Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

2018-04-10

Dagvattenutredning

Projekt: *Planprogram för bostäder och verksamheter vid Backaplan*

Beställare: *SBK Caroline Valen*
Handläggare: *KoV Helena Frohm / Jessica Lovell*

Utveckling och projektavdelningen
Enheten för regn, rening och recipient

Sammanfattning

Inledning och syfte

Ett nytt planprogram om sammantaget ca 52 ha håller på att tas fram för området runt Backaplan. Backaplan är tänkt att förändras från en handelsplats med stora asfalterade ytor till en tätbebyggd stadsmiljö. Parallellt med programarbetet med Backaplan pågår planering för att bygga om Lundbyleden, med en förväntad framtida ÅDT om ca 70 000. Lundbyleden ingår inte i planprogramsområdet, men avvattnas i dagsläget mot en kombinerad ledning i Backavägen.

Utredningen syftar till att redovisa förslag till principlösningar för dagvattenhantering inom hela programområdet, inklusive dagvatten från Lundbyleden. Detta för att tillräckliga ytor ska kunna avsättas för fördröjning och rening innan utsläpp till recipient i kommande detaljplaner.

Befintliga förhållanden

I dagsläget nyttjas de asfalterade ytorna främst i form av parkeringsplatser och ytor för uppställning och lager. Den enda gröna iordningställda ytan inom området är Kvilleparken, en stadsdelspark och bostadsnära park för nya Kvillebäcken.

Programområdet befinner sig inom avrinningsområde för Kvillebäcken, vilken är ca 15 km^2 stort och mynnar i Göta älv vid Frihamnen. Stora delar av området består av postglacial finlera och fyllnadsmaterial. Möjligheterna till infiltration i området bedöms generellt som begränsade med hänsyn till jordarten. Infiltrering kan dock ske i pålagd jord till dräneringsledning

VA-systemet inom programområdet består av både duplikat och kombinerat system. Inom programområdet finns ledningar som avleder spill och dagvatten från stora delar av Hisingen.

Förutsättningar

Fördröjning av dagvatten ska följa Göteborgs Stads riktlinjer, i nuläget 10 mm/m^2 hårdgjord yta på kvartersmark.

Utsläpp av dagvatten ska följa Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten (Miljöförvaltningen, 2013) samt dokumentet ”Reningskrav för dagvatten” (Göteborgs Stad 2017).

Planförslaget får inte innebära att möjligheterna att uppnå MKN i recipienten försämras. Dagvattenutredningen avser endast att bidra till att bedöma påverkan på kemiska parametrar. En bedömning av påverkan på ekologisk status, hydromorfologiska och biologiska parametrar etc., samt en fördjupad bedömning om programmets påverkan på MKN kommer att utföras separat.

Metod

Föroreningsberäkningarna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac. För att beräkna dagvattnets halter och mängder av näringsämnen och föroreningar utnyttjar modellen schablonhalter.

Rening av dagvatten har undersökts för två olika typytor. Inom kvartersmark har föroreningar från ett flerfamiljshusområde på 0,5 ha har beräknats före och efter reningsåtgärd. För allmän platsmark har föroreningar från vägar med olika ÅDT beräknats före och efter lämplig reningsåtgärd. En separat beräkning har även gjorts för Lundbyleden. Dessa ytor bedöms vara någorlunda representativa för samtliga ytor inom planområdet efter exploatering, inklusive övriga ytor som exempelvis kontor och centrumområde.

Resultat

Resultaten från modellering visar att föroreningshalterna i *orenat* dagvatten från östra programområdet minskar för de flesta parametrar efter exploatering, undantaget fosfor (P), kadmium (Cd), kvicksilver (Hg) och benzo(a)pyrene) (BaP). Med föreslagna reningsanläggningar nås tillämpbara rikt- och målvärden undantaget kvicksilver, som överskrids med 0,005 µg/l efter rening för typyta gata. Detta ligger dock inom den beräknade felmarginalen.

Reningsanläggning i form av krossdike för 1000 m² väg med en ÅDT om 3500 samt 10000 kräver båda en yta om ca 2,5 % av den reducerade arealen. Även reningsanläggning i form av biofilter för 0,5 ha flerfamiljushusområde kräver en yta om ca 2,5 % av den reducerade arealen. För Lundbyleden beror ytbehovet för anläggningen av flödet, som i sin tur bestäms av utformning och kapacitet i den pumpstation som måste anläggas för att lyfta vattnet till nivå för ledningsnät med självfall mot recipient. För att säkerställa att en anläggning med tillräcklig reningseffekt ska få tillräckligt utrymme föreslås att en area på i storleksordningen 5 % av den reducerade arean avsätts för någon typ av reningsanläggning.

Generellt bedöms fördröjningsvolymen kunna inrymmas inom de ytor som avsätts för rening inom programområdet.

VA-systemet kommer att ändras signifikant inom programområdet i takt med utbyggnadens olika etapper. Vid fullt utbyggt system beräknas den totala avrinningen till Kvillebäcken inte att påverkas nämnvärt jämfört med idag.

Kretslopp och vatten har tagit fram en strategi för klimatanpassning av Backaplans program "Klimatanpassning Backaplan, Strategi för högvatten och skyfall". Syftet med strategin har varit att säkerställa en acceptabel översvämningsrisk med avseende på skyfall, höga flöden och höga vattennivåer. Vid planerad höjdsättning framgår att ytorna vilka är tänkta att kunna hantera ytligt överskottsvatten ligger för högt för att kunna nyttjas för dagvatten- och skyfallshantering. Ytor för rening och fördröjning av dagvatten måste därför lokaliseras på andra platser.

Föreslagen dagvattenhantering

Enligt programmets förslag kommer mycket av kvartersmarken bestå av slutna kvarter med förhöjda gårdar på bjälklag. Med fall ut från fasad och en lätt nedstänkt mitt kan dagvatten fördröjas och avledas ytligt på gröna innergårdar utformade som biofilter. Även vatten från de takytor som inte avvattnas mot innergård kan hanteras i anslutning till fasaden för fördröjning och rening i biofilter.

Dagvatten från vägytor kan renas i makadamfyllda diken eller magasin. Ett alternativ till föreslagna makadammagasin kan vara fördröjning i rörmagasin med efterföljande filter. För att uppnå målvärden för Lundbyleden kan ett antal olika reningsanläggningar kan komma i fråga. För att uppnå målvärdenas nivå för fosfor krävs flera anläggningar i serie.

Diskussion och slutsatser

Beräkningar i StormTac bör ses mer som ett underlag för diskussion än exakta värden. Den statistiska säkerheten i beräkningarna är generellt högre för metaller än för övriga parametrar.

Beräkningsexemplen visar att det är möjligt att nå Miljöförvaltningens rikt- och målvärden för typytorna flerfamiljshusområde och gata med föreslagen typ av reningsanläggningar. Dessa ytor bedöms vara någorlunda representativa för samtliga ytor inom planområdet efter exploatering. Förslagen tar ca 2,5 % av ytan i anspråk.

De beräknade halterna av fosfor ökar kraftigt efter exploatering på grund av att område definierat som flerfamiljshusområde i StormTac, där all markanvändning som vägar, grönytor och tak ingår, genererar höga beräknade halter av fosfor. Den beräknade halten av fosfor beror av vilken detaljeringsgrad som finns på markanvändningen, och en sammansatt markanvändning ger betydligt högre beräknade halter av fosfor än om de ingående ytorna skulle beräknats separat. Halter av fosfor kan, utöver föreslagna reningsanläggningar, minska genom rätt skötsel av grönområden och regelbunden sopning. Några säkra slutsatser om halter av fosfor från det planerade området är inte möjliga att dra.

Utgångspunkten för rapporten har varit att om miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till recipient och dagvatten, samt målvärden i dokumentet "reningskrav för dagvatten" innehålls, så föreligger ingen risk för att påverka möjligheten att uppnå MKN. En diskussion pågår dock inom staden ifall gällande målvärden är tillräckliga för Kvillebäcken, och ifall Kvillebäcken ska klassas om som "mycket känslig" recipient, så att endast riktvärden ska gälla istället för både rikt- och målvärden. I det fall Kvillebäcken klassas om som "mycket känslig" recipient, blir det svårt att nå riktvärde för fosfor om 50 µg/l istället för målvärde om 150 µg/l. Högre reningsgrader än 40-70% går inte att nå med branschens vedertagna bästa möjliga teknik. För att säkerställa att god status uppnås i Kvillebäcken krävs ett helhetsgrepp, där en analys görs av kostnad och nytta för olika åtgärder på olika platser inom hela avrinningsområdet, vilket pågår inom arbetet med att ta fram åtgärdsplaner för de 13 största recipienterna i Göteborg.

Att fullständigt utreda hur ett programförslag riskerar att påverka möjligheten att uppnå MKN ligger normalt utanför ramarna för en dagvattenutredning. Dagvattenutredningen avser endast att bidra till att bedöma påverkan på kemisk status. Planprogrammets påverkan på möjligheter att uppnå MKN kommer att utredas vidare och fördjupas i en separat utredning.

Innehållsförteckning

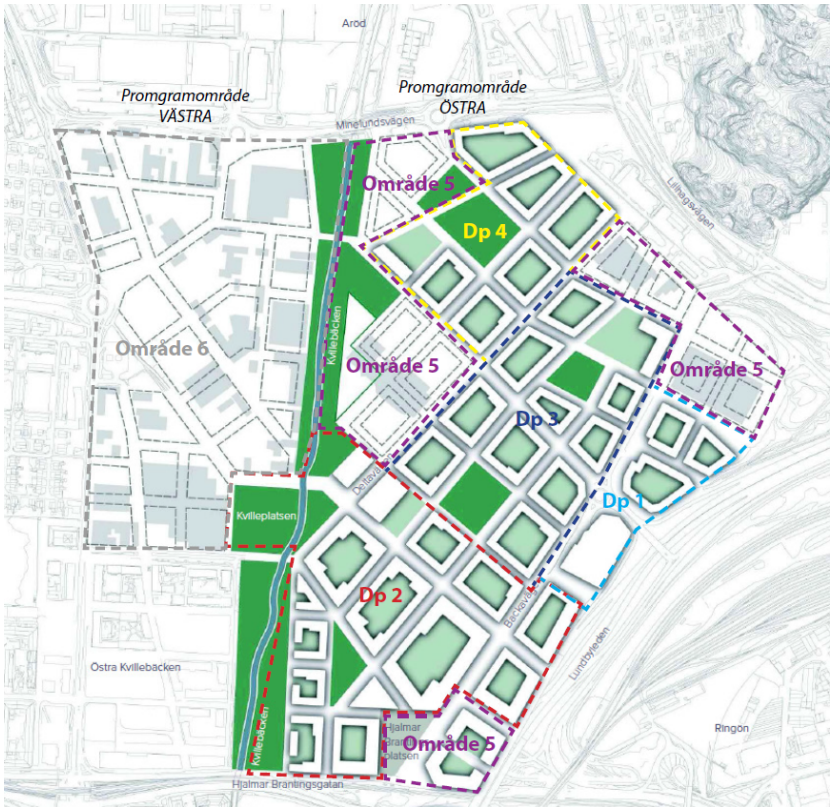
1 Inledning och syfte 6
2 Befintliga förhållanden 9
2.1 Områdesbeskrivning 9
2.2 Avrinningsområde 10
2.3 Geoteknik, hydrologi och markmiljö 10
2.4 VA-system och dagvattenhantering 12
3 Förutsättningar 14
3.1 Allmänt 14
3.2 Riktlinjer för fördröjning 15
3.3 Reningskrav 15
3.4 Miljökvalitetsnormer 16
3.5 Kvillebäcken 17
3.5.1 Statusklassning 17
3.5.2 Hydrologisk regim 18
3.5.3 Områdesskydd 18
3.6 Dikningsföretag 19
4 Metod 20
4.1 Föroreningsberäkningar 20
4.1.1 Indata 21
Trafik 21
Markanvändning 23
Rening av dagvatten från utvalda typytor 24
4.2 Beräkning av fördröjningsvolym för hårdgjorda ytor 24
5 Resultat 26
5.1 Resultat från föroreningsberäkningar 26
5.1.1 Programområde 26
5.1.2 Föroreningar från typyta - gata 28
5.1.3 Föroreningar från Lundbyleden 30
5.1.4 Föroreningar från typyta - flerfamiljshusområde 31
5.2 Ytbehov för rening och fördröjningsvolym för hela programområdet 31
5.3 VA-system 35
5.4 Skyfall 36
6 Föreslagen dagvattenhantering 39
6.1 Kvartersmark 39
6.2 Vägar 43
6.3 Lundbyleden 44
7 Diskussion och slutsatser 45
7.1 Föroreningsberäkningar 45
7.2 Flöden och fördröjningsvolym 48
8 Referenser 50
Bilaga 1 Utformning av reningsanläggningar i StormTac 52
Bilaga 2 – Dagvattenhalt per markanvändning 54
Bilaga 3 – Översikt av typiska ytbehov inom allmänplatsmark för dagvattenreningsanläggningar inom programområdet 56

1 Inledning och syfte

Ett nytt planprogram håller på att tas fram för området runt Backaplan. Programområdets avgränsning kan ses i Figur 1.

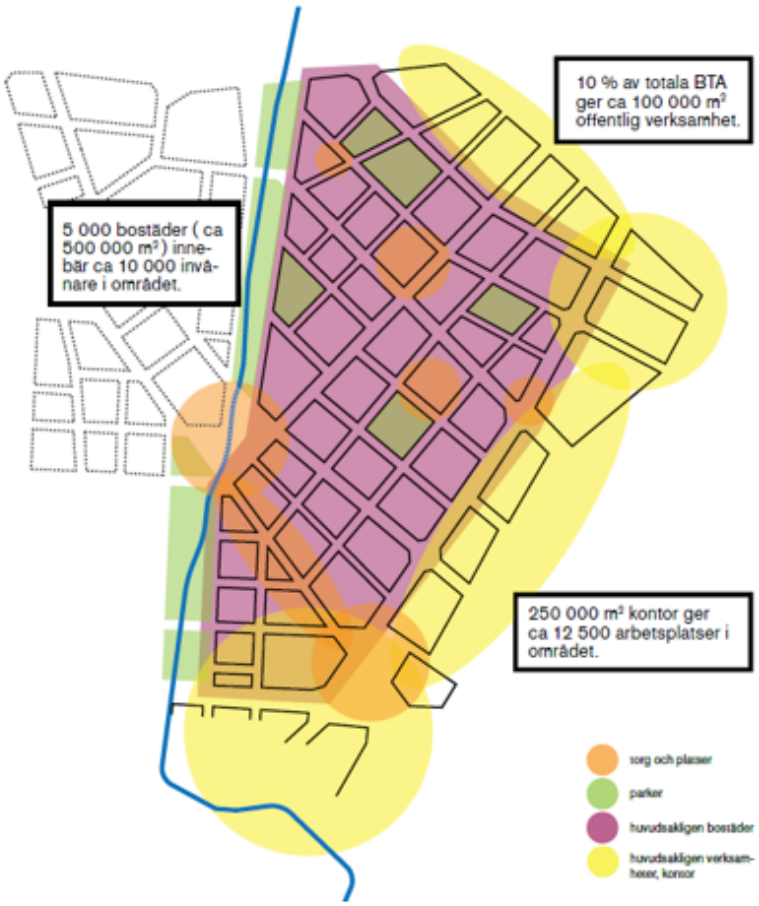
Figur 1, Programområdet

Planprogrammet berör flera detaljplaner; detaljplan 1, detaljplan 2, detaljplan 3 och detaljplan 4, se Figur 2. De exakta gränserna är ännu inte fastställda. En översiktlig dagvattenutredning har genomförts för detaljplan 1.



Figur 2. Översikt programområde (version 2017-09-27)

Backaplan är tänkt att förändras från en handelsplats med stora asfalterade ytor till en tätbebyggd stadsmiljö. När området öster om Kvillebäcken är färdigbyggt kommer det bland annat finnas ca 5-6000 bostäder, 100 000 kvm offentlig verksamhet, handel, kontor, för- och grundskolor, ett nytt kulturhus mm, se Figur 3. För den västra delen, väster om Kvillebäcken, antas ca 2000 bostäder kunna tillkomma, men det finns inte något tydligt förslag eller utbyggnadsordning framtaget än. Totalt inom programområdets östra och västra del bedöms 6-7000 bostäder kunna byggas. Området kommer även innehålla grönytor i form av en stadsdelspark längs Kvillebäcken, flera bostadsnära parker samt en upplevelsegata utformad som ett aktivt urbant grönt stråk, se Figur 4. I den täta stadsdel som ska växa fram kommer parkerna behöva samutnyttjas med förskolor och skolor och utformas för att tillgodose såväl rekreativa som ekologiska värden.



Figur 3. Fördelning av innehåll i östra delen av programområdet med utgångspunkt i ”Struktur och färdplan för Backaplan” (2015).

Figur 4. Grönstruktur för Backaplan.

Parallellt med programarbetet med Backaplan pågår planering för att bygga om Lundbyleden, med en förväntad framtida ÅDT om ca 70 000. Lundbyleden ingår inte i planprogramsområdet, men avvattnas i dagsläget mot en kombinerad ledning i Backavägen.

Utredningen syftar till att redovisa förslag till principlösningar för dagvattenhantering inom hela programområdet, inklusive dagvatten från Lundbyleden. Detta för att tillräckliga ytor ska kunna avsättas inom kommande detaljplaner för fördröjning och rening av dagvatten innan utsläpp till recipient.

2 Befintliga förhållanden

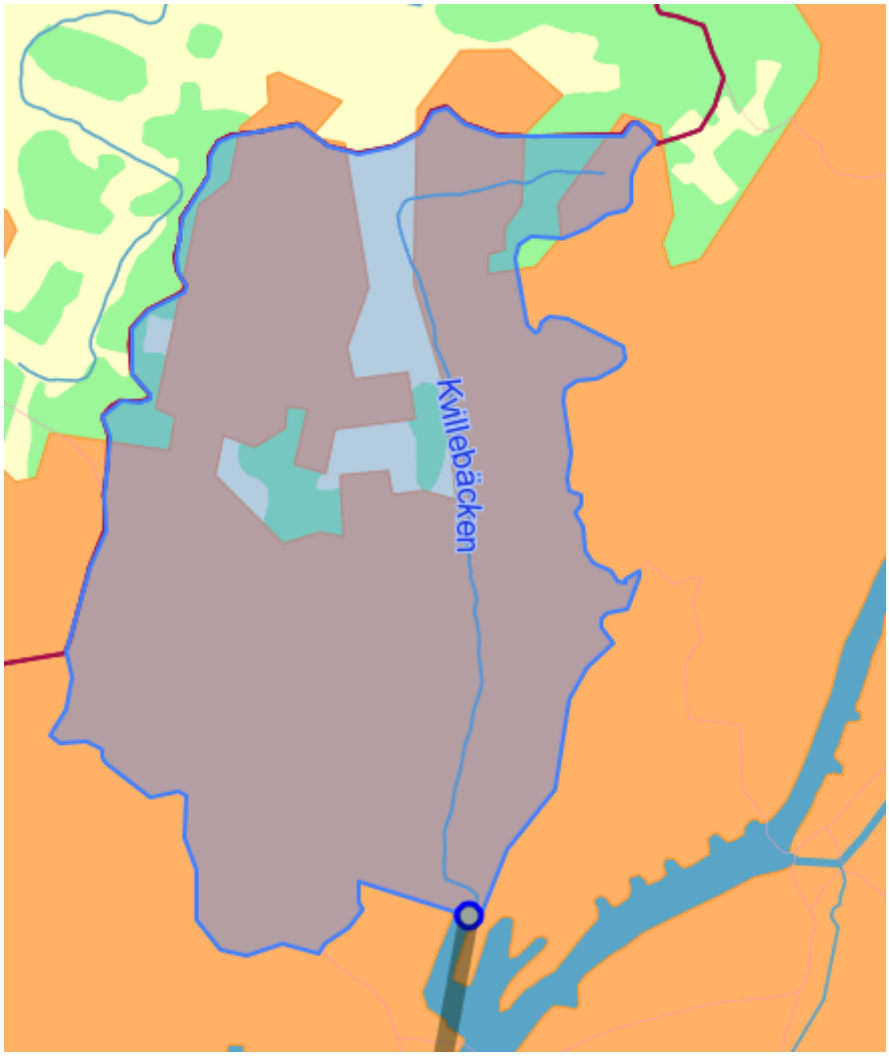
2.1 Områdesbeskrivning

Programområdet omfattar totalt ca 52 ha. Området utgörs idag av handelsplatser med stora asfalterade ytor. De asfalterade ytorna nyttjas främst som parkeringsplatser och ytor för uppställning och lager. Den enda gröna iordningställda ytan inom området är Kvilleparken, en stadsdelspark och bostadsnära park för nya Kvillebäcken. Där finns en stor lekplats, vattenkontakt och träd. Parken och framförallt den inhägnade lekplatsen används av förskolor i området.

2.2 Avrinningsområde

Programområdet befinner sig inom avrinningsområde för Kvillebäcken, vilken är ca 16km^2 stort och mynnar i Göta älv vid Frihamnen. Utbredning av Kvillebäckens avrinningsområde visas i Figur 5.

Programområdet består idag av hårdgjorda i ytor. Detta innebär att stora mängder dagvatten rinner av snabbt till ledningsnät och Kvillebäcken vid intensiva regntillfällen.

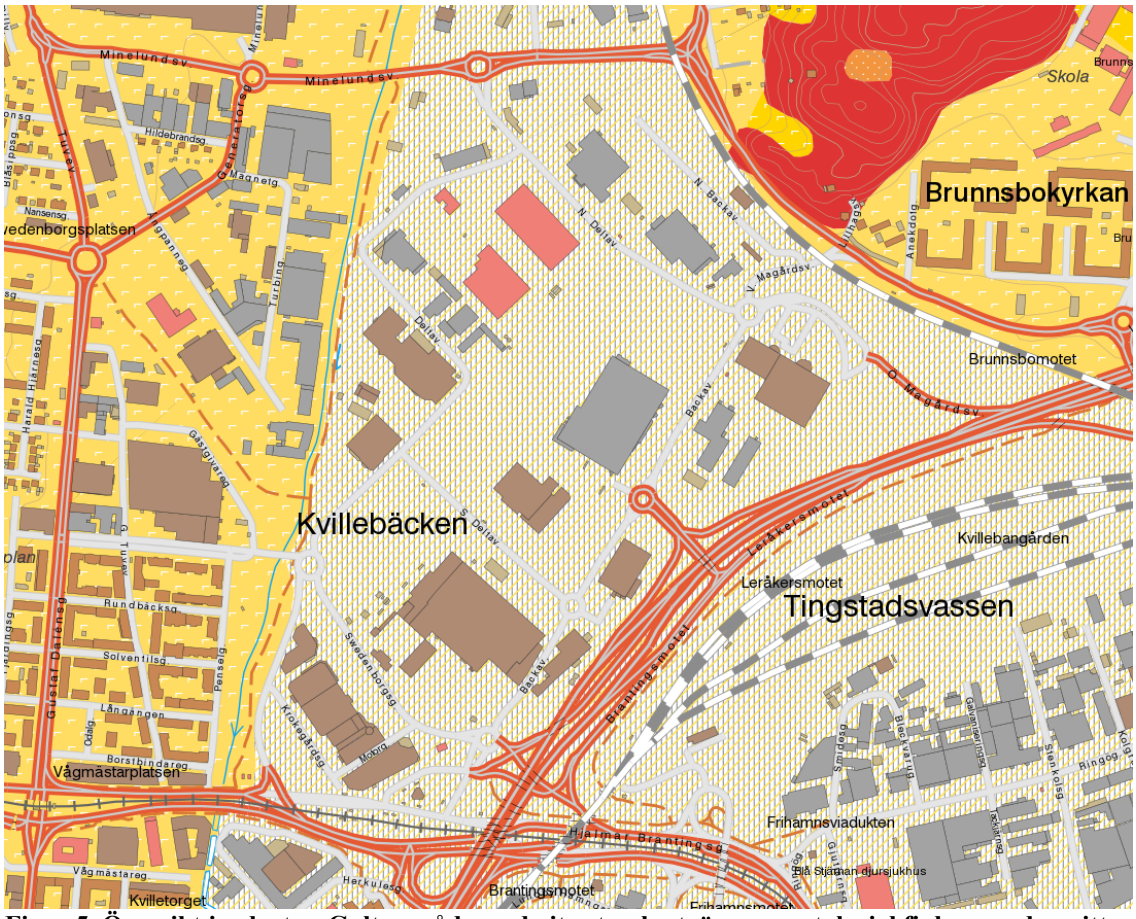


Figur 6, Kvillebäckens avrinningsområde. Figur från SMHIs vattenweb

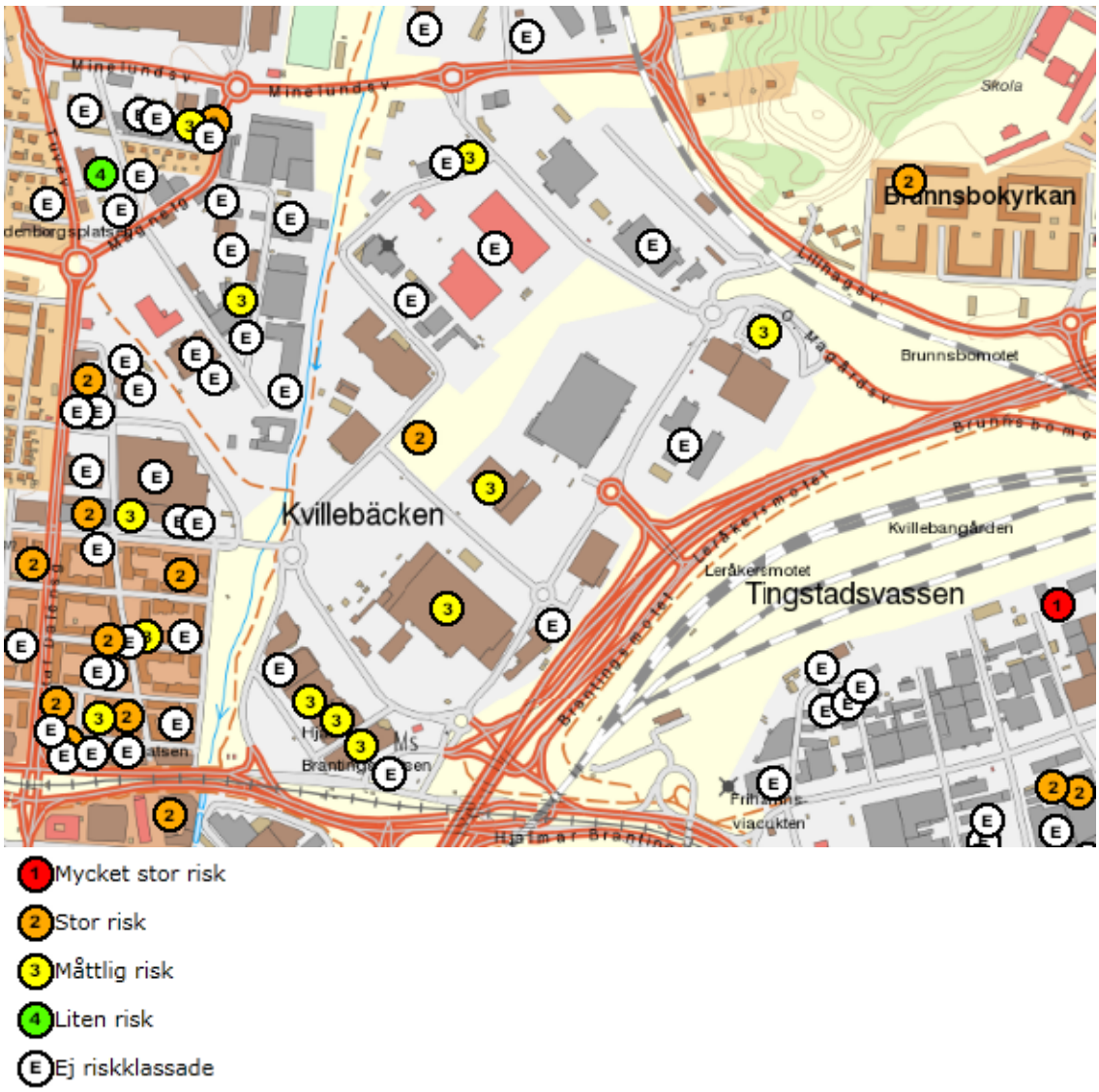
2.3 Geoteknik, hydrologi och markmiljö

En översikt av jordarter kan ses i Figur 5. Stora delar av området består av postglacial finlera och fyllnadsmaterial. Möjligheterna till infiltration till grundvatten i området bedöms generellt som begränsade med hänsyn till jordarten (se Figur 5). Infiltration kan dock ske i pålagd jord till dräneringsledning. Ingen registrerad grundvattenförekomst finns inom aktuellt område.

En översikt av Länsstyrelsens kartläggning av förorenade områden ses i Figur 6. Föroreningar kan härstamma från gammalt fyllnadsmaterial samt pågående och avvecklade verksamheter så som exempelvis metallgjuterier, bilvårdsanläggningar och industrideponier. Eftersom området ska nyttjas till bostäder och förskolor förutsätts att marken saneras till nivåer som gäller för känslig markanvändning (KM).



Figur 5. Översikt jordarter. Gult område med vita streck utgörs av postglacial finlera medan vitt område med gula/gråa streck utgörs av postglacial finlera och fyllnadsmaterial. Röd färg indikerar urberg. Bildkälla: SGU:s jordartskarta.



Figur 6. Översikt av Länsstyrelsens kartläggning av förorenade områden.

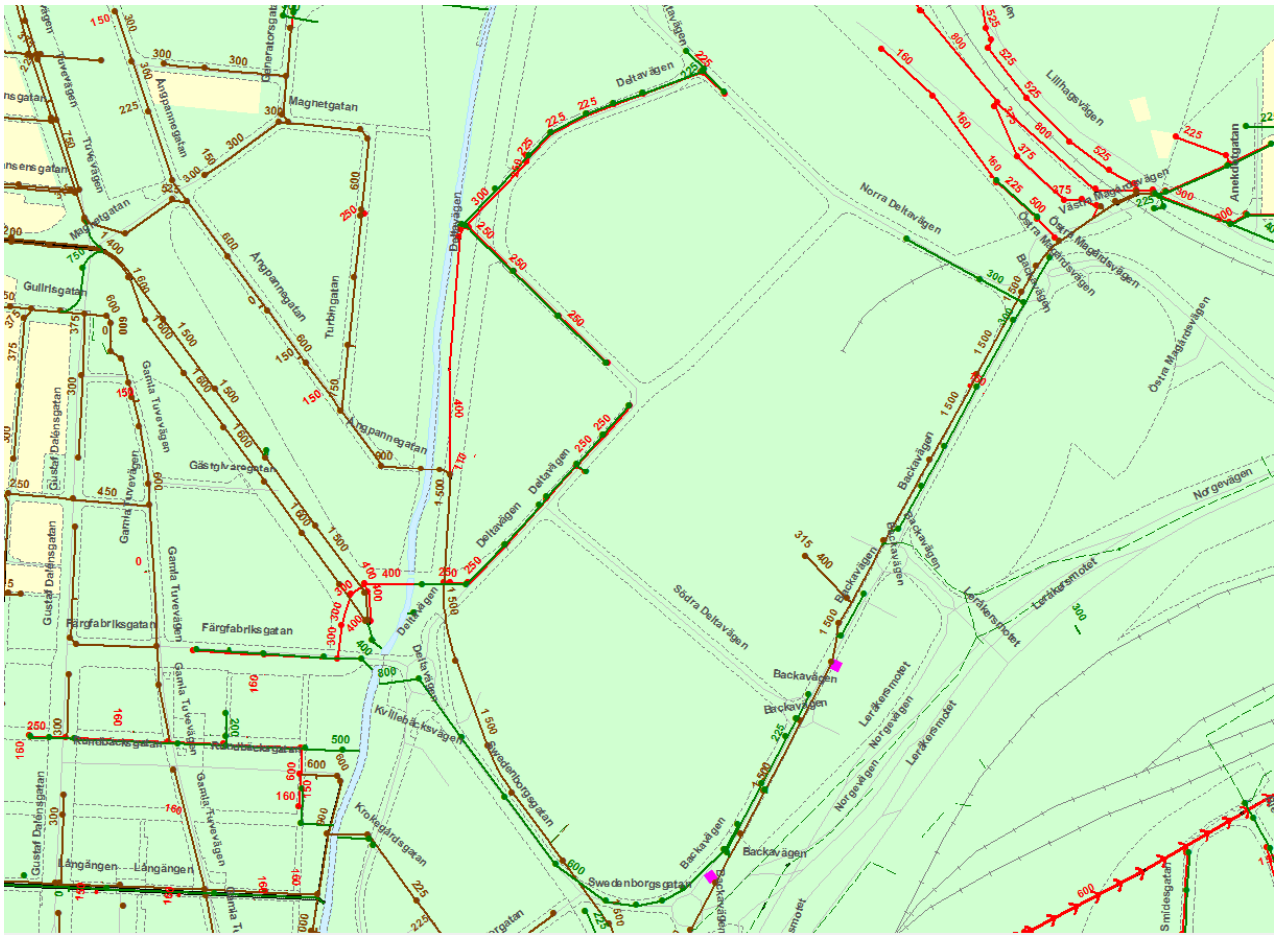
2.4 VA-system och dagvattenhantering

VA-systemet inom programområdet består av både duplikat och kombinerat system. Dagvattnet från det duplikata systemet leds ut i Kvillebäcken medan det kombinerade avloppsvattnet leds till Ryaverket via en pumpstation. Vid hög belastning i det kombinerade avloppssystemet bräddas överskottsvatten till Kvillebäcken. Inom programområdet finns ledningar som avleder spill och dagvatten från stora delar av Hisingen.

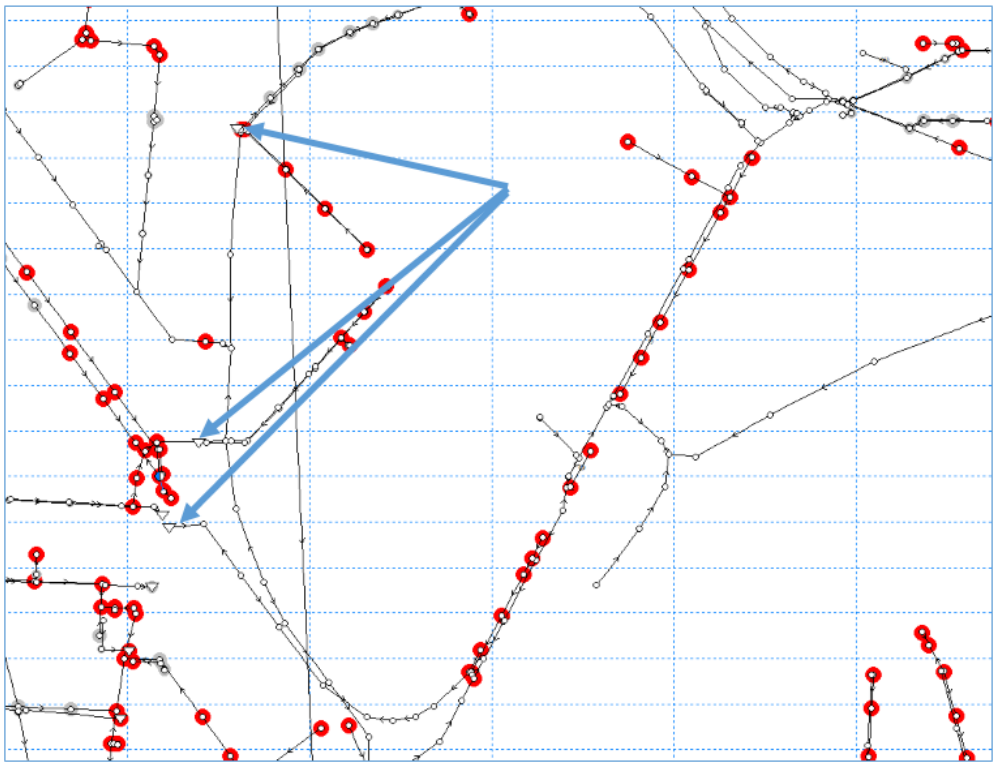
Befintligt kommunalt ledningsnät kan ses i Figur 7. Ledningsnätets utbredning täcker inte hela det exploaterade området. Troligen finns privata ledningar på tomtmark varifrån dagvatten leds till befintligt system (dagvatten eller kombinerat) och mot

Kvillebäcken. I Figur 8 visas utsläppspunkter av dagvatten till Kvillebäcken, pilarna visar ytavrinningens generella flödesriktning vid ett dimensionerande 10-års regn.

Redan i dagsläget blir det befintliga duplikatsystemet överbelastat vid dimensionerande regn.



Figur 7. Översikt ledningsnät. Ledningar i brun färg är kombinerat system, gröna linjer visar dagvattenledningar och röda spillvattenledningar.



Figur 8. Pilarna markerar utsläppspunkter av dagvatten till Kvillebäcken och visar ytavrinningens generella flödesriktning vid ett dimensionerande 10-års regn

3 Förutsättningar

3.1 Allmänt

Dagvattensystemet ska göras trögt så att toppflöden utjämnas i syfte att minska miljöbelastningen av bräddat kombinerat avlopp till Kvillebäcken och Göta älv, förbättra slamkvalitén på Gryaab och minimera risken för marköversvämning.

Grundprinciperna avseende dagvatten vid utformning av en ny exploatering är:

- Dagvattensystemet ska göras trögt och föroreningar ska avskiljas nära källan.
- Öppna system ska väljas framför ledningar i största möjliga mån.
- Exploatering ska ej förvärra för nedströms områden.
- En ökad och diversifierad grönmassa ökar förutsättningar för rekreation, biologisk mångfald, luft- och vattenrening, minskad avrinning och bullerdämpning.
- Materialval för utvändiga ytor skall väljas med omsorg om miljön. Till exempel skall oskyddade ytor av koppar eller zink undvikas för att minska risken för föroreningar i dagvattnet.

3.2 Riktlinjer för fördröjning

Fördröjning av dagvatten ska följa Göteborgs Stads riktlinjer, i nuläget 10 mm/m^2 hårdgjord yta på kvartersmark.

3.3 Reningskrav

I dokumentet "Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten" har miljöförvaltningen angett riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten (Miljöförvaltningen, 2013). Riktvärdena togs fram i syfte att säkerställa att den mest känsliga recipienten inte påverkas av ett dagvattenutsläpp.

Utöver dessa riktlinjer och riktvärden har dokumentet ”Reningskrav för dagvatten” (Göteborgs Stad 2017) tagits fram 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 har varit att följa målvärden för de parametrar de är tillämpliga och riktlinjer och riktvärden för övriga parametrar.

I dokumentet ”Reningskrav för dagvatten” (Göteborgs Stad 2017) delas markanvändningen in i tre kategorier utifrån ytornas föroreningsbelastning till dagvattnet: hård-, medel-, och mindre belastad yta. GC-väg och park är exkluderade eftersom de alltid undantas från reningskrav. Innebörden av ytornas belastning beskrivs i Tabell 1. I markanvändningarna flerfamiljshusområde, kontorsområde, centrumområde och villaområde ingår lokalgator.

Tabell 1. Markanvändning avvattnad yta

Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Väg < 20 000 ÅDT (industri)	Väg < 8000 ÅDT Parkeringsplats Flerfamiljshusområde Kontorsområde Centrumområde Skola/förskola	Väg < 2000 ÅDT Villaområden Torg

Recipienten kan klassas som antingen mycket känslig, känslig eller mindre känslig. En mycket känslig recipient behöver nå strängare satta riktvärden. Kvillebäcken klassas som känslig recipient enligt reningskraven och behöver därmed endast nå målvärden.

Ytorna inom programområdet bedöms generellt sett som medelbelastade av föroreningar vilket innebär att enklare rening krävs enligt bedömningskriterier i Tabell 2. För hårt belastade ytor, så som större vägar och vissa typer av industrier, krävs dock rening. Matrisen i Tabell 2 gäller för nybyggnation eller större ombyggnation.

Tabell 2. 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

Tabell 3 visar exempel på fördröjnings- och reningsmetoder som krävs beroende av recipientens känslighet och ytans belastning. Vägar med över 20 000 ÅDT (årsmedeltrafik per dygn) kräver en kombination av flera reningsmetoder för att uppnå målvärden. Dagvatten från koppar- och zinktak måste alltid renas och anmälas och räknas inte in i ovanstående kategorier. Reningsmetoder beskrivs närmare i kapitel 0.

Tabell 3. Exempel på renings/fördröjningsmetoder (Göteborgs Stad, 2017).

Fördröjning	Enklare rening	Rening	Omfattande rening
Rörmagasin, kassettmagasin, krossmagasin, regnvattentunnor, gröna tak	Avskiljning av partiklar genom översilning eller fördröjning. Exempelvis översilning och gräsdike, brunnsfilter, torra dammar, olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter	Sedimentation + infiltration/filtrering. Exempel: krossdike, biofilter, magasin med filter	Avsättnings-magasin, våtmark, våt damm

3.4 Miljökvalitetsnormer

EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) har införts i Sverige genom att miljökvalitetsnormer (MKN) fastställts för alla Sveriges yt-, grund-, och kustvatten. Regelverket innebär bland annat 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. För ytvatten har 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 2021 eller 2027.

En miljökvalitetsnorm baseras på vattnets status idag samt en bedömning om vattnet är konstgjort, kraftigt modifierat eller om ett undantag ska tillämpas. Normen för kemisk status reglerar vilken högsta halt av s.k. prioriterade ämnen som får finnas i vattenmiljön. Normen för ekologisk status är mer komplex och uppbyggd och beslutas utifrån av tre kategorier av s.k. kvalitetsfaktorer, en biologisk, en fysikalisk-kemisk

samt en hydromorfologisk. Varje kvalitetsfaktor består i sin tur av en uppsättning parametrar. Den biologiska kvalitetsfaktorn består av parametrar som exempelvis förekomst av fisk av olika slag, plankton, fauna etc. Den fysikalisk-kemiska faktorn består av parametrar som exempelvis halt av närsalterna fosfor och kväve, siktdjup, pH etc. Den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn består t.ex. av konnektivitet i vattendrag och hydrologisk regim.

Tolkningen av vattendirektivet har skärpts i och med den s.k. Weserdomen. Domen är ett beslut från EU-domstolen (dom i mål C-461/13) kring tolkningen av vattendirektivet, och enligt den får försämring inte ske för någon kvalitetsfaktor som ligger till grund för ekologisk status.

Dagvattenutredningen avser endast att bidra till att bedöma påverkan på kemiska parametrar. En bedömning av påverkan på möjligheten att uppnå god kemisk och ekologisk status, inklusive hydromorfologiska och biologiska parametrar etc., kommer att utföras separat.

3.5 Kvillebäcken

3.5.1 Statusklassning

Dagvatten från området avvattnas till vattenförekomsten Kvillebäcken. Recipienten berörs av miljökvalitetsnormer enligt Vattendirektivet och omfattas av kvalitetskraven God ekologisk status till 2027 och God kemisk ytvattenstatus (undantaget bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföroreningar). Den kemiska statusen är inte kopplad till något årtal utan ska uppnå god kemisk status idag.

Recipienten har idag måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status (VISS, 2018). Motiveringen till ekologisk status grundar sig i hydromorfologiska förändringar genom fysisk påverkan. Stora delar av strandzonen har försvunnit eftersom den har bebyggelse. Stränderna saknar därför många naturliga livsmiljöer för fiskar, smådjur och växter.

Motiveringen till kemisk status grundar sig i att det har saknats data för bedömning. Länsstyrelsen har under 2017 utfört mätningar som ska nyttjas för bedömning i nästa förvaltingscykel. Resultaten så här långt visar följande:

Kvillebäckens uppmätta halter överskrider MKN för lösta halter för Zink. Zink har ett gränsvärde (årsmedelkoncentration) på 3 µg/l för mjukt vatten som är fallet för Kvillebäcken. Uppmätta halter på Zink i är 6.15-10.3 µg/l. Övriga ämnen överskrider inte halter för MKN i de genomförda mätningarna.

Sveriges vattendrag har generellt för höga halter av kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE). Halterna av kvicksilver och PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige och beror av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret

under lång tid ackumulerats i skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk. För de två parametrarna kvicksilver och PBDE finns ett undantag i form av mindre strängt krav, men försämringar få inte ske.

Miljöförvaltningen utreder för närvarande behovet av utredningar och åtgärder som behövs för att MKN ska kunna uppnås, bland annat med avseende på halter av föroreningar i dagvatten. Resultat från föroreningsberäkningar visas i avsnitt 5.1. Vidare är övergödning och miljögifter är kända miljöproblem för recipienten.
I VISS (Vatteninformationssystem i Sverige) listas förslag på flera möjliga åtgärder för Kvillebäcken.

3.5.2 Hydrologisk regim

Kvalitetsfaktorn hydrologisk regim i vattendrag beskrivs som det hydrologiska tillstånd ett vattendrag uppvisar avseende specifik flödesenergi, volymsavvikelse, flödets förändringstakt och vattenståndets förändringstakt relativt referensförhållandet. Vid bedömning av hydrologisk regim är den sämsta parametern utslagsgivande, eftersom det räcker att en parameter är sämre än god för att det ska få omfattande negativa konsekvenser för biologin i vattnet (HVMFS 2016:31).

Då flödet i Kvillebäcken är oreglerat får parametrarna som ligger till grund för bedömningen automatiskt klassningen god-hög status. Planförslaget bedöms därmed inte påverka möjligheten att uppnå god status med avseende på hydrologisk regim.

3.5.3 Områdesskydd

Den rödlistade knölnaten som växer i Kvillebäcken är en av Sveriges mest sällsynta växter och beståndet har minskat på senare år. Knölnate är känslig för igenväxning, muddring och skugga.

Knölnaten har förekommit i Kvillebäcken sedan slutet av 1800-talet. i På uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götalands län har Park- och naturförvaltningen i Göteborg upprättat en handlingsplan för arten inom Göteborgs Stad. Uppdraget har bestått i att redovisa uppdaterad information om lokalernas status, informera om hur artdata används i kommunens planeringsarbete samt ge förslag på åtgärder samt uppföljning och övervakning. I uppdraget ingick även en nyinventering (Göteborgs stad, 2012).

Figur 9. Knölnate i Kvillebäcken vid Backaplan.

Ett skäl till att Knölnaten trivs väl vid Backaplan jämfört med andra lokaler i Göteborg tros vara att Kvillebäcken utgör en av få lokaler i rinnande vatten med en någorlunda naturlig strandzon. Ån är uträtad men kanterna är inte stenskodda. Botten består av lera och kanterna är förhållandevis naturliga.

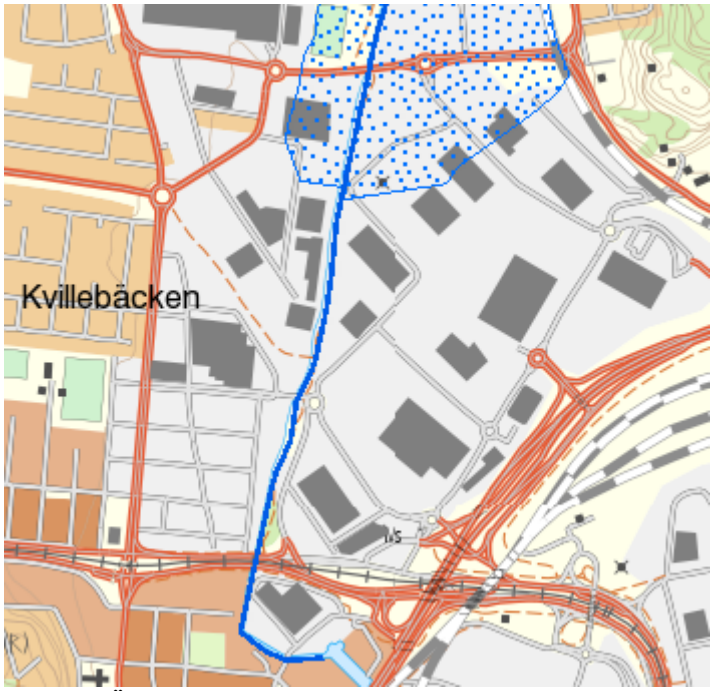
Vid arbetet med inventeringen av arten i Kvillebäcken gjordes även provtagningar av metallhalter och bottenfauna vid Backaplan. Analysresultaten visade på en hög halt av arsenik medan övriga metaller uppmättes i låga till måttligt höga halter. Lokalen undersöktes även 2003 då höga halter av koppar och krom uppmättes. Beräknade medelvärden för de två undersökningarna visar på en tydlig påverkan av koppar, krom och arsenik. Provtagningen av bottenfauna visade att antalet arter var mycket lågt och individtätheten låg. Bottenfaunan dominerades av föroreningståliga arter. Resultaten indikerar en kraftig påverkan av föroreningar där näringsämnen och organiskt material med stor sannolikhet är en del av orsaken till skadorna på bottenfaunasamhället. (Göteborgs stad, 2012).

I handlingsplanen föreslås att de viktigaste förekomsterna skyddas, att lokaler och miljöer nyskapas och restaureras samt att arten inplanteras på både äldre och nya lokaler för att stärka knölnatens status i Göteborg. Det bedöms som särskilt viktigt att lokalen vid Backaplan skyddas från exploatering eller annan förstöring. Det är därför viktigt att påverkan på strandzonen, muddring eller rensning undviks i största möjligaste mån. Om det ändå sker ska särskilda mått vidtas för att möjliggöra återetablering i återställd botten.

3.6 Dikningsföretag

Inom programområdet finns ett dikningsföretag (Kvillebäcken) till vilket vatten från programområdet rinner. Det är inte lagligt att öka flödet till dikningsföretaget utan att ansöka om dispens. Andelen hårdgjorda ytor inom detaljplanområdet bedöms minska med ca 60 % vilket kommer att reducera dagvattenavrinningen jämfört med idag. På

grund av en trögare avrinning kommer toppflödena att minska, samtidigt som avdunstningen från grönytor kommer att öka. Vidare kommer tillämpning av lokalt omhändertagande av dagvattnet att minska årsavrinningen från planområdet. Samtidigt kommer flödeskapaciteten i dagvattensystemet öka. Vid fullt utbyggt planprogram bedöms dock den totala avrinningen inte att förändras särskilt mycket jämfört med idag.



Figur 10 Översikt dikningsföretag. Prickat område utgör båtnadsområde. Bildkälla: Länsstyrelsens webbGIS.

4 Metod

4.1 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningarna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac, version 2018-01 (www.stormtac.com). StormTac är en statisk modell framtagen för att beräkna 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.

4.1.1 Indata

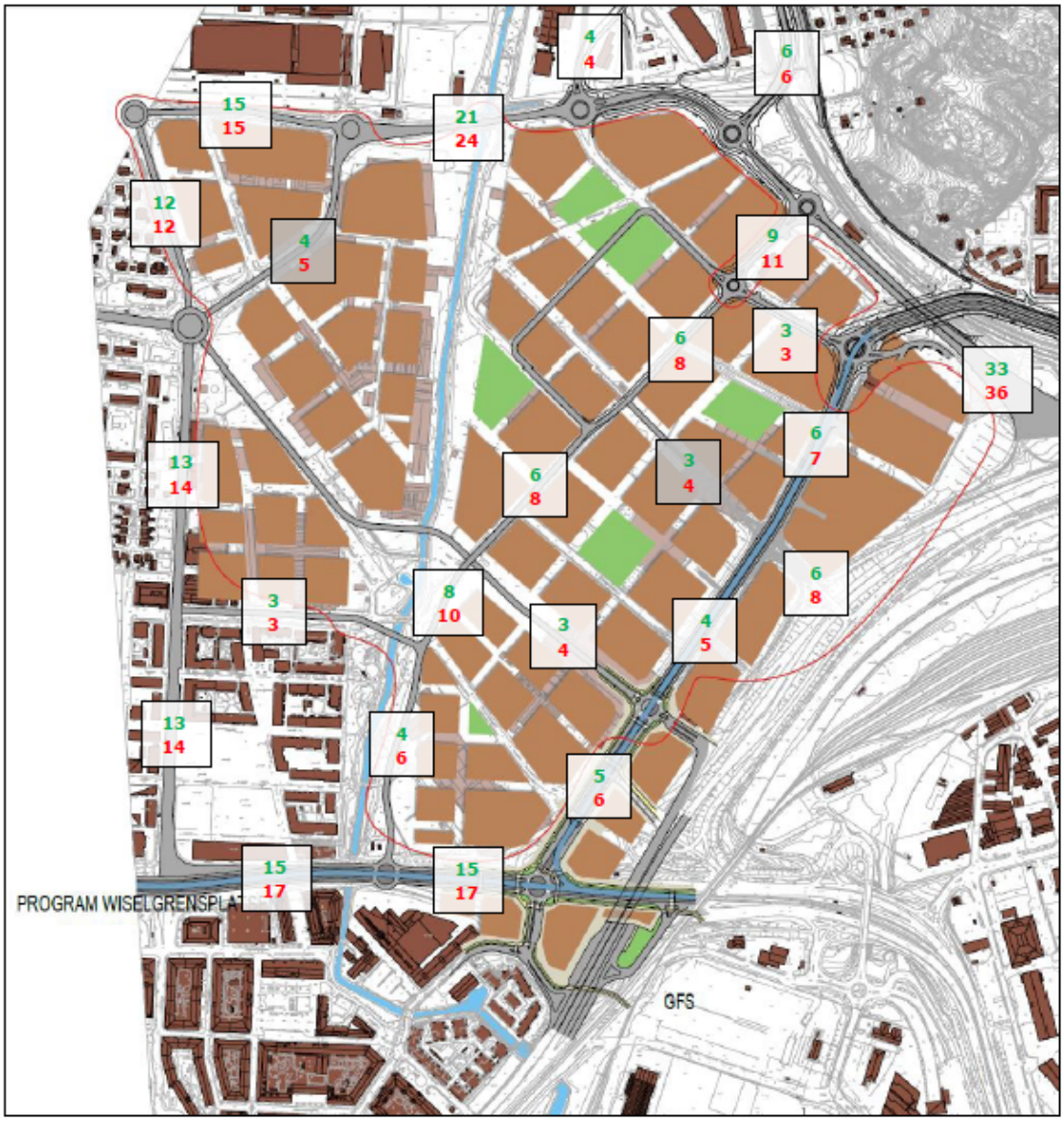
Nederbörd

Inom klimatologin definieras normalvärden som medelvärden beräknade över tillräckligt lång period och över vissa bestämda tidsperioder. SMHI använder normalperioden 1961-1990. Normalnederbördsvärdet för Göteborg under normalperioden 1961-1990 var ca 840 mm[1]. I modellen användes ett korrigerat värde, där normalnederbördsvärdet korrigerats med en faktor om 1,1 för att ta hänsyn till ett systematiskt mätfel.

Trafik

Trafikmängder på vägar inom programområdet före exploatering har hämtats från Göteborgs Stad. Uppskattningar av framtida trafikmängder har utretts i en trafikanalys för programområdet (Ramböll, 2017). En uppskattning av framtida trafikmängder visas i Figur 11.

[1] SMHI, http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354, Besökt 17-10-12



Figur 11. Bedömda trafikflöden i tusental på gator i och runt Backaplan i situationen med ett fullt omvandlat område. Gröna siffror visar det lägsta scenariot och röda det högsta. Grå boxar visar gator där ett framtida flöde beror på hur gatan utformas avseende attraktivitet för genomfartstrafik (Ramböll, 2017).

I trafikanalysen anges att bebyggelsen inom Backaplan kommer att vara betydligt tätare än idag. Både lokalnätet inom Backaplan och huvudvägnätet utanför kommer att genomgå stora förändringar. Lokalgatunätet kommer byggas om helt. Backavägen kommer vara ett tungt kollektivtrafikstråk där det i framtiden planeras för spårväg. Antalet resor till och från området förutspås öka betydande, men istället för att som idag till stor del göras med bil kommer området bebyggas för att kollektivtrafik, cykel och gång ska stå för den största delen av resorna. I Trafikanalysens högsta scenario beräknas dock den totala biltrafiken vara densamma som idag. Detta har även varit

utgångspunkt för föroreningsberäkningarna. Detta på grund av att det är enklare att skala ner en planerad reningsanläggning (ta mindre mark i anspråk) än att skala upp.

Markanvändning

Markanvändning före exploatering kartlades genom att studera flygbilder över området. Varje markanvändning har specifika schablonvärden för föroreningar. Markanvändningen i östra området delades in i typytor som framgår av Tabell 4. Vid föroreningsberäkningar har hänsyn tagits till trafikintensiteten på genomfartsvägarna. Gatuytor med liknande trafikintensiteter har summerats. Till exempel väg 1 består av alla vägar med en ÅDT om ca 5000 ÅDT, o.s.v.

På grund av avsaknad av detaljerad information om framtida markanvändning, vägnät och trafikintensiteter efter exploatering inom programområdet har framtida markanvändning valts där vägar ingår. Exempelvis markanvändningen flerfamiljshusområde inkluderar all markanvändning inom ett normalt flerfamiljshusområde, t.ex. lokalgator, vägdiken, mindre parkeringar och gräsmattor. De största vägarna, Backavägen, Deltavägen, Hjalmar Brantingsgatan samt Lundbyleden har dock beräknats separat.

Tabell 4. Markanvändning inom programområdet öster om Kvillebäcken före och efter exploatering. Gatuytor med liknande trafikintensiteter har summerats.

Före exploatering,			**Efter exploatering**		
Markanvändning	**Area (ha)**	**Kommentar**	**Markanvändning**	**Area (ha)**	**Kommentar**
Väg 1	1,29	ÅDT 9000	Väg 7	0,7	ÅDT 5000
Väg 2	1,67	ÅDT 17000	Väg 8	0,8	ÅDT 9000
Väg 3	1,22	ÅDT 7000	Väg 9	0,9	ÅDT 17000
Väg 4	0,92	ÅDT 10000	Väg 10	1,3	ÅDT 70000
Väg 5	0,875	ÅDT 25000	Flerfamiljs-husområde	15	
Väg 6	1,275	ÅDT 50000	Centrumområde	11	
Parkering	13,6		Kontorsområde	9,9	
Takyta	15,46		Parkmark	7,5	
Större parkerings-anläggning och terminalområde	3,9				
Blandat grönområde	5,2				
Grusyta	1,9				

Tabell 5. Markanvändning inom västra programområdet före exploatering. Markanvändning efter exploatering redovisas ej på grund av avsaknad av information om framtida markanvändning.

Markanvändning	**Area (ha)**
Centrumområde	9

Industriområde	8
Parkmark	1

Rening av dagvatten från utvalda typytor

Rening av dagvatten har undersökts för två olika typytor, ett inom kvartersmark och ett inom allmän platsmark. Inom kvartersmark har föroreningar från ett flerfamiljshusområde på 0,5 ha (5000m^2) beräknats före och efter reningsåtgärd. Med flerfamiljshusområde avses ett område där all markanvändning inom ett normalt flerfamiljshusområde ingår, så som t.ex. lokalgator, vägdiken, tak, uppfartsvägar, mindre parkeringar och gräsmattor.

För allmän platsmark har föroreningar från 1000 m² väg med 3500 respektive 10 000 ÅDT beräknats före och efter lämplig reningsåtgärd. Dessa ytor bedöms vara någorlunda representativa för samtliga ytor inom planområdet efter exploatering, inklusive övriga ytor som exempelvis kontor och centrumområde. Lundbyleden med en ÅDT om 70 000 utgör en separat föroreningsberäkning.

Föreslagna reningsmetoder för flerfamiljshusbebyggelse och väg bedöms vara tillräckliga även för övriga ytor. Tanken är att resultaten kan skalas upp och tillämpas inom hela programområdet när den slutliga utformningen är känd.

4.2 Beräkning av fördröjningsvolym för hårdgjorda ytor

Den reducerade arean for ett område erhålls genom att områdets totala area multipliceras med en avrinningskoefficient, φ. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som bidrar till avrinning. Avrinningskoefficienter använda i beräkningarna har utgått utifrån Tabell 6 och Tabell 7.

Tabell 6. Avrinningskoefficienter enligt Svenskt vattens publikation P110 (tabell 4.8)

Yta	Avrinnings-koefficient
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 7. Sammansatta avrinningskoefficienter för kortvariga dimensionerande regn enligt Svenskt vattens publikation P110 (tabell 4.9)

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

Den reducerade arealen nyttjas sedan för att beräkna hur stor volym som behöver fördröjas enligt riktlinjer från Göteborgs Stad (10 mm / m²).

Exempelvis krävs för en takyta om 1000 m² med en avrinningskoefficient om 0,9 krävs en fördröjningsvolym om:

1000 m² * 0,9 * 0,01m = 9 m³

5 Resultat

5.1 Resultat från föroreningsberäkningar

5.1.1 Programområde

Tabell 8 visar föroreningshalter och föroreningsmängder i *orenat* dagvatten från programområdet öster om Kvillebäcken före och efter exploatering. I den sista kolumnen kan förändringen ses i procent. Tabell 9 visar föroreningshalter och föroreningsmängder från programområdet väster om Kvillebäcken före exploatering. Inga föroreningsberäkningar görs för det västra området efter exploatering då inget tydligt förslag utarbetats ännu. Resultaten antas dock vara liknande som för östra området.

Tabell 8. Föroreningshalter från programområdet öster om Kvillebäcken före och efter exploatering. Gråa celler visar överskridande av rikt/målvärde. Målvärde markerat med asterisk.

Ämne	Före expl. (µg/l)	Efter expl. (µg/l)	Rikt/ Målvärde (µg/l)	Före expl. kg/år	Efter expl. kg/år	Förändring % (kg/år)
P	110	230	150*	43	78	81
N	1600	1700	2500*	590	560	-5
Pb	**17**	**18**	14	6.6	5.9	-11
Cu	**29**	**27**	22*	11	9.1	-17
Zn	**130**	**130**	60*	51	44	-14
Cd	**0.53**	**0.65**	0.40	0.20	0.22	10
Cr	10	9.2	15	3.9	3.1	-21
Ni	8.8	7.9	40	3.3	2.7	-18
Hg	0.038	0.048	0.050	0.014	0.016	14
SS	87000	77000	60000*	33000	26000	-21
Oil	450	880	1000	170	290	71
PAH16	1.5	0.62		0.58	0.21	-64
BaP	0.032	**0.070**	0.050	0.012	0.023	92
As	2.9	3.3	15	1.1	1.1	0
TOC*	15000	15000	20000*	5800	5000	-14
PCB 180	0.0019	0.0018	0.014	0.00074	0.00061	-18

Tabell 9. Föroreningshalter från programområdet väster om Kvillebäcken före exploatering. Gråa celler visar överskridande av rikt/målvärde. Målvärde markerat med asterisk

Ämne	Före expl. (µg/l)	Rikt/ Målvärde (µg/l)	Före expl. kg/år
P	240	150*	30
N	1800	2500*	220
Pb	**19**	14	2,4
Cu	**26**	22*	3,2
Zn	**160**	60*	20
Cd	**0,95**	0.40	0,12
Cr	7	15	0,85
Ni	10	40	1,3
Hg	0,05	0.050	0,0061
SS	83000	60000*	10000
Oil	**1500**	1000	180
PAH16	0,6		0,074
BaP	**0,097**	0.050	0,012
As	3,3	15	0,4
TOC	20000	20000*	2400
PCB 180	0,0018	0,014	0,00022

5.1.2 Föroreningar från typyta - gata

I Tabell 10 anges föroreningshalter och föroreningsmängder före och efter rening genom krossdike av 1000 m² lokalgata med en ÅDT om 3500. För att uppnå den erhållna reningseffekten krävdes en yta om 2,5 % av gatuarean, dvs. 25 m². Detta motsvarar en 2 m bred, 12,5 m lång makadamsträng. För en skiss av reningsanläggningen som använts i beräkningsexemplet se Bilaga 1.

Tabell 10. Föroreningshalter från 1000 kvadratmeter lokalgata (3500 ÅDT) före och efter rening i krossdike samt jämförelse med målvärde. Gråa celler visar överskridande av målvärde. Målvärde markerat med asterisk.

Ämne	Före rening (µg/l)	Efter rening (µg/l)	Rikt/ Målvärde (µg/l)	Före rening (kg/år)	Efter rening (kg/år)	Renings-effekt %
P	**140**	97	150*	0.12	0.077	38
N	**2400**	1420	2500*	2.0	1.1	46
Pb	5.8	2.6	14	0.0050	0.0019	61
Cu	**26**	8.2	22*	0.022	0.0059	74
Zn	**77**	25	60*	0.066	0.019	72
Cd	0.27	0.10	0.40	0.00023	0.000086	63
Cr	8.4	1.9	15	0.0072	0.0014	81
Ni	5.4	1.8	40	0.0046	0.0015	66
Hg	**0.076**	**0.055**	0.050	0.000065	0.000042	35
SS	**68000**	30861	60000*	58	22	63
Oil	730	196	1000	0.63	0.14	78
PAH16	0.24	0.14		0.00021	0.00010	50
BaP	0.013	0.0072	0.050	0.000011	0.0000055	50
As	2.6	1.5	15	0.0022	0.0011	50
TOC	**20000**	13461	20000*	17	10	40
PCB 180	0.0020	0.0014	0.014	0.0000017	0.0000010	40

I Tabell 11 anges föroreningshalter och –mängder före och efter rening av 1000 m² lokalgata med en ÅDT om 10 000. För att uppnå den erhållna reningseffekten krävdes en yta om 2,5 % av gatuarean, dvs. 25 m². Även detta motsvarar en 2 m bred, 12,5 m lång makadamsträng. För en skiss av reningsanläggningen som använts i beräkningsexemplet se Bilaga 1. Ett skäl till att ytbehovet blir detsamma som för en gata med 3500 ÅDT är att högre föroreningshalter ger en högre relativ reningseffekt tills den maximala reningseffekten är nådd. Vid låga föroreningshalter nås den maximala reningseffekten snabbt.

Tabell 11. Föroreningshalter från 1000 kvadratmeter lokalgata (10000 ÅDT) före och efter rening i krossdike samt jämförelse med målvärde. Gråa celler visar överskridande av rikt/målvärde. Målvärde markerat med asterisk.

Ämne	Före rening (µg/l)	Efter rening (µg/l)	Rikt/ Målvärde (µg/l)	Före rening (kg/år)	Efter rening (kg/år)	Renings-effekt %
P	**170**	112	150*	0.14	0.077	46
N	**2400**	1420	2500*	2.0	0.98	52
Pb	11	4.6	14	0.0096	0.0026	73
Cu	**36**	9.9	22*	0.031	0.0052	83
Zn	**160**	48	60*	0.13	0.027	80
Cd	0.31	0.10	0.40	0.00027	0.000086	68
Cr	11	2.2	15	0.0094	0.0011	88
Ni	7.7	2.2	40	0.0067	0.0015	77
Hg	**0.076**	**0.055**	0.050	0.000065	0.000038	42
SS	**82000**	35511	60000*	70	18	74
Oil	760	202	1000	0.65	0.11	83
PAH16	0.48	0.27		0.00041	0.00018	57
BaP	0.019	0.011	0.050	0.000016	0.0000069	57
As	2.6	1.5	15	0.0022	0.00094	57
TOC	**21000**	14151	20000*	18	9.6	47
PCB 180	0.0020	0.0014	0.014	0.0000017	0.00000092	47

5.1.3 Föroreningar från Lundbyleden

I Tabell 12 anges föroreningshalter och föroreningsmängder före och efter rening av 1000 m² väg med en ÅDT om 70 000. Modellerad reningsanläggning i tabellen nedan är två mindre avsättningsmagasin med filter i serie.

Tabell 12. Föroreningshalter och mängder från Lundbyleden före och efter föreslagen reningsanläggning. Gråa celler visar överskridande av rikt/målvärde. Målvärde markerat med asterisk.

Ämne	Före rening (µg/l)	Efter rening (µg/l)	Rikt/ Målvärde (µg/l)	Före rening kg/år	Efter rening kg/år
P	**380**	92	150*	3,8	0,91
N	2400	2000	2500*	24	20
Pb	**61**	3	14	0,6	0,03
Cu	**130**	6,5	22*	1,3	0,064
Zn	**890**	45	60*	8,9	0,44
Cd	**0,7**	0,04	0.40	0,007	0,0004
Cr	**34**	1,7	15	0,34	0,017
Ni	**30**	3	40	0,3	0,029
Hg	**0,076**	0,023	0,050	0,00076	0,00023
SS	**210 000**	10 000	60 000*	2100	100
Oil	**980**	100	1000	9,7	0,99
PAH16	**2,7**	0,24		0,027	0,0024
BaP	**0,074**	0,03	0,050	0,00073	0,000053

5.1.4 Föroreningar från typyta - flerfamiljshusområde

I Tabell 13 anges föroreningshalter och –mängder före och efter rening genom biofilter av 0,5 ha flerfamiljshusområde. För att uppnå den erhållna reningseffekten krävdes en yta om ca 2,5 % av området, dvs. 25 m². Uppbyggnaden på biofiltret som använts i beräkningsexemplet kan ses i Bilaga 1.

Tabell 13. Föroreningshalter (µg/l) från flerfamiljshusområde före och efter rening i biofilter samt jämförelse med målvärde. Gråa celler visar överskridande av målvärde. Målvärde markerat med asterisk.

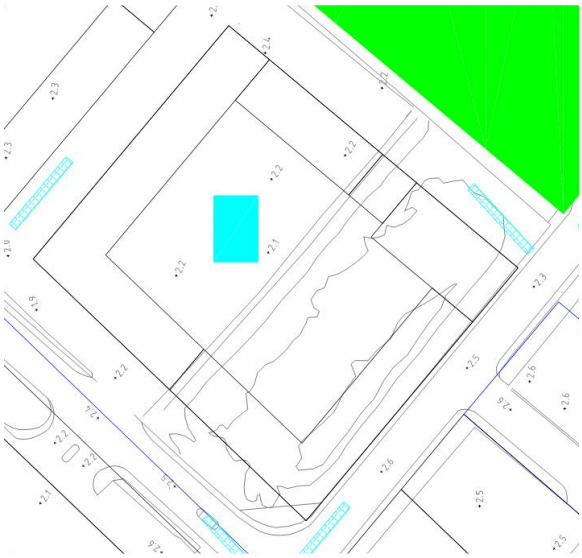
Ämne	Före rening (µg/l)	Efter rening (µg/l)	Rikt/ Målvärde (µg/l)	Före rening (kg/år)	Efter rening (kg/år)	Renings-effekt %
P	**270**	119	150*	1.0	0.33	68
N	**1600**	1038	2500*	6.0	3.2	47
Pb	13	2.6	14	0.050	0.0061	88
Cu	**27**	10	22*	0.10	0.022	78
Zn	**90**	20	60*	0.34	0.040	88
Cd	**0.61**	0.094	0.40	0.0023	0.00020	91
Cr	11	5.5	15	0.040	0.016	60
Ni	8.4	1.9	40	0.032	0.0052	84
Hg	0.023	0.012	0.050	0.000087	0.000036	59
SS	**62000**	20765	60000*	240	48	80
Oil	610	239	1000	2.3	0.65	72
PAH16	0.52	0.10		0.0020	0.00023	88
BaP	0.044	0.0087	0.050	0.00017	0.000019	88
As	3.2	0.79	15	0.012	0.0020	83
TOC	18000	9232	20000*	67	27	59
PCB 180	0.0019	0.00099	0.014	0.0000072	0.0000030	59

5.2 Ytbehov för rening och fördröjningsvolym för hela programområdet

Reningsanläggning i form av krossdike för 1000 m² väg med en ÅDT om 3500 samt 10000 kräver båda en yta om ca 2,5 % av den reducerade arealen enligt beräkningar i avsnitt 5.1. En total vägyta om ca 7,25 ha före exploatering, en avrinningskoefficient om 0,9, kräver således en total reningsanläggningsyta om ca 1650 m² för att nå miljöförvaltningens rikt- och målvärden. Detaljerade uppgifter om vägarean inom programområdet efter exploatering är i dagsläget inte är känd. Vägytan bedöms dock vara ungefär samma före som efter exploatering.

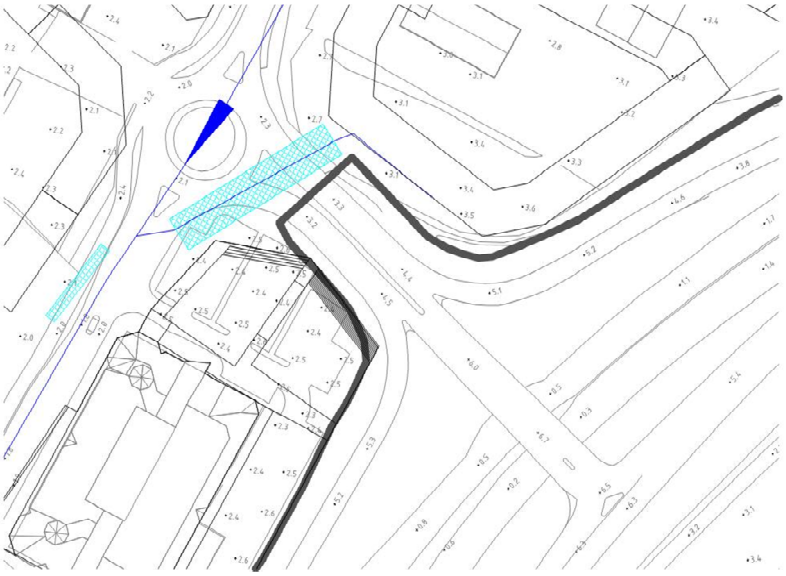
Även reningsanläggning i form av biofilter för 0,5 ha flerfamiljushusområde kräver en yta om ca 2,5 % av den reducerade arealen, se Figur 12. Ungefär samma ytbehov bedöms föreligga för centrumområde och kontorsområde som för flerfamiljshusområde. Totalt utgör flerfamiljshusområde, centrumområde och kontorsområde ca 36 ha. Med en avrinningskoefficient om 0,7 behövs alltså en yta om 6300 m² avsättas för rening

genom någon typ av biofilter inom programområdet. Fördelningen måste göras per kvarter. Fördröjning och rening ska ske uppströms respektive anslutningspunkt till allmän ledning. Beräkning av erforderlig yta ska göras för vardera kvarter i detaljplaneskedet.



Figur 12. Illustration över ytbehov markerat med blå ruta för ett exempelkvarter

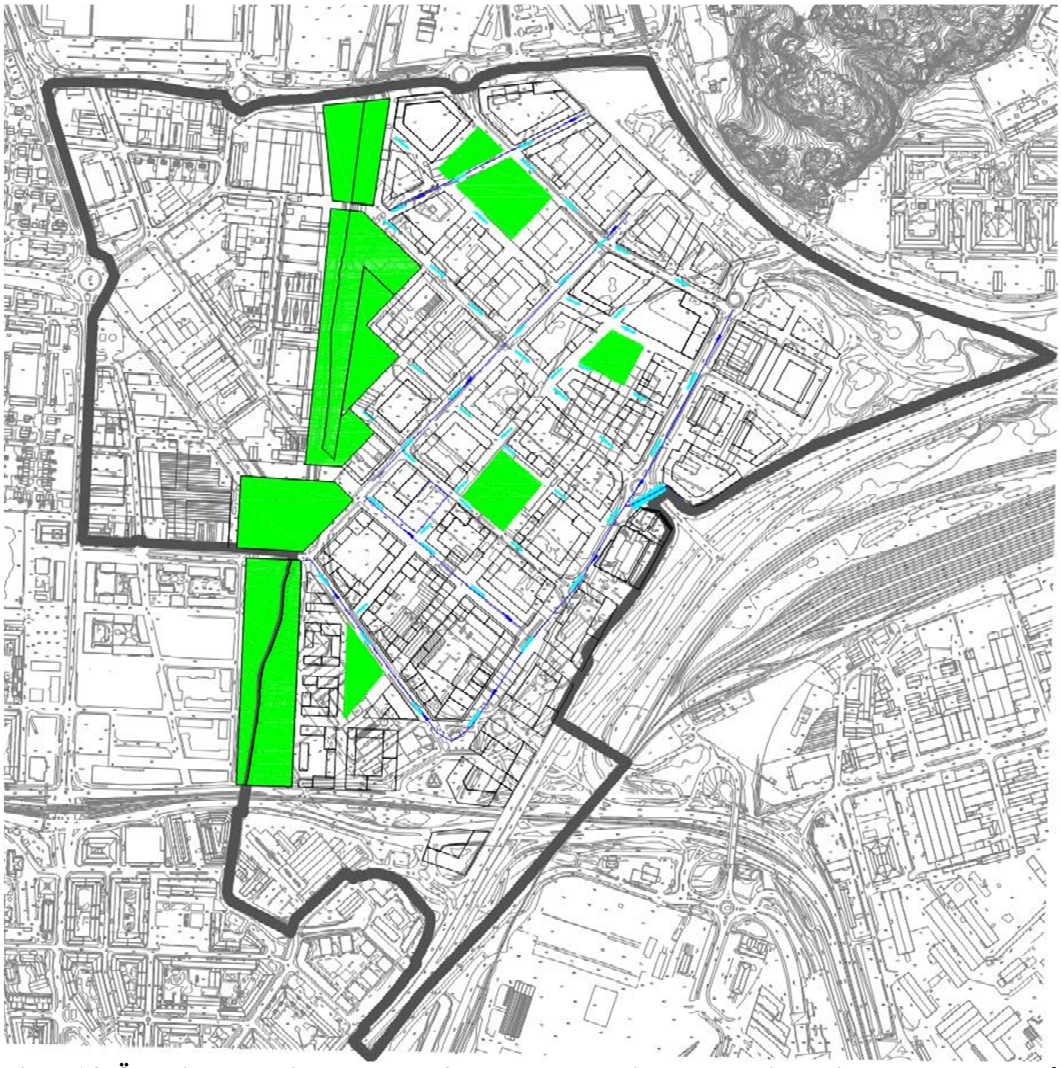
För Lundbyleden beror ytbehovet för anläggningen av flödet, som i sin tur bestäms av utformning och kapacitet i den pumpstation som måste anläggas för att lyfta vattnet till nivå för ledningsnät med självfall mot recipient. För att säkerställa att en anläggning med tillräcklig reningseffekt ska få tillräckligt utrymme föreslås att en area på i storleksordningen 5 % av den reducerade arean (550 m²), avsätts för någon typ av reningsanläggning, se Figur 13.



Figur 13. Ytbehov för rening av dagvatten från Lundbyleden till programområdet

För en väg med en avrinningskoefficient om 0,9 beräknas enligt metod beskriven i avsnitt 4.2 en fördröjningsvolym om 9 m^3 per 1000 m^2 yta enligt nedanstående ekvation: 1000 m^2 * 0,9 * 0,01m = 9 m^3. För ett flerfamiljshusområde med en avrinningskoefficient om 0,7 beräknas enligt metod beskriven i avsnitt 4.2 en fördröjningsvolym om 7 m^3 per 1000 m^2 yta. Totalt planeras ca 36 ha flerfamiljshusområde, vilket medför en total fördröjningsvolym om ca 2500 m^3. Detta bedöms kunna inrymmas inom den yta om 6300 m^2 som behöver avsättas för rening. För vägar krävs en total fördröjningsvolym om ca 650 m^3. Även denna volym bedöms kunna inrymmas inom ytan som behöver avsättas för rening om ca 1650 m^2. Generellt bedöms fördröjningsvolymen kunna inrymmas inom de ytor som avsätts för rening inom programområdet.

Reningsanläggningarnas placering på allmän plats avgörs av hur ledningsnätet i gatan kommer att se ut. Färdig sträckning kommer att fastställas först i detaljplaneskedet. En översiktlig illustration av fördelning av yta för reningsanläggningar utifrån ledningsnätet, så långt det är fastställt, kan ses i Figur 14 och bilaga 3. Det är ett skissförslag som behöver ses över i detaljplaneskedena.



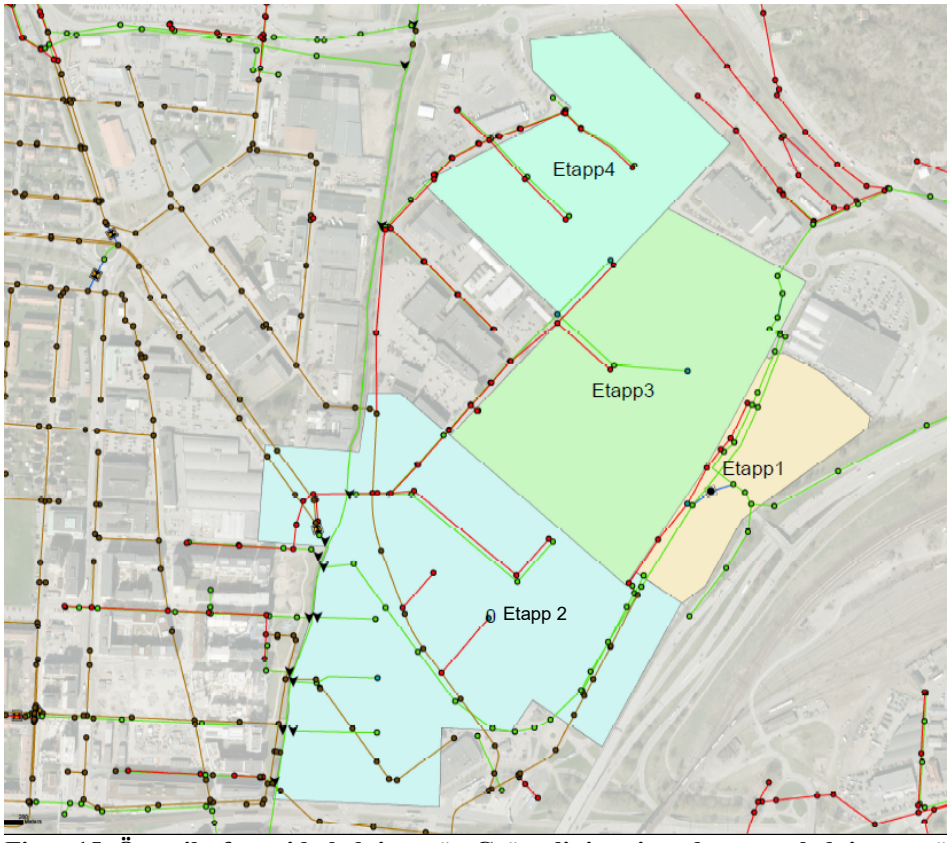
Figur 14. Översikt av typiska ytbehov för dagvattenreningsanläggningar inom programområdet. Anläggningarna är markerade i ljusblått

Reningen skulle eventuellt gå att samla till ett antal större anläggningar, t.ex. som rörmagasin med filter. De skulle i så fall innebära att man förlorar en del i fallhöjd i samband med reningen. Särskild hänsyn måste i så fall tas till att man har litet fall i systemet i förhållande till utlopp i recipient. Eventuellt kan det krävas delsträckor med parallella dagvattensystem för vatten som ska till reningsanläggning respektive direkt transport mot recipient. En sådan lösning kräver att man har komplett ledningsnät på plats och genomförande av förprojektering för att säkerställa en god funktion.

Om man önskar ta fram en alternativ lösning för rening av dagvatten i detaljplaneskedet ska nya beräkningar göras för att verifiera tillräcklig rening i förhållande till målvärden till recipient.

5.3 VA-system

Programområdets framtida VA-system har utretts som ett separat projekt. I Figur 15 visas en preliminär översikt av framtida ledningsnät.



Figur 15. Översikt framtida ledningsnät. Gröna linjer visar dagvattenledningar, röda spillvatten.

VA-systemet kommer att ändras signifikant inom programområdet i takt med utbyggnadens olika etapper. Dimensionering kommer att ske enligt rekommendationer i Svenskt Vattens publikation P110.

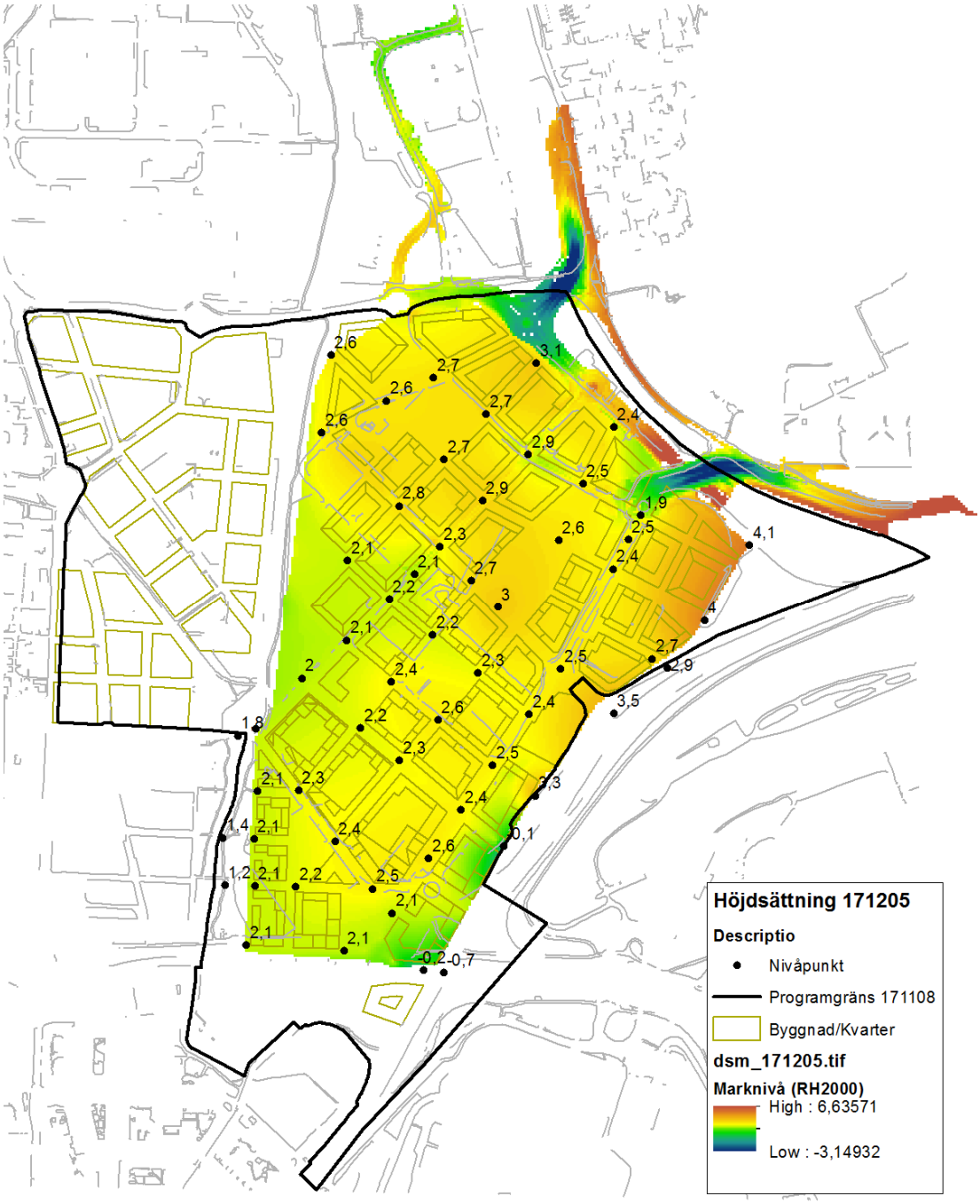
I dagsläget består nätet i huvudsak av kombinerade ledningar. I framtiden kommer dagvatten och avloppsvatten att hanteras i separata system. I etapp 1 och 2 kommer detta innebära ett ökat utflöde av dagvatten till Kvillebäcken, samtidigt som dagvattenbelastningen minskar till pumpstationen vid Herkulesgatan till Ryaverket. Vid full utbyggnad kommer dock avrinningskoefficienten att minska då området går från att vara i princip helt hårdgjort till att innehålla en större andel grönområden, vilket kommer att minska flödet mot Kvillebäcken. Det totala avrinningsflödet kommer därför inte att påverkas nämnvärt jämfört med idag.

Vid stora regn blir dock flödesbilden något annorlunda. I dagsläget kommer stora regn leda till översvämningar inom programområdet. Efter utbyggnaden kommer ledningsnätet vara utbyggt så att motsvarande volym rinner ut i Kvillebäcken istället.

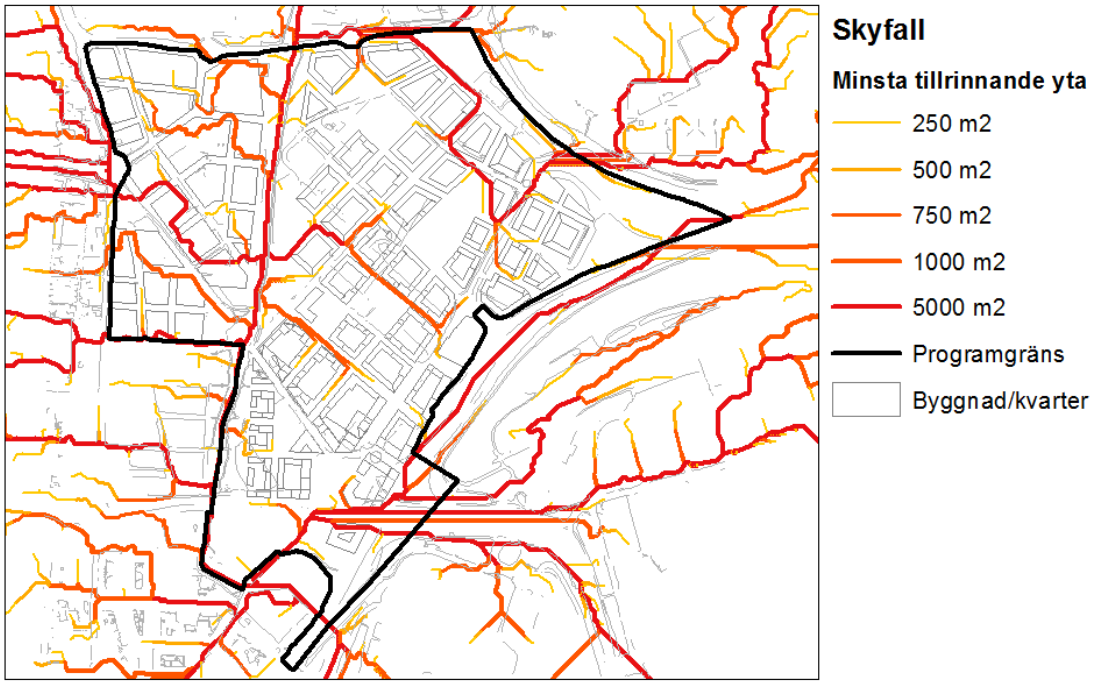
5.4 Skyfall

Kretslopp och vatten har tagit fram en strategi för klimatanpassning av Backaplans program "Klimatanpassning Backaplan, Strategi för högvatten och skyfall" (Göteborgs stad, Kretslopp och vatten, 2018). Syftet med strategin har varit att säkerställa en acceptabel översvämningsrisk med avseende på skyfall, höga flöden och höga vattennivåer. I arbetet har ingått att föreslå ett koncept för övergripande höjdsättning av Backaplan. Strategin har anpassats efter den etappvisa utbyggnaden och kontinuerliga förändringen av riskbilden som det medför.

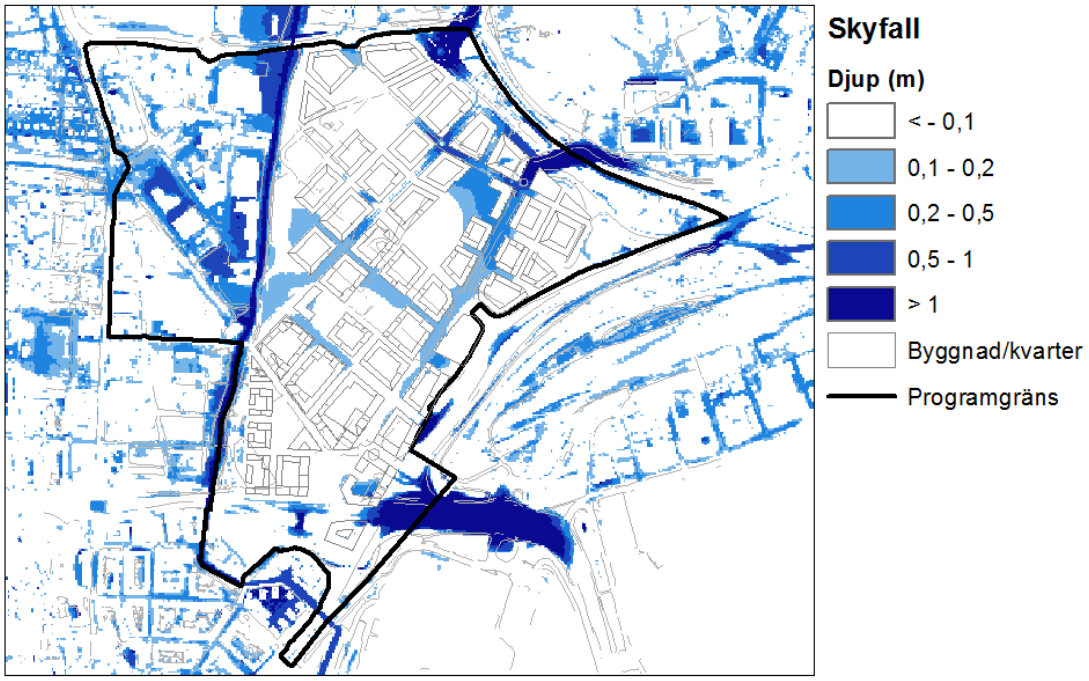
Figur 16 visar höjdsättningen som tagits fram för området. Förslaget har tagit hänsyn till ett antal förutsättningar, bland annat föreslagen höjdsättning inom detaljplan 0 och 1 och anpassats till befintlig markanvändning. Figur 17 visar avrinningsvägar med höjdsättning föreslagen i klimatanpassningsstrategin, klassificerade efter minsta tillrinnande yta i kvadratmeter. Figur 18 visar översvämningsutbredning vid framtida 100-årsregn vid full utbyggnad av programområdet öster om Kvillebäcken.
För programområdet väster om Kvillebäcken visas översvämningsutbredning för befintlig markanvändning då ingen specifik höjdsättning har tagits fram för detta område ännu.



Figur 16. Föreslagen höjdsättning för att hantera översvämningsrisker



Figur 17. Avrinningsvägar med höjdsättning föreslagen i klimatanpassningsstrategin, klassificerade efter minsta tillrinnande yta i kvadratmeter.



Figur 18. Översvämningsutbredning vid framtida 100-årsregn vid full utbyggnad av programområdet öster om Kvillebäcken. För programområdet väster om Kvillebäcken visas översvämningsutbredning för befintlig markanvändning.

6 Föreslagen dagvattenhantering

I programarbetet för Backaplan beskrivs att parker ska kunna ta hand om överskottsvatten vid skyfall, om höjdsättningen tillåter det. Vid planerad höjdsättning framgår dock att ytorna vilka är tänkta att kunna hantera ytligt överskottsvatten ligger för högt för att kunna nyttjas för dagvatten- och skyfallshantering. Ytor för rening och fördröjning av dagvatten måste därför lokaliseras på andra platser.

En önskan har funnits om att fördröja och rena dagvatten i ytliga system inom planprogramområdet. På grund av den höga exploateringsgraden och det höga samnyttjandet av ytor bedöms det inte som möjligt att även hantera dagvatten inom multifunktionella ytor, dvs. ytor som till vardags nyttjas som parker, skolgårdar etc.

De små höjdskillnaderna inom området gör att avvattning mot Kvillebäcken i planerat ledningsnät går ut i bäcken nära botten. Även om ett separat avvattningssystem skapas för områdena närmast bäcken leds dagvattnet ut i slänterna relativt nära normalvattenytan. Slänterna mot Kvillebäcken utgör därför för liten yta för att kunna rena dagvatten i en nämnvärd omfattning. Dessutom skulle det förvärra situationen med små arealer parkyta som är tillgänglig för de boende i området. Andra lösningar måste därför beaktas.

I nedanstående avsnitt redovisas typlösningar som anses lämpliga inom programområdet. Lösningarna syftar till att fördröja vattnet och att rena vid behov. Programmet är i tidigt skede och anger inte exakt var byggnader och vägar ska placeras. Det är därför inte möjligt att i detalj förorda specifika lösningar och dimensionera dagvattenlösningarna. Lösningarna nedan kan användas som utgångspunkt i utredningarna i detaljplaneskede och säkerställer tillräckligt utrymme för dagvattenreningsanläggningar.

6.1 Kvartersmark

Enligt programmets förslag kommer mycket av kvartersmarken bestå av slutna kvarter med förhöjda gårdar på bjälklag. Förslagen i den här rapporten utgår därför ifrån det typfallet. Mer detaljerade förslag får sedan tas fram i respektive detaljplan. Erforderliga fördröjningsvolymer beräknas enligt metod beskriven i avsnitt 4.2. Reningslösningarna i sig bedöms medföra fördröjning av volymer motsvarande 10 mm nederbörd eller mer.

Fördelning av vatten som rinner mot innergård respektive mot yttre fasad beror på takutformningen. Exempel på dagvattenhantering inom en innegård i Tyresö och utkastare mot gatan ses i Figur 19 och Figur 20. Förhållandena inom innergården är liknande de inom planprogramområdet. Med fall ut från fasad och en lätt nedstänkt mitt kan dagvatten fördröjas och avledas ytligt på gröna innergårdar, utformade som biofilter. Även vatten från de takytor som inte avvattnas mot innergård kan hanteras i anslutning till fasaden för ytterligare fördröjning och rening i biofilter.

En helt stängd innergård utgör en riskkonstruktion genom att man skapar ett instängt område. En öppning i byggnadsstrukturen där vatten från skyfall kan rinna av t.ex. i en port ger en avsevärt högre säkerhet mot skador vid skyfall. Det är också viktigt att se till att man har ett bra fall ut ifrån fasaderna mot sina dagvattensystem, så att inte vatten riskerar att rinna in mot entréer vid intensiva regn.

Figur 19. Dagvattenhantering på innergård i Tyresö. Foto Helena Frohm.

Figur 20. Öppen dagvattenhantering i anslutning till husfasad, Kvillebäcken. Foto Olof Persson.

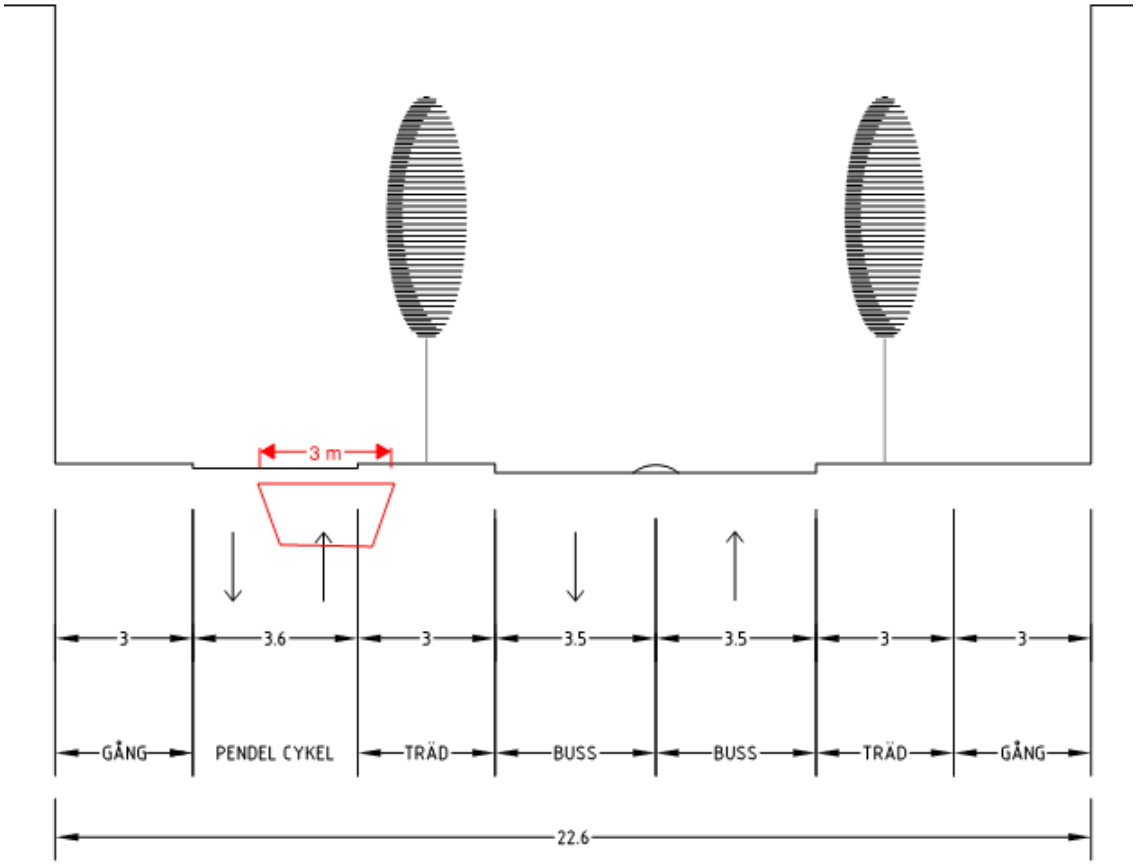
6.2 Vägar

Dagvatten från vägytor behöver renas enligt resonemang i kapitel 4. I föroreningsberäkningarna har makadamfyllda diken använts som exempel (för utformning se bilaga 1). Genom att avsätta i storleksordningen 2,5% av ytorna i anslutning till vägen för fördröjning och rening kommer det att vara möjligt att uppnå en tillräcklig rening för samtliga vägytor inom programområdet. Exempel på utformning av gatumiljö kan ses i Figur 21. Exempel på och placering och platsbehov för reningsanläggning för trafikdagvatten kan ses i Figur 22. Möjliga placeringar och utbredning av fördröjnings- och reningsanläggningar för planprogrammet redovisas i bilaga 3.

Teknikutvecklingen för filtertekniker går fort framåt. Ett alternativ till föreslagna makadammagasin kan vara fördröjning i rörmagasin med efterföljande filter. Det är i dagsläget inte möjligt att beräkna rening med filterlösningar i StormTac med tillfredsställande resultat. Genom att avsätta tillräckliga ytor för reningsanläggningar i programskedet skapas förutsättningar för att nyttja bästa möjliga teknik i ett senare detaljplane- och utbyggnadsskede.

Med föreslaget ytanspråk kommer anläggningarna även tillgodose behovet av fördröjning om 10 mm.

Figur 21. Exempel på utformning av gatumiljö. Rening kan anläggas under GC-bana eller i anslutning till trädrader. Figur från detaljplan för Frihamnen.



Figur 22, Exempel på placering och platsbehov för reningsanläggning för trafikdagvatten från typgata för Backaplan. Anläggningen markerad med rött.

6.3 Lundbyleden

Genomförandet av utbyggnad kommer att kräva flytt av ledningen, eller att andra lösningar utreds. När den här rapporten färdigställs (april 2018) förväntas ett beslut om att dagvatten från Lundbyleden ska fördröjas och pumpas till ny dagvattenledning inom programområdet som mynnar ut i Kvillebäcken. Pumpstation planeras anläggas inom DP1. En ny vägplan är inlämnad för Lundbyleden. Ytbehoven för rening av dagvatten inom programområdet kommer att bli beroende av möjligheter till fördröjning och pumpkapacitet (flöde till anläggningen). Det är i dagsläget inte fastställt vilka reningsanläggningar som kommer att anläggas inom vägområdet för Lundbyleden i samband med ombyggnation i enlighet med framtagen vägplan, det är inte heller fastställt till vilken nivå planerade reningsanläggningar kommer att kunna rena dagvatten.

Den här utredningen utgår därför ifrån att vattnet släpps orenat till Kretslopp och vattens ledning. Detta för att säkerställa att tillräckliga ytor för rening avsätts inom planprogramområdet. Ytbehov för reningsanläggning med förutsättning att orenat dagvatten rinner av från Lundbyleden (se **Figur 13**). Ytbehovet kommer högst sannolikt

minska i projekteringsfasen eftersom ingående vatten troligen kommer att ha lägre föroreningshalter än i här redovisade beräkningar.

Ett antal olika reningsanläggningar kan komma i fråga. För att uppnå målvärdenas nivå för fosfor krävs flera anläggningar i serie.

Separeringen av dagvatten från det kombinerade nätet innebär miljövinster eftersom man minskar bräddningarna i nedströms pumpstation. Det vatten som i stället leds direkt till recipient innehåller dock också en del föroreningar. Den förändrade lösningen kommer efter rening innebära att i storleksordningen 0,9kg/år fosfor går till recipient.

7 Diskussion och slutsatser

7.1 Föroreningsberäkningar

Utgångspunkten för rapporten har varit att följa Göteborgs stads målvärden för dagvatten.

Beräkningar i StormTac är i flera fall osäkra. Ju färre mätningar som utförts för en viss markanvändning desto osäkrare blir underlaget. Schablonhalter för de organiska substanserna har generellt mer osäkra underlag än schablonhalter för metaller på grund av tillgången till uppmätta halter. Beräkningar i StormTac bör ses mer som ett underlag för diskussion än exakta värden. Trots att programmet innehåller osäkerheter är det bästa som finns på marknaden idag. Användningen av schablonhalter för beräkning av dagvattnets föroreningstransport i form av årliga medelhalter är en vedertagen metod.

Resultaten från modellering visar att föroreningshalterna i *orenat* dagvatten från östra programområdet minskar för de flesta parametrar efter exploatering, undantaget fosfor (P), kadmium (Cd), kvicksilver (Hg) och benzo(a)pyrene) (BaP), se Tabell 8. Den statistiska säkerheten i beräkningarna är generellt högre för metaller än för övriga parametrar. I bilaga 2 redovisas dagvattenhalter per markanvändning för de parametrar som beräknats. I bilagorna framgår även schablonhalternas säkerhet, inklusive standardavvikelse. Gröna rutor indikerar hög säkerhet, gula medel och röda låg.

De beräknade halterna av fosfor ökar efter exploatering på grund av att område definierat som flerfamiljshusområde i StormTac, där all markanvändning som vägar, grönytor och tak ingår, genererar höga beräknade halter av fosfor. Medelhalten av fosfor från ett flerfamiljshusområde är 300 µg/l, medan den är mellan 140-240 µg/l för vägar beroende på ÅDT, 120 µg/l för grönytor och 90 µg/l för tak. Generellt är beräknade halter av fosfor högre från vägar än från olika typer av grönytor så som blandat grönområde, park, gräsmatta etc. i StormTac. En sammansatt markanvändning nyttjades vid modellering på grund av avsaknad av detaljerad information om framtida markanvändning. Den statistiska säkerheten i dataunderlaget för fosfor är hög för flerfamiljshusområde och vägar och låg för grönområde och tak. Den beräknade halten av fosfor beror således av vilken detaljeringsgrad som finns på markanvändningen, och

en sammansatt markanvändning ger betydligt högre beräknade halter av fosfor än om de ingående ytorna skulle beräknats separat.

Inom programområdet planeras flerfamiljshusen anläggas på bjälklag. Flerfamiljshusområde i StormTac antas inte vara anlagda på bjälklag. Detta innebär en ytterligare osäkerhet i föroreningsberäkningarna.

För att kunna göra en rimlig bedömning av hur mycket fosfor den planerade markanvändningen kommer att avge krävs kunskap om källor till fosfor i dagvatten. Några av de primära källorna till näringsämnen i dagvatten är vägar och omgivande gräsytor. I en studie av Waschbusch et al. (1999) visades att upp till 80 % av den totala fosformängden i dagvatten kommer från vägar och angränsande gräsytor. Andra stora källor utgörs av gödselämnen och gårdsavfall (Makepeace et al., 1995). Varför trafiken står för så stora fosforutsläpp är ännu inte utrett. En möjlig förklaring kan vara att organiskt material blåser upp från angränsande grönytor på vägarna varifrån det rinner av, medan fosforn binds kvar i grönytorna. Möjligen kan även materialet i vägbeläggningen vara en del av förklaringen.

En faktor i hur stora fosforhalterna blir från flerfamiljshusområden är hur grönytor och planteringar sköts inom området. Ett sätt att minska fosforhalterna är att endast gödsla under rätt tidpunkt på året och att avlägsna dött material efter växtsäsongen samt att regelbundet sopa vägarna. I det fall det är asfaltsytorna som genererar fosfor i dagvatten finns det skäl att tro att halterna inte kommer bli lika höga som beräknade då asfaltsytorna kommer minska, och grönytor som avger låga halter fosfor kommer att öka med planförslaget. Några säkra slutsatser om halter av fosfor från det planerade området är dock inte möjliga att dra.

Mängden kadmium beräknas öka i orenat dagvatten efter exploatering. Säkerheten i underlagsdata anges som medelhög. Förzinkade ytor är troligen den största källan till kadmium i dagvatten (Stockholm vatten och avfall, 2018). Andra källor är exempelvis förbränning, däck- och bromsslitage, batterier, mineralgödsel och pesticider (Blecken, 2010). Ett sätt att minska halterna är att minska användningen av förzinkade byggmaterial inom planområdet.

För kvicksilver är säkerheten i beräkningarna medelhög för flerfamiljshusområde. Kvicksilver kommer i huvudsak från atmosfärisk deposition och det bedöms inte finnas några uppenbara skäl till att halterna beräknas öka efter exploatering enligt planförslaget, särskilt inte då andelen hårdgjord yta kommer att minska och andelen grönytor öka.

BaP är ett polycykliskt aromatiskt kolväte och uppstår som en produkt av ofullständig förbränning av organiskt material. Halterna är beräknade med låg säkerhet. Det bedöms därför som osäkert om planförslaget kommer att medföra ökade halter av BaP. Även mängden olja beräknas öka i orenat dagvatten enligt planförslaget. Med hänsyn till att trafikmängden satts till samma före och efter exploatering, samt att antalet

parkeringsytor kommer minska och grönytor kommer att öka, bedöms detta som mindre sannolikt.

Beräkningsexemplen med makadamdike för vägar med 3500 och 10 000 ÅDT visar på tillfredsställande rening med reningseffekter på mellan ca 40-80 % beroende på parameter. Ett skäl till att ytbehovet blir det samma som för en gata med 3500 ÅDT som en med 10 000 ÅDT är att högre föroreningshalter ger en högre relativ reningseffekt tills den maximala reningseffekten är nådd. Halterna efter rening blir alltså endast marginellt högre för en väg med 10 000 ÅDT än för en väg med 3500 ÅDT trots att de är beräknade med lika stora reningsanläggningar.
Även beräkningsexemplet med biofilter för flerfamiljshusområde visar på tillfredsställande reningseffekter på mellan ca 40-80 %.

Beräkningsexemplen visar att det är möjligt att nå Miljöförvaltningens rikt- och målvärden med denna typ av reningsanläggningar. Förslagen tar ca 2,5 % av ytan i anspråk. På de platser där tillgänglig yta för rening är begränsad kan andra reningslösningar beaktas, så som brunnsfilter och avsättningsmagasin. Exakt utformning och placering av reningsanläggningarna bör utredas i ett senare skede.
De föreslagna anläggningarna för rening av dagvatten ska anmälas till miljöförvaltningen.
Planerad exploatering innebär en ökad föroreningsbelastning för vissa parametrar, men för de flesta parametrarna minskar belastningen från orenat dagvatten sett till kg/år se Tabell 8. Med föreslagna reningsanläggningar minskar mängderna ytterligare, se Tabell 10, Tabell 11, Tabell 12 och Tabell 13. Utgående halter når miljöförvaltningens rikt- och målvärden efter rening, undantaget kvicksilver, som överskrids med 0,005 µg/l efter rening för typyta gata. Detta ligger dock inom den beräknade felmarginalen.

Utgångspunkten för rapporten har varit att om miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till recipient och dagvatten, samt målvärden i dokumentet "reningskrav för dagvatten" innehålls, så föreligger ingen risk för att påverka möjligheten att uppnå MKN. I bilaga 1 till Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten redovisas motiveringar till riktvärdena. Riktvärden har tagits direkt från Vattendirektivet (2008/105/EG) för de parametrar som återfinns där och justerats med en uppräkningsfaktor om 2, på grund av att miljöförvaltningens riktlinjer anges i totalhalt och Vattendirektivets riktvärden anges som koncentration i löst fas. På samma sätt har riktvärden tagits från Förordning (2001:554) om miljökvalitetsnormer för fisk och musselvatten för de parametrar som återfinns där. För övriga parametrar har riktvärden tagits från bland annat Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet, sjöar och vattendrag, där halter anges för "naturliga" vattendrag, opåverkade av människan, samt kvalitetskriterier från USA:s Naturvårdsverk (US EPA).

En diskussion pågår dock inom staden ifall gällande målvärden är tillräckliga för Kvillebäcken. Sedan rikt- och målvärdena togs fram har Vattendirektivet uppdaterats och halterna som riktvärdena utgår ifrån har sänkts något för parametrarna bly och

blyföroreningar, kvicksilver och kvicksilverföroreningar, nickel och nickelföroreningar samt bens(a)pyren. Det diskuteras också ifall Kvillebäcken ska klassas om som "mycket känslig" recipient, så att endast riktvärden ska gälla istället för både rikt- och målvärden. Ett behov av att uppdatera rikt- och målvärden har konstaterats bland annat på grund av detta, men även på grund av efterspelet från Wesedomen.

I det fall Kvillebäcken klassas om som "mycket känslig" recipient, blir det svårt att nå riktvärde för fosfor om 50 µg/l istället för målvärde om 150 µg/l. Högre reningsgrader än 40-70% går inte att nå med branschens vedertagna bästa möjliga teknik. Vidare har Kvillebäckens basflöde, dvs det flöde som rinner i bäcken även under torrperioder och som beror av inflöde av grundvatten, högre halter än 50 µg/l enligt beräkningarna i StormTac.

Vid sidan om frågan om halter pågår en diskussion om mängder. I VISS anges ett förbättringsbehov om 400 kg/år med avseende på fosfor. Ett antal åtgärder har föreslagits inom avrinningsområdet för att nå en motsvarande reduktion. Åtgärderna omfattar anpassade skyddszoner på åkermark, ekologiskt funktionella kantzoner vid Kvillebäcken, en våtmark för fosforretention, en våtmark för näringsretention samt åtgärdande av enskilda avlopp. Inga av förslagen är förlagda inom programområdet, och programförslaget bedöms inte motverka några av förslagen. Det bedöms heller inte som rimligt att anlägga vårmarker inom ett tätbebyggt område som Backaplan, som har dåliga hydrologiska förutsättningar för att kunna leda vatten till en våtmark.

För att säkerställa att god status uppnås i Kvillebäcken krävs ett helhetsgrepp, där en analys görs av kostnad och nytta för olika åtgärder på olika platser inom hela avrinningsområdet, och där hänsyn även tas till pågående och planerade förändringar. Ett sådant helhetsgrepp pågår i arbetet med att ta fram åtgärdsplaner för de 13 största recipienterna i Göteborg, där Kretslopp och Vatten samarbetar med miljöförvaltningen.

För att exakt kunna beräkna och beskriva påverkan av planförslaget på MKN i Kvillebäcken ska en analys göras av markanvändning och påverkanskällor inom avrinningsområdet, samt en modellering av hur halterna i dagvattenflödet påverkar halterna i recipienten. Detta kommer redovisas i ett separat PM om MKN.

Ett arbete pågår mellan förvaltningarna Kretslopp och Vatten, Stadsbyggnadskontoret och Miljöförvaltningen med att beskriva en arbetsgång för att enklare kunna bedöma möjligheten att uppnå MKN, där även en rimlighetsaspekt vägs in i omfattningen av utredningsarbetet och vilka rikt- och målvärden som är skäliga.

7.2 Flöden och fördröjningsvolym

Generellt bedöms fördröjningsvolymen kunna inrymmas inom de ytor som avsätts för rening inom programområdet.

De planerade exploateringarna kommer att medföra en reducerad flödesintensitet vid mindre regn, eftersom man skapar mer gröna ytor (mindre hårdgjort) och anläggningar

för fördröjning och rening kommer att bromsa flödet. Samtidigt bygger man ut dagvattenledningsnätet till modern standard med en avsevärt högre flödeskapacitet än tidigare. Regn med medellång återkomsttid (5-30 år) kommer därför att avledas mot recipient med högre intensitet än tidigare. Det totala avrinningsflödet kommer därför inte att påverkas nämnvärt jämfört med idag.

8 Referenser

Blecken, 2010. Biofiltration Technologies for Stormwater Quality Treatment. Luleå University of Technol. Department of Civil, Mining and Environmental Engineering., Luleå 2010. No. ISBN 978-91-7439-132-9.

Göteborgs Stad, 2012. Park och naturförvaltningen. Handlingsplan för knölnate Potamogeton trichoides i Göteborgs Stad.

Göteborgs Stad, Platzer, JPA, COOP, Balder, 2015. Struktur och färdplan för Backaplan.

Göteborgs Stad, 2016. Park och naturförvaltningen. Backaplan. PM utveckling av parker och allmänna platser.

Göteborgs stad, 2017. Reningskrav för dagvatten. 2017-03-02

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018. Marie Larsson. Klimatanpassning Backaplan, Strategi för högvatten och skyfall.

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018. Klimatanpassning Backaplan. Strategi för högvatten och skyfall.

Makepeace, D. K., Smith, D. W., & Stanley, S. J. (1995). Urban stormwater quality: Summary of contaminant data. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 25(2), 93-139.

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

Park och Naturförvaltningen, 2016. Backaplan PM – Utveckling av parker och allmänna platser.

Stockholm vatten och avfall, 2018. http://www.stockholmvattenochavfall.se/vatten-och-avlopp/avloppsvatten/dagvatten/

Ramböll, 2017. Trafikanalys Backaplan.

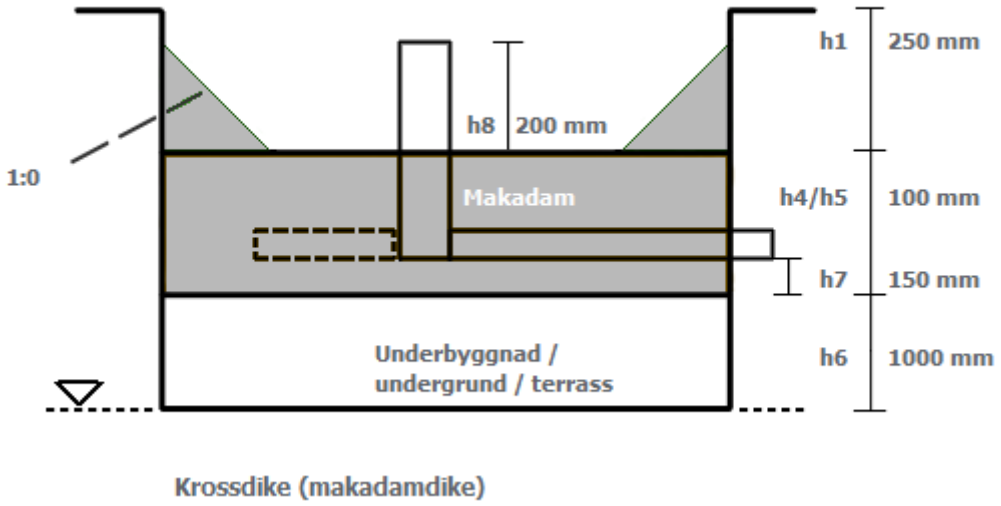
VISS, 2018. Vatteninformationssystem i Sverigehttp://viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx

Waschbusch, R., Selbig, W., & Bannerman, R. (1999). Sources of phosphorus in stormwater and street dirt from two urban residential basins in madison, wisconsin, 1994-95. (No. 99 –4021). Middleton, Wisconsin: U.S. Geological Survey.

Övrigt underlagsmaterial:

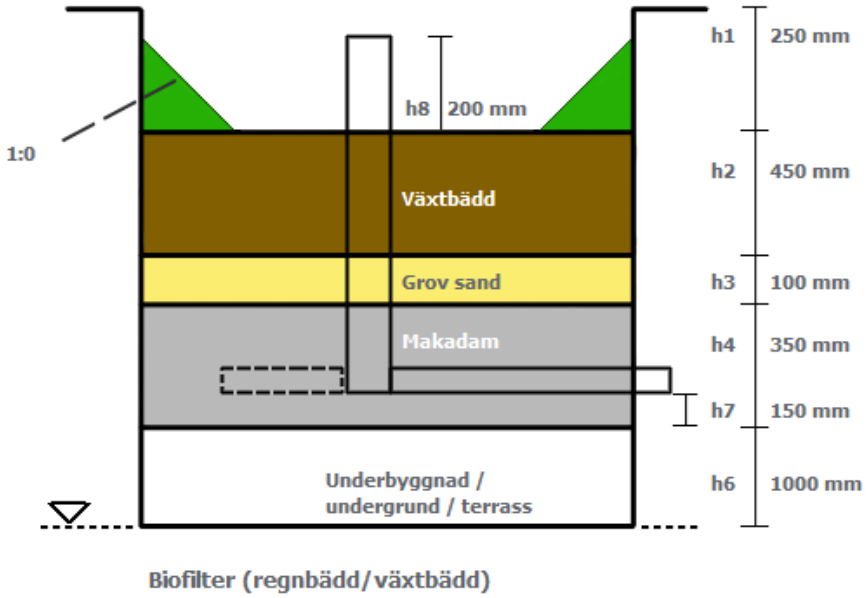
- Ledningskartor från Kretslopp och Vattens kartverktyg Solen.
- Digital grundkarta samt planillustration
- Länsstyrelsens WebbGIS
- SGUs kartverktyg
- Svenskt Vattens publikation P104, 105 och P110
- Platsbesök
- StormTac Web
- Scalgo Live

Bilaga 1 Utformning av reningsanläggningar i StormTac



Figur 23. Föreslagen utformning av krossdike

h1 = Tjocklek, tom yta
h2 = Tjocklek växtbädd
h3 = Tjocklek grov sand
h4 = Tjocklek makadam
h5 = Tjocklek skelettjord (0 för biofilter och krossdike)
h6 = Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass
h7 = Avstånd till vattengång dräneringsrör till undergrunden.



Figur 24. Föreslagen utformning av svackdike

h1 = Tjocklek, tom yta
h2 = Tjocklek växtbädd
h3 = Tjocklek grov sand
h4 = Tjocklek makadam
h5 = Tjocklek skelettjord (0 för biofilter och krossdike)
h6 = Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass
h7 = Avstånd till vattengång dräneringsrör till undergrunden.

Bilaga 2 – Dagvattenhalt per markanvändning

Tabell 14. Markanvändning före exploatering

Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 2 (ÅDT 9000)	140	2400	3.9	23	43	0.28	7.4	4.4	0.080	66000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 3 (ÅDT 3500)	150	2400	4.8	25	57	0.29	7.9	4.8	0.080	69000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 4 (ÅDT 70000)	160	2400	7.5	30	97	0.31	9.1	6.0	0.080	75000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 5 (ÅDT 10000)	180	2400	12	38	160	0.34	11	8.0	0.080	87000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 6 (ÅDT 25000)	200	2400	17	47	230	0.38	13	10	0.080	98000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 7 (ÅDT 50000)	240	2400	26	64	370	0.45	18	14	0.080	120000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Parkering	100	1100	30	40	140	0.45	15	15	0.050	140000
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	*nd*	*nd*	98000
Takyta	90	1800	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	*nd*	*nd*	*nd*	29000
Större parkeringsanläggningar och terminalområden	120	1300	38	44	180	0.67	17	5.2	0.11	200000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As	TOC	PCB 180
Väg 2 (ÅDT 9000)	780	0.16	0.011	2.4	21000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 3 (ÅDT 3500)	780	0.20	0.012	2.4	21000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 4 (ÅDT 70000)	790	0.32	0.015	2.4	22000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 5 (ÅDT 10000)	810	0.52	0.020	2.4	23000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 6 (ÅDT 25000)	830	0.72	0.025	2.4	24000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 7 (ÅDT 50000)	870	1.1	0.035	2.4	25000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Parkering	800	3.5	0.060	2.4	20000	0.0022
SD	290	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Takyta	0	0.44	0.010	3.0	9000	0.0022
SD	*nd*	*nd*	75	*nd*	*nd*	*nd*
Större parkeringsanläggningar och terminalområden	920	1.9	0.068	3.0	20000	0.0022
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Blandat grönområde	170	0	0	3.0	9000	0.0013
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Grusyta	96	1.7	0.010	3.0	20000	0.0022
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*

Klassificering av osäkerhet | Hög säkerhet | Medel säkerhet | Låg säkerhet

Tabell 15. Markanvändning efter exploatering

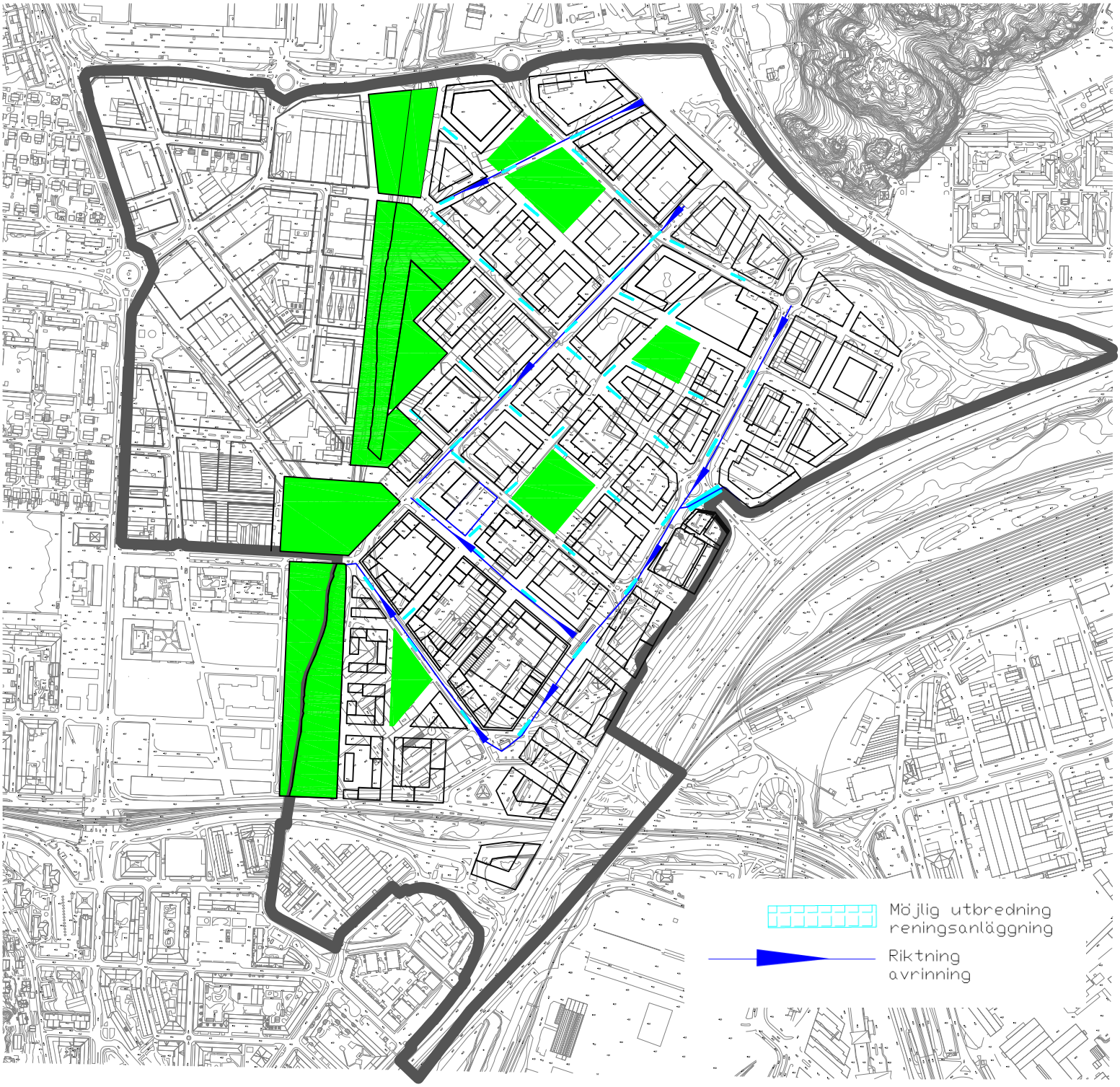
Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1 (ÅDT 5000)	140	2400	3.0	21	30	0.27	7.0	4.0	0.080	64000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 2 (ÅDT 9000)	140	2400	3.9	23	43	0.28	7.4	4.4	0.080	66000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 3 (ÅDT 3500)	150	2400	4.8	25	57	0.29	7.9	4.8	0.080	69000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Väg 4 (ÅDT 70000)	160	2400	7.5	30	97	0.31	9.1	6.0	0.080	75000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Flerfamiljshusområde	300	1600	15	30	100	0.70	12	9.0	0.025	70000
SD	79	510	82	160	130	0.31	5.2	5.1	0.097	60000
Centrumområde	280	1900	20	22	140	1.0	5.0	8.5	0.050	100000
SD	150	770	81	37	120	0.090	9.9	1.5	*nd*	340000
Parkmark	120	1200	6.0	11	25	0.30	3.0	2.0	0.020	24000
SD	92	3400	4.5	5.0	33	0.29	1.2	*nd*	*nd*	17000
Kontorsområde	250	1500	30	30	140	0.90	13	7.0	0.10	100000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	As	TOC	PCB 180
Väg 1 (ÅDT 5000)	770	0.12	0.010	2.4	21000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 2 (ÅDT 9000)	780	0.16	0.011	2.4	21000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 3 (ÅDT 3500)	780	0.20	0.012	2.4	21000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Väg 4 (ÅDT 70000)	790	0.32	0.015	2.4	22000	0.0022
SD	1300	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Flerfamiljshusområde	700	0.60	0.050	3.0	20000	0.0022
SD	1800	1.3	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Centrumområde	1500	0.60	0.10	2.4	24000	0.0022
SD	1900	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Parkmark	300	0	0	4.0	8000	0.0022
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Kontorsområde	1300	1.0	0.15	4.0	4000	0.0022
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*

Klassificering av osäkerhet | Hög säkerhet | Medel säkerhet | Låg säkerhet

Bilaga 3 – Översikt av typiska ytbehov inom allmänplatsmark för dagvattenreningsanläggningar inom programområdet



PM alternativ hantering av trafikdagvatten i samband med omvandling av Backaplan

2019-03, Helena Frohm och Lina Ekholm

Bakgrund

Kretslopp och vatten har på uppdrag av Stadsbyggnadskontoret tagit fram en dagvattenutredning till ett nytt planprogram för området runt Backaplan. Utredningen visualiserade en möjlig lösning för dagvattenrening med mindre underjordiska anläggningar direkt i gatumiljön och erforderliga ytor för dessa. I samrådsskedet för planprogram Backaplan har Trafikkontoret efterfrågat alternativa lösningar för rening av trafikdagvatten. Detta PM redovisar möjligheter att samla vatten till en eller ett fåtal anläggningar som kan ersätta det större antal som tidigare är utrett. Utredningen och detta PM är tänkt att nyttjas i kommande dagvattenutredningar till detaljplaner i området.

Begränsningar

I huvudsak ska alternativ lösning för vatten från trafikerade ytor inom DP 2 och DP 3 i Planprogram för Backaplan beaktas. Planeringen inom DP 1 är relativt långt gången och svårare att ändra. Området väster om Kvillebäcken har kombinerat avloppssystem som i dagsläget inte är planerat att separeras. Södra delen av programområdet omfattas av GFS Hjalmar Brantingsboulevarden där dagvattenfrågor innefattas.

Utgångspunkten är att anläggningarna placeras i parkmark – stadsparken längs med Kvillebäcken och/eller i bostadsnära parker. Parkytorna emellan kvarteren ligger generellt på hög nivå enligt planerad höjdsättning, vilket medför att fördröjning i öppna system i parkerna inte är möjligt.

Uppslag som utretts som vi inte gått vidare med

- En idé som kom upp tidigt i utredningsarbetet var att leda allt vatten från Backaplan öster om Kvillebäcken till område inom Hjalmar Brantingsstråket. En snabb överslagsberäkning utfördes baserad på föreslagna marknivåer på ca +2,5 i Backaplans norra delar. En dagvattenledning med mindre dimension bedöms behöva läggas i 10‰, vilket innebär ett fall på 1m/100m ledning. Backaplansområdet som helhet är så stort att längsta rinnsträcka skulle bli över 1000 m, vilket innebär att man hamnar för djupt för att koppla på KoV:s ledning på nivå -4,6 söder om Hjalmar Brantingsstråket. Slutsatsen är att en samlad lösning för hela Backaplan placerad i Hjalmar Brantingsstråket och som är baserat på självfall mot befintlig ledning inte är möjlig. En längsta rinnsträcka på i storleksordningen 500m, men ett totalt fall på 5 meter bedöms som rimlig. Det innebär att de sydöstra delarna skulle kunna avvattnas mot Hjalmarbrantingsstråket. Dagvattenpumparna i Herkulesgatans pumpstation ska enligt uppgift ha god kapacitet, nyttjas även för bräddpump vid kraftiga regn. Dagvattenledningens sista sträcka in mot Herkulesgatan har en spillvattenledning

inne i sig som gör kapaciteten svårbedömd. Systemet ligger dessutom så djupt att det står dämt. Om man väljer att nyttja systemet för ytterligare belastning behöver en kapacitetsutredning göras för delarna av dagvattensystemet närmast Herkulesgatan. Systemet ingår inte i de delar som i dagsläget föreslås läggas om för ny exploatering längs Hjalmar Brantingsstråket. Förslaget kan utredas vidare i kommande arbete med detaljplaner för Backaplan och Frihamnen.

- I samband med arbetet med GFS Hjalmar Brantingsboulevarden har en pumpstation som avvattnar en befintlig lågpunkt identifierats. TK:s pumpstation pumpar vatten till en ledning ägd av TRV som mynnar in KoV:s dagvattenledning, vilken mynnar i Herkulesgatans pumpstation. Därifrån pumpas vattnet vidare till en hamnbassäng i Frihamnen. Om man låter dagvattnet avrinna den vägen skulle det innebära att man inte belastar Kvillebäcken med föroreningar från dagvatten från aktuellt delflöde. Dock kräver det dubbla pumpinsatser, vilket är negativt ur andra miljöaspekter. Förslaget är inte utrett vidare.

- Där det är möjligt är alltid självfallslösningar för dagvattenavledning att föredra. Diskussioner om att avleda vatten via lågpunkt i Hjalmar Brantingsboulevarden har därför förekommit. Nivåer för vägar och spår i stråket är fastställt och lägsta punkt (-1,2 i Hamnbanan) ligger dock för lågt för att medge självfallslösning hela vägen ut i en av Frihamnens hamnbassänger.

- KoV och TK finns med på avstämning av konsultens föreslagna principlösningar för dagvattenhantering inom Hjalmar Brantingsboulevard (GFS-arbete). I samband med detta har en yta inom ramp till Lundbyleden i anslutning till befintlig pumpstation, där vatten skulle kunna fördröjas/renas i öppet eller slutet magasin identifierats. Marken ser inte ut att vara planerad för annat nyttjande. Förslaget kan utredas vidare i kommande arbete med detaljplaner för Backaplan och Frihamnen. Inom GFS-arbetet kommer man att försöka skapa utrymme för en större samlad lösning, förslagsvis en EcoVault i anslutning till befintlig pumpstation som alternativ till rening direkt vid vägbana. Information från GFS Hjalmar Brantingsboulevarden kommer att bli värdefull i kommande utredningsarbete.

Reningskrav och volymer som ska behandlas

Eftersom varje fastighet ansvarar för att följa de renings- och fördröjningskrav som Göteborgs Stad ställer på kvartersmark behandlas i detta avsnitt endast de delflöden som genereras av trafikdagvatten på programområdet. Vi flödesberäkning har höjdsättning antagits enligt det förslag som presenterades i dagvattenutredningen. Vid beräkning av trafikdagvattenflöde/volym har området delats in en sydlig del och en nordlig del. Uppdelningen av en nordlig och sydlig del av planområdet kommer till följd av kunna uppskatta var två större renings- och fördröjningsanläggningar skulle kunna placeras med hänsyn till höjdsättningen. Den södra delen omfattar en area *(A)* ca. 5,55 ha (DP 2 och delar av DP3) och den norra delen omfattar ca 2,83 ha (Resten av DP3 och norra delar av DP2). Gatorna som avses är markerade som lila fält i Figur 1 nedan.

Figur 1 Gator som antagits vid trafikdagvattenberäkningar är markerade med lila fält. Blå markering avser principiell utbredning av dagvattenanläggningar längs med Deltavägen, Swedenborgsgatan och Backavägen. Dagvattnet leds mot Kvillebäcken i höjd med korsningen mellan Deltavägen och Swedenborgsgatan.

Reningskrav

En förutsättning för den här utredningen är att föreslagna lösningar minst ska klara grundkraven som innebär en ickeförsämring av miljökvalitet i recipienten, men gärna högre ställda krav om det är möjligt.

Minst 20 mm nederbörd behöver renas från området för att möjliggöra att man uppnår miljökvalitetsnormen i recipienten (Kvillebäcken). Eftersom typ av anläggning och därmed kapacitet (l/s) för reningen inte är fastställd antas att hela 20 mm behöver kunna fördröjas inför rening. Detta innebär att det södra området behöver kunna fördröja ca 900 m^3 och det norra området ca 450 m^3.

Förslag till möjliga lösningar

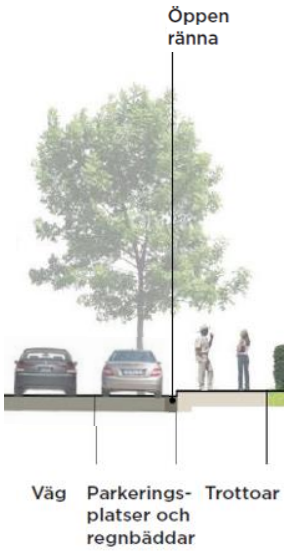
Ett antal förslag presenteras nedan. Eftersom området är så stort blir det missvisande att förorda ett universalförslag för hela området. Listan nedan får i stället ses som en verktygslåda för kommande dagvattenutredningar till detaljplanerna. Diskussion om vilka lösningar som förordas och varför finns i kapitlet Slutsats och rekommendationer nedan.

Förslagen har delats upp i två huvudkategorier, A respektive B.

A) Anläggningar som renar direkt i vägområdet med avvattning mot allmän dagvattenledning. Anläggningarna strävar efter att hållas så ytliga som möjliga och kräver därför inte pumpning. Anläggningarnas antal och storlek bestäms av gatusektionen men långa, kontinuerliga lösningar eftersträvas.

Alternativ A1

Vattnet leds med självfall längs markytan och renas i växtbäddar (där trädrad/plantering/gräsbeklädd refug finns att tillgå) med dränering till allmän dagvattenledning i gata. Alternativ A1 innebär en lösning med ett antal relativt stora, multifunktionella lösningar i kombination med trädrad/plantering utmed Deltavägen, Backavägen och Swedenborgsgatan. Anläggningarna ska göras tillräckligt stora för att ta hand om allt dagvatten längs med gatusektionerna. För illustration se Figur 2. I kostnadsberäkningen har vi utgått ifrån växtbäddar som är 100 m^2 stora.



Figur 2 Principskiss av öppen ränna längs med körbanan där en ytlig växtbädd nyttjas för rening av dagvattnet.

Alternativ A2

Vattnet leds med självfall längs markytan och vidare till kassetter under GC-väg som är kombinerade med filter. Alternativ A2 används på de gator där gaturummet är mer begränsat och ingen växtbädd finns att tillgå. Det är en variant av A1, där vatten tillåts rinna längsmed kantsten i anvisning/ränndal invid gräns mellan gata och GC-bana eller motsvarande i vägens längdfall, se bild nedan. När man inte längre kan hålla vattnet ”i dagen” vid lågpunkter och/eller korsningar fördröjs det i rör- eller kassettmagasin kombinerade med filter, typ Hydrofilter eller motsvarande. Magasinen kan placeras under GC-väg. Storleken på den här anläggningstypen varierar beroende på naturligt fall i gatan.

Figur 3 Principskiss av en öppen ränna längs med körbanan och kassetter som placeras under intilliggande GC-väg.

B) Större samlande anläggningar som kommer att kräva pumpstation och/eller lösning med stigarledning för att nivåmässigt kunna nå recipient. Lösningarna kräver att man lägger dubbla ledningssystem till anläggning för att inte blanda redan renat och fördröjt vatten från kvartersmarken med ett mer förorenat från gatumiljön. Anläggningarna placeras i parkytan vid Kvillebäcken.

Alternativ B1
Ny ledning med dimension 800 mm för fördröjning av dagvatten i gatan utmed Deltavägen, Backavägen och Swedenborgsgatan/alternativt kassettmagasin i samma läge. Mindre dimensioner på ledningsnät för transport i övriga gator. Ledningarna ansluts till filter/magasin och pump vid parken längsmed Kvillebäcken på ett eller två ställen.

Filterbrunn typ Hydrofilter har i sitt minsta utförande, 1000mm, en kapacitet om ca 10-12 l/s. För att anlägga minsta möjliga pumpstation kan det vara lämpligt med denna. Om man i stället kan få till en lösning med stigarledning ut i Kvillebäcken kan en större filteranläggning med högre kapacitet, upp till 2000mm, vara aktuell. Det skulle minska behovet av fördröjning.

Filteranläggning och pumpstation samt spolbrunnar för fördröjningsmagasin måste vara tillgängliga för fordon.

Alternativ B2
Ett separat ledningsnät för dagvatten från trafikytorna byggs parallellt med övrigt VA-nät. Fördröjning i rörmagasin eller kassettmagasin i parkmiljö. Ledningarna ansluts till ett filter/magasin och pump vid parken längsmed Kvillebäcken.

Om anläggning i park, t ex kassetter kan ytan planteras med buskar och gräs, nyttjas som lekplats eller andra anläggningar. Träd och fundament måste samplaneras med anläggningen så att man vid behov ”bygger runt”. Med gott samarbete kan vi få till nödvändig fördröjningskapacitet med fullgod parkfunktion. Vi ser det som helt nödvändigt eftersom parkmarken är så starkt begränsad i området.

Kostnadsbedömning

Kostnader kopplat till de föreslagna dagvattenlösningarna är mycket osäkra och skall framförallt ses som en indikation på hur olika lösningar förhåller sig till varandra. De dagvattenlösningar som föreslås i alternativ A medför en kostnad om ca 5 miljoner kronor. Dagvattenlösningarna som föreslås i alternativ B är mer kostsamma då de kräver separata dagvattensystem för kvartersmark och gatumark, kräver pumpning och användning av filterbrunnar. Lösningarna i alternativ B medför en kostnad om ca 10-15 miljoner kronor. En mer detaljerad kostnadsuppskattning föreslås tas fram i senare skeden.

Slutsats och rekommendationer

För att skapa system med endast en eller två reningsanläggningar krävs dels att man bygger dubbla system för transport av dagvatten, dels att vattnet pumpas eftersom transportvägarna är så långa. Även om det är praktiskt genomförbart att bygga system enligt kategori B ovan kräver det kostsamma investeringar med extra materialåtgång, stora samlade arealer för fördröjning och tekniska system att underhålla. Dessutom skulle relativt stora delar av parkmarken där man anlägger fördröjningsmagasin riskera att få vissa restriktioner gällande fundament och trädplantering om man inte lyckas anpassa magasinens läge tillräckligt.

Eftersom planprogramsområdet är så stort med delvis olika förutsättningar är slutsatsen att en kombination av förslagen i kategori A, anpassade till aktuella gatusektioner skapar större nytta till lägre kostnad. Förslagen som redovisas här kommer att kunna nyttjas vidare i kommande utredningar i detaljplaneskedet Kostnaderna för anläggningarna kommer att bero mycket på hur många de blir. Vidare diskussioner kring det måste hållas i GFS-skede då man kan jämka samtliga nödvändiga hänsyn på ett tydligare sätt.