga träd som möjligt. Eftersom en större del av området kommer att hårdgöras efter exploateringen och infiltrationen till underliggande mark kommer att minska bedöms det fördelaktigt om hårdgjorda ytor avvattnas mot träden. Rätt utformade kan växtbäddar med träd och skelettjord nyttjas till fördröjning och rening av dagvatten.

Genom att den nya byggnadens stuprör förses med utkastare som leder ut dagvattnet till en ränndalsplatta kan takvattnet ledas ytligt till en yta för infiltration av dagvatten. Tak på ny byggnad och övriga hårdgjorda ytor inom planområdet föreslås dels avvattnas till trädgropar, dels till ett makadamdike utmed befintligt grönområde i öster. Om infiltrationen till underliggande mark är begränsad bör en dräneringsledning anläggas i botten på makadamdiket som ansluter till det kommunala nätet.

I Tabell 5 framgår erforderlig yta för rening och beräknad fördröjningsvolym. Metodbeskrivning av beräkning av fördröjningsvolym ses i bilaga 1. I Figur 9 ses föreslagen dagvattenhantering. Totalt fördröjningsbehov uppgår till ca 35 m^3.

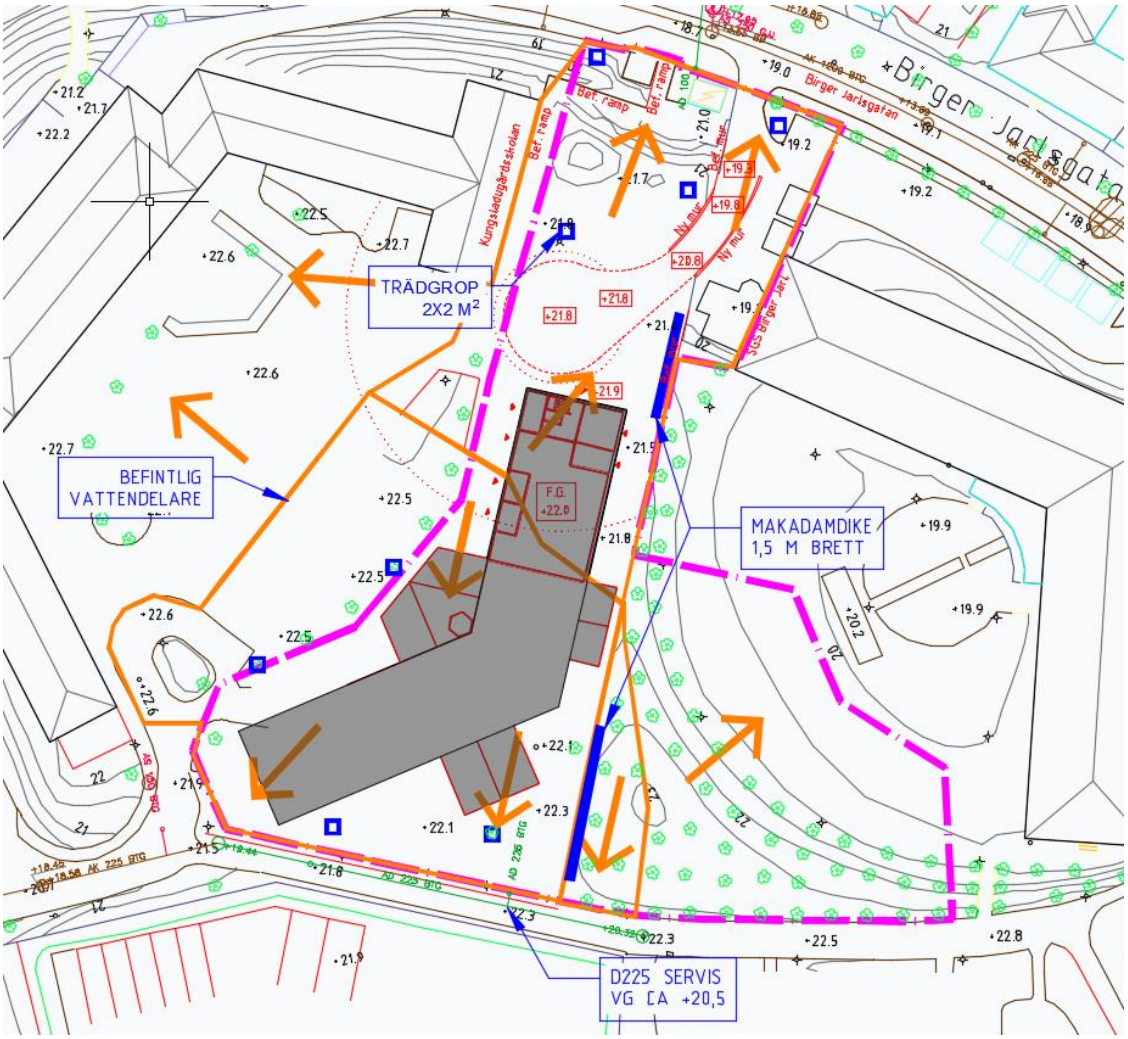
Tabell 5. *Reningsbehov och utjämningsbehov inom planområdet*

Delområde inom detaljplan	Dagvattenlösning	Minsta ytbehov (procent av red. yta) m.h.t. rening	Minsta ytbehov m.h.t rening [m^2]	Volym (10mm/m^2 red. yta) [m^3]
Norra	Trädgropar*	2 %	30	15
	Makadamdike			
Södra	Trädgropar*	2 %	38	19
	Makadamdike			
**Räknas som makadamdike i StormTac p.g.a. bristande dataunderlag för skelettjordar/trädgropar.*				

Ytbehovet som krävs för rening uppgår till ca 2% av den avvattnade ytans reducerade area. Ytbehovet för att uppfylla fördröjningskravet beror på hur man väljer att konstruera trädgropar och makadamdiken samt hur man fördelar volymen mellan dessa. I korthet krävs att minst 2% av den avvattnade ytans reducerade area är tillgänglig för ytlig infiltration/rening av dagvatten, samtidigt som dagvattenlösningarna behöver inrymma erforderlig fördröjningsvolym. I Figur 9 illustreras ett förslag till dagvattenhantering för planområdet som uppfyller både fördröjnings- och reningskraven. I Tabell 6 sammanställs hur ytbehovet har beräknats för de lösningar som illustreras i Figur 9. I illustrationen har respektive trädgrop förutsatts ha en vattenhållande volym om ca 0,45 m^3/m^2 och makadamdiket ca 0,3 m^3/m^2. Makadamdiket antas vara 1,5 m brett och respektive trädgrop antas vara 4 m^2.

Tabell 6. *Föreslagna dagvattenlösningar samt ytbehov m.h.t. stadens fördröjningskrav*

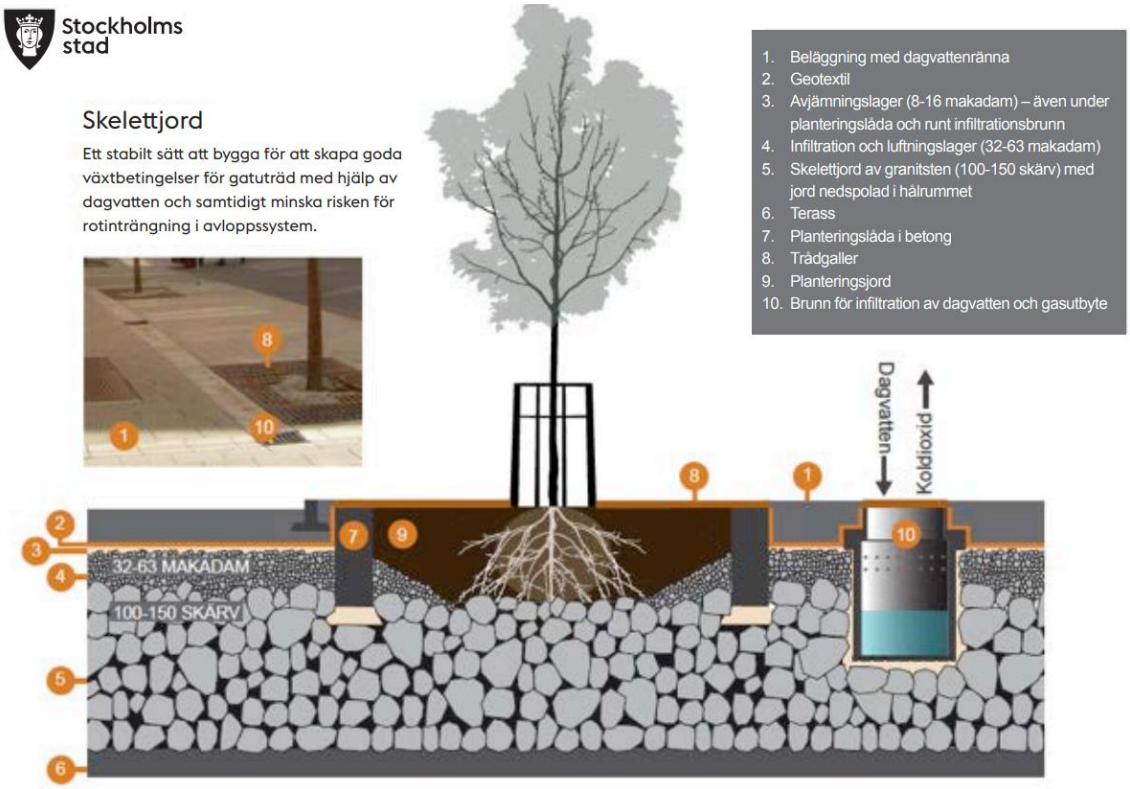
Delområde inom detaljplan	Dagvattenlösning	Antal/längd	Volym som inryms*	Ytbehov fördröjning* [m^2]	Procent av red. yta
Norra	Trädgropar*	4 st. á 4 m^2	7	16	3 %
	Makadamdike	17 m	8	26	
Södra	Trädgropar*	4 st. á 4 m^2	7	16	
	Makadamdike	25 m	11	38	
**Förutsätter trädgropar med skelettjord med en volym om 0,45 m^3/m^2 samt makadamdike med en volym om 0,3 m^3/m^2*					



Figur 9. *Föreslagen dagvattenhantering inom planområdet. Blå fyrkanter illustrerar träd för dagvattenhantering och blå linje motsvarar makadamdike. Orangea pilar indikerar befintlig avrinningsriktning*

Anledningen till att en kombination av makadamdike och trädgropar föreslås beror på befintliga marklutningar och ambitionen att samtliga ytor bör lutas mot en yta för infiltration. Observera att trädgroparna i Figur 9 är schematiskt placerade med hänsyn till befintliga marklutningar. Definitiv placering och utformning av trädgropar kan klarläggas först vid detaljprojekteringen när markhöjder och marklutningar fastställs. Det är viktigt att höjdsättning av mark och placering av kantsten görs med hänsyn till att dagvattnet ska avrinna ytledes till öppna dagvattenytor. Dagvattnet kan även avledas via perkolationsbrunn till trädgroparna, enligt ”Stockholmsmodellen”, se Figur 11. Trädgropar möjliggör även infiltration av dagvattnet till underliggande mark där markförhållandena så tillåter. Om infiltration inte är önskvärt p.g.a. t.ex. risk för spridning av markföroreningar, kan magasinen tätas.

Figur 10. *Exempel på övertäckta trädgropar för dagvattenhantering (Nacka kommun, 2018)*



Figur 11. *Exempel på en vanlig skelettjord med nedvattnad jord, hämtad från Stockholms trädhandbok (2017)*

I publikationen *Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017* beskrivs hur befintliga växtbäddar med träd kan renoveras för att förbättra deras möjligheter att växa i en mer hårdgjord miljö.

En alternativ/kompletterande lösning till trädgropar skulle kunna vara underjordiska makadammagasin. I den norra delen av planområdet kan det dock vara problematiskt att anlägga ett underjordiskt makadammagasin med hänsyn till ett det i dagsläget är en brant slänt där magasinet i så fall behöver anläggas för att samtliga ytor ska kunna avvattnas

till magasinet med självfall. I den södra delen av planområdet är marken flackare och där är det därför rimligare att tänka sig ett alternativ med ett underjordiskt makadammagasin.

I och med att dagvatten från samtliga hårdgjorda ytor utjämnas och hårdgörningsgraden inte förändras i så stor utsträckning efter ombyggnaden beräknas utjämningskravet leda till att belastningen på befintliga ledningssystem minskar jämfört med dagsläget. I Tabell 7 jämförs befintligt flöde från planområdet med framtida flöden efter fördröjning inklusive klimatfaktor om 1,25.

Tabell 7. *Jämförelse av befintliga flöden och framtida flöden efter fördröjning*

	Fördröjnings-volym [m³]	Befintligt 5-årsflöde [l/s]	Framtida flöde 5-årsregn efter fördröjning [l/s]	Befintligt 20-årsflöde [l/s]	Framtida flöde 20-årsregn efter fördröjning [l/s]
Planområdet	34	46	18	72	43

4.3 Uppnådd reningseffekt

Föroreningsberäkningarna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac, version 18.2.1 (www.stormtac.com). StormTac är en statisk modell framtagen för att modellera dagvattenflöden, föroreningsbelastningar, avskiljning av föroreningar, samlad påverkan på recipient samt för dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. Med endast markanvändningsarealer och årsmedelnederbörd som indata kan modellen beräkna de mängder av föroreningar som transporteras av dagvatten. För att beräkna dagvattnets halter och mängder av näringsämnen och föroreningar utnyttjar modellen schablonhalter. Endast mätvärden som baseras på långvarig (oftast flera år, ibland flera månader) flödesproportionell provtagning används som underlag till schablondata, och uppdateras kontinuerligt.

Tabell 8 redovisar föroreningshalter och föroreningsmängder från planområdet före exploatering, efter exploatering utan rening, samt efter exploatering med rening. Grönytor har undantagits i beräkningarna då de inte omfattas av reningskrav. Genom att avleda dagvatten från de hårdgjorda ytorna till makadamdike eller trädgropar med luftig skelettjord motsvarande åtminstone ca 2 % av tillrinningsområdets yta kan stadens mål-/riktvärden uppnås.

Tabell 8. *Föroreningshalter och föroreningsmängder av dagvatten från planområdet före och efter exploatering, grönytor är undantagna. Målvärden från publikationen Reningskrav för dagvatten samt riktvärden från Göteborgs stad Miljöförvaltningen. Grå celler visar överskridande av riktvärde.*

Parameter	Halter				Mängder		
	Före exploatering [ug/l]	Efter exploatering utan rening [ug/l]	Efter exploatering inkl. rening [ug/l]	Målvärde [ug/l]	Före exploatering [kg/år]	Efter exploatering utan rening [kg/år]	Efter exploatering inkl. rening [kg/år]
P	**236**	**170**	117	150	0,69	0,59	0,42
N	1 534	1 400	893	2 500	4,4	4,9	3,2
Pb	11	7,5	3,6	14	0,032	0,027	0,013
Cu	**23**	17	7	22	0,068	0,061	0,024
Zn	**80**	57	21	60	0,23	0,20	0,075
Cd	**0,53**	**0,59**	0,2	0,40	0,0015	0,0021	0,00071
Cr	9,1	6,2	1,8	15	0,026	0,022	0,0064
Ni	7,7	5,7	2,0	40	0,022	0,020	0,0071
Hg	0,024	0,018	0,014	0,05	0,000071	0,000064	0,000048
SS	54 449	42 000	23 065	60 000	160	150	82
Olja	523	280	104	1 000	1,5	0,98	0,37
BaP	0,038	0,023	0,014	0,05	0,00011	0,000082	0,000049
Benz	0,47	0,33	0,23	10	0,0014	0,0012	0,00083
TBT	**0,0018**	**0,0019**	0,0013	0,0010	0,0000052	0,0000066	0,0000046
As	3,3	3,2	1,9	15	0,0096	0,011	0,0068
TOC	15 346	13 000	9 020	20 000	45	46	32

Med föreslagna lösningar uppnås Göteborgs stads rikt-/målvärden och föroreningsmängderna minskar efter exploateringen för samtliga parametrar. Eftersom mindre dagvatten leds till det kombinerade nätet när dagvatten fördröjs på kvartersmark minskar även risken för bräddning längre nedströms i systemet. Således bedöms planerad exploatering ej försämra möjligheterna för recipienten att uppnå MKN, snarare tvärtom.

4.4 Investeringskostnad och drift

Trädgropar med skelettjord kostar ca 2-3 gånger mer än vad traditionell trädplantering skulle göra i samband med nybyggnation (Stockholm Vatten och Avfall, -).

Där skelettjordar ligger under tät beläggning krävs regelbunden rensning av brunnar för att säkerställa vattentillförseln. Brunnarna fyller även en syresättande funktion. Är föroreningsbelastningen hög kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum, eftersom sedimenterade partiklar kan sätta igen hålrummen och därmed reducera infiltrationskapaciteten.

Även makadamdiken och underjordiska makadammagasin kan sätta igen med tiden och en omgrävning kan krävas efter omkring 15-30 år, beroende på belastning. När magasinet är igensatt av partiklar måste makadam och geotextilduk bytas ut. Det betyder i princip en ny investeringskostnad. Har magasinet förlagts under en parkering eller parkområde påverkas då hela ytan. Inspektion av magasinet är i princip omöjligt. Någon typ av försedimentering för grövre partiklar är fördelaktig för att minska tidig igensättning av porvolymen. Kostnaden för ett makadamdike uppskattas grovt till ca 1 000 – 2 500 kr/m (beror på utformning). Kostnaden för ett underjordiskt makadam-magasin (typ stenkista) bedöms vara större då det kräver ett större behov av schaktning.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggts. Sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5 – 15 procent av anläggningens investeringskostnad.

5. Referenser

Göteborgs Stad, 2017. Reningskrav för dagvatten.

Miljöförvaltningen, 2013. Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten.

SMHI, 2018. http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354, Besökt 18-05-02.

Stockholm vatten och avfall, -. Skelettjord

MSB, 2013, Guide till ökad vattensäkerhet – för kommuner och andra anläggningsägare

Nacka kommun, 2018-03-22, Anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats

Övrigt underlag

- Platsbesök 2018-07-25
- Ledningskartor från Kretslopp och Vattens kartverktyg Solen samt kartarkiv.
- Digital grundkarta samt planillustration
- Länsstyrelsens WebbGIS
- Vatteninformationssystem i Sverige (VISS)
- SGUs kartverktyg
- Svenskt Vattens publikation P104, 105 och P110
- StormTac Web
- Scalgo Live

Bilaga 1. Metod

Flödesberäkningar

Dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden. Enligt rationella metoden beräknas det dimensionerande flödet enligt ekvation 1.

$$Qbef = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf \qquad \text{(ekvation 1)}$$

där

Qbef = Befintligt dagvattenflöde från området	[l/s]
A = Avrinningsområdets (ytans) area	[ha]
φ = Avrinningskoefficient	
i(tr) = Dimensionerande regnintensitet	[l/s · ha]
tr = Regnets varaktighet (rinntid)	[minuter]
kf = Klimatfaktor	

Regnintensiteten har beräknats enligt Svenskt Vattens publikation P110, ekvation 2.

$$i(t_r) = 190 \cdot \sqrt[3]{Å} \cdot \frac{\ln(t_r)}{t_r^{0,92}} + 2 \qquad \text{(ekvation 2)}$$

där

Å = återkomsttid	[månader]

Beräkningar har gjorts för ett regn med 10 minuters varaktighet och 2 respektive 10 års återkomsttid enligt riktlinjer i P110, samt för ett 100 årsregn. Klimatfaktorn har satts till 1,25 för framtida avrinning. Rinntiden har bedömts vara 10 minuter både före och efter exploatering.

Beräkning av fördröjningsvolym

Den reducerade arean för ett område erhålls genom att arean multipliceras med en avrinningskoefficient, φ. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som bidrar till avrinning. Avrinningskoefficienter använda i beräkningarna har utgått utifrån Tabell 9 och Tabell 10. Den reducerade arealen nyttjas sedan för att beräkna hur stor volym som behöver fördröjas enligt riktlinjer från Göteborgs Stad (10 mm / m² hårdgjord yta).

Tabell 9. Avrinningskoefficienter enligt Svenskt vattens publikation P110 (tabell 4.8).

Yta	Avrinningskoefficient
Tak utan ytmagasin	0,9
Betong- och asfaltyta, berg i dagen i stark lutning	0,8
Stensatt yta med grusfogar	0,7
Grusväg, starkt lutande bergigt parkområde utan nämnvärd vegetation	0,4

Berg i dagen i inte alltför stark lutning	0,3
Grusplan och grusad gång, obebyggd kvartersmark	0,2
Park med rik vegetation samt kuperad bergig skogsmark	0,1
Odlad mark, gräsyta, ängsmark mm	0–0,1
Flack tätbevuxen skogsmark	0–0,1

Tabell 10. Sammansatta avrinningskoefficienter för kortvariga dimensionerande regn enligt Svenskt vattens publikation P110 (tabell 4.9).

Yta	Avrinnings-koefficient	Avrinnings-koefficient kuperat
Slutet byggnadssätt, ingen vegetation	0,7	0,9
Slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri och skolområden	0,5	0,7
Öppet byggnadssätt (flerfamiljshus)	0,4	0,6
Radhus, kedjehus	0,4	0,6
Villor tomter <1000m2	0,35	0,45
Villor tomter >1000m2	0,2	0,3