

2019-06-28

Dagvatten- och skyfallsutredning



*Projekt: Detaljplan för bostäder vid
Gamlestadsvägen*

<i>Beställare:</i>	<i>Marlene Bro, SBK Handläggare</i>
<i>Projektledare</i>	<i>Elin Andersson UPS, Projektledare</i>
<i>Handläggare:</i>	<i>Anna Johansson, UPR Dagvatten och skyfall (konsult)</i>
<i>Kvalitetsgranskare:</i>	<i>Emily Margossian, UPR, Dagvatten</i> <i>Jonas Persson UPR, Skyfall</i>



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



Utveckling och projektavdelningen
Enheten för Regn, Rening, Recipient

Sammanfattning

Utredningen har genomförts för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med en detaljplan för Gamlestadsvägen. Detaljplanen avser exploatering med bostäder, bostadsgård och parkering på kvartersmark samt breddning av befintlig gångväg på allmän platsmark.

Planområdet ligger nedan en höjdrygg och belastas vid skyfall av uppströms områden. En strukturplan har tagits fram för området som planområdet ligger inom. I strukturplanen utgör delar av Gamlestadsvägen en skyfallsled som mynnar i en skyfallsyta nordväst om planområdet. Föreslagen skyfallshantering innefattar skyfallsvägar där befintlig höjdsättning bibehålls i största möjliga mån då denna säkerställer att vatten rinner igenom planområdet till Gamlestadsvägen som enligt strukturplanen utgör en skyfallsled. Skyfallshanteringen innehåller även föreslagna nivåer på färdigt golv för den nya bostadsbyggnaden, där hänsyn tas till marginal till vattennivån i avledande stråk och framkomlighet.

Dagvattnet från planområdet avleds *inte* till ett markavvattningsföretag utan avvattnas till en kombinerad ledning (AK300 BTG) i befintlig gångväg. Dagvatten från planområdet leds till ett kombinerat ledningsnät som i första hand går till Ryaverket men som vid behov bräddas till Göta älv. Dimensionerande flöde för planområdet är idag ca 47 l/s för ett 5-årsregn och ca 75 l/s för ett 20-årsregn. Efter exploatering blir flödet ca 65 l/s för ett 5-årsregn vilket innebär en ökning på ca 18 l/s jämfört med idag. Motsvarande för 20-årsregnet är ca 102 l/s, och en ökning med ca 27 l/s jämfört med idag. Användningen av klimatfaktorn bidrar till en ytterligare flödesökning på ca 15 l/s vid ett 5-årsregn och ca 26 l/s vid ett 20-årsregn.

För att uppnå Göteborgs stads krav på fördröjning av dagvatten på kvartersmark motsvarande 10 mm/m² hårdgjord yta (reducerad area) samt rening föreslås kross/makadamdiken och växtbäddar anläggas. Totalt behövs en fördröjnings- och reningsvolym på totalt ca 37 m³ för kvartersmarken inom planområdet. Detta innebär ett ytanspråk på ca 175 m² vilket innebär ca 5 % av den totala reducerade arean (hårdgjorda ytan) inom planområdet. Efter fördröjning enligt stadens krav blir flödet ca 18 l/s för ett 5-årsregn vilket innebär en minskning med ca 29 l/s jämfört idag.

Befintlig allmän gångväg som avses breddas har idag en fungerande avvattning till rännstensbrunnar och ledning. Breddningen av GC-vägen innebär en mindre ombyggnad och sker till stor del på redan hårdgjorda ytor. Dagvatten från GC-vägar bedöms ej vara särskilt förorenad enligt stadens reningskrav. Således föreslås ingen förändring av befintligt avvattningssystem av samhällsekonomiska skäl.

Föroreningsberäkningar visar att halten av Tributyltenn (TBT) överstiger riktvärdet både före och efter exploatering. Efter exploatering överskrider även riktvärden/målvärden för kadmium (Cd). Efter rening i krossdiken uppnås alla riktvärden/målvärden. Rening i krossdiken och växtbäddar lyckas även reducera föroreningsmängder till under mängden för befintliga förhållanden. Då flöden efter fördröjning är mindre än befintliga samt att föroreningsmängden renas under befintliga mängder bedöms inte exploateringen av planområdet öka belastningen på recipienten Göta älv och därmed riskera att försämra möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.



Innehållsförteckning

1.	Projektbeskrivning	4
1.1	Syfte och Huvuddrag	4
1.2	Områdesbeskrivning	4
1.2.1	Exploateringsplaner.....	6
2.	Förutsättningar	7
2.1	Topografi.....	7
2.2	Avvattning.....	7
2.3	Dikningsföretag	9
2.4	Recipient	9
2.5	Höga vattennivåer i havet/ flöden i vattendrag	10
2.6	Geotekniska förhållanden.....	11
2.7	Geohydrologi.....	11
2.8	Markmiljö	12
3.	Skyfall.....	13
3.1	Analys av planförslag	16
3.2	Föreslagna åtgärder.....	17
3.2.1	Höjdsättning.....	17
4.	Dagvattenavledning.....	19
4.1	Kapacitet befintligt ledningsnät.....	19
4.2	Dimensionerande flöden	19
5.	Fördröjning och rening av dagvatten.....	20
5.1.1	Fördröjningskrav	21
5.1.2	Reningskrav	21
5.2	Åtgärder för flödesutjämning och kvalitet	21
5.2.1	Allmän platsmark	21
5.2.2	Kvartersmark	22
5.3	Funktion, drift och underhåll.....	26
5.4	Investering-, drifts- och underhållskostnader.....	27
5.5	Resultat från föroreningsmodellering	28
5.6	Miljö kvalitetsnormer	29
5.6.1	Kemisk ytvattenstatus.....	29
5.6.2	Ekologisk potential.....	29
5.6.3	Detaljplanens påverkan på MKN	30
6.	Sammanställning av dag- och skyfallshantering.....	31
7.	Referenser	34

Bilaga 1 – Föreslagen dag- och skyfallshantering

Bilaga 2 - Dimensionerande dagvattenflöden, erforderlig fördröjnings- och reningsvolym samt föroreningsmodellering



1. Projektbeskrivning

1.1 Syfte och Huvuddrag

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. fördröjning och rening av dagvatten samt hantering av skyfall studeras.

1.2 Områdesbeskrivning

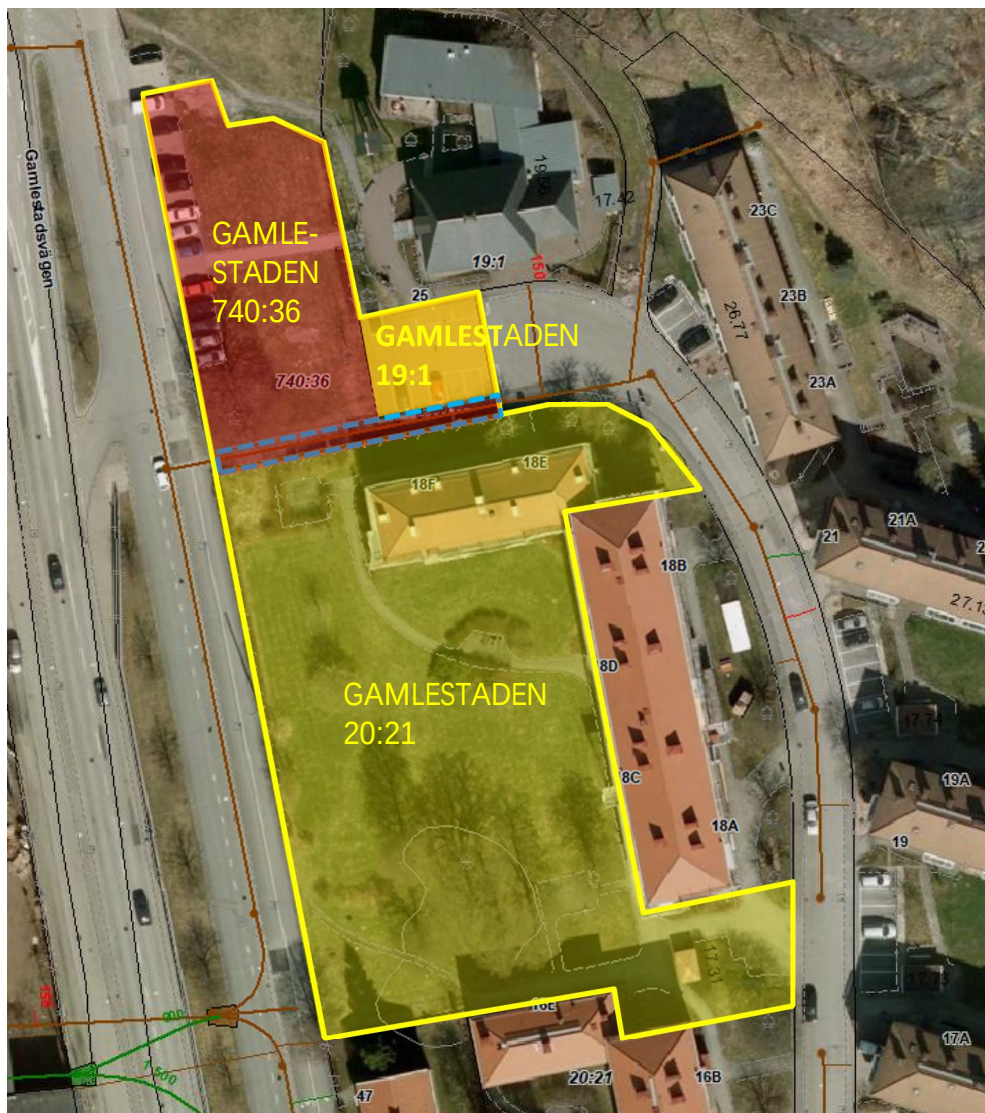
Planområdet ligger mellan Gamlestadsvägen i väster och Måns Bryntessongatan i öster (Figur 1) och omfattar ca 5810 m². Norr om planområdet ligger Nylöse kyrka.



Figur 1: Orienteringskarta över planområdet (gul inringning) beläget i norra Gamlestadsvägen. Källa: Samrådshandling, Göteborgs stad Stadsbyggnadskontor (2018-09-04).



Planområdet omfattar delar av fastigheten Gamlestad 19:1, Gamlestad 20:21 och Gamlestad 740:36. Gamlestad 20:21 ägs av Bostadsaktiebolaget Poseidon och Gamlestad 19:1 och 740:36 Göteborgs stad (Figur 2).



Figur 2: Planområdet utgörs främst av kvartersmark med delar av fastigheter enligt bild (gul-, orange- och rödmarkerat). Befintlig gångstig mellan befintligt bostadsområde och parkering utgör allmän platsmark (blåstreckad linje).

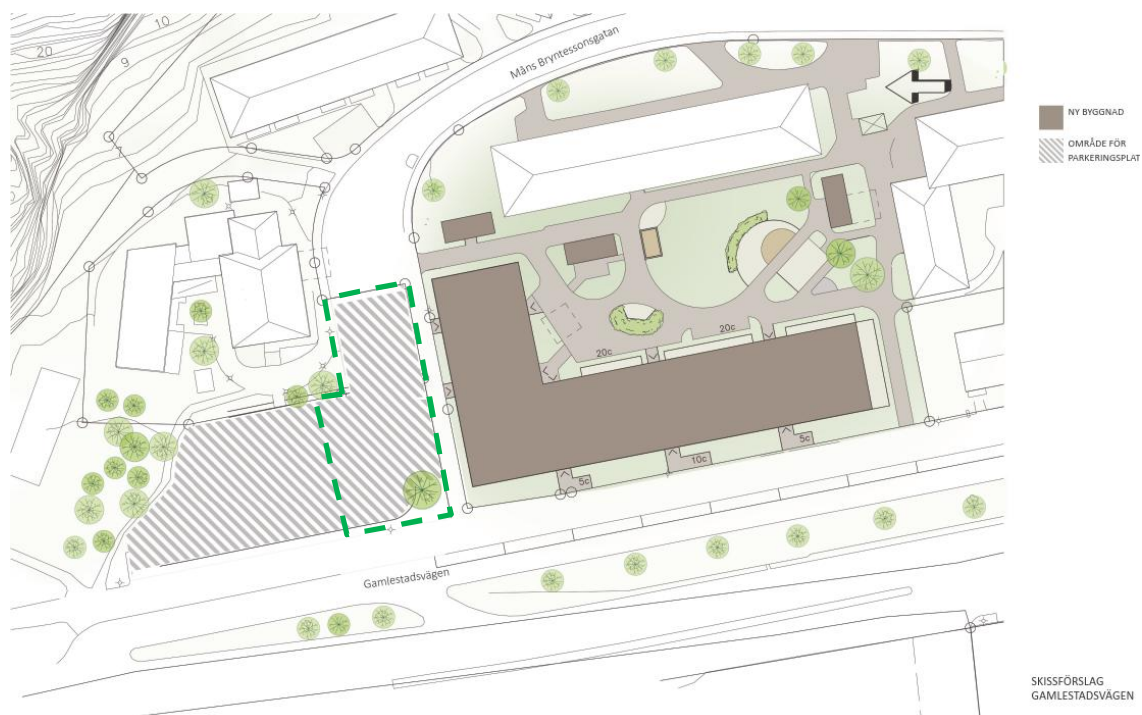
Idag består fastigheten Gamlestad 20:21 av bostäder och en gräsbeklädd bostadsgård. Området nås med bil från Gamlestadsvägen, alternativt från Måns Bryntessonsgatan. Mellan Gamlestadsvägen och Måns Bryntessonsgatan finns en smal gångstig som utgör den enda allmänna platsmarken inom planområdet. Det finns parkeringar på Gamlestad 19:1 samt längs Måns Bryntessonsgatan och Gamlestadsvägen (Gamlestad 740:36).



1.2.1 Exploateringsplaner

Den sydvästra delen av planområdet och delar av fastigheten Gamlestaden 20:21 planeras av Framtiden Byggutveckling exploateras med bostäder, bostadsgård och komplementbyggnader för cykelparkering (Figur 3). Detaljplanen medför att ett befintligt bostadshus rivs och ersätts med ett flerbostadshus i vinkel i 4–5 våningar med fasad mot Gamlestadsvägen. Planen möjliggör ca 60 tillkommande lägenheter.

Befintlig parkering på delar av Gamlestaden 19:1 planeras utökas och en fastighetsreglering kommer att ske. Exploatören planerar förvärva delar av fastighet Gamlestaden 740:36 och 19:1 enligt grönstreckad linjemarkering i Figur 3 nedan. Kyrkan kommer att arrendera resterande del av parkeringen som ligger närmast kyrkan av Göteborgs stad. Den befintliga gångstigen mellan Gamlestadsvägen och Måns Bryntessonsgatan breddas till en GC-väg.



Figur 3: Illustrationsskiss över planområdet. Källa: Tyréns 2018-04-11.



2. Förutsättningar

2.1 Topografi

Markytan inom planområdet sluttar generellt från öst till väst och marknivån varierar mellan ca +5 och +4. Lägsta marknivån återfinns utmed Gamlestadsvägen och högsta invid västra fasaden på befintligt flerbostadshus vid planområdet östra gräns.

2.2 Avvattning

I Måns Bryntessonsgatan och under den smala gångvägen mellan gatan och Gamlestadsvägen ligger en kombinerad ledning (AK300 BTG) som planområdet avvattnas till. Fastigheten Gamlestadsvägen 20:21 har flertalet kombinerade serviser men den som ansluter till just denna ledning (AK300 BTG) har en dimension på 150 mm och finns utmarkerad som ASP 1 i Figur 4. Gamlestadsvägen 19:1 ansluter till ledningen via en kombinerad servis med dimensionen 150 mm utmarkerad som ASP 2 i Figur 4.

Den kombinerade 300 mm ledningen ansluter till en huvudledning (AK750 BTG) i Gamlestadsvägen som leder dagvatten från planområdet vidare till Ryaverket. När ledningsnätets kapacitet överskrids bräddas dagvatten från området via en dagvattenledning (AD1500 BTG) till Göta älv sydväst om planområdet.



Figur 4: Översikt befintliga kombinerade ledningar till vilka planområdet avvattnas idag. Även anslutningspunkter (röda prickar) samt flödesriktningen i ledningen (bruna pilar) visas. Källa SolenX 2018-10-22).

Översiktlig inventering (fältbesök) utfördes i oktober 2018. Vid fältbesöket fanns att ytavrinning i öst-västlig riktning på befintlig bostadsgård förhindras på grund av att gräsytor ligger högre än anslutande hårdgjorda ytor. Vatten rinner istället längsmed gångvägarna i riktning mot Gamlestadsvägen.

Vid inventering identifierades brunnar i gångvägar på fastigheten Gamlestad 20:21. Dessa brunnar antas vara anslutna till det kommunala ledningsnätet punkt 1 i Figur 5. Även stuprören antas vara anslutna till det kommunala ledningsnätet.



På fastigheten Gamlestad 19:1 identifierades en brunn i befintlig parkering som även den antas vara ansluten till det kommunala ledningsnätet punkt 2 i Figur 5.



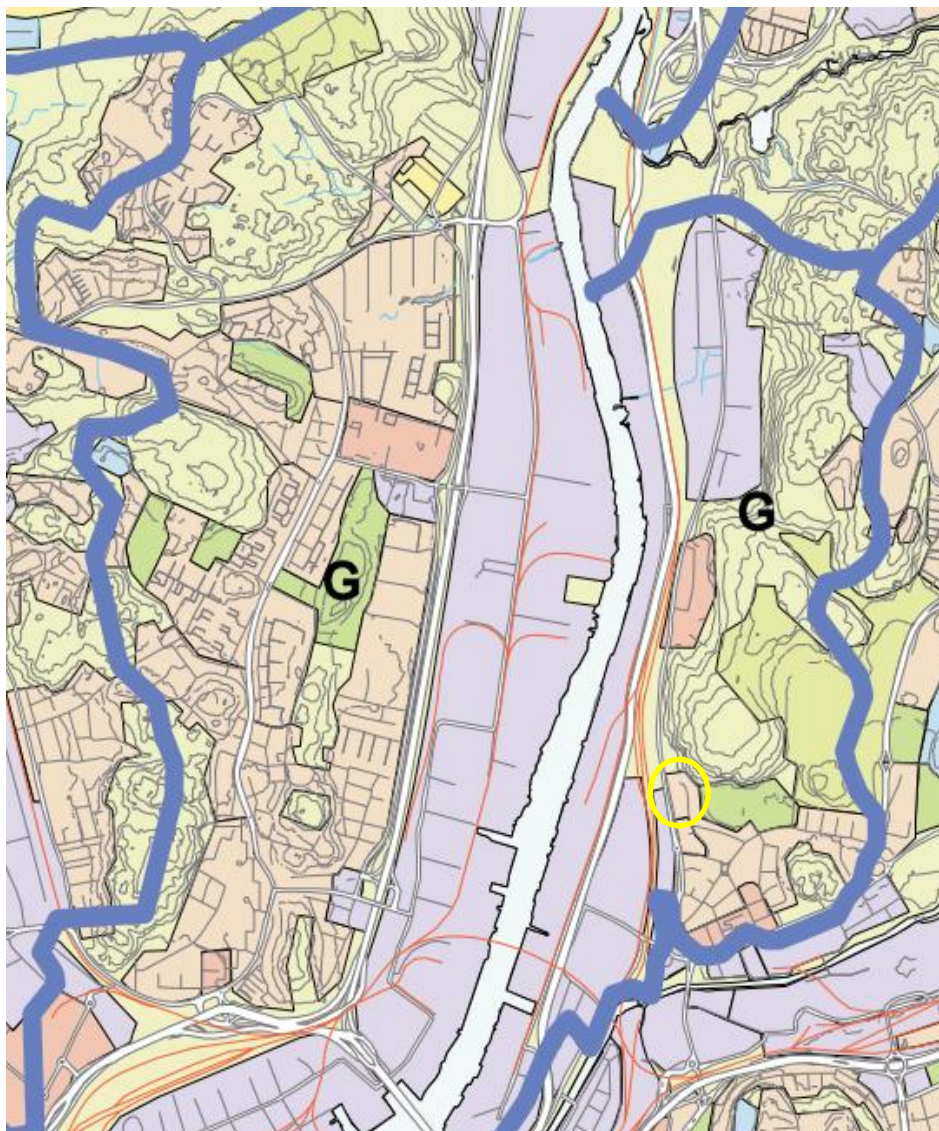
Figur 5: Foton från fältbesök i oktober 2018.

2.3 Dikningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds enligt underlag från Länsstyrelsen i Västra Götalands län inte till ett dikningsföretag (Länsstyrelsens WebbGIS, 2018-08-30).

2.4 Recipient

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Göta älv. Delar av avrinningsområdets utbredning framgår området markerat med G i Figur 6.



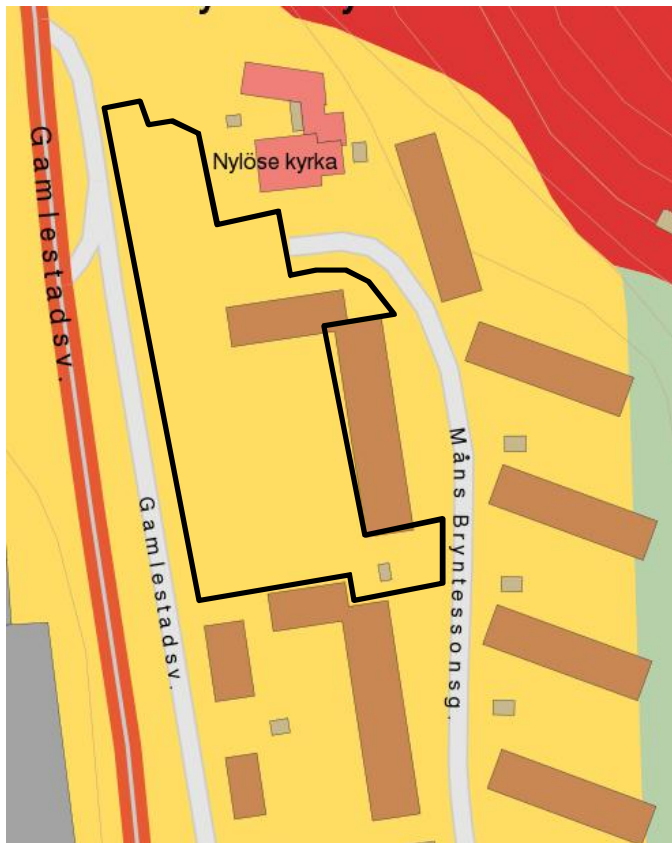
Figur 6: Karta över delar av Göta älvs avrinningsområdet markerat med G. Planområdet är inringat med gult (Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002).

2.5 Höga vattennivåer i havet/ flöden i vattendrag

Enligt kommunens kartunderlag ligger planområdet inte inom riskzonen för översvämning på grund av höga vattennivåer eller till följd av höga flöden i Göta älv.

2.6 Geotekniska förhållanden

Planområdet vilar enligt SGU:s jordartskarta på lera (ler-silt) (Figur 7).



Figur 7: Enligt SGU:s jordartskarta vilar planområdet på lera (gulmarkerat område). (Bildkälla: SGU, 2018-08-30)

Dessa förhållanden bekräftas av en geoteknisk- och markmiljöundersökning som Norconsult genomförde 2018. Enligt denna består jordlagren inom området av relativt tunna lager med mulljord, sand och silt, som underlagras av ett tjockt lager med lera och på vissa delar därefter friktionsjord innan berget. Djupet till berg inom området varierar mellan ca 32-50 m där de mindre jorddjupen påträffas i öster.

Jordförhållandena i det aktuella området resulterar i att marken är sättningSkänslig, detta då lerans mäktighet varierar i området. Enligt utförda analyser påvisas att sättningar kommer att uppstå även för små tillförda laster (Norconsult, 2018).

2.7 Geohydrologi

Då jordlagren i området utgörs av mäktiga lager av lera innebär detta generellt låg genomsläpplighet och låg infiltrationskapacitet.



Enligt geoteknisk- och markmiljöundersökning (Norconsult, 2018) så ligger grundvattenytan ca 2-2,5 m under markytan.

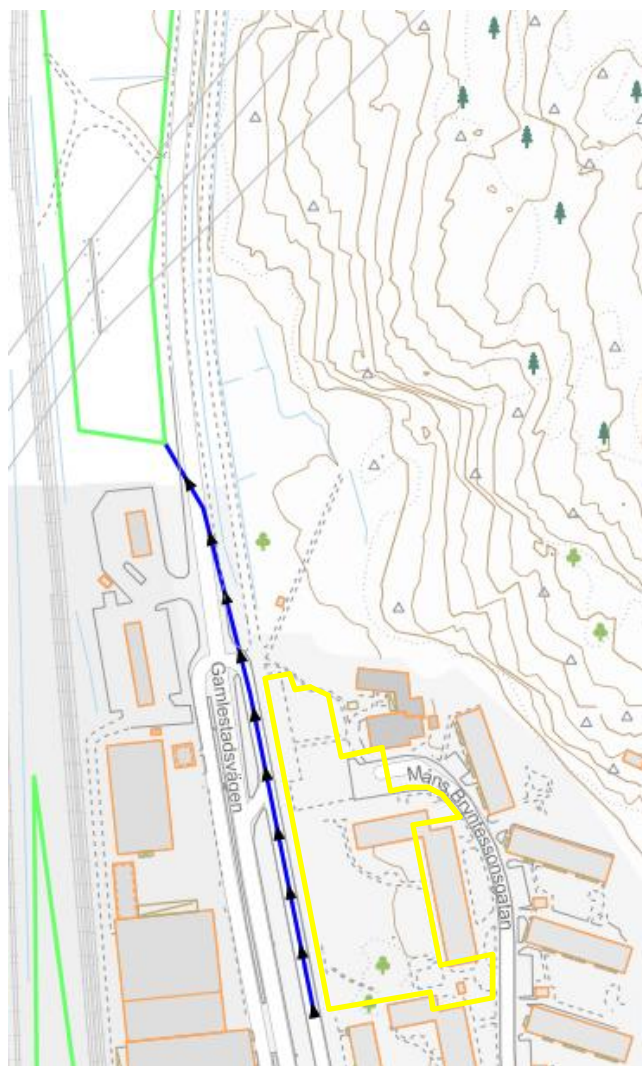
2.8 Markmiljö

I en punkt inom området finns det förhöjda halter av metaller som ligger över riktvärdet för känslig markanvändning. Föroreningarna är avgränsade i djupled vilket indikerar att ingen större spridning skett. Då föroreningen är djupt belägen uppges exponeringen vara försumbar vid nuvarande markanvändning (Norconsult, 2018).



3. Skyfall

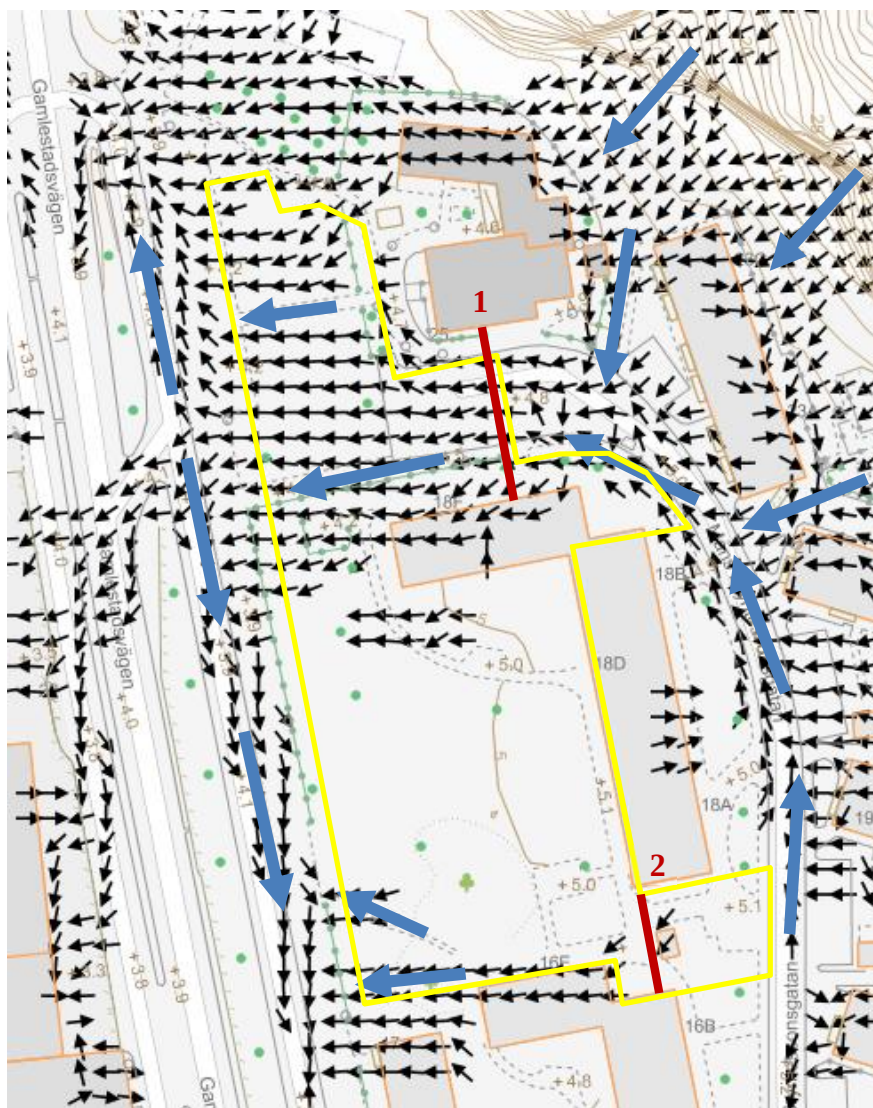
Strukturplaner som identifierar översvämningrisker som skall beaktas i fysisk planering samt innehåller åtgärder för skyfallshantering som exempel skyfallsvägar och skyfallsytor avsedda för att magasinera vatten vid skyfall har tagits fram för Göteborgs stad. Figur 8 redovisar utsnitt från strukturplan Östra i vilket planområdet ingår. Figur 8 visar att Gamlestadsvägen väster om planområdet utgör en möjlig skyfallsled som mynnar i en skyfallsyta norr om Nylöse kyrka.



Figur 8: Åtgärder i form av skyfallsled (blå linje med svarta pilhuvuden) och skyfallsyta (grön linjeavgränsning) enligt strukturplanen för östra Göteborg.



Figur 9 visar ytavrinningen vid skyfall (100-årsregn med klimatfaktor) för befintliga förhållanden med hjälp av flödespilar som illustrerar ytavrinningens riktning (Gokart, 2018-10-03). Figur 9 visar att vid skyfall rinner ytavrinning från höjdryggen öster om planområdet in över befintlig parkering och den gångväg som angränsar till det norra husets fasad via Måns Bryntesongata. Av de flödespilar som finns redovisade på den befintliga gårdsytan så rinner ytorna av mot Gamlestadsvägen främst via befintliga gångvägar mot Gamlestadsvägen.



Figur 9: Översikt flödesriktning på ytavrinning (svarta och blåpilar) vid skyfall (100-årsregn med klimatfaktor) för befintliga förhållanden inom planområdet (Gokart, 2018-10-03).



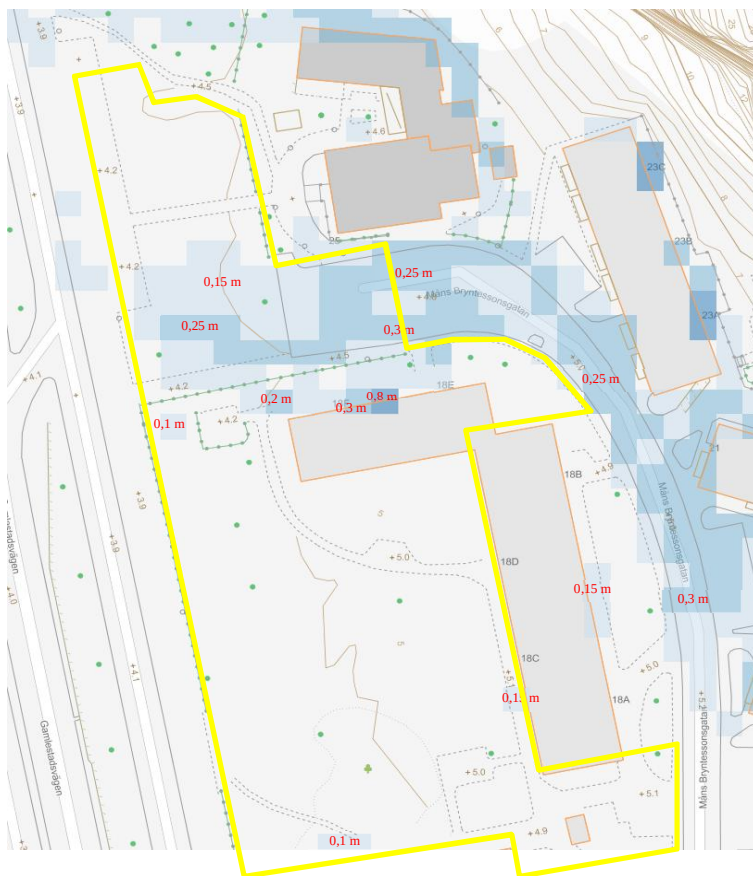
Flödet på ytavrinningen har lyfts ut ur strukturplanens hydrologiska modell på två platser i planområdet. Sektionerna finns utmarkerade med ett rött sträck och siffra i Figur 9. I sektion 1 är flödet 500 l/s och i sektion 2 är flödet 16 l/s.

Enligt Göteborgs stads tematiska tillägg till översiktsplanen (TTÖP) ska nyanläggning av en byggnad säkerställa att det är minst 0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion för att minska översvämningsrisk vid skyfall (Tabell 1). Vid nyanläggning av högprioriterade vägnät, stråk och utrymningsvägar ska vägbanan inte riskera att översvämmas med mer än 0,2 m vatten för att framkomligheten för räddningsfordon vid skyfall ej ska förhindras (Tabell 1).

Tabell 1: Krav på höjdsättning för att minska översvämningsrisk enligt TTÖP (Göteborgs Stad, 2018).

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 (BHF)	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 högprioriterat vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

Figur 10 visar en strukturplanmodellering över planområdets befintliga topografi. Modelleringen visar vad som händer när planområdet belastas med ett skyfall (100-årsregn med klimatfaktor). Ur Figur 10 kan ungefärligt vattendjup av vattenansamlingen i lågpunkterna vid skyfall utläsas (Gokart, 2018-10-03).



Figur 10: Översikt vattendjup vattenansamling i lågpunkter vid skyfall (100-årsregn med klimatfaktor) för befintliga förhållanden inom planområdet (Gokart, 2018-10-03).

Som kan ses i Figur 10 så blir vatten stående upp till 0,8 m vid skyfall mot den norra fasaden på det flerbostadshus som ska rivras. Vid fältbesök identifierades en källartrappa i detta läge vilket förklarar djupet av lågpunkten. Mot fasaden till den befintliga byggnad strax utanför planområdets östra gräns blir vatten stående upp till 0,15 m vid skyfall vilket också kan härledas till en befintliga källartrappa. På befintliga parkeringen invid kyrkan i den norra delen av planområdet blir vatten stående med ett djup mellan 0,25-0,30 m vid skyfall.

3.1 Analys av planförslag

Översvämningsrisken inom planområdet bedöms inte som betydande. En potentiell risk som planförslaget kan medföra är att vatten vid skyfall rinner in på ombyggd bostadsgård/innegård och blir stående då flerbostadshuset som planerar rivras idag utgör en barriär i vattnets väg. Föreslagen skyfallshantering bör säkerställa att detta inte sker.



Föreslagen skyfallshantering bör även säkerställa att det är minst 0,2 m marginal från färdigt golv på nya byggnader till vattennivån i avledande stråk, samt att vattendjupet inte ökar i den grad att framkomlighet till byggnaders entréer eller utrymningsvägar äventyras, eller att översvämningen riskerar att förflyttas nedströms.

Ytterligare en aspekt som föreslagen skyfallshantering inte bör äventyra är de skyfallsåtgärder som föreslås i strukturplanen.

3.2 Föreslagna åtgärder

3.2.1 Höjdsättning

För att säkerställa en effektiv skyfallshantering där nederbörd rinner via gångvägar på innergården, via GC-vägen och parkeringen till Gamlestadsvägen krävs en genomtänkt höjdsättning vid fortsatt exploatering. Ny höjdsättning bör även säkerställa att dagvattnet rinner bort från byggnader och marken bör därför slutta 1:20 från byggnaden de första ca 3 m för att förhindra eventuell belastning på befintligt dräneringssystem och att vatten leds in mot byggnadens grundkonstruktion. Höjdsättningen bör också se till att vattnet rinner mot dagvattenanläggningarna (exempelvis krossdiken, fördröjningsytor och -magasin etc.) innan dagvattnet avleds till respektive servis.

Översiktliga beräkningar på vilket vattendjup som bildas med flödet för de två sektionerna (Figur 9) har genomförts med Mannings formel. GC-vägen och gångstigarnas bredd har med användningen av formeln likställts med öppen kanalströmning. Ju bredare gatusektionen görs desto lägre blir vattendjupet. Tabell 2 redovisar ingående parametrar och resultat för de båda sektionerna.

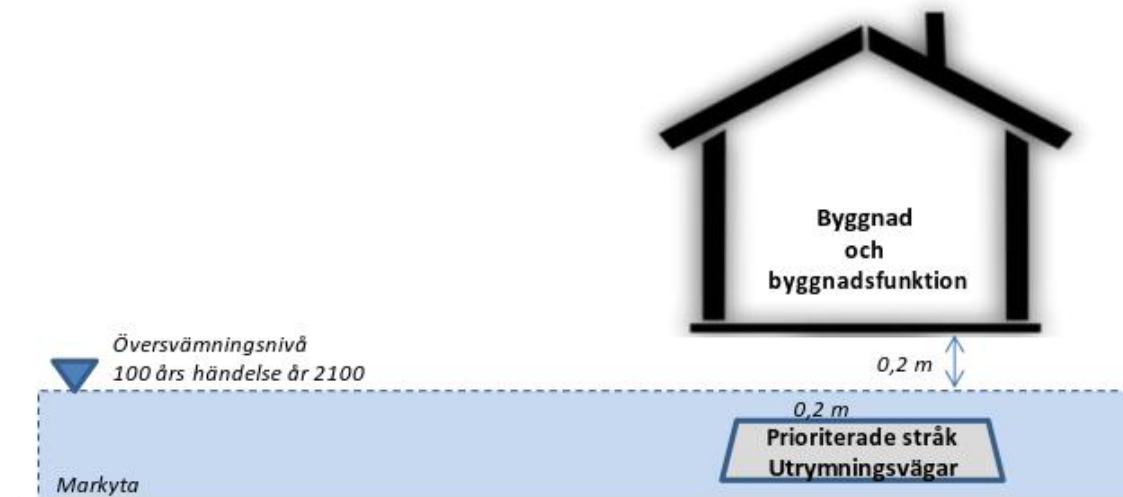
Tabell 2: Beräkning vattendjup (m) vid visst flöde enligt med Mannings formel.

Sektion	1	2
Maxflöde (m ³ /s)	0,5	0,016
Mannings tal	60	60
Bredd gatusektion (m)	3	2,5
Genomsnittlig lutning (‰)	15	18
Vattendjup (m)	0,105	0,013

Föreslagen skyfallshantering bygger på en översiktlig höjdsättning baserad på att det finns marginal från nivån på färdigt golv på ny bostadsbyggnad på 0,2 m till vattennivån i avledande stråk (skyfallsvägar). Föreslagna skyfallsvägar inom planområdet representeras av flödespilar, se Bilaga 1.



Angivna nivåer för färdigt golv i Bilaga 1 bygger på vattendjupen redovisade i Tabell 2 med adderingen av marginal på 0,2 m enligt Figur 11 och Tabell 1.



Figur 11: Planeringsnivåer för nybyggnation vid ett dimensionerande skyfall, där angivna höjder är relativa höjder (TTÖP).

Föreslagna skyfallsvägar (flödespilar i Bilaga 1) bygger på att befintliga marknivåer bevaras. Flödespilarna redovisar att vatten kan rinna till föreslagna dagvattenåtgärder (parkeringen), samt att vatten som eventuellt rinner in på den nya bostadsgården kan rinna igenom gården, vidare till utpekad skyfallsled.

Skyfallsåtgärderna är baserade på höjder i grundkartan om planen medför en betydande förändring av topografin så bör åtgärdsförslaget ses över igen.



4. Dagvattenavledning

För att underlätta flödes, fördröjnings och föroreningsberäkningar har planområdet delats in i delavrinningsområden baserat på befintlig avvattning men också på planområdet kommer att avvattnas efter exploatering. Delområden finns redovisade i Bilaga 1.

4.1 Kapacitet befintligt ledningsnät

Kapaciteten för kombinerad servis som fastigheten Gamlestaden 20:21 (delområde A och B) antas anslutas enligt ASP 1 i Figur 4 har uppskattat med hjälp av Colebrooks diagram. Då information om verklig lutning på servisen saknas har lutningen antagits vara 20 ‰. Med en dimension på 150 mm och en råhet på 1 visar Colebrooks diagram en approximativ ledningskapacitet på ca 23,5 l/s.

Delområde C och E antas vid exploatering anslutas till en kombinerad ledning (AK300 BTG) i befintlig gångväg. Delområde D antas anslutas till kombinerad ledning (AK750 H) i Gamlestadsvägen väster om planområdet.

4.2 Dimensionerande flöden

Dimensionerande flöden beräknas enligt ekvation 1 nedan. Före exploatering används klimatfaktor (KF) på 1 och efter exploatering på 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

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

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 189 l/s • ha för 5-årsregnet och 287 l/s • ha för 20-årsregnet.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet. För befintligt flöde uppskattas ytan bestå av takytor, vägytor, parkeringsytor och grönytor. För framtida flöde uppskattas ytan bestå av takytor, vägytor, parkeringsytor, gårdsytor inom kvarter och grönytor Tabell 3. Se Bilaga 2 för en mer detaljerad redovisning av flödesberäkningar.

Tabell 3: Area, avrinningskoefficienter samt reducerad area före och efter exploatering,

Delområde	Area [m ²]	Avrinningskoefficient före	Avrinningskoefficient efter	Reducerad area före [m ²]	Reducerad area efter [m ²]
A	3250	0,49	0,54	1595	1755
B	1200	0,46	0,74	555	890
C	630	0,37	0,73	235	460
D	690	0,26	0,73	180	505
E	120	0,80	0,80	95	95
Totalt	5210			2565	3705



Delområde E utgör allmän platsmark och omfattar den samla gångvägen som planeras breddas för anläggningen av en GC-väg. Då breddningen sker över redan hårdgjorda ytor har breddningen inte beräknats medföra mer hårdgjorda ytor, vilket kan utläsas av Tabell 3. Flöden efter fördröjning har därmed inte angivits för detta delområde.

Dimensionerande dagvattenflöden redovisas för befintliga förhållanden (nuläge) efter exploatering redovisas i Tabell 4.

Tabell 4: Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden för befintliga förhållanden (nuläge) och efter exploatering.

Delområde	Återkomsttid [år]	Flöde Nuläge [l/s]	Flöde Efter exploatering [l/s]	Flöde inkl. KF Efter exploatering [l/s]
A	5	29	32	39
	20	46	50	62
B	5	10	16	20
	20	16	25	32
C	5	4,2	8,3	10
	20	6,6	13	16
D	5	3,9	9,1	11
	20	6,1	14	18
Totalt	5	47,1	65,4	80
	20	74,7	102	128

Dimensionerande flöde för planområdet före exploatering blir enligt ekvation ovan blir för ett ca 47 l/s för ett 5-årsregn och ca 75 l/s för ett 20-årsregn.

Dimensionerande flöde för planområdet efter exploatering blir enligt ekvation ovan ca 65 l/s för ett 5-årsregn vilket innebär att flödet ökar med ca 18 l/s jämfört med befintligt flöde. För 20-årsregnet blir dimensionerande flöde 102 l/s vilket innebär att flödet ökar med ca 27 l/s jämfört med befintligt flöde. Användningen av klimatfaktorn bidrar till en ytterligare flödesökning på ca 15 l/s vid ett 5-årsregn och ca 26 l/s vid ett 20-årsregn.

5. Fördröjning och rening av dagvatten

Följande förutsättningar påverkar valet av dagvattenåtgärder för fördröjning och rening av dagvatten efter exploatering:

- Djupet av föreslagna dagvattenanläggningar för fördröjning bestäms dels av grundvattennivån som enligt den geotekniska utredningen ligger ca 2-2,5 m under markytan.



- Infiltrationsmöjligheten i förekommande jordar bedöms som låg då marken till största del utgörs av lera. Trots att infiltrationskapaciteten i förekommande jordar generellt ligger lågt enligt den geotekniska utredningen kan viss infiltration kan ändå byggas upp i de översta marklagren om matjorden innehåller en viss andel sand och grus.
- Markföroreningar förekommer inom planområdet. Då föroreningen är djupt belägen bedöms risker för föroreningsspridning via dagvatten vara försumbar.
- Då det finns en enligt strukturplanerna utpekad skyfallsled och skyfallsyta utanför planområdet tillämpas åtgärder för snabb avledning till dessa ytor och försök till fördröjning av skyfall inom planområdet slopas.

5.1.1 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas. En uppskattning av vilken volym det motsvarar med nuvarande planförslag redovisas i kapitel 5.2.2.

5.1.2 Reningskrav

Planområdet är medelbelastad yta vad gäller de avvattnande ytornas föroreningsbelastning. Tillsammans med en mindre känslig recipient visar matrisen i Tabell 5 att enklare rening ska användas. GC-vägar är undantagna från reningskrav.

Tabell 5: Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Avstämt med Miljöförvaltningen 2016-10-27.

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

5.2 Åtgärder för flödesutjämning och kvalitet

5.2.1 Allmän platsmark

På allmän platsmark ligger gångvägen som planeras breddas för anläggningen av en GC-väg. Då breddningen medför en mindre ombyggnad och sker till stor del på redan hårdgjorda ytor, samt att gångvägen redan har en fungerande avvattnings och dessutom undantas från reningskrav bedöms fördröjnings- eller reningsåtgärder inte nödvändiga på allmän platsmark.



5.2.2 Kvartersmark

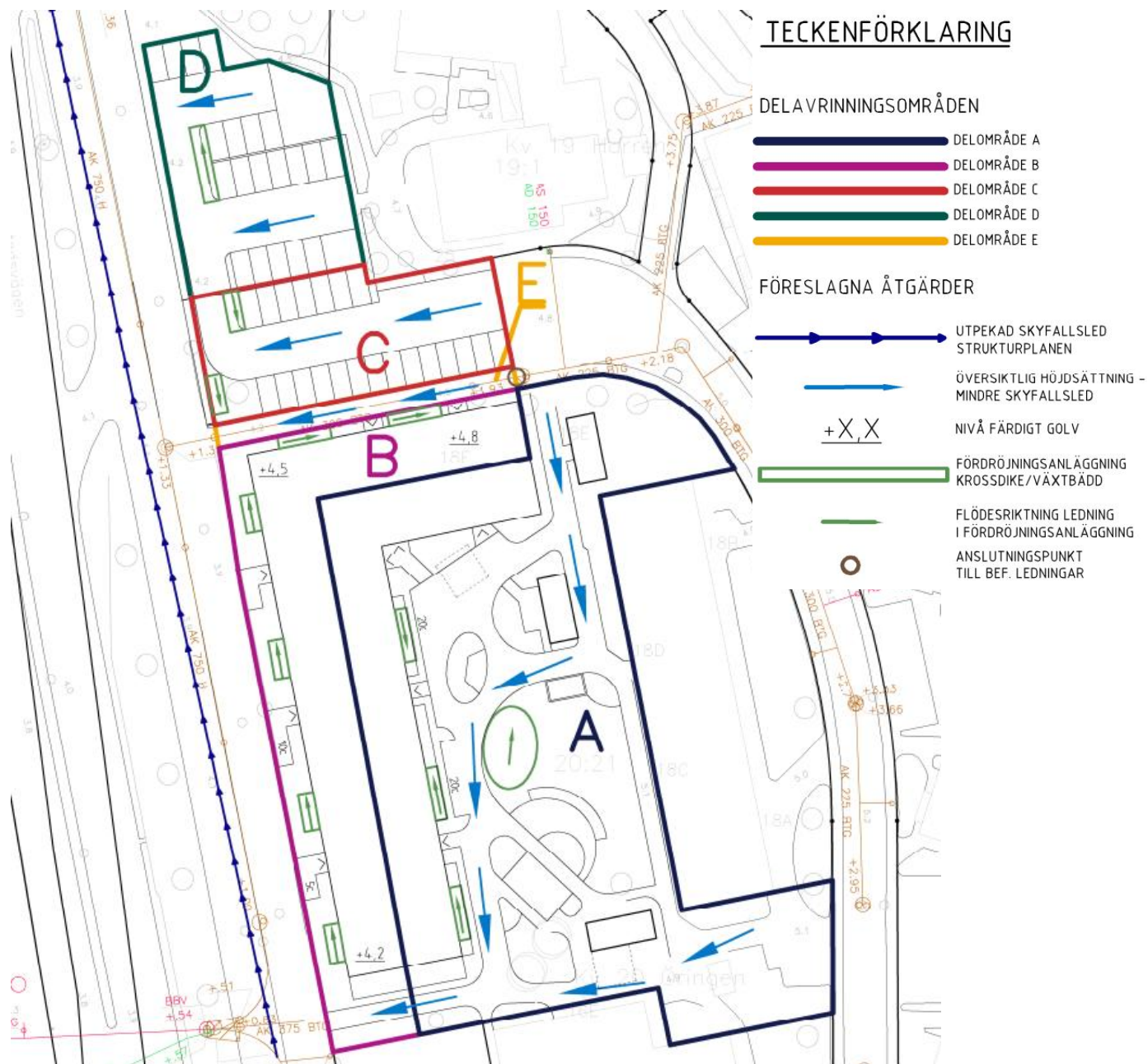
På kvartersmark inom planområdet behöver totalt ca 37 m³ dagvatten fördröjas enligt Tabell 6 nedan.

Tabell 6: Erforderlig fördröjning på kvartersmark enligt Göteborgs stads krav på 10mm/m² A_{red}.

Delområde	Reducerad area efter [m ²]	Fördröjningsvolym [m ³]	Flöde 5-årsregn efter fördröjning [l/s]
A	1755	18	8,6
B	890	9	4,6
C	460	5	2,3
D	505	5	2,8
Totalt	3610	37	18,3

Efter fördröjning enligt stadens krav blir dimensionerande flöde för planområdet efter fördröjning ca 18 l/s för ett 5-årsregn vilket innebär att flödet minskar med ca 29 l/s jämfört med befintligt flöde. Vid fördröjning enligt Göteborgs stads (10 mm/m² A_{red}) minskar således flödet från planområdet jämfört med befintliga förhållanden (Tabell 6).

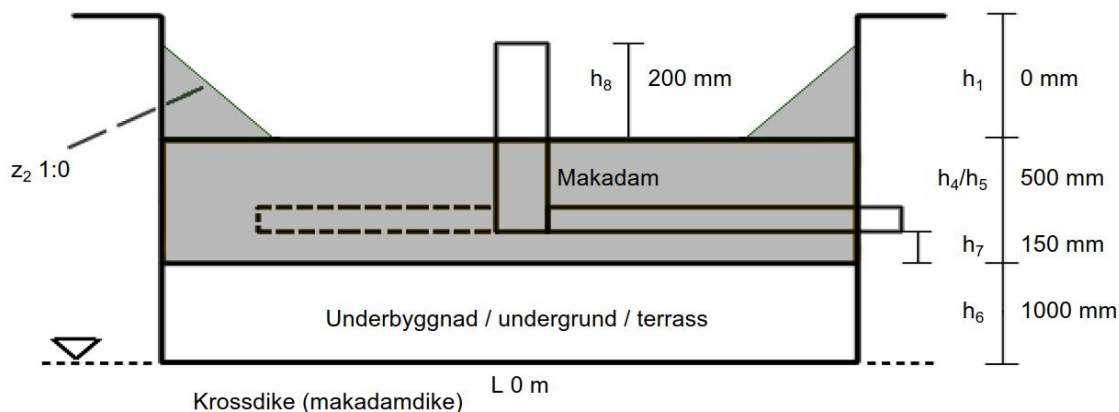
Som tidigare nämnts ska dagvattnet från kvartersmark genomgå enklare rening. Öppna dagvattenlösningar är att föredra som fördröjningsmetod då systemet blir mer robust och rening av dagvattnet sker via infiltration. I delområden A och B föreslås kross/makadamdiken för fördröjning och rening och i delområde C och D växtbäddar enligt Figur 12 och Bilaga 1. Föreslagna dagvattenanläggningar är ungefärlig utplacerade och visar översiktligt anläggningarnas ytanspråk. I delområde C och D bör växtbäddarna placeras i den västra delen av området, detta för att möjliggöra yttlig avrinning till anläggningen med befintlig höjdsättning. Som fortsatt arbete rekommenderas parkeringens utformning ses över för att möjliggöra växtbäddarnas placering.



Figur 12: Föreslagna åtgärder för flödesutjämning och kvalitet inom exploaterade ytor på kvartersmark inom planområdet.



För att uppnå erforderlig fördröjning och rening i delområde A och B föreslås krossdiken. I beräkningarna har en generell tvärsektion enligt Figur 13 använts.

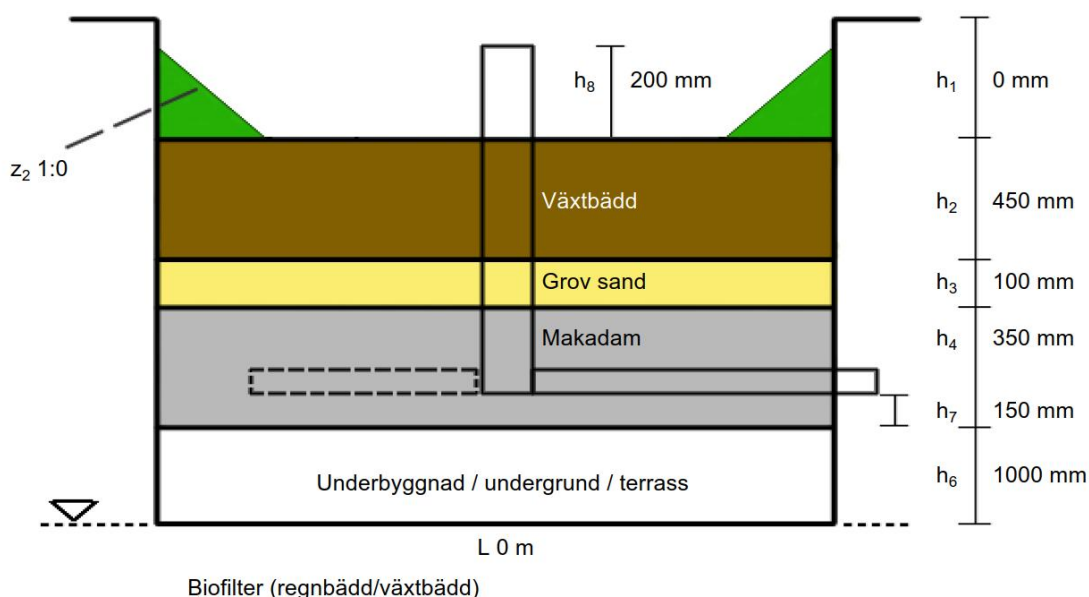


Figur 13: Tvärsektion krossdike för beräkning av erforderlig fördröjning och rening enligt StormTac.

För att få självfall i ledning från krossdike till anslutningspunkt har krossdiket ej gjorts djupare än 0,5 m, detta med en antagen lutning på 1%. Dock finns det möjlighet till en fördröjningszon på ca 0,2 m mellan mark och ovasida makadamfyllning. Zonen gör det möjligt att låta vatten som inte hunnit infiltrera, tillåtas dämna utan att påverka omgivande ytor. Tillägget av denna fördröjningszon bör utredas vid detaljprojektering av dagvattenanläggningen.

Porositeten/hålrumsvolymen har antagits utgöra 0,4 enligt rekommendation i beräkningsverktyget StormTac. För att nå erforderlig fördröjning har andelen av reducerad avrinningsyta justerats från 3,5 % (minsta rekommenderade andelen för ett krossdike enligt StormTac) till ca 5 %.

För att uppnå erforderlig fördröjning och rening i delområde C och D föreslås nedsänkta växtbäddar. I beräkningarna har en generell tvärsektion enligt Figur 14 använts.



Figur 14: Tvärsektion växtbädd för beräkning av erforderlig fördröjning och rening enligt StormTac.

Anledningen till att växtbäddar föreslås istället för krossdiken i delområde C och D är för erforderlig rening ska uppnås samt att större delen av delområdena planeras att hårdgöras och därmed minskar möjligheten till att införa öppna dagvattenanläggningar.

För att få självfall i ledning från växtbädd till anslutningspunkt har växtbädden totalt uppskattas vara 0,9 m djupt, detta med en antagen lutningen på 1%. Dock finns det möjlighet till en fördröjningszon på ca 0,2 m mellan mark och ovasida makadamfyllning. Zonen gör det möjligt att låta vatten som inte hunnit infiltrera, tillåtas dämma utan att påverka omgivande ytor. Tillägget av denna fördröjningszon bör utredas vid detaljprojektering av dagvattenanläggningen.

Tvärsektionen följer StormTacs rekommendationer kring lagerdjup och porositeten/hållrumsvolymen har för de olika fyllningsmaterialen vilka motsvaras av 0,4 för makadam och 0,25 för växtbädd och grov sand. För att nå erforderlig fördröjning har andelen av reducerad avrinningsyta justerats från 2,5 % (minsta rekommenderade andelen för en växtbädd enligt StormTac) till ca 4 %.



Tabell 7 redovisar ytanspråk dagvattenåtgärder för rening och fördröjning för respektive delområde och totalt för planområdet enligt Bilaga 1.

Tabell 7. Översikt ytanspråk krossdiken och växtbäddar för erforderlig rening och fördröjning.

Delområde	Djup [m]	Porositet	Area [m ²]	Volym [m ³]
A	0,5	0,4	90 (5 % av A _{red})	18
B	0,5	0,4	45 (5% av A _{red})	9
C	0,9	Varierar	20 (2,5 % av A _{red})	5
D	0,9	Varierar	20 (2,5 % av A _{red})	5
Totalt			175 (ca 5 % av A _{red} totalt)	37

5.3 Funktion, drift och underhåll

Fördröjning av dagvatten från kvartersmarken i delområde A och B kan ske genom att stuprör leds in i krossdiken. Om möjligt är kan stuprören frikopplas och takvattnet spridas ovan krossdiket. Diket skulle även kunna utformas som en grund skålformad gräsyta (fördröjningszon) underbyggd med makadam för att nå ytterligare rening genom infiltration i gräsyta men också för att låta vatten som inte kan eller hunnit infiltrera att tillåtas dämna utan att påverka omgivande ytor.

Makadamdikena består i princip av ett dike som täcks in av en geotextil och fylls med ett grovt material (makadam) som dagvattnet leds till. Makadammagasinet kan göras tätt eller otätt, noteras bör att ett otätt makadammagasin förutsätter att botten av magasinet ligger ovan grundvattennivån. På botten av makadamdiket föreslås förläggningen av en dränledning. Dräneringsledningen på växtbäddens botten kan i sin tur anslutas till befintlig servis vid den kombinerade ledningen i befintlig gångstig. Till ledningen skulle dagvattenbrunnar med kupolsil även kunna vara anslutna. Dagvatten kan på så sätt ledas ner till dränledningen via kupolbrunnen om det av någon anledning inte skulle kunna tränga ner genom jordlagret tillräckligt snabbt.

Fördröjning av dagvatten från kvartersmarken i delområde C och D föreslås ske genom omgivande markytor sluttas mot den nedsänkta växtbädden. En fördröjningszon ovan växtbädden möjliggör för vatten som inte kan eller hunnit infiltrera att tillåtas dämna utan att påverka omgivande ytor. På botten av växtbädden föreslås förläggningen av en dränledning. Dräneringsledningen på växtbäddens botten kan i sin tur anslutas till kombinerade ledningar i befintlig gångstig och i Gamlestadsvägen. Även i växtbädden kan det vara tillämpligt med dagvattenbrunnar med kupolsil för bräddning vid större regn än anläggningen dimensionerats för.

Växtbäddarnas fungerar i princip som krossdikena men skillnaden av en växtplanering och materialet i växtbädden. Växterna bidrar generellt till en högre grad av rening. Alternativt skulle nedsänkta eller upphöjda växtbäddar kunna anläggas istället för krossdiken i delområde A och B.



I dokumentet *Göteborg när det regnar En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering* finns mer information gällande krossdiken och växtbäddar, samt typlösningar för dagvattenhantering.

Reningsförmågan beror till stor del av kvaliteten på inkommande vatten men också på materialet och anläggningens driftålder. Drift och underhåll av dagvattenanläggningar är således ytterst viktigt för att nå önskad reningsfunktion.

Livslängden för krossdiken uppskattas till några årtionden men i och med att de är igensättningsrisk som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet. Växtligheten i växtbäddarna bör ses över och eventuellt bytas vid behov.

För alla typer av anläggningar ska man vid planeringen tänka på åtkomst för skötsel, såsom angöring med gräsklippning, snöröjningsfordon, övriga maskiner för exempelvis slamsugning etcetera. Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren.

Generellt rekommenderas regelbunden klippning av gräsyta vid behov och tillsyn 1-2 gånger per år, om sådan gräsyta anläggs. För diken som är anslutna till hårdgjorda ytor som parkering och vändplats, bör diket anläggas lägre än nivån på den hårdgjorda ytan. Anledningen till detta är att gräsytan höjer sig några millimeter per år och efter hand hindrar dagvattnet att rinna ut över ytan. För att få vattnet att rinna ut över ytan kan det vara nödvändigt att skära bort och sänka gräsytan utmed den hårdgjorda ytan.

Eventuella dagvattenbrunnar placerade i lågpunkter med intag av dagvattnet genom exempelvis en kupolsil bör rengöras ca 1 gång om året, för att minimera risken av igensättning av exempelvis löv, skräp, större gruskorn, smuts etcetera från kringliggande miljöer som parkeringsplatsen, gångvägen, bilvägen och grönområdet. Rengöring efter skyfall bör också tillämpas.

Rensning och slamsugning av dräneringsledningen kan behövas och beslutas om vid tillsynstillfällen. En inspektion kan vara lämplig att genomföra för dagvattenbrunnen vid skyfall.

5.4 Investering-, drifts- och underhållskostnader

En översiktlig bedömning av investeringskostnader för föreslagna dagvattenanläggningarna har genomförts. Kostnaderna är framtagna med hjälp Göteborgs stads kostnadsbilaga (2016-02-18), av á-prislista för markarbeten, tidigare erfarenhet från liknande projekt samt insamlad kostnadsinformation från olika VA-produktleverantörer och entreprenörer. Beräkningar utgår ifrån antal, löpmeter, kvadratmeter eller kubikmeter av dagvattenanläggning. Arbets- och materialkostnader är inkluderade i priset.

I uppskattade investeringskostnader ingår ej:

- Omkostnader (30 %) som omfattar av administration, försäkringar, vinst, risk, over-head kostnader, allmänna hjälpmedel och småmaskiner ingår ej.



- Byggherrekostnader, som exempelvis projekterings- och byggledningskostnader ingår ej.
- Rivning av befintligt dagvattensystem.
- Bortforsling av material är inte medräknat.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggts, samt varierar kraftigt beroende på om det förekommer skyfall och stormar. Sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5 – 15 % av anläggningens investeringskostnad.

Driftkostnaderna för föreslagna dagvattenanordningar kommer vara högre de första åren för att sedan minska när växter med mera har etablerat sig. Tabell 8 nedan redovisar uppskattade investerings- och driftskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar för fördröjning och rening på kvartersmark.

Tabell 8: Uppskattade drift- och investeringskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar.

Dagvatten-åtgärd	Tillsyn	Drift & underhåll	Investering Pris Å	Längd	Area	Drifts & underhållskostnad	Investeringskostnad
Krossdike	Ca 1-2 ggr/år	Ca 10 ggr/år	Ca 500 - 1000 kr/m ²	70 m	135 m ²	5000 kr/år	101 250 kr
Växtbädd	Ca 1-2 ggr/år	Ca 5 ggr/år	1000-2000 kr/m ²	20 m	40 m ²	6000 kr/år	60 000kr
					Totalt	11 000 kr/år	161 250kr

5.5 Resultat från föroreningsmodellering

Föroreningsberäkningarna har utförts för befintlig och framtida förhållanden och för rening med hjälp av modelleringsverktyget StormTac, som innehåller schablonvärden för dagvattnets föroreningsinnehåll utifrån olika markanvändningstyper.

Den föroreningsbelastning som beräknas är på årlig basis och är baserad på Göteborgs årsmedelnederbörd om 836 mm/år och är baserad på SMHI:s normalvärden för nederbörd. Se Bilaga 2 för en mer detaljerad redovisning av föroreningsberäkningar.



Tabell 9 visar att halten av Tributyltenn (TBT) överstiger riktvärdet både före och efter exploatering. Efter exploatering överstigs även riktvärden/målvärden för kadmium (Cd). Efter rening i föreslagna dagvattenanläggningar uppnås alla riktvärden/målvärden.

Tabell 9. Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av riktvärde.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Före exploatering	89	1600	5,3	15	35	0,24	3,9	3,3	0,03	39000	290	0,011	0,0017	13000
Efter exploatering	95	1600	9	17	52	0,41	5,9	5,6	0,033	54000	310	0,019	0,0018	13000
Efter rening	48	900	1,6	6,6	11	0,083	2,5	1,9	0,016	13404	178	0,0057	0,00092	6679
Riktvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

5.6 Miljökvalitetsnormer

Recipienten är klassad enligt miljökvalitetsnormer. Göta älv och förgreningen mellan Nodre älv till Säveåns mynning (ID: SE641358-127426) har problem med miljögifter, flödesförändringar, morfologiska förändringar och kontinuitet samt andra betydande miljöproblem som lokal vattenpest.

5.6.1 Kemisk ytvattenstatus

År 2017 uppnådde Göta älv med aktuell sträckning *ej god* kemisk status. Likaså de överallt överskridande halterna av kvicksilver och polybromberade difenyletrar, PBDE.

Målet är att uppnå *God* kemisk status ska uppnås. Halterna av kvicksilver och PBDE (industrikemikalie som främst används som flamskyddsmedel) bedöms ha sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. Ett undantag i form av mindre strängt krav har utfärdats då det bedömts vara teknisk omöjligt att sänka halterna av kvicksilver och PBDE till de nivåer som motsvarar *God* kemisk ytvattenstatus. De nuvarande halterna (december 2015) av kvicksilver och PBDE får dock inte öka. När det kommer till de överskridande halterna av PFOS så anses åtgärder vara möjliga dock bör föroreningskällan först fastställas.

5.6.2 Ekologisk potential

Den ekologiska potentialen klassas 2014 som *Otillfredsställande* då vattenförekomstens fysiska karaktär är kraftigt modifierad på grund av vattenkraftsverksamhet vilket resulterat i att hydromorfologiska kvalitetsfaktorer som konnektivitet och morfologiskt



tillstånd bedöms som *Otillfredsställande*. Detta på grund av att akvatiska och landlevande organismer inte kan förflytta i sidled i älven, samt saknar naturliga livsmiljöer i strandzonen på grund av bebyggelse, är uppodlad, har strandskoningar eller andra hinder som människan har anlagt. Även det naturliga svämplanet för älven påverkas negativt av detta. Den hydrologisk regimen med flödesregleringen har även gjort att flödesförändringen och volymavvikelsen frångår den naturligt oreglerade vilket medför att kvalitetsfaktorn för denna parameter klassas som *Otillfredsställande*.

Vattenförekomsten bedöms inte kunna nå *God* ekologisk potential till 2021 utan att det sker en betydande negativ påverkan på verksamheten eller miljön i stort och ett tidsundantag till 2027 har satts.

5.6.3 Detaljplanens påverkan på MKN

Den kvalitetsfaktor som potentiellt skulle kunna påverka med exploatering Gamlestadsvägen är halten av kvicksilver. Denna får enligt MKN, från och med december 2015 inte öka.

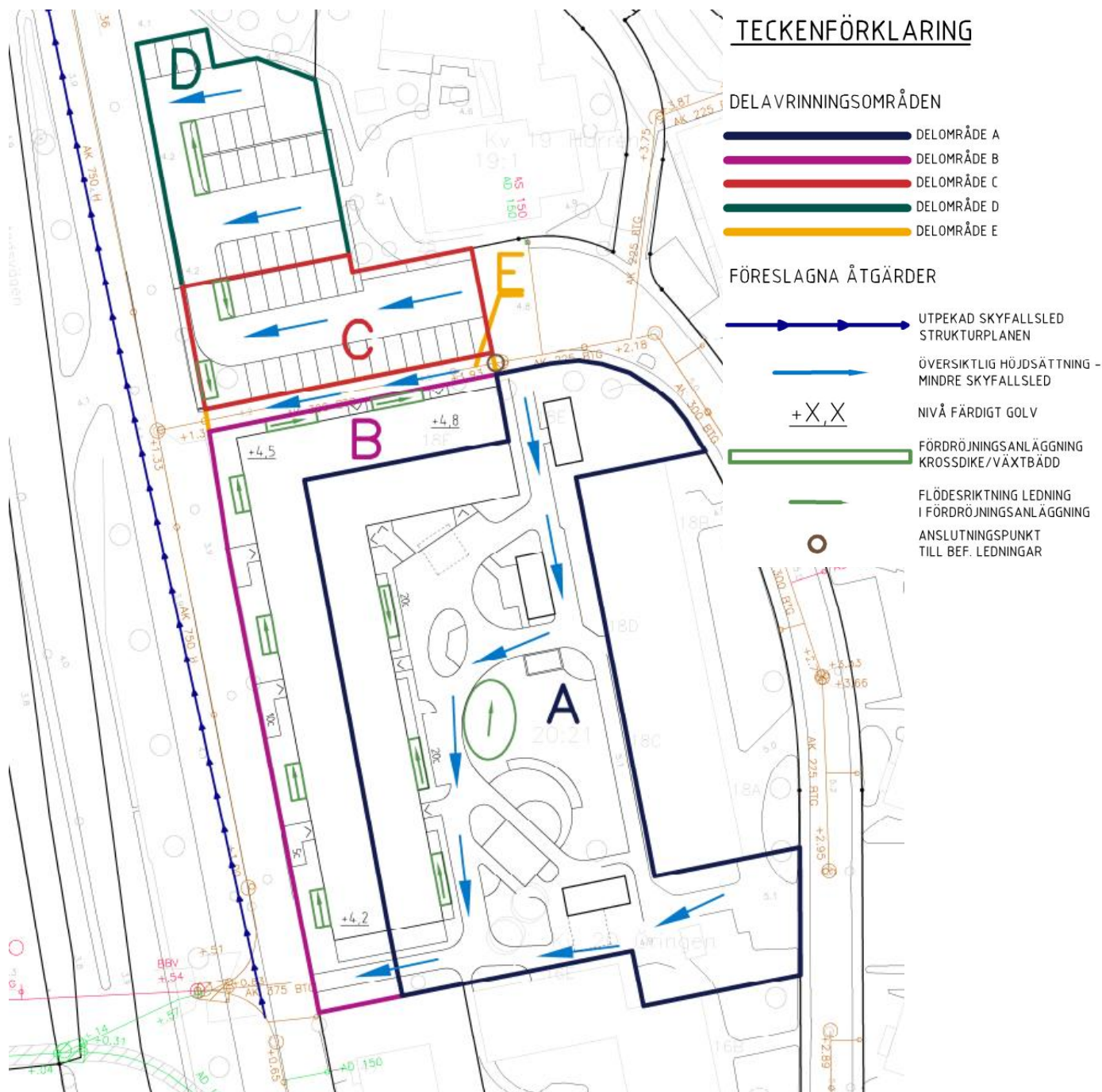
Med avseende på miljökvalitetsnormerna görs bedömningen att planen inte kommer påverka statusen för Göta älv negativt. Denna bedömning grundar sig i att totalmängderna som släpps ut per år minskar jämfört med befintliga förhållanden (se Tabell 10).

Tabell 10: Föroreningsmängder från planområdet kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Före exploatering	0,27	4,7	0,015	0,043	0,10	0,00071	0,011	0,0095	0,00009	110	0,85	0,00003	0,0000051	38
Efter exploatering	0,35	6	0,033	0,064	0,19	0,0015	0,022	0,021	0,00012	200	1,1	0,00007	0,0000067	49
Efter rening	0,18	3,3	0,006	0,024	0,039	0,00031	0,0092	0,007	0,00006	49	0,65	0,000021	0,0000034	25



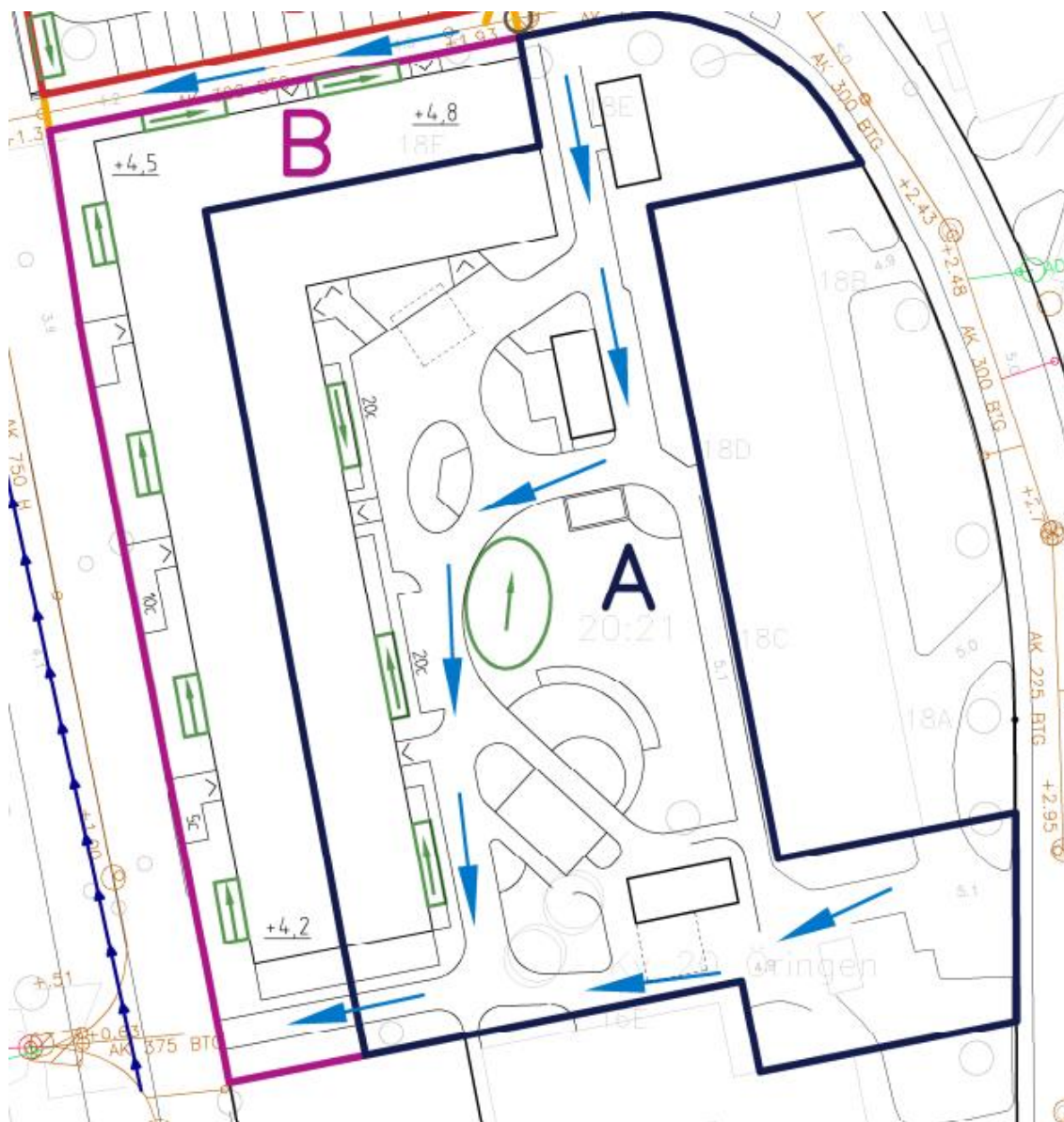
6. Sammanställning av dag- och skyfallshantering



Figur 15: Föreslagna åtgärder för avvattning inom exploaterade ytor på kvartersmark och allmän platsmark inom planområdet.



För inzoomning av föreslagna dag- och skyfallsåtgärder för nytt flerbostadshus, bostadsgård och komplementbyggnader för cykelparkering se Figur 15. För inzoomning av föreslagna dag- och skyfallsåtgärder för utökad parkering samt breddad gångväg se Figur 16.



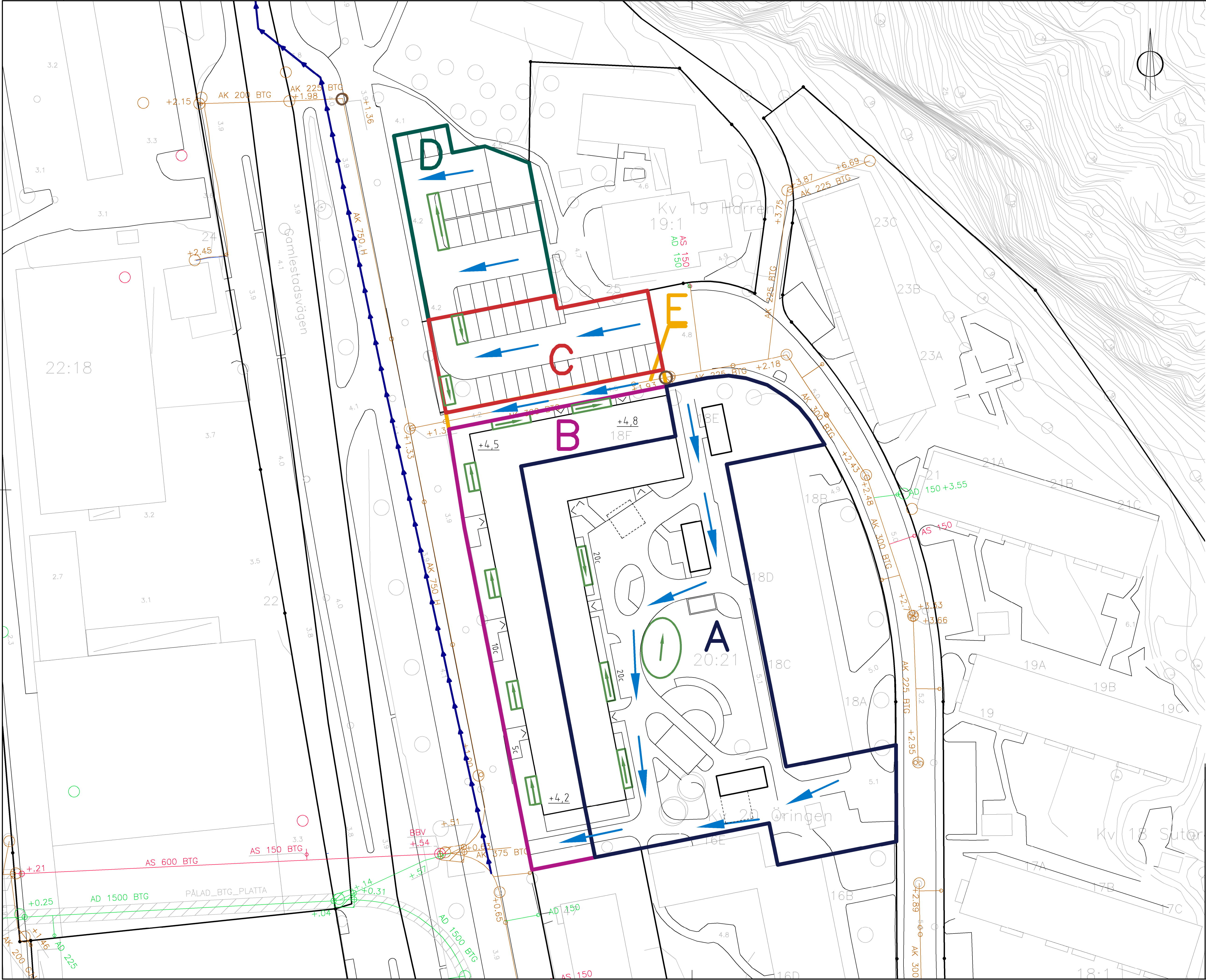
Figur 16: Inzoomning av föreslagna dag- och skyfallsåtgärder för nytt flerbostadshus, bostadsgård och komplementbyggnader för cykelparkering.



7. Referenser

Underlag som används vid framtagandet av utredningen är:

- Geoteknisk utredning, Norconsult (2018-02-23).
- Miljöteknisk utredning, Norconsult (2018-04-18).
- Kartor från kommunens kartunderlag SolenX och Gokart
- Svenskt Vattens publikation P104, P105 och P110
- Riktlinjer och krav för rening av dagvatten, PM Reningskrav för dagvatten, Kretslopp och vatten, Göteborgs stad (2016-10-31).
- MKN för Göta älv förgreningen mellan Nodre älv till Sävåns mynning (ID: SE641358-127426) (2018-10-24)
- Illustration av planförslag, Tyréns (2018-04-11).
- L-30-P_10.8 Alt C (2018-09-11)
- L-30-P_10.8 Alt D (2018-09-11)
- Förslag till P-lösning Alt F (2018-10-09)
- Samrådshandling, Göteborgs stad stadsbyggnadskontoret (2018-09-04).
- Infokarta Västra Götalands län, Länsstyrelsen WebbGIS, (2018-08-30).



**DAGVATTEN- OCH
SKYFALLSUTREDNING
GAMLESTADSVÄGEN**

BILAGA 1
FÖRSLAGEN DAGVATTEN-
OCH SKYFALLSHANTERING

2019-06-28

TECKENFÖRKLARING

- DELAVRINNINGSOMRÅDEN**
- DELOMRÅDE A
 - DELOMRÅDE B
 - DELOMRÅDE C
 - DELOMRÅDE D
 - DELOMRÅDE E

- FÖRSLAGNA ÅTGÄRDER**
- UTPEKAD SKYFALLSLED
STRUKTURPLANEN
 - ÖVERSIKTIG HÖJDSÄTTNING -
MINDRE SKYFALLSLED
 - NIVÅ FÄRDIGT GOLV
 - FÖRDRÖJNINGSANLÄGGNING
KROSSDIKE/VÅXTBÄDD
 - FLÖDESRIKTNING LEDNING
I FÖRDRÖJNINGSANLÄGGNING
 - ANSLUTNINGSPUNKT
TILL BEF. LEDNINGAR



Bilaga 2 – Dimensionerande dagvattenflöden, erforderlig fördröjnings- och reningsvolym samt föroreningsmodellering

1. Dagvattenflöden

Beräkningar för dagvattenflöden inom delavrinningsområdet har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten", P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem" samt P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering".

Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden (q_{dim}) har rationella metoden använts. Rationella metoden ges av formeln nedan:

$$q_{dim} = i_A \cdot A_{red}$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

A_{red} = reducerad area, $A_{red} = \varphi \cdot A$ [ha]

φ = avrinningskoefficient

A = avrinningsområdets storlek [ha]

1.1 Dimensionerade regninintensitet

För beräkning av dimensionerande regninintensitet (i_A) har Dahlström (2010) ekvation använts. Dimensionerande regninintensitet har beräknats ur formeln:

$$i_A = 190 \cdot \sqrt[8]{A} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [min]

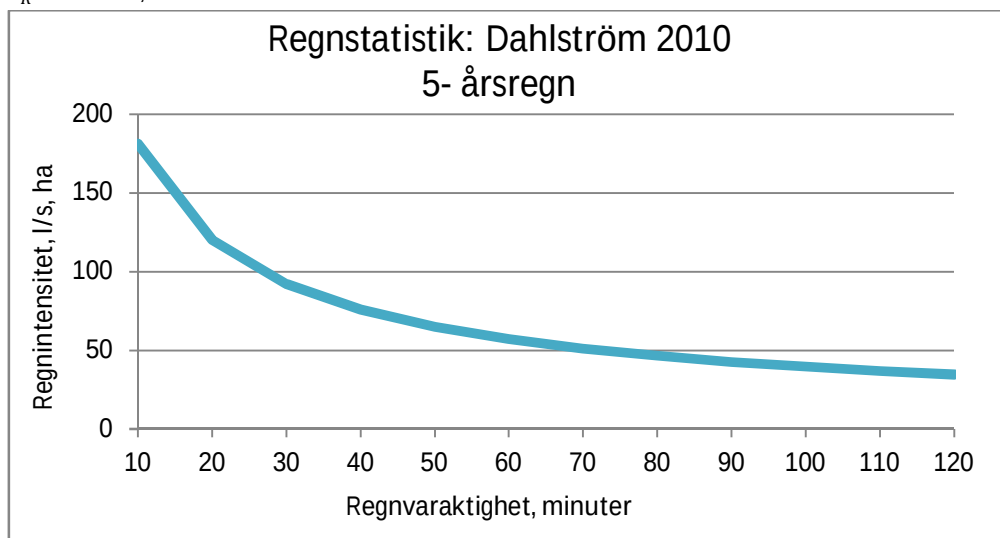
A = återkomsttid [mån]

Regnvaraktigheten är lika med den tidsmässigt längsta rinnvägen genom delavrinningsområdet fram till beräkningspunkten och är beräknad med hjälp av P110 och Tabell 4.5. I tabellen finns olika vattenhastigheter som är beroende av om dagvattnet leds i ledning, dike eller mark med flera. Rinntiden har för planområdet före och efter exploatering uppskattats till 10 min.

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 5-och 20 år. Återkomsttiderna är hämtade från StormTac vilka bygger på regnstatistik enligt Dahlström 2010.



$T_R = 10 \text{ min}$, $\bar{A} = 5 \text{ år} = 60 \text{ mån}$



Figur 1. Intensitet-varaktighetsdata enligt Dahlström (2010) ekvation. Figuren visar regnvaraktigheter från 10 minuter upp till 2 timmar. Återkomsttiden är 5 år och regnvaraktigheten 10 min. Regnintensiteten blir då 181 l/s, ha.

Dimensionerande regnintensitet blir för en återkomsttid på 5 år 181 l/s, ha och 287 l/s, ha för en återkomsttid på 20 år.

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbörds mängder ansätts en klimatkfaktor på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110. Klimatfaktorn har lagts på dimensionerande regnintensiteten efter exploatering.

1.2 Antagen markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area

I Tabell 1 redovisas antagen markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area för delområden inom planområdet för befintliga förhållanden och framtida förhållanden. Antagen markanvändning multiplicerat med avrinningskoefficient enligt P110 utgör den reducerade arean (blåmarkerat i Tabell 1).



Tabell 1: Markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area för delområden inom planområdet för befintliga förhållanden.

Volymavrinningskoefficienter φ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_v	φ	A1 A - Innergård	A2 B - Gamlestadsvägen	A3 C - Parkeringsyta Exploatör	A4 D - Parkeringsyta Kyrkan	A5 E - GC-väg	Tot
Takyta	0.90	0.90	0.028	0.0030	0	0	0	0.031
Gårdsyta inom kvarter	0.45	0.45	0.30	0.12	0	0	0	0.42
Parkering	0.85	0.80	0	0	0.024	0.012	0	0.036
Gräsyta	0.10	0.10	0	0	0.039	0.053	0	0.092
Gång & cykelväg	0.85	0.80	0	0	0	0.0040	0.012	0.016
Totalt	0.45	0.45	0.33	0.12	0.063	0.069	0.012	0.59
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.16	0.055	0.024	0.019	0.010	0.27
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.16	0.055	0.023	0.018	0.0096	0.27

Tabell 2: Markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area för delområden inom planområdet efter exploatering.

Volymavrinningskoefficienter φ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_v	φ	A1 A - Innergård	A2 B - Gamlestadsvägen	A4 C - Parkeringsyta Exploatör	A5 D - Parkeringsyta Kyrkan	A6 E - GC-väg	Tot
Takyta	0.90	0.90	0.062	0.076	0	0	0	0.14
Gårdsyta inom kvarter	0.45	0.45	0.26	0.044	0	0	0	0.30
Parkering	0.85	0.80	0	0	0.056	0.062	0	0.12
Gräsyta	0.10	0.10	0	0	0.0067	0.0070	0	0.014
Gång & cykelväg	0.85	0.80	0	0	0	0	0.012	0.012
Totalt	0.64	0.62	0.33	0.12	0.063	0.069	0.012	0.59
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.17	0.088	0.049	0.053	0.010	0.37
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.17	0.088	0.046	0.050	0.0096	0.37



1.3

Dimensionerande dagvattenflöden

Tabell 3 nedan redovisar dimensionerande flöden före och efter exploatering med och utan klimatfaktor samt flöden efter fördröjning inklusive klimatfaktor.

Tabell 3: Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden för befintliga förhållanden (nuläge) efter exploatering samt efter fördröjning.

Delområde	Återkomsttid [år]	Flöde Nuläge [l/s]	Flöde Efter exploatering [l/s]	Flöde inkl. KF Efter exploatering [l/s]	Flöde inkl. KF Efter fördröjning [l/s]
A	5	29	32	39	8,6
	20	46	50	62	
B	5	10	16	20	4,6
	20	16	25	32	
C	5	4,2	8,3	10	2,3
	20	6,6	13	16	
D	5	3,9	9,1	11	2,8
	20	6,1	14	18	
Totalt		47,1	65,4	80	18,3
		74,7	102	128	



2. Erforderlig fördröjningsvolym

Tabell 4 redovisar erforderlig fördröjningsvolym enligt Göteborgs stads krav.

Tabell 4: Erforderlig fördröjning på kvartersmark enligt Göteborgs stads krav på $10\text{mm}/\text{m}^2 A_{\text{red}}$

Delområde	Reducerad area efter [m^2]	Fördröjningsvolym [m^3]
A	1755	18
B	890	9
C	460	5
D	505	5
Totalt	3610	37



3. Föroreningsmodellering

Markanvändningen som använts vid beräkning av dimensionerande flöde har även använts vid beräkning av föroreningar i dagvatten ifrån planområdet. Avrinningskoefficienten skiljer sig dock då denna motsvarar schablonvärden för dagvattnets föroreningsinnehåll utifrån olika markanvändningstyper. I Tabell 1 och 2 används avrinningskoefficienterna till vänster markerade med orange i tabellerna. Tabell 5 redovisar erforderlig volymen för rening och fördröjning samt ytanspråket av föreslagna dagvattenanläggningar.

Tabell 5: Översikt ytanspråk krossdiken för erforderlig fördröjning och rening.

Delområde	Djup [m]	Porositet	Area [m ²]	Reningsvolym [m ³]
A	0,5	0,4	90 (5 % av A _{red})	18
B	0,5	0,4	45 (5% av A _{red})	9
C	0,9	Varierar	20 (2,5 % av A _{red})	5
D	0,9	Varierar	20 (2,5 % av A _{red})	5
Totalt			175 (ca 5 % av A _{red} totalt)	37



3.1 Resultat av föroreningsberäkningar i Stormtac vid befintliga förhållanden inom planområdet.

3.1.1 Föroreningshalter

Följande tabeller redovisar beräknade föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) per delområde inom planområdet. Fetmarkerad text visar när mål-/riktvärden (grönmarkerade) överstigs. Före exploatering överstigs endast halten av Tributyltenn (TBT) mål-/riktvärden för hela området (Tabell 6). Efter exploatering överstigs halten av Kadmium (Cd) och TBT mål-/riktvärden för hela området (rödmarkerat) (Tabell 7). Tabell 8 redovisar uppnådd reningseffekt i föreslagna krossdiken och växtbäddar och Tabell 9 att samtliga halter understiger mål-/riktvärden efter rening.

Tabell 6: Föroreningshalter före exploatering.

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	A - Innergård	80	1600	2.8	12	24	0.24	2.9	2.2	0.026	30000	240	0.0056	0.0017	12000
A2	B - Gamlestadsvägen	80	1600	2.8	13	24	0.19	2.8	2.0	0.029	31000	260	0.0052	0.0017	13000
A3	C - Parkeringsyta Exploatör	130	1800	18	27	88	0.30	9.1	9.0	0.049	88000	500	0.036	0.0017	15000
A4	D - Parkeringsyta Kyrkan	120	1600	12	22	63	0.25	6.9	6.4	0.038	62000	420	0.025	0.0016	13000
	Total	89	1600	5.3	15	35	0.24	3.9	3.3	0.030	39000	290	0.011	0.0017	13000
Riktvärde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000



Tabell 7: Föroreningshalter efter exploatering.

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	A - Innergård	81	1500	2.7	11	25	0.33	3.0	2.6	0.023	29000	200	0.0062	0.0018	12000
A2	B - Gamlestadsvägen	84	1300	2.6	8.9	26	0.59	3.5	3.6	0.010	25000	76	0.0082	0.0019	9800
A4	C - Parkeringsyta Exploatör	130	2200	27	36	130	0.40	13	13	0.072	130000	720	0.054	0.0019	20000
A5	D - Parkeringsyta Kyrkan	130	2200	27	36	130	0.40	13	13	0.072	130000	720	0.054	0.0019	20000
	Total	95	1600	9.0	17	52	0.41	5.9	5.6	0.033	54000	310	0.019	0.0018	13000
Riktvärde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000

Tabell 8: Reningseffekt föreslagna krossdiken och växtbäddar.

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	A - Innergård	45	46	62	56	72	77	54	26	42	58	0	20	47	47
A2	B - Gamlestadsvägen	45	38	61	53	73	80	55	48	42	56	0	39	47	47
A4	C - Parkeringsyta Exploatör	56	47	87	68	84	82	60	86	55	86	68	86	55	55
A5	D - Parkeringsyta Kyrkan	56	47	87	68	84	82	60	86	55	86	68	86	55	55



Tabell 9: Föroreningshalter efter exploatering och rening i föreslagna krossdiken och växtbäddar.

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	A - Innergård	45	800	1.0	5.0	7.0	0.073	1.4	1.9	0.013	12000	200	0.0050	0.00093	6200
A2	B - Gamlestadsvägen	46	800	0.99	4.1	7.1	0.12	1.6	1.9	0.0059	11000	76	0.0050	0.00099	5200
A4	C - Parkeringsyta Exploatör	57	1200	3.4	12	21	0.072	5.4	1.9	0.032	18000	230	0.0077	0.00085	8900
A5	D - Parkeringsyta Kyrkan	57	1200	3.4	12	21	0.072	5.4	1.9	0.032	18000	230	0.0077	0.00085	8900
	Total	48	900	1.6	6.6	11	0.083	2.5	1.9	0.016	13404	178	0.0057	0.00092	6679
Riktvärde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	20000



3.1.2

Föroreningsmängder

Följande tabeller redovisar beräknade föroreningsmängder (kg/år) per delområde inom planområdet. Tabell 10 visar föroreningsmängden före exploatering (idag). Tabell 11 att föroreningsmängden ökar med föreslagen exploatering. Efter rening i föreslagna krossdiken och växtbäddar reduceras föroreningsmängden till under mängder för befintliga förhållanden.

Tabell 10: Föroreningsmängder före exploatering.

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening
Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	A - Innergård	0.14	2.8	0.0050	0.022	0.043	0.00043	0.0052	0.0040	0.000047	53	0.42	0.0000100	0.0000030	22
A2	B - Gamlestadsvägen	0.051	1.0	0.0018	0.0081	0.015	0.00012	0.0018	0.0013	0.000018	19	0.16	0.0000033	0.0000011	8.1
A3	C - Parkeringsyta Exploatör	0.038	0.54	0.0054	0.0081	0.027	0.000090	0.0028	0.0027	0.000015	27	0.15	0.000011	0.00000053	4.4
A4	D - Parkeringsyta Kyrkan	0.038	0.50	0.0039	0.0068	0.020	0.000078	0.0022	0.0020	0.000012	19	0.13	0.0000078	0.00000051	4.0
	Total	0.27	4.8	0.016	0.045	0.10	0.00072	0.012	0.0100	0.000092	120	0.87	0.000032	0.0000052	38

Tabell 11: Föroreningsmängder efter exploatering.

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening
Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	A - Innergård	0.15	2.8	0.0051	0.021	0.046	0.00061	0.0057	0.0048	0.000042	54	0.37	0.000012	0.0000033	22
A2	B - Gamlestadsvägen	0.071	1.1	0.0022	0.0075	0.022	0.00050	0.0030	0.0031	0.0000086	21	0.064	0.0000069	0.0000016	8.3
A4	C - Parkeringsyta Exploatör	0.060	1.0	0.012	0.017	0.058	0.00018	0.0061	0.0061	0.000033	58	0.33	0.000025	0.00000087	9.1
A5	D - Parkeringsyta Kyrkan	0.065	1.1	0.013	0.018	0.064	0.00020	0.0067	0.0067	0.000036	64	0.36	0.000027	0.00000096	10.0
	Total	0.35	6.0	0.033	0.064	0.19	0.0015	0.022	0.021	0.00012	200	1.1	0.000070	0.0000067	49

Tabell 12: Föroreningsmängder efter exploatering och rening i föreslagna krossdiken.



Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
A1	A - Innergård	0.084	1.5	0.0020	0.0094	0.013	0.00014	0.0026	0.0036	0.000024	23	0.37	0.0000094	0.0000017	12
	Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A2	B - Gamlestadsvägen	0.039	0.68	0.00083	0.0035	0.0060	0.000100	0.0013	0.0016	0.0000050	9.4	0.064	0.0000042	0.00000084	4.4
	Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A4	C - Parkeringsyta Exploatör	0.026	0.54	0.0015	0.0054	0.0095	0.000033	0.0025	0.00086	0.000015	8.2	0.10	0.0000035	0.00000039	4.1
	Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A5	D - Parkeringsyta Kyrkan	0.029	0.59	0.0017	0.0059	0.010	0.000036	0.0027	0.00094	0.000016	9.0	0.11	0.0000039	0.00000043	4.5
	Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Total	0.18	3.3	0.0060	0.024	0.039	0.00031	0.0092	0.0070	0.000060	49	0.65	0.000021	0.0000034	25