



Göteborgs Stad

Dagvattenutredning för detaljplan för bostäder, verksamheter och Västlänkens uppgång norr om Nordstan

Dagvattenutredning för detaljplan för bostäder, verksamheter och Västlänkens uppgång norr om Nordstan

PM

Datum	2017-02-13
Uppdragsnummer	1320024803
Utgåva/Status	UTKAST

Lena Sjögren
Uppdragsledare

Axel Sahlin
Handläggare

Patrik Gliveson
Granskare

Ramboll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax

Sammanfattning

En detaljplan ska upprättas för området mellan Götaleden och Nordstan i Centrala Göteborg. Planområdet omfattar cirka 4 hektar av centrala Göteborg och marken ägs av Göteborgs Stad. Syftet med dagvattenutredningen är att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet med hänsyn till planerad byggnation. Marken består idag till största delen av hårdgjorda trafikytor. Inom planområdet föreslås att nya kvarter byggs upp i anslutning till den nya bron över Göta älv samtidigt som en ny boulevard ska byggas och ansluta Västra Sjöfarten med Bergslagsgatan. I väst kommer en ny hållplats för bussar och spårvagnar att upprättas på det tänkta torget norr om boulevarden.

Som förslag på dagvattenhanteringen i området föreslås att kvartersmarken tar genomför sin fördröjning och rening av dagvatten på byggnaderna antingen genom ytliga magasin och översilningsytor på innergårdar eller på gröna tak. Den allmänna platsmarken föreslås fördröja och rena sitt vatten genom dagvattenbrunnar sandfång och rörmagasin då enkel rening behövs, och med makadammagasin då rening krävs enligt Miljöförvaltningen. Alternativ lösning för att uppnå målen för rening av dagvatten från de hårt trafikerade gatorna kan vara filterbrunnar.

Inom planområdet finns två avrinningsområden, norr och söder, som uppkommer av Västlänken som förhindrar att vatten leds under boulevarden inom planområdet. Centralt i planområdet är en höjdpunkt där Västlänkens uppgång är planerad för att ge plats till ett mellanplan innan perrongerna underjord. Anslutningen till torget i väst är planerad på ett sådant sätt att torget hamnar högre än boulevarden.

Inom planområdet finns det inga platser som är lämpliga för att omhändertagande av skyfall. Det går att i viss mån möjliggöra att boulevarden används för att skyfallshandling och en eventuell lösning kan vara låta Hamntorgsgatan leda vattnet ifrån planområdet norrut över Götaleden. Skyfallsfrågan är ett problem som kräver ett helhetsgrepp där planerade markhöjder och etapputbyggnader studeras för hela centralen området.

Med de reningsmetoder som beräknats kommer de mindre föroreningsbelastade gatorna, endast klara målvärdena och när inte riktvärdena för Kvicksilver, TBT och PCB7. De mer föroreningsbelastade gatorna, Boulevarden och Stadstjänaregatan, klarar samtliga målvärden samt riktvärden för resterande ämnen. För kvartersmark klaras kraven (målvärden och resterande riktvärden) för samtliga ämnen då ytligfördröjning används som reningsmetod. Med rening med gröna tak klarar kvartersmarken inte gränserna för fosfor, kväve, kadmium, TBT, TOC, och PCB7.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte.....	1
1.2	Uppdraget.....	1
2.	Förutsättningar	1
2.1	Riktlinjer för dagvattenhantering.....	1
2.2	Koordinat- och höjdsystem	2
2.3	Underlag och källor	2
2.4	Befintliga förhållanden.....	2
2.4.1	Planområdet idag	2
2.4.2	Topografi och markslag	4
2.4.3	Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi	5
2.4.4	Befintlig avvattning & ledningar.....	5
2.4.5	MKN och naturvärden	7
3.	Framtida förhållanden	8
3.1	Planområdets föreslagna utformning.....	8
3.2	Skydd mot stigande vattennivå.....	10
3.3	Västlänken	10
3.4	Planerade marknivåer	11
3.5	Planerade åtgärder för dagvattenhantering i området	12
3.6	Trafik	12
3.7	Reningskrav och behov av reningsanläggningar	14
3.7.1	Enkel rening	15
3.7.2	Rening.....	15
3.8	Reningsanläggning för Hisingsbron.....	15
4.	Föreslagen dagvattenhantering.....	16
4.1	Struktur/princip för dagvattenhanteringen	16
4.2	Avrinningsområden.....	16
4.3	Flöden och fördröjningsvolymmer	17
4.4	Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhanteringen.....	20
4.4.1	Dagvattenhantering på kvartersmark	20
4.4.2	Dagvattenhantering på allmän platsmark.....	23
4.5	Konsekvenser av extrem nederbörd och höjda vattennivåer.....	28
5.	Föroreningsberäkningar	31
5.1	Föroreningsberäkningar befintlig situation.....	32

5.2	Rening av dagvatten	35
5.3	Föroreningsberäkningar föreslagen dagvattenhantering	35
5.3.1	Allmän platsmark: Områden A1 och A2	36
5.3.2	Kvartersmark: Kvarter K1 till K2	38
5.4	Slutsats	41
6.	Investeringskostnader/kostnadsbedömning	41
7.	Drift- och underhållsaspekter	42
1.	Bilaga 1 – Fördröjningsvolym	
2.	Bilaga 2 – Möjliga avledningsstråk	

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

En detaljplan ska upprättas för området mellan Götaleden och Nordstan i Centrala Göteborg. Syftet med planen är att säkerställa de västra uppgångarna för Västlänkens Station Centralen samt studera och planera stadsrummen och kvarteren i området.

1.2 Uppdraget

Ramböll Sverige AB har fått i uppdrag av stadsbyggnadskontoret att utföra en dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet med hänsyn till planerad byggnation och utföra föroreningsberäkningar samt ta fram kostnader för investering och drift.

2. Förutsättningar

2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Policy, riktlinjer och funktionskrav från kommunen eller miljömyndigheten gällande dagvattenhantering kan exempelvis innehålla uppgifter som berör:

- Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipienten.
- Användning av LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten)
- Flöden efter exploatering ska beräknas med klimatfaktor 1,25 för hänsyn till framtida klimat.
- Fördröjning inom fastighet kan ske enligt Göteborgs stads riktlinjer med volym motsvarande 10 mm nederbörd per kvm hårdgjord yta.
- Ledningsnätet inom område ska klara av att ta hand om ett 10-årsregn och trycknivån ska först nå marknivå vid ett 30-årsregn enligt P110.
- Planområdet ska kunna klara av ett regn med 100-årsåterkomsttid på 100-års sikt.
- Byggnader ska placeras i höjdparter och grönytor i lågstråk.
- Höjdsättning av området ska genomföras på sådant sätt att vattnet ytligt kan avledas vid större regn.

Göteborg ställer krav på rening av dagvatten innan det släpps ut i recipienten beroende på recipientens känslighet. Riktvärden har tagits fram av Miljöförvaltningen som ska följas då recipienten är mycket känslig. För övriga recipienter har Kretslopp och Vatten tagit fram målvärden för 6 stycken av ämnena som man ansett inte behöver tas om hand om i lika stor utsträckning. För att underlätta vad för rening som behövs har Göteborg stad tagit fram ett PM,

"Reningskrav för dagvatten", som hjälper till och klargör vad för typ av rening som behövs för olika markanvändningsområden.

För beräkningarna har regn från Dahlström 2010 använts.

Recipient är Göta älv som väster om planområdet har nivå; LLW -1,11, MLW -0,60, MW+0,01, MHW+0,92 och HHW-1,69.

2.2 Koordinat- och höjdsystem

Ritningar är utförda i koordinatsystemet SWEREF 99 12 00 och höjdsystemet RH2000.

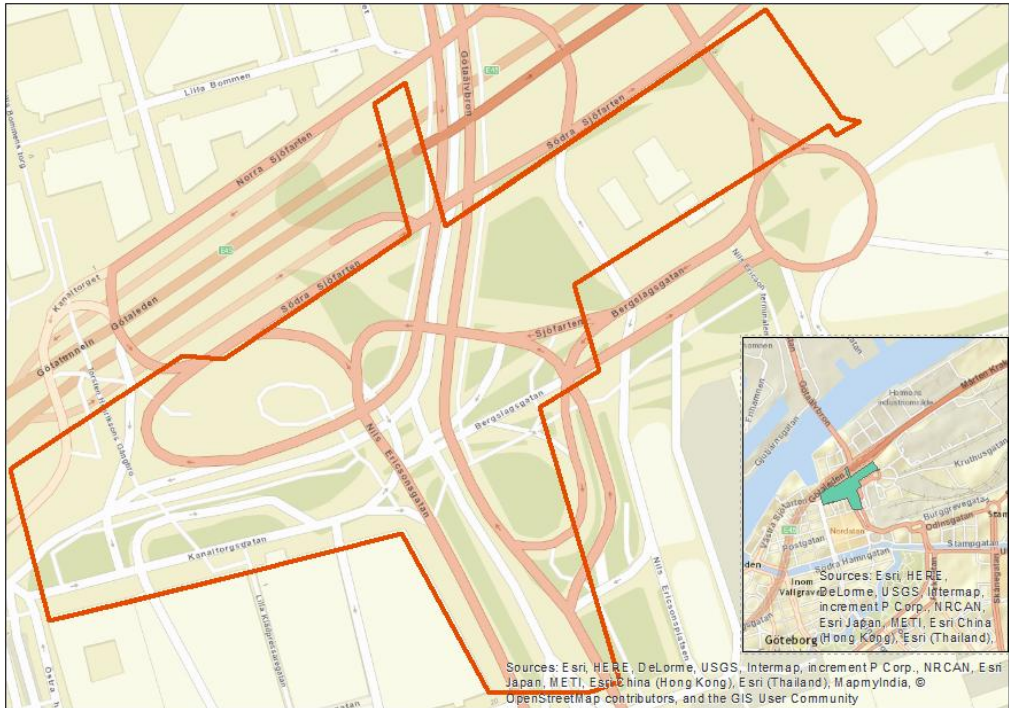
2.3 Underlag och källor

- Grundkarta, erhållen 2016-11-07, Stadsbyggnadskontoret
- Marktäckning över Västlänken, erhållen 2016-11-07, Stadsbyggnadskontoret Göteborg
- Trafikprognos, erhållen 2016-11-07, Stadsbyggnadskontoret Göteborg
- Illustrationsbild i 3D, erhållen 2016-11-07, Stadsbyggnadskontoret Göteborg
- 3D-illustrationer i nya vinklar, erhållna 2016-12-02, Stadsbyggnadskontoret
- Kringliggande dagvattenutredningar, erhållna 2016-11-09, Göteborg stads hemsida
- Plankarta, skiss utförd 2016-12-05, Stadsbyggnadskontoret Göteborg
- Västlänken, Station Centralen, Inom stadsdelen Gullbergsvass, Geoteknisk utredning för detaljplan, utförd 2014-05-05, Sweco på uppdrag av Stadsbyggnadskontoret Göteborg
- Uppdaterad bild över uppgångar ifrån Västlänken, utförd 2016-11-29, Stadsbyggnadskontoret Göteborg.
- Höjddata som punktmoln, erhållen 2016-11-21, Stadsbyggnadskontoret Göteborg
- PM – Delområdesbeskrivning Klimatrisker Södra Älvstranden – arbetsmaterial 150513
- Bygghandling Hisingsbron, daterad 2016-09-03, COWI

2.4 Befintliga förhållanden

2.4.1 Planområdet idag

Planområdet omfattar cirka 4 hektar av centrala Göteborg och marken ägs av Göteborgs Stad. Planområdet sträcker sig längs Götaledens södra sida mellan Kanaltorget och Regionens hus vilket kan ses i Figur 1. I söder sträcker sig planområdet till Nordstan och ner mellan Nils Ericson Terminalen och Nordstan. I öster fanns det tidigare en bensinmack som idag är riven. Området används istället som upplagsplats för byggnationen nordöst om planområdet.



Figur 1. Översikt över planområdet idag.

I Figur 2 visas de angränsande detaljplanerna. Detaljplanen "Överdäckning av Götaleden" ansluter till planområdet i nordöst (Blått område i figuren). Detaljplanen "Regionens hus" ansluter till planområdet öster om Stadstjänaregatan (rött område i figuren). Detaljplanen "Västlänkens Station Centralen" ansluter till planområdet öster om planområdet (grönt område i figuren). "Gullbergsvass 14:5" (gult område i figuren) ligger inte i direkt anslutning till planområdet utan söder om "Västlänkens Station Centralen" och öster om Nils Ericsons terminal.



Figur 2. Visar angränsande detaljsplaners ungefärliga utsträckning.

2.4.2

Topografi och markslag

Marken består idag till största delen av hårdgjorda trafikytor. Området är i stort flackt men har en hel del lokala höjdskillnader i marknivå. Skillnaderna skapas av gatorna i området som ansluter till Götaälvbron, infarter till Nordstan och Götaleden. Götaälvbron går från höjden +9,6 ner till marknivån +2,4 i botten på rampen väster ut och till marknivån +3,0 för rampen som går söder ut. Marknivån runt Nordstan ligger lägre, vilket kan ses i Figur 3, med marknivåer så lågt som +1,3 norr om byggnaden. Området öster om Nordstan går från en marknivå av +1,9 vid det nordvästra hörnet av byggnaden till +3,0 vid planområdets södra gräns. Området nordväst om rampen har marknivåer som varierar mellan +2,1 och +2,7.



Figur 3. Topografisk karta över området. Gröna färger betyder högre än +2,8 och rött är lägre +2,8. Varje nyans är +0,2 i höjdskillnad, Grönast är höjder över +3,4 och rödast är under +2. +2,8 är planeringsnivå för byggnader och anläggning nödvändig för byggnadsfunktion, avseende översvämningsrisker hav, enligt tematiskt tillägg för översvämningsrisker.

2.4.3

Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi

Ingen geoteknisk utredning har gjorts för det aktuella området. Däremot utfördes en geoteknisk undersökning i samband med detaljplanen för Centralen, vilket är ett angränsande planområde. Förhållandena antas vara liknande för området i denna utredning. Jordlagren inom planområdet utgörs överst av fyllnadsmassor som följs av lera till stort djup som vilar på friktionsjord ovan berg. Fyllnadsmäktigheterna är generellt ca 2,5-3 m och mätningar i fyllnadsmassorna visar på att grundvattennivån ligger på nivåerna +0,5 till + 1,5 i ett så kallat övremagasin ovan lerlagret. Det är till detta lager som ytvattnet infiltrerar och samspelar med. Närheten till Göta älv innebär att grundvattennivån beror av vattenståndet i älven.

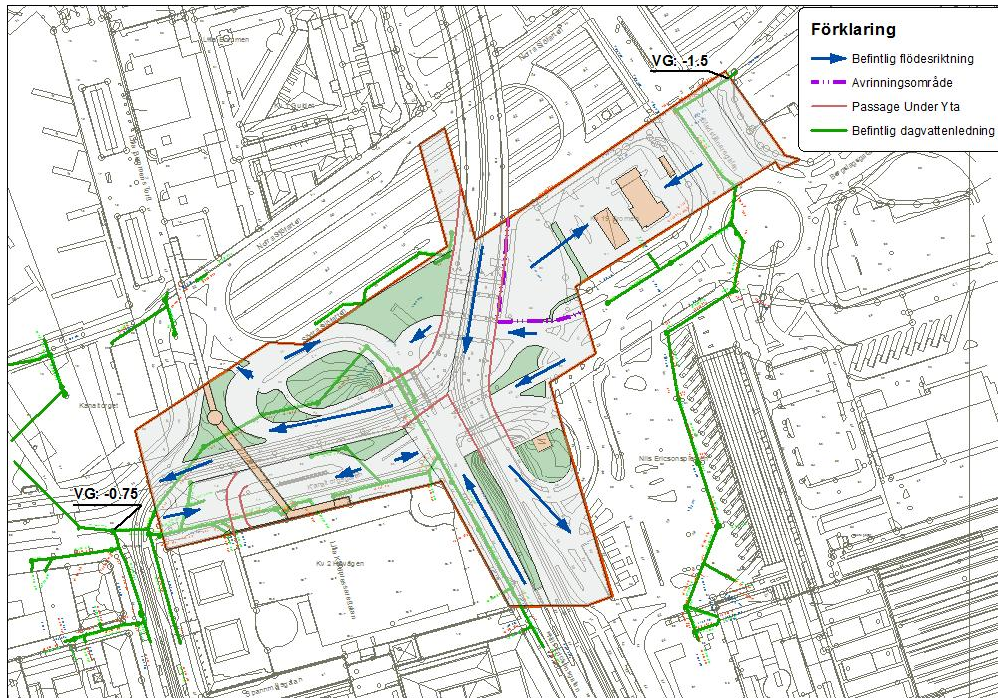
Inom området förekommer förorenade områden. I samband med nyexploateringen kommer dessa massor att bytas ut.

2.4.4

Befintlig avvattning & ledningar

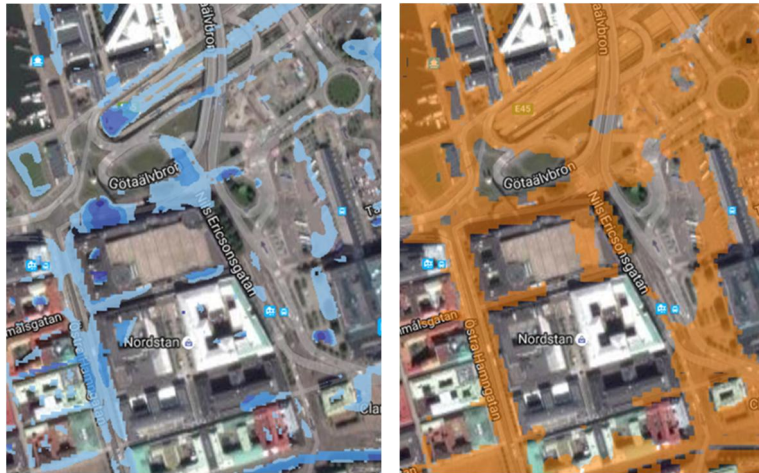
Det befintliga VA-systemet i planområdet består av dagvattenledningar, spillvattenledningar och dricksvattenledningar. Dagvattenhanteringen är uppdelad i huvudsak i två avrinningsområden som visas i Figur 4. Dagvattenledningarna väster om Nils Ericsonsgatan leds åt nordväst och avvattnas västerut i en 1800 mm betongledning som passerar över Götatunneln på en nivå av -0,75. Öster om Nils Ericsonsgatan avvattnas området åt nordöst via en ledning med dimensionen 600

som har sin vattengång på nivån -1,5. Allmänt VA-ledningsnät finns till största delen utbyggt under Nils Ericsonsgatan direkt öster om Nordstan, samt i Södra Sjöfarten och Mårten Krakowgatan i planområdets norra delar.



Figur 4. Visar befintlig dagvattenhantering.

Inom planområdet finns två lågpunkter som kan ses i vänstra bilden i Figur 5. Lågpunkterna översvämmas och begränsar framkomligheten i området vid skyfall. Bilden till höger visar att större delen av området idag översvämmas vid högvattennivån i Göta älv som är högre än +2,65.



Figur 5. Vänster bild visar översvämningen vid ett 100 årsregn, högerbild visar översvämningen vid högvattnet med 200 års återkomsttid i Göta älv år 2100 (+2,65).

2.4.5

MKN och naturvärden

Inom planområdet finns en trädrad som ska bevaras i så stor omfattning som möjligt eftersom den har natur- och kulturvärde.

Planområdet avvattnas idag genom att dagvattnet leds till recipienten Göta Älv. Göta Älv klassas enligt länsstyrelsen till att ha "God kemisk ytvattenstatus" med undantag för kvicksilver och Polybromerade difenyletrar (PBDE) som överskrider för samtliga vattendrag i Sverige. Recipienten uppnår dock ej heller god status för Tributyltennföreningar, vars gränsvärde överskrider i älvens bottensediment. God status uppnås ej heller för Bromerad difenyleter, där bedömningen att bestämda gränsvärden överskrider baseras på en nationell extrapolering. Halterna av ovan nämnda ämnen och övriga föroreningsämnen får inte öka i recipienten.

Göta Älv är av Miljöförvaltningen klassad som mindre känslig söder om intaget. Med användning av matrisen i Tabell 1 som presenteras i PM:et "Reningskrav för Dagvatten" kommer ingen omfattande rening behövas. Eftersom recipienten är mindre känslig behövs bara Kretslopps och vattens målvärden för ämnena Fosfor (P), Kväve (N), Koppar (Cu), Zink (Zn), Suspenderat material (SS) och TOC uppnås efter rening. Idag förekommer alla graderingar av belastning inom planområdet.

Tabell 1. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen och Grön visar den känslighet som recipienten har. Tabell tagen ifrån PM: et "Reningskrav för Dagvatten" Kretslopp och Vatten 2016-10-31.

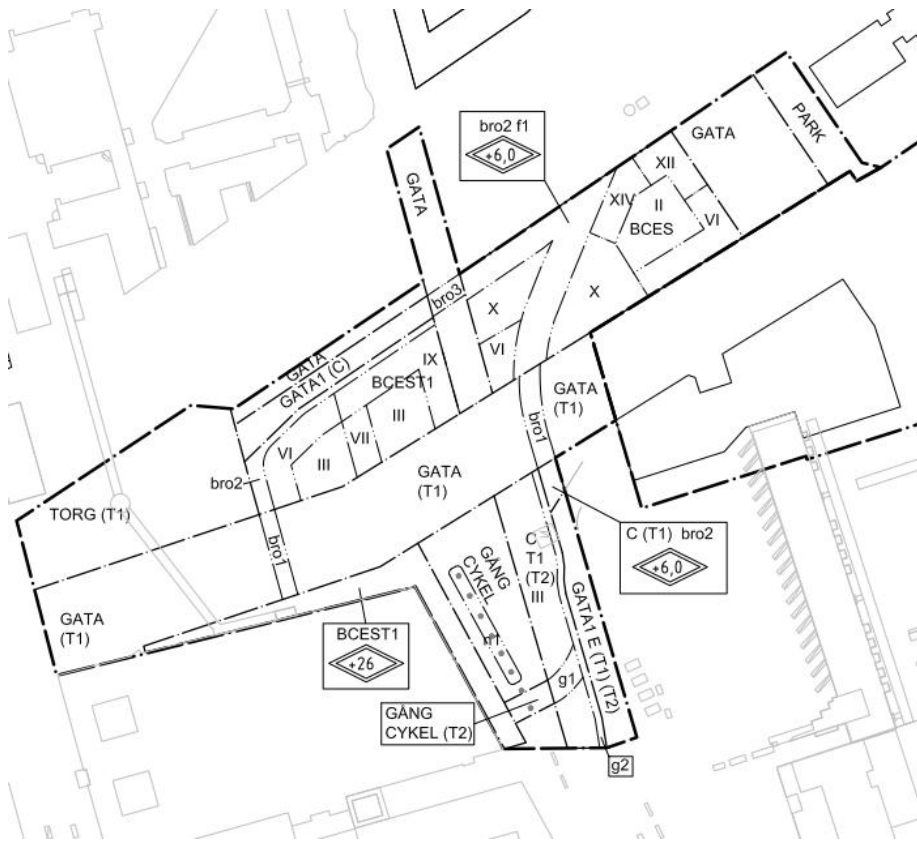
Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning

3. Framtida förhållanden

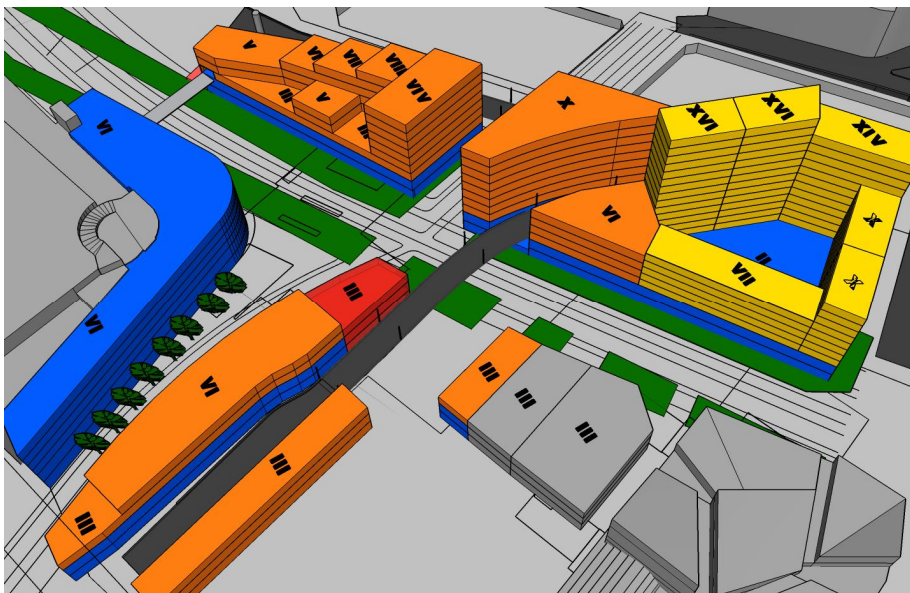
3.1

Planområdets föreslagna utformning

Inom planområdet föreslås att nya kvarter byggs upp i anslutning till den nya bron över Göta älv och att en ny boulevard byggs och ansluter mot Västra Sjöfarten och Bergslagsgatan. I Figur 6 visas en skiss över plankartan. Nordstan kommer att utvidgas något och flertalet flervåningshus kommer att byggas norr om den nya boulevarden vilket kan ses i illustrationen i Figur 7. I väst på det planerade torget, norr om boulevarden i anslutning till Hisingsbron kommer en ny hållplats för bussar och spårvagnar att upprättas. Den nya hållplatsen och Hisingsbrons västra ramp ingår i Hisingsbrons handlingar och kommer att projekteras i det uppdraget.

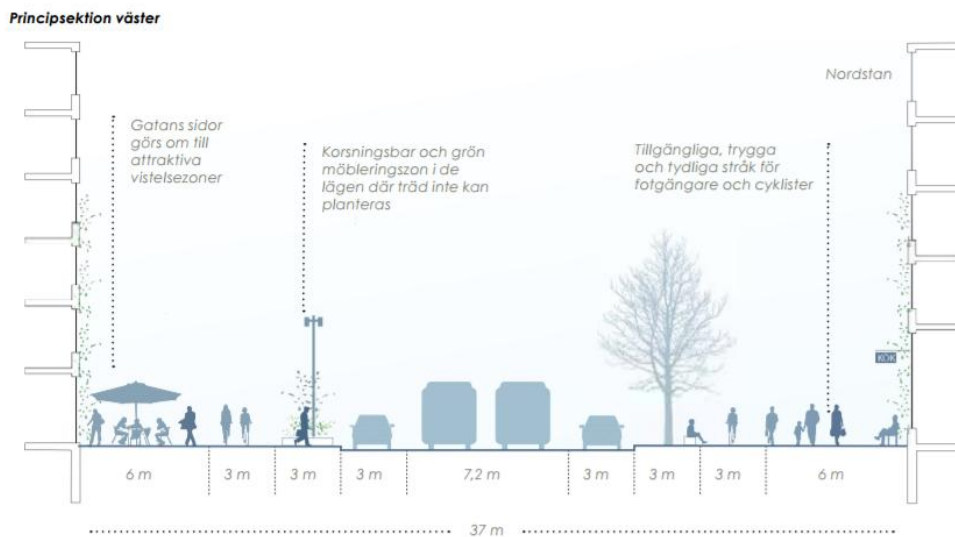


Figur 6. Förslag till plankarta 2016-12-05.



Figur 7. 3D illustration över planområdet sett ifrån sydöst (erhållen 2016-11-07).

Boulevarden har i stadsutvecklingsprogrammet för Centralen området utformats med körfält för kollektivtrafik och bilar i mitten med breda stråk för fotgängare och cyklister enligt skiss som visas i Figur 8. Sektionen kommer ha marknivån +2.8 mot byggnaderna och kommer att ha lågpunkter inom sektionen beroende på var och hur man väljer att hantera dagvattnet och avvattningen av vägfilerna.



Figur 8. Vägsektion för boulevarden i planområdet, hämtad ifrån Centralen området stadsutvecklingsprogram 2.0.

3.2

Skydd mot stigande vattennivå

I planarbetet förutsätts att älvskydd byggs upp längs älven som skyddar mot att vattnet från älven når planområdet ytligt vid högvatten. Enligt Produktionsplan 2016 (Stadsbyggnadskontoret) kommer en särskild utredning påbörjas för att ta fram förslag till finansieringsmodell/modeller för älvskydden inom centrala älvstaden. Det nämns dock inga specifika tider för byggnation av älvskydd.

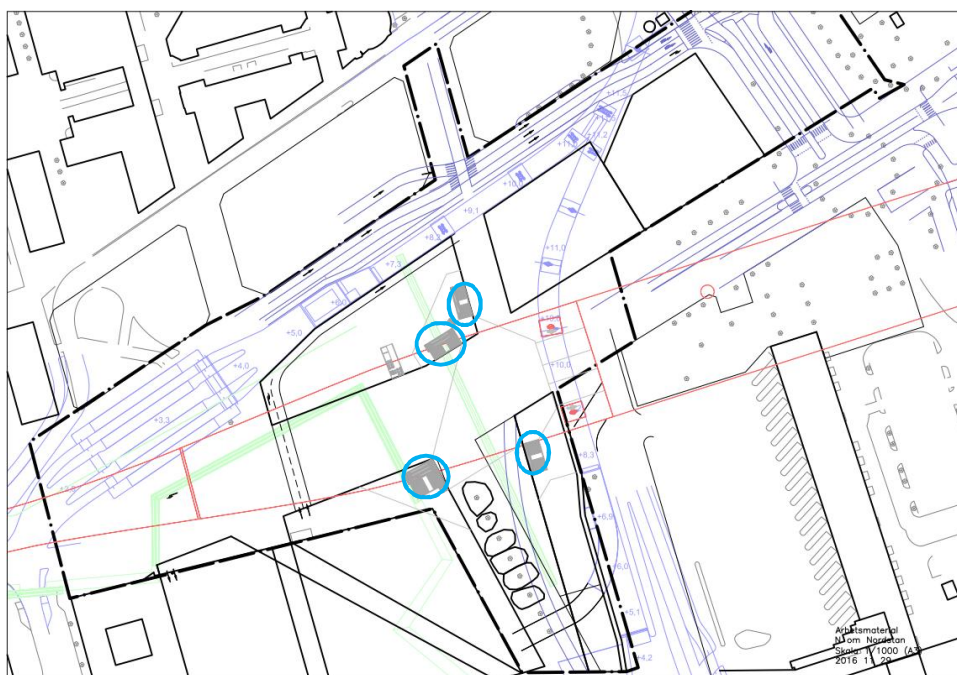
Utanför planområdet finns högvattenluckor på ledningssystemet som hindrar att det sker upptryckning i ledningssystemet och att vattnet därigenom tryck upp på marken i planområdet.

3.3

Västlänken

Under planområdet planeras Västlänken, en järnvägstunnel och en ny underjordisk tågstation, station centralen. Stationen och tunneln kommer att ge begränsat markutrymme under boulevarden. Stationens uppgångar planeras på var sin sida om den nya boulevarden och det kommer att bli mycket liten marktäckning i sektionen mellan uppgångarna och den mark som kommer underbyggas av stationens mellanläge centralt i planområdet. Ytterligare en uppgång är planerad öster om planområdet. Väster om planområdet kommer Västlänken passera över Götatunneln vilket innebär att järnvägstunneln kommer att ligga mycket nära marken i västra delen av planområdet. Minsta marktäckning

kommer vara 0,6 m i väst vid plangränsen, i anlutning mot Östra Hamngatan, och ökar sedan till omkring 4 m öster innan stationen. De nivåer som gäller för Västlänken framgår av systemhandlingen för Västlänken. Utsträckningen av det påverkade området kan ses i Figur 9 i rött tillsammans med uppgångarna som markerats med blå ring.



Figur 9. Utsträckningen av Västlänken visas i rött och de planerade uppgångarna inom planområdet har markerats med blå ring. Skissen är daterad 2016-11-29.

3.4

Planerade marknivåer

Marknivåerna inom planområdet kommer att förändras mot idag, dels höjas i och med Västlänken men även sänkas där ramperna till Götaälvbron byggs bort. När marknivån ändras styr det tematiska tillägget till översiktsplanen om översvämningsrisker. Tabell 2 är hämtad från tillägget och visar att centrala staden bör planeras för att minst ha marknivån +2,8 m vid byggnader. För byggnadernas entréer finns sedan anvisningar på ytterligare säkerhetsmarginaler som varierar mellan 0,2 m och 0,5 m beroende på om vilket scenario som det behövs skydd emot och vilken verksamhet som ska skyddas.

Tabell 2. Tagen ifrån det tematiska tillägget om översvämningsrisker till översiktsplanen som visar vad för planeringsnivåer som krävs kring byggnader inom utsatta områden nära havet och älven.

KATEGORI	KUSTEN	CENTRALA STADEN	NORRA MARIEHOLMSBRON
Samhällsviktig anläggning	+3,5	+3,8	+4,0
Byggnader och anläggning nödvändig för byggnadsfunktion (ny)	+2,5	2,8	+3,0
Framkomlighet (ny)	+2,3	+2,6	+2,8
Framkomlighet Räddningstjänst (ny)	+2,0	+2,3	+2,5

Västlänken påverkar marknivån då konstruktionstaket ligger delvis ligger mycket nära planerad marknivå. I väst där Västlänken behöver passera över Götatunneln kommer också marknivån behöva höjas. Mellan dessa höjdpunkter kan det nya bildas lågpunkter. Dessa lågpunkter kommer att bli instängda områden.

3.5

Planerade åtgärder för dagvattenhantering i området

I samband med nybyggnationen i de centrala delarna av Göteborg kan det bli aktuellt att Kretslopp och Vatten anlägger ett nytt ledningstråk i anslutning till de nya byggnadsområdena. Preliminärt diskuteras en placering av ledningsstråket i Södra Sjöfarten, vid planområdets norra gräns. Ledningsstråket skulle med denna sträckning leda vattnet till korsningen med Stadstjänaregatan och sedan åt nordost där ett befintligt stråk passerar under Götaleden. Om ledningsstråket genomförs ska det gå att ansluta dagvatten ifrån kvarteren norr om boulevarden.

Vid uppgången för Västlänken vid Stadstjänaregatan kommer det skapas en passage för ledningar som tillåter att ledningar går från boulevarden till Stadstjänaregatan.

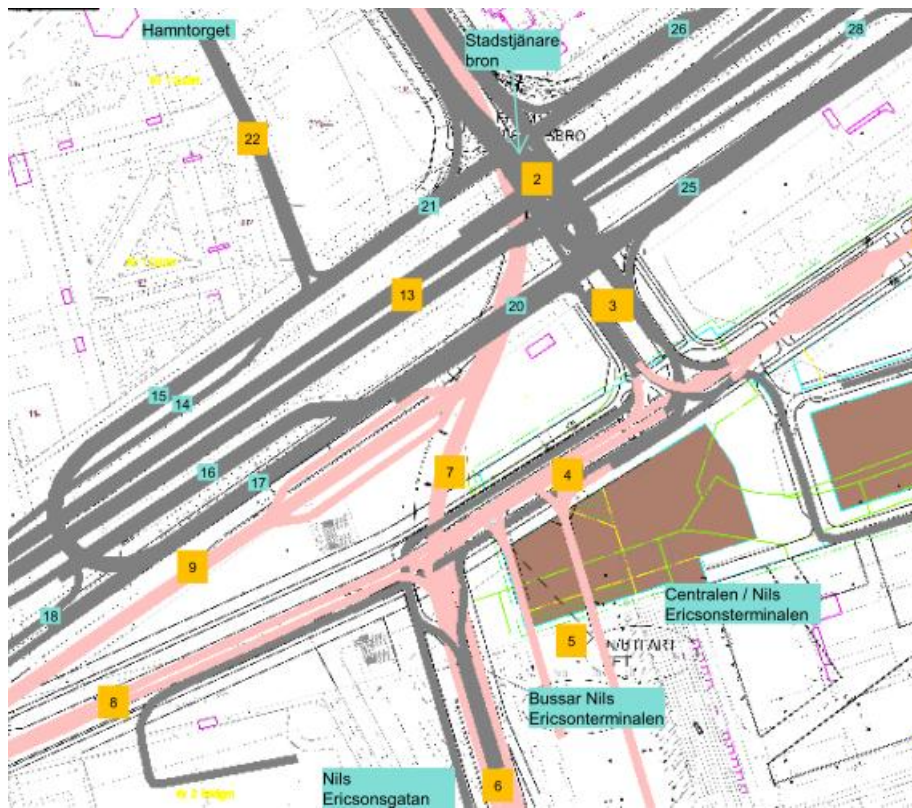
3.6

Trafik

Inom planområdet kommer en förändring i trafikflödet att ske och nya gator kommer att anläggas. I Tabell 3 visas de trafikflöden som tidigare har uppmätts i planområdet och i Tabell 4 visas den prognos som förväntas inom. Prognospunkternas läge kan ses i Figur 10. Generellt förväntas trafiken minska inom planområdet. Gatan som går längs Nordstans östra fasad planeras bli ett gång- och cykelstråk, eventuellt med mindre angöringstrafik. Kollektivtrafiken kommer att gå närmare Nils Ericson terminalen än var den går idag. I framtiden kan det vara aktuellt att även anlägga ett spåravgångsspår i boulevarden.

Tabell 3. Befintliga trafikflöden och när de mätts in.

Gata	Trafikmängd (ÅDT)	Uppmätt
Kanaltorgsgatan	5300	(1998)
Götaälvbron	20300	(2015)
Stadstjänaregatan	26900	(1998)
Bergslagsgatan	9300	(1998)
Nils Ericsonsgatan	17200	(2015)
Västra Sjöfarten	10400	(2013)



Figur 10. Numrering av platser där prognos för ÅDT för 2035 tagits fram av WSP.

Tabell 4. Uppskattad ÅDT för 2035, taget från en trafikprognos utförd av WSP.

Gata	Nummer i Figur 10	Trafikmängd (ÅDT)
Hisingsbron mot väster	9	1400
Hisingsbron mot söder	7	2100
Stadstjänaregatan	3	10900
Bergslagsgatan (boulevarden)	4	11300
Nils Ericsonsgatan	6	3200
Södra Sjöfarten	17	5800
Hamntorgsgatan	22	1900

Kring planområdet finns det vägar som av räddningstjänsten klassats som prioriterade utryckningsvägar. De prioriterade vägarna kring centrala Göteborg visas i blått i Figur 11. T ex är bron över Göta älv samt de ramper som är i direkt anslutning till bron utryckningsvägar som påverkar planområdets vägar. Räddningstjänsten ska vi skyfall kunna nå bron vilket betyder att vattensamlingar inte får göra dessa vägar oframkomliga.



Figur 11. Visar var prioriterade räddningsvägar finns i centrala Göteborg. Svart pil visar planområdets ungefärliga position.

3.7

Reningskrav och behov av reningsanläggningar

Behovet av rening inom planområdet är beroende på markanvändningen. För att underlätta arbetet med att ta fram vad för slags reningsanläggning som bör användas har Göteborg Stad i PM:et "Reningskrav för dagvatten" tagit fram klassningar beroende på markanvändningen. I Tabell 5 visas alla klassade markanvändningskategorier och inom planområdet återfinns de kategorier som markerats grönt.

Tabell 5. Visar på markanvändningskategorier som klassats av Göteborg stad. CG-väg och park är exkluderade eftersom de alltid undantas från reningskrav. Inom planområdet återfinns de kategorier som markerats grönt.

Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
ÅDT Väg < 20 000	ÅDT Väg < 8000	ÅDT Vägar < 2000 ÅDT
(Industri)	Parkeringsplats	Villaområden
	Flerfamiljshusområde	Torg
	Kontorsområde	
	Centrumområde	

Tillsammans med klassningen av recipienten går det att i Tabell 6 komma fram till att de tyngre trafikerade gatorna behöver rening medan huvudandelen av planområdet behöver någon form av enklare rening. I kapitlets underrubriker förklaras vad som motsvarar rening och enkel rening.

Tabell 6. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen och Grönt visar de kategorier som planområdet klassats med. Tabellen är tagen ifrån PM:et "Reningskrav för Dagvatten".

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

3.7.1 Enkel rening

Kategorin enkel rening innebär någon typ av partikelavskiljning vilket sänker föroreningshalterna något. Exempel på reningsmetoder som hamnar i denna kategori är översilning, gräsdike och bra utformat sandfång följt av fördröjning i magasin.

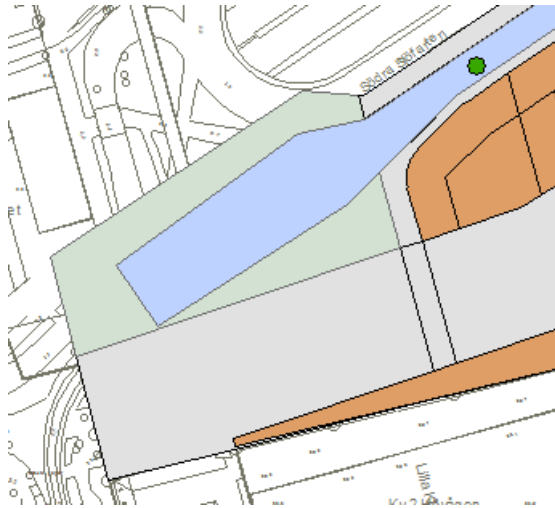
3.7.2 Rening

I denna kategori innehåller metoden både partikelavskiljning samt filtrering. Reningsmetoder som ingår är biofilter, Ecovault eller liknande (litet magasin med filter) och krossdike.

3.8 Reningsanläggning för Hisingsbron

I väst vid den nya hållplatsen som utförs kommer Trafikkontoret att anlägga en reningsanläggning för omhändertagande av dagvatten från delar av torget och Hisingsbron i väst. Anläggningen kommer bestå av ett stort sedimenteringsmagasin under Hisingsbron intill torgområdet dit vattnet leds och sedan pumpas tillbaka till det nya ledningssystemet.

Till anläggningen kommer man leda dagvatten från ca 1600 m² av torgets totala uppskattade yta av 4451 m². Utsträckningen av området kan ses i blått i Figur 12 där bron kommer ansluta ifrån nordöst.



Figur 12. Ungefärlig utsträckning av det område (i blått) som kommer ledas till reningsanläggningen under Hisingsbron. Den gröna punkten visar uppskattad placering av sedimentationsanläggningen.

4. Föreslagen dagvattenhantering

4.1 Struktur/princip för dagvattenhanteringen

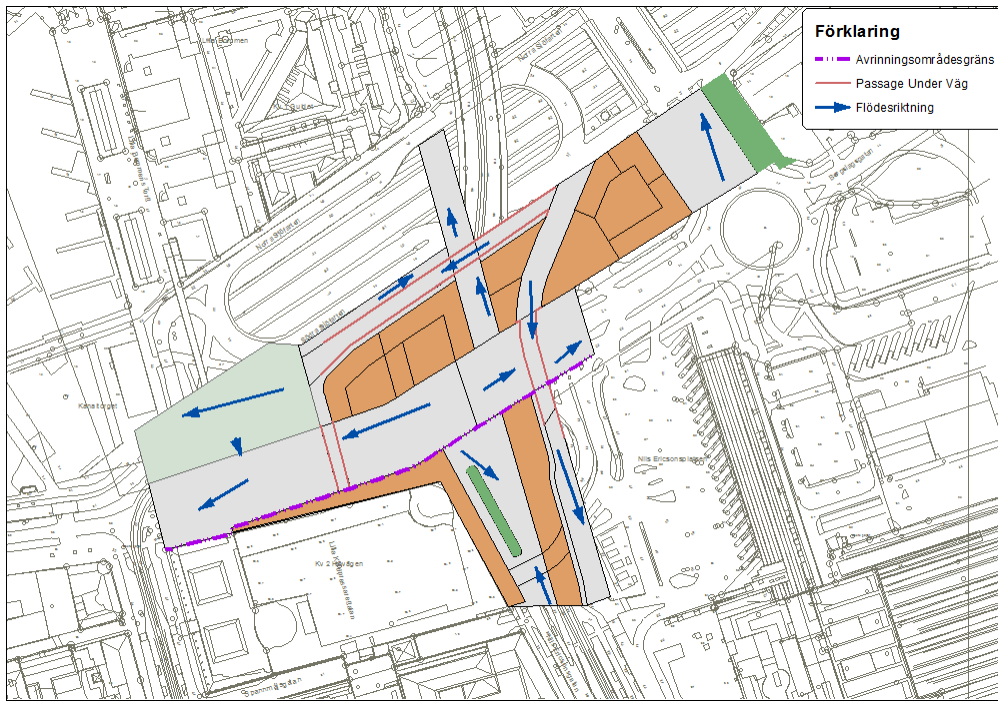
För att dagvattenhanteringen ska ske så effektivt som möjligt i centrum området kan det vara bra att samordna val av lösningar mellan detaljplanegränserna och se över möjligheten att leda vatten över detaljplanegränserna. I denna utredning är fokus att visa en lösning som kan fungera i detaljplaneområdet för Norr om Nordstan.

Som förslag till dagvattenhanteringen i området föreslås att det på kvartersmark utförs fördröjning och rening av dagvatten på byggnaderna antingen i ytliga magasin på innergårdarna, alternativt med av gröna tak. På allmän platsmark föreslås att vattnet fördröjs och renas med rörmagasin och väl utformade sandfång när enkel rening förordas, och med makadammagasin då rening förordas av Kretslopp och Vatten.

4.2 Avrinningsområden

Inom planområdet bildas två avrinningsområden med områdets nya utformning, ett i norr och ett i söder. Dessa uppkommer av Västlänken som hindrar att dagvatten leds under boulevarden norrut inom planområdet. I Figur 13 visas en översikt över de ytliga flödesriktningar som uppkommer efter exploatering i planområdet. Västlänkens uppgång centralt i planområdet blir en höjdpunkt eftersom ett mellanplan ska få plats underjord. Hisingsbrons ramper kommer också påverka avrinningen då vatten ytligt leds längs brokonstruktionerna.

Anslutningen till torget i väst är planerad så att torget hamnar högre än boulevarden vilket innebär att boulevarden inte ytligt kan avvattnas direkt norrut.



Figur 13. Avrinningsområden efter ombyggnad.

4.3 Flöden och fördröjningsvolym

För att kunna se förändringarna i planområdet har en uppskattning av hur stort flöde planområdet genererar idag gjorts. Detta visas i Tabell 7.

Avrinningsområdenas storlek skiljer sig mellan de befintliga och de planerade pga att marknivåerna kommer att förändras mot idag. Totalt genereras ungefär 642 l/s idag i området vid ett dimensionerande regn.

Tabell 7. Uppskattat flöde ifrån planområdet idag med dagens avrinningsområden.

Område	Area [m ²]	Red. Area [m ²]	10 års-flöde i = 228 l/(s*ha) 10min 10-årsregn Klimatfaktor = 1.0 [l/s]
Nordöstra	9620	7649	175
Centrala	30457	20489	467
Totalt	40077	28138	642

Efter exploatering kommer flödet att öka till 919 l/s vilket kan ses i Tabell 8. Ökningen beror främst på att beräkningarna utförs med en klimatfaktor på 25%.

Tabell 8. Uppskattat flöde ifrån planområdet efter exploatering.

Område	Area [m ²]	Red. Area [m ²]	10 års-flöde i = 285 l/(s·ha) 10min 10-årsregn Klimatfaktor = 1.25 [l/s]	100 års-flöde i = 611 l/(s·ha) 10min 100-årsregn Klimatfaktor = 1.25 [l/s]
Södra	8383	6850	195	419
Norra	31694	25408	724	1553
Totalt	40077	32738	919	1972

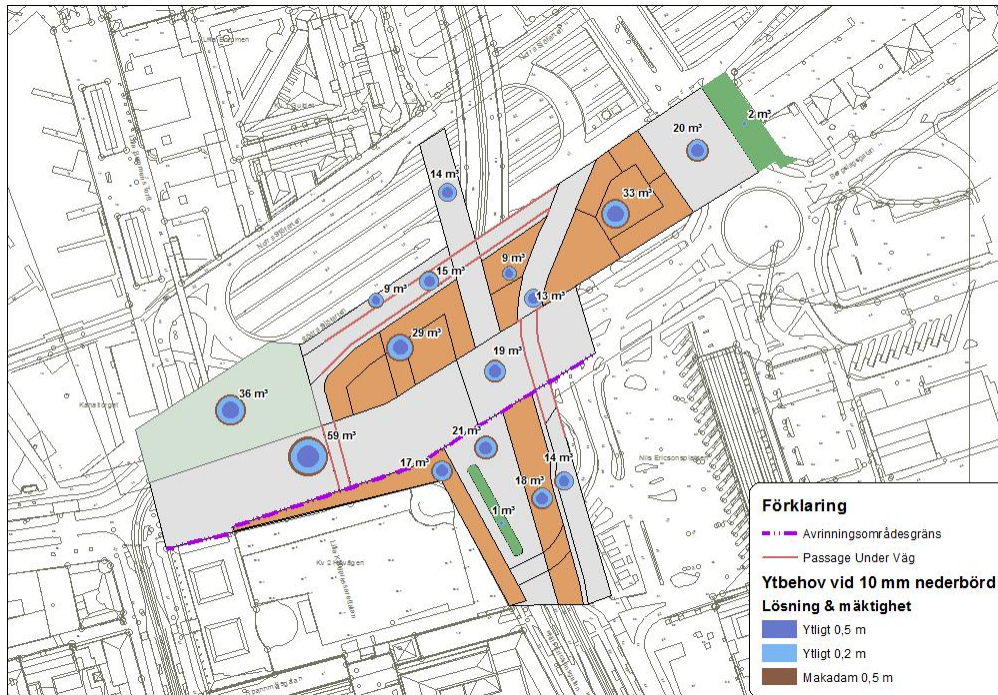
Med de nya planförslaget vill Kretslopp och Vatten att 10 mm nederbörd per m² hårdjord yta kvartermark fördröjs inom kvartermarken. Fördröjningsvolymen kravet ger upphov till för respektive kvarter kan ses i Tabell 9. Det totala fördröjningsbehovet blir 327 m³ om kravet även appliceras på allmän platsmark.

Tabell 9. Fördröjningsvolymen enligt KoV princip 10 mm nederbörd per hårdjord m².

Avrinnings- område	Delområde	Area [m ²]	Red. Area [m ²]	Fördröjningsvolym 10mm nederbörd per m ² hårdjordyta [m ³]
Södra	Nordstan	1878	1690	17
	Hus öster om Nordstan	1913	1722	18
	Hisingsbrons nerfart	1719	1375	14
	Nils Ericsons gata	2536	2029	21
	Trädrad	337	34	1
	Totalt	8383	6850	71
Norra	Kvarter norr om Nordstan	3164	2848	29
	Torget	4451	3561	36
	Boulevarden väst	7280	5824	59
	Byggnad öster om Hamntorgsgatan	956	860	9
	Kvarter med innergård Hamntorgsgatan	3640	3276	33
	Södra Sjofarten	1750	1400	14
	Södra Sjofarten	1076	861	9
	Hisingsbrons västra ramp	1754	1403	15
	Hisingsbrons södra ramp	1544	1235	13
	Stadstjänaregatan	2440	1952	20
	Park i öst	1034	103	2
	Boulevarden öst	2605	2084	21
	Totalt	31694	25407	256
	Totalt		40077	32257

I Figur 14 illustreras ytbehovet för fördröjningsvolymerna för olika ytor i området. Ytbehovet illustreras med tre olika färger för olika typer av fördröjning; den

mörkare blå ytan visar ytbehovet om ett öppet magasin utförs med fluktueringsnivån för fördröjningsvolymen är 0,5 m. Den ljusare blå visar ytbehovet den öppna fördröjningen istället får fluktuera 0,2 m. Den bruna ytan visar ytbehovet om fördörjningen görs som ett underjordiskt krossfyllt magasin med fluktueringsnivån 0,5 m.



Figur 14. Ytbehovet för att fördröja 10 mm nederbörd per hårdgjord yta för de olika delarna inom planområdet visat för makadam och ytliga magasin med olika mäktighet.

Dagvattensystemet ska kunna ta omhand 30-årsregnet utan att översvämning i markytan sker. För att detta ska fungera behöver markytan kunna avvattnas för hela 30-årsregnet, dvs dagvattenbrunnar och ledningssystem som leder bort/ner vattnet ska vara tillräckligt många/stora. Vattnet leds sedan till fördröjningsmagasin som dimensioneras för 10 mm nederbörd per m² hårdgjord yta. Utloppen från dessa magasin kan t ex sättas till 20 l/s/ha vilket motsvarar intensiteten vid ett lågintensivt regn, vilket är ett rimligt antagande i stadsmiljö. Då detta kommer att begränsa vidareflödet från magasinerna måste magasinerna också utformas med bräddningsmöjlighet så att det flödesreglerade utloppet flöde samt bräddningsflödet motsvarar ett flöde som gör att systemet inte däms vid 30-årsflödet.

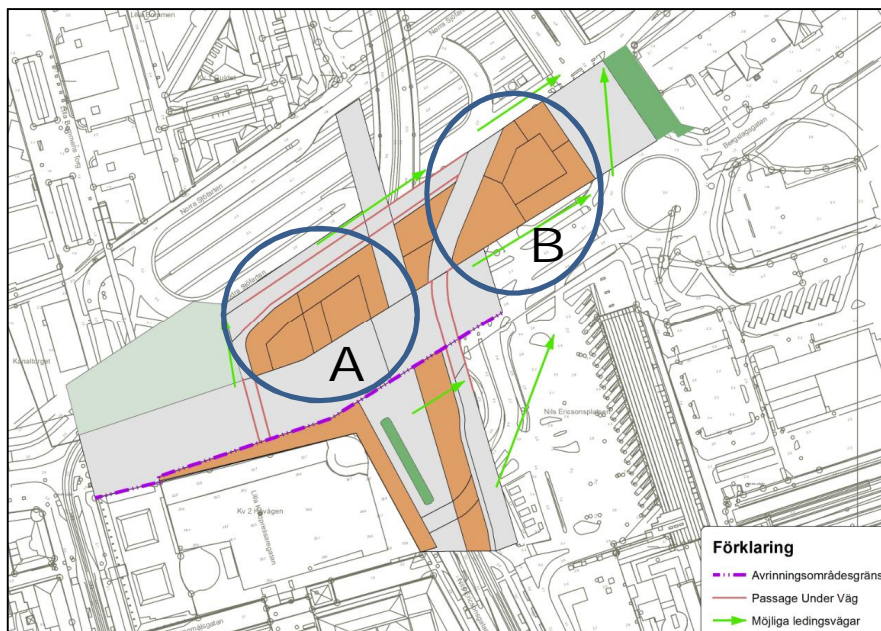
4.4 Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhanteringen

4.4.1 Dagvattenhantering på kvartersmark

För att klara hantering på kvartersmark finns det främst två metoder som anses rimliga inom planområdet. Metoderna är att fördröja vattnet på taken, med t ex gröna tak, eller att fördröja vattnet på de upphöjda innergårdarna som planeras. Samtliga kvarter har också krav på att genomföra rening enligt Miljöförvaltningen då de ligger i ett centrumområde.

4.4.1.1 Lösning på innergård

Dagvattnet föreslås ledas till fördröjningsmagasin via stuprör med utkastare antingen genom utlopp direkt på marken eller via rännor. Fördröjningsmagasinen kan utformas som något nedsänkta ytor där vattnet översilar och sedan infiltrerar ner i marken. Ytorna dräneras i botten till en eller flera dagvatten-/dränbrunnar som också kan fungera som intagsbrunnar för större regn än det dimensionerande regnet. Denna lösning skulle kunna gå att tillämpa för de två större kvarteren norr boulevarden där det västra kvarteret närmast torget (markerat med A i Figur 15) har en upphöjdgårds yta på totalt 1250 m² fördelat på två gårdar. Skulle hälften av denna yta utnyttjas kan man med ett medeldjup av 0,05 m fördröja det totala behovet av 29 m³ för Kvarteret. För det östra kvarteret vid Stadstjänaregatan (markerat med B i Figur 15) har gården en area på 870 m² och om halva denna yta utnyttjas för fördröjning behövs ett medeldjup av 0,08 m för de 33 m³ som kravs av Kretslopp och Vatten.

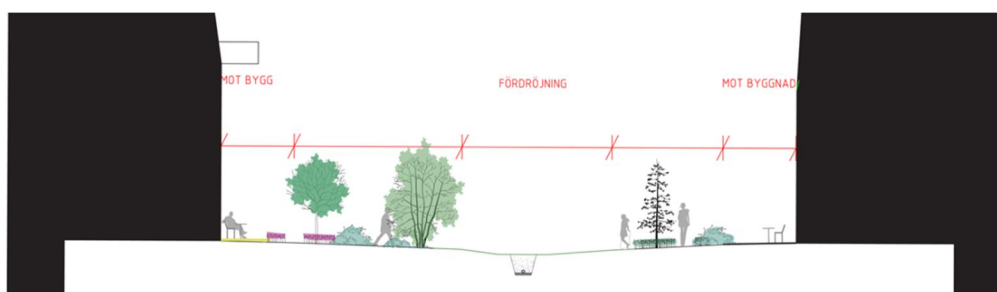


Figur 15. Kvarter med lösningsförslag på innergård.

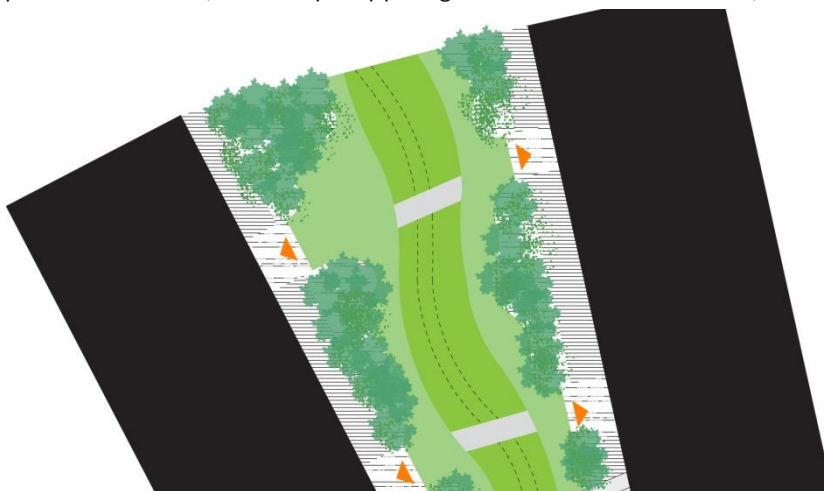
För att undvika längre sträckor mellan stuprör/utkastare och fördröjningsmagasin föreslås magasinytan göras relativt stor alternativt som en ring på innergården.

Beroende på estetiska preferenser kan man även ha makadam eller en växtbädd i ytan. Ytan kan också hårdgöras helt eller delvis men det kommer då påverka fördröjningsvolymens storlek. För att kunna avvattna hela ytan på innergården behöver den luta mot fördröjningsytan. Väljs denna metod kommer magasinen troligen att dräneras i botten till en eller flera dagvatten-/dränbrunnar som också kan fungera som intagsbrunnar för större regn än det dimensionerande. Vanligast vid byggnad av instängda innergårdar är att brunnens/brunnarnas utlopp behöver föras igenom taket som innergården byggs på, för att sedan ledas ut till marken utanför byggnaden.

I Figur 16 och Figur 17 visas exempel på grunt fördröjningsmagasin på innergård underbyggt av p-däck. Magasinet består av en sänkt gräsyta som förses med ett dränerande stråk under botten.



Figur 16. Exempel på grunt fördröjningsmagasin på innergård som underbyggt av p-däck, sektion (Ramböll på uppdrag av Älvstranden AB 2015).



Figur 17. Planbild över grunt fördröjningsmagasin på innergård (Ramböll på uppdrag av Älvstranden AB 2015).

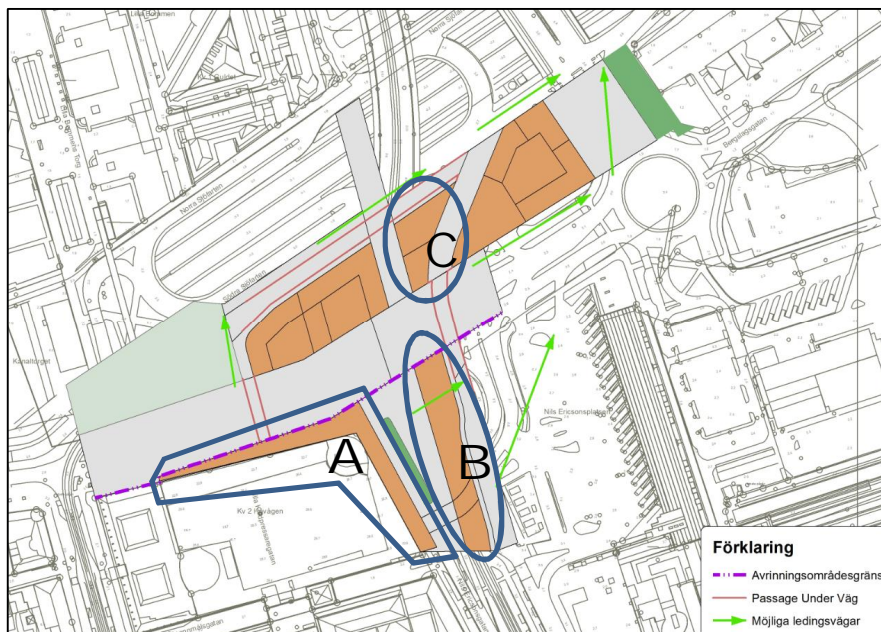
4.4.1.2 Lösning på tak

Ett annat alternativ eller komplement till dagvattenfördröjning på innergården, är att begränsa avrinningen från taket genom att låta vatten fördröjas med så kallade gröna tak. Gröna tak kan utformas på olika sätt och kan anläggas med både tunna och mäktigare jordlager som båda gör att vatten fördröjs i

anläggningen. De mäktigare gröna taken som mer liknar en äng eller planteringsyta kan fördröja upp till 160 l/m², vilket motsvarar 160 mm regn på anläggningen. Detta motsvarar mer än väl kravet på fördröjning för ytan. Taken har en tjocklek mellan 260 - 600 mm och väger mellan 320 - 680kg/m² när det är mättat med vatten, beroende på utformning. För att kunna utnyttja lösningar med större mäktighet behöver taken anläggas så att delar av takytan som inte blir grönt tak kan avrinna till anläggningen. Om det på fastigheten finns byggnader med olika taknivå kan vatten ledas från ett högre beläget tak ner till anläggningen via stuprör.

Värt att notera är den negativa reningseffekt av fosfor och kväve som sedummattor (gröna tak) bidrar med då dessa tak behöver gödglas. Anläggandet av sedummattor har istället andra miljövinster så som rening av såväl vatten som luft. Beräkningar har visat att 10m torktåliga gröna tak tar upp samma mängd koldioxid som ett träd. Vegetation med blandade sedum- och mossarter håller dessutom bladmassa året runt och är därför aktiva partikelrenare även på vintern när föroreningsbelastningen är som högst.

För de nya takytorna på Nordstan (markerat med A i Figur 18) innebär ett tak som klarar av att fördröja 110 l/m² att ytbehovet för det gröna taket är 155 m² av takets hela 1878 m². Detta är mindre än 9 % av hela takytan, för att fördröja 17 m³. T ex kan en 80 m lång och 2 m bred anläggning på del av Nordstan som ligger längs Nils Ericsons gata anläggas.



Figur 18. Kvarter med lösningsförslag på tak.

För byggnaden öster om Nordstan (markerat med B i Figur 18) och byggnaden centralt norr om boulevarden (markerat med C i Figur 18), blir förhållandena

likvärdiga. För att nå försörjningsbehoven på 18 respektive 9 m³ för dessa byggnader behövs mindre än 9 % av taken bebyggas med gröna tak som kan fördröja 110 l/m².

Ett samspel mellan de två alternativa metoderna, grönt tak och ytligt magasin på innergården skulle kunna fungera. En del av vattnet fördröjs på taket och leds sedan ner på innergården. Där anläggs t ex gräs eller planeteringsyta som vattnet rinner igenom innan det lämnar fastigheten via ledningssystem. För att skapa en unik miljö skulle ett grönstråk på taket kunna anläggas så att det ger intrycket av att klättra ner från tak till tak då byggnaderna har olika många våningar. Anläggs ett 6 m brett stråk som kan fördröja 110 l/m² på de högre byggnaderna kommer varje 1,5 m att bidra till ett minskat fördröjningsbehov med 1 m³. På innergårdarna skulle det motsvara att magasinet får ett minskat ytbehov på 21 m² för kvarteret närmast torget och 13 m² för kvarteret närmast Stadstjänaregatan.

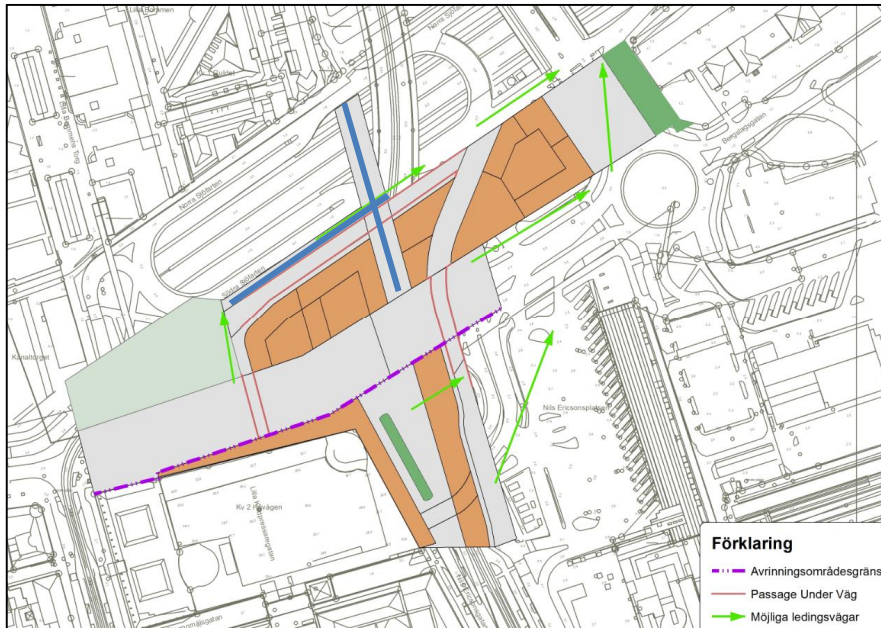
Dagvattenhantering med fördröjning på innergård och gröna tak har använts som hanteringsmetoder i föroreningsberäkningarna i kap 5.3. De områden som beskrivs i kapitel 4.4.1.1 har beräknats för rening med ytliga fördröjningsmagasin och områdena i kapitel 4.4.1.2 har beräknats med gröna tak. Ingen kombination av metoderna har alltså gjorts.

4.4.2

Dagvattenhantering på allmän platsmark

Det ställs olika krav på dagvattenhanteringen på allmän platsmark med avseende på rening beroende på hur stor den förväntade belastningen på ytorna är. Samtliga trafikerade gator utom förlängningen av Hamntorgsgatan som ligger strax under gränsvärdet för rening, är tillräckligt belastade för att kräva enkel rening. Denna rening kan vara i form av t ex översilningsytor eller ett bra utformat sandfång i en dagvattenbrunn i kombination med ett fördröjningsmagasin utförs. Där ÅDT överstiger 8000 krävs dessutom att en mer utförlig filteranläggning eller krossdike används för ytterligare rening vilket blir fallet för Boulevarden och Stadstjänaregatan. Ledningsnätet måste också klara av att avvattna ett 30-årsregn utan att trycknivån överstiger marknivån. Då fördröjning genomförs i systemet behövs därför bräddningssystem som möjliggör en avledning av större regn.

För de mindre gatorna Södra Sjöfarten och Hamntorgsgatan (markerade i Figur 19) föreslås dagvattenbrunnar med sandfång i kombination med rörmagasin som dagvattenlösning. Om rörmagasinet sträcker sig från torget till Stadstjänaregatan, vilket motsvarar 270 m, kan en 225 mm ledning fördröja motsvarande 10 mm nederbörd per m² hårdgjort yta. Vattnet från dessa ytor kan sedan ledas mot Stadstjänaregatan och till befintligt ledningsnät i nordöst.

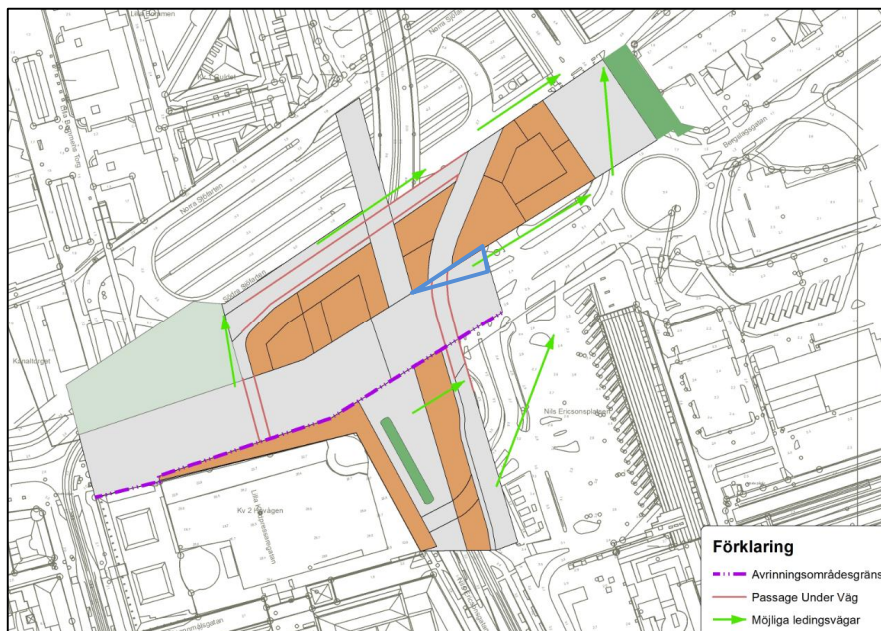


Figur 19. Visar de mindre gatorna norr om boulevarden. Sjöfarten i västöstlig riktning och Hamntorgsgatan i nordsydlig.

För boulevarden kan ett alternativ vara att anlägga ett fördröjningsmagasin i marken ovanför Västlänken, i det utrymme som bildas väster om Västlänkens uppgång, centralt i planområdet. Detta utrymme begränsas längre väster ut där Västlänken höjd och ligger nära markytan för att kunna passera över Götatunneln. Om marken över Västlänken, som har överkant på skyddsbetongen på höjder lägre än +1,3 utnyttjas, är det maximalt 3500 m² som kan utnyttjas, ca 100 m längs boulevarden. Med lägsta höjd i sektionen på +2,5 finns det möjlighet att använda till magasinet under överbyggnaden. Från magasinet kan sedan vattnet ledas norrut mot Södra Sjöfarten och vidare mot Stadstjänaregatan, troligen i en ny huvudledning. I och med den låga anslutningspunkten på -1,5 i Stadstjänaregatan, kan man leda vattnet ifrån boulevarden till ledningen. För att kunna koppla ihop magasinet och anslutningspunkten behöver utloppet från magasinet ha vattengång på över +0,25 om ledningarna läggs i 5 ‰ lutning. Om fördröjningen görs för 10 mm nederbörd per m² hårdgjort yta behöver magasinet ha en total volym på 59 m³. Magasinet skulle kunna vara ett rörmagasin, ett kassetmagasin eller ett makadamfyllt magasin. Ett rörmagasin med diametern 1 m behöver vara 75 m långt och ett rörmagasin med diametern 1,4 m behöver vara 39 m. På grund av att djupet från marknivån ner till Västlänkens tak varierar på sträckan kommer hela sträckans längd inte kunna utnyttjas för ett rörmagasin på mer än 0,5 m i diameter, fyllning krävs både ovan och under röret. Rörmagasinet kan däremot läggas med flera parallella rör på kortare sträcka. Ett kassetmagasin kommer att behövas utföras tätt. I och med att verkningsgraden är ca 95% i ett kassetmagasin blir totalvolymen för magasinet i princip lika stor som fördröjningsvolymen. Ett magasin med 1 m höjd blir ca 60 m² i ytan. För ett makadam fyllt magasin blir den totala volymen strax under 200 m³ med 30%

porositet i makadamen. Om makadammagasinet läggs under en gångbana som är 3 m bred, på den 100 m långa sträckan behöver magasinet minst ha en mäktighet på 0,67 m. Det sistnämnda förslaget kan komma i konflikt med el- och teleledningarna som normalt brukar läggas i gångbanor. Övriga typer av magasin kommer alla behöva kunna drivas vilket i den ganska hårt trafikbelastade gatan kan påverka trafiken i stor grad. För att uppnå reningseffekt har makadammagasin använts som lösning i föroreningsberäkningarna.

Öster om uppgången till Västlänken föreslås att man för boulevarden tar hand om dagvatten i det utrymme som skapas norr om Västlänken mellan byggnaderna och Västlänken som visas i Figur 20. Då boulevarden kommer att vika av något norrut och då inte längre ligger över tunneln går det att anlägga underjordiska dagvattenlösningar här.



Figur 20. Visar ungefär utsträckningen av boulevarden som ligger inte är underbyggd av västlänken.

För att klara av fördröjningskravet kommer man behöva utnyttja området öster om detaljplanområdet eftersom det endast är 225 m² som ligger utanför Västlänken, inom planområdet, och dagvattenanläggningen inte kan ta upp all denna plats under markytan. Med fördröjning av 10 mm nederbörd per m² hårdgjord yta blir fördröjningsvolymen 19 m³. Med rörmagasin diameter 1 m blir längden 24 m och med diametern 1,4 m 13 m. Ett kassetmagasin blir ca 20 m² med 1 m höjd. Totalt behöver ett makadammagasin en volym på 70 m³. Det föreslås att boulevarden mellan den centrala uppgången fram till Stadstjänaregatan ges en enhetlig lösning för rening av dagvatten. Ett makadamstråk likt det som föreslagits väster om uppgången skulle kunna fortsätta öster om uppgången istället för att minst två magasin anläggs på

sträckan. Alternativt vattnet renas i en filteranläggning vid vägkorsningen eller endast fördröjas inom området innan det leds till befintlig ledning vid Stadstjänaregatan. Samma problematik gällande drift finns för hela boulevarden.

Stadstjänaregatan behöver likt Boulevarden en högre reningsnivå då trafikbelastningen på 8000 ÅDT överskrids. För att klara av kraven på rening skulle ett makadamstråk kunna anläggas i vägsektionen alternativt kan en större filteranläggning anläggas vid anslutningspunkten till den tänka avvattningspunkten för planområdet i nordväst. Gatans längd inom planområdet som är inom planområdet är strax över 55 m vilket medför att tvärsektionen av ett makadamstråk skulle behöva vara 1,2 m² för att kunna fördröja 10 mm nederbörd per m² hårdgjord yta. I och med att gatan ligger intill anslutningspunkten till befintligt ledningsnät, som har nivå -1,5, kan magasinet utformas med en större höjd än vad som annars i området är genomförbart. I och med den höga trafikbelastningen och den hårdgjorda miljön kan det bli svårt att få rum med och kunna sköta drift för dagvattenanläggningar här.

För samtliga gator som nämns ovan har makadammagasin använts som reningslösning i föroreningsberäkningarna, se kap 5.3.

För området söder om boulevarden föreslås liknande lösning som för Södra Sjöfarten och Hamntorgsgatan, som beskrivs i början av detta kapitel. Här finns en annan problematik eftersom gång- och cykelstråket öster om Nordstan är riskerar bli instängt under marken. Med byggnaderna, västlänken och den nya infarten underjord till Nordstan begränsas möjligheterna att dra ledningar ut ur området. Den nya tunnelinfarten till Nordstan kommer ha ovansidan av tunneln strax under befintlig marknivå, vilket innebär att det kan komma att finnas ca 1 m marktäckning med den nya planen. Grundvattnet kan förväntas bli i stort sätt stillastående eftersom infrastrukturen kring området kommer att ligga lägre än grundvattennivån. Grundvattennivån kan förväntas ligga kring nivåerna +0,5 till + 1,5. Vattensamlingen kan komma att påverka trädraden negativt om grundvattnet inte kan rinna iväg och då få en förhöjd nivå inom detta instängda område. För att bli av med vattnet kan man behöva leda det österut igenom huset öster om gångbanan om man vill undvika att pumpa vattnet ifrån området.

En annan lösning för området kan vara att pumpa vattnet över tunnelinfarten i söder. På grund av att det troligen blir så liten marktäckning på tunnelinfarten kommer en ledning behöva förstärkas eller skyddas för att klara belastningen av trafiken. Ledningen kan också behöva skyddas för frysrisk. Bräddningsmöjlighet behövs också om pumparna slutar fungera. Två möjliga avledningsvägarna för bräddning visas i Figur 21.



Figur 21. Möjliga avledningsvägar för bräddning från gång och cykelområdet öster om Nordstan.

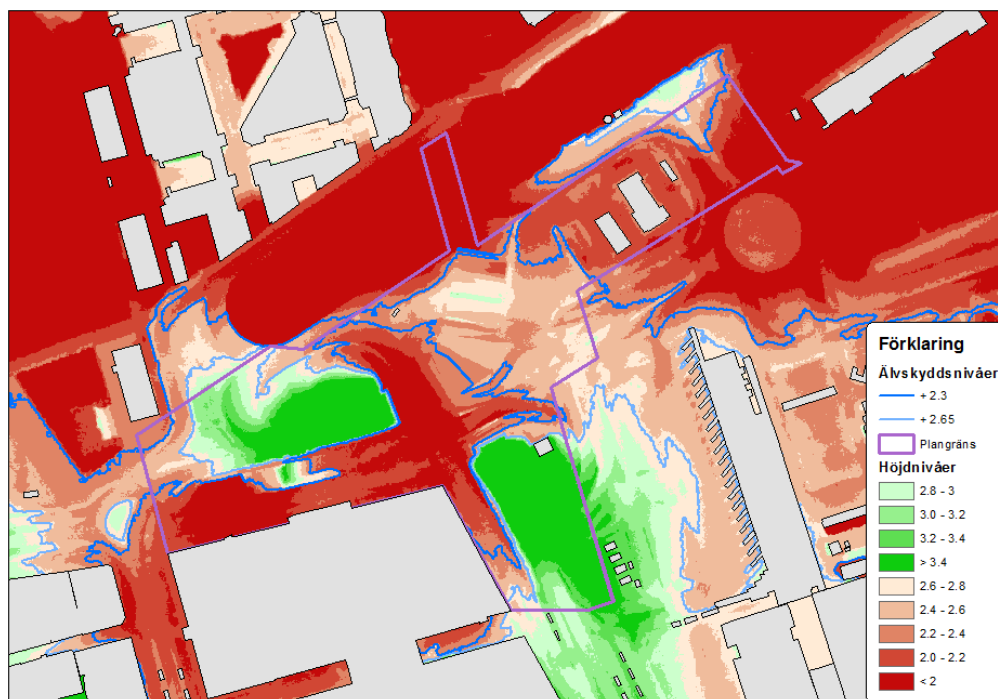
I väst utförs en reningsanläggning av Trafikkontoret för omhändertagande av dagvatten från hållplatsen på torget och Hisingsbron i väst. Anläggningen antas uppfylla de krav som finns på dagvattenhantering och därför tas det för denna del inte fram något lösningförslag eller beräkningar för rening. För torget i sin helhet behövs däremot en lösning. Hållplatsen ligger mitt i torget och skapar svårigheter för att ta fram en fördröjningslösning för resterande mark inom planområdet här, speciellt för det område som är nordväst om hållplatsen. I detta område föreslås att dagvatten tas om hand i dagvattenanläggningar som finns i intilliggande områden. Området sydost om hållplatsen skulle kunna inkluderas i anläggningen för boulevarden. Markanvändningsklassningen "torg" anses vara en mindre belastad yta som endast kräver fördröjning vilket skulle innebära att det endast behöver göras utrymme för t ex ett rörmagasin inom området. Boulevardens dagvatten kommer också behöva leda norrut genom denna yta och korsar då under hållplatsen. Beroende på vilken lösning som väljs för rening och eventuell fördröjning av dagvattnet i boulevarden kan detta påverka läget och dimensionen på både den korsande ledningen och det nya ledningsstråket i Södra Sjöfarten. För att hitta en helhetslösning som fungerar behöver hela denna del planeras vidare i samverkan mellan de olika projekten.

För rampen ner från Hisingsbron som planeras gå genom kvarteret, mellan husen, behöver dagvattnet renas med enkel rening. För att klara kravet föreslås att dagvattenbrunnar med väl utformade sandfång sätts på ledningarna och att vattnet fördröjs i rörmagasin. Om rörmagasin läggs i marken under bron där det finns plats behövs en 70 m lång ledning med dimensionen 300 mm för att fördröja 10 mm nederbörd per hårdgjord yta.

Dagvattenhantering med makadammagasin har använts som dagvattenlösning för de mer trafikbelastade områdena och dagvattenbrunnar med sandfång har använts för de mindre trafikbelastade områdena i föroreningsberäkningarna, se kap 5.3.

Öppna dagvattenlösningar har inte föreslagits eftersom de gator som och har behov av rening pga trafikbelastningen har ont om utrymme för denna typ av lösning. Det är framförallt drift och underhåll som kommer vara svårt att genomföra eftersom gatorna är kollektivtrafikstråk.

- 4.5 **Konsekvenser av extrem nederbörd och höjda vattennivåer**
 Området har idag en höjdrygg som hindrar att en vattennivå i älven på +2,3 översvämmar större delen av området, se i Figur 22. För området kommer bebyggelsen att ytterligare säkra området då marknivån planeras höjas till +2,8. Inom området kan det finnas lokala lågpunkter, t ex i vägsektionen men eftersom kanterna då kommer vara högre kommer inte älven kunna svämma över dessa områden. Nils Ericsons terminal kommer inte att skyddas med planområdet utan kommer vara utsatt vid högvattennivån +2,65 om inte åtgärder görs öster om planområdet.



Figur 22. Visar vilka områden som idag är utsatta vid de angivna älvskydds nivåerna +2,3 och +2,65.

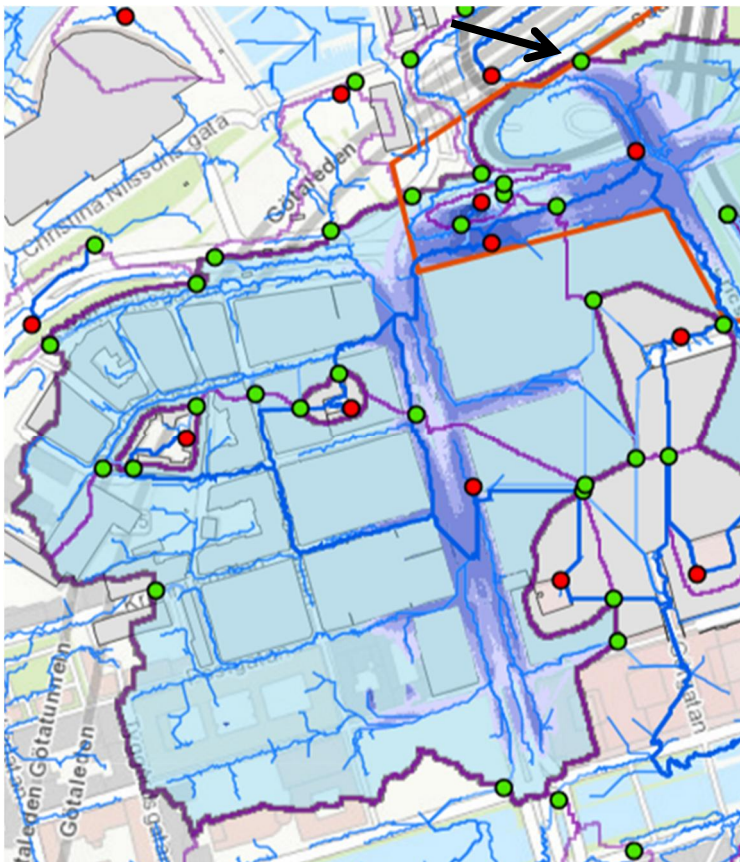
Inom planområdet finns det inga platser som är lämpliga för att omhändertagande av skyfall. Det går att i viss mån möjliggöra att boulevarden används för att ta om hand och till viss del fördröja skyfallet men planerad nivå på boulevarden kommer troligen inte möjliggöra en tillräckligt stor sänka i profilen så att skyfallsvattnet ryms. En liten del skyfallsvatten skulle också kunna rymmas på Nils Ericssons gata, men även där bildas ett instängt område samt att sektionen i gatan måste planeras så att befintliga träd inte påverkas negativt.

En lösning skulle kunna vara att låta Hamntorgsgatan leda skyfallsvatten från norra delen av planområdet norrut över Götaleden på den nya bro som byggs. Där kan finnas möjlighet att samla skyfallet på området runt parkeringen under Götaälvsbron t ex dit vattnet idag rinner från närområdet, se Figur 23. En sådan lösning bygger på att höjdsättningen i området gör detta möjligt och att kanter mot Götaleden finns. Det finns också planer för området runt parkeringen vilket kan göra att förslaget inte fungerar.



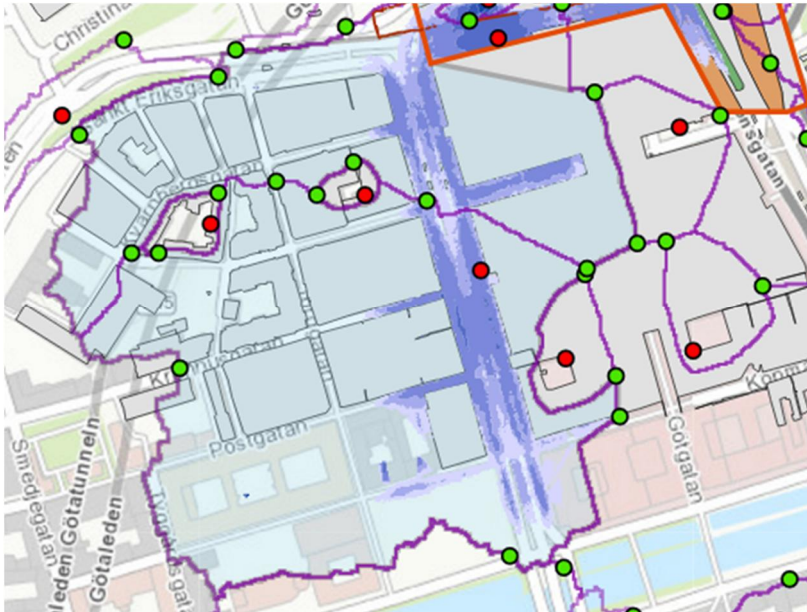
Figur 23. Visar hur vattnet rinner i området norr om planområdet. Notera att de blå områdena visar instänga områden och inte översvämningens utsträckning vid regn. Den röda figuren visar ungefärlig passage för den bro på Hamntorgsgatan som är föreslagen i planen över Götaleden. De gröna punkterna är överfallspunkter mellan avrinningsområden och de röda punkterna är avrinningsområdenas lägsta punkter.

Planområdet är idag del av ett större instängt område som sträcker sig längs med Nordstans västra sida och som visas färglagt i ljusblått i Figur 24. Sänkan på Kanaltorgsgatan, där portar till Nordstan finns idag, kommer när den är fylld att tippa över kanten norrut i den gröna punkten som den svarta pilen pekar på i figuren, på en nivå av +2,3. Om man begränsar flödet in i Nordstans portar uppkommer denna situation när 100 mm nederbörd från hela området inte kunnat avvattnas via ledningsnätet eller uppehållits uppströms i systemet. 100 mm motsvarar ett skyfall som återkommer var hundra år och varar i 12 timmar. Eftersom ledningsnätet också kan ta emot en del av regnet behövs ett ännu större regn för att fylla det instängda området.



Figur 24. Visar utbräddningen av det instängda området kring Nordstan och dess avrinningsområde ses i ljusblått, röd linje är detaljplanområdet och de blå linjerna visar på rinnvägar i området. De gröna punkterna är överfallspunkter mellan avrinningsområden och de röda punkterna är avrinningsområdenas lägsta punkter.

Med byggnationen av Västlänken kommer området norr om Nordstan att få en högre marknivå och detta kommer bidra till att det instängda området istället kommer att rinna ut i kanalen söder om området. Det ljusblå området i Figur 25 visar det instängda området som bildas av Västlänken. Anledningen att byggnaderna i söder inte är grå är för att de inte har tagits hänsyn till i analysen. Skillnaden som skulle blivit antas vara försumbar. Överfallsnivån i analysen höjs till en nivå av +2,56 vilket innebär ett ökat djup av 0,26 m vid portarna. Med förändringen av avrinningsområdet behövs det mer än de 100 mm som behövdes för att fylla det instängda området. Det innebär att risken att situationen uppstår minskar men samtidigt blir situationen värre när det väl händer. För att underlätta och minska risken för översvämning väster om Nordstan bör planområdet inte avleda vatten ytligt till området. Det innebär att boulevardens korsning med Östra Hamngatan vid det nordvästra hörnet av Nordstan, så långt som möjligt, bör utformas så att ytlig avrinning vid korsningen leds åt nordväst.



Figur 25. Visar utbräddningen av det instängda området kring Nordstan och dess avrinningsområde efter att planområdet har exploaterats. Utbräddningen av det instängda området kring Nordstan och dess avrinningsområde ses i ljusblått, röd linje är detaljplanområdet och de blå linjerna visar på rinnvägar i området. De gröna punkterna är överfallspunkter mellan avrinningsområden och de röda punkterna är avrinningsområdenas lägsta punkter.

Området öster om Nordstan, Nils Ericsons terminalens uppställningsyta, kommer också att påverkas av marknivåhöjningen som ges av Boulevarden.

Tillrinningsområdet är inte lika stort som väster om Nordstan men vid skyfall kommer det likväl finnas en risk för att vatten rinner in i terminalen. En samordning bör därför ske även här för att säkerställa att man inte bebygger området på ett sådant sätt att man utsätter befintliga byggnader för ökad översvämningsrisk.

Sammanfattningsvis är skyfallsfrågan ett problem som kräver ett helhetsgrepp där planerade markhöjder och etapputbyggnader studeras för hela centralenområdet.

5. Föroreningsberäkningar

Beräknade schablonhalter av föroreningar i dagvatten redovisas före ombyggnad, efter ombyggnad samt efter rening. Både före och efter ombyggnad redovisas föroreningsberäkningarna för allmän mark och kvartersmark separat.

Schablonhalterna av föroreningar är hämtade ur programvaran StormTac, en programvara som används för föroreningsberäkningar i dagvatten. En årsmedelnederbörd på 880 mm (inkluderat korrektionsfaktor) har använts för hela planområdet. I StormTac finns resultat från samlad forskning gällande vilka typer

av dagvattenföroreningar som uppkommer vid olika markanvändningar. StormTac är inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningsituationen före och efter ombyggnad kan se ut.

Antaganden om befintliga och framtida marktyper inom planområdet påverkar beräkningsresultatet. De antaganden som är gjorda beskrivs för varje delområde inom planområdet. Sandfång föreslås rena och fördröja dagvatten från allmänt område A1 i södra delen och makadamgasin och sandfång för allmänt område A2 i norra delen av planområdet. För kvartersmark K1 i södra delen föreslås grönt tak och för kvartersmark K2 i norra delen har ytligfördröjning tillsammans med grönt tak föreslagits.

Beräknad reningseffekt från olika reningsåtgärd kommer utifrån databasen som används i StormTac. Reningseffekt för sandfång kommer från Kretslopp och vatten rapport " Reningskrav för dagvatten ". Enligt "Reningskrav för dagvatten" (kretslopp och Vatten), reducerar dagvatten brunn med sandfång bly, koppar, zink, krom och kadmium samt suspenderat material med 10 %.

5.1 Föroreningsberäkningar befintlig situation

Föroreningsberäkningar för allmän platsmark och kvartersmark före ombyggnad redovisas separat i Tabell 10 (södra delen), Tabell 12 (norra delen) och Tabell 14 (hela området), för halter. Årsmängderna presenteras i Tabell 11 (södra delen), Tabell 13 (norra delen) och Tabell 15 (hela området), för mängder.

Befintliga marktyper inom kvartersmark föreslås i StormTac klassas som "takyta". Befintliga marktyper inom allmän platsmark föreslås klassas som *Väg med olika belastning enligt kapitel 3.6 ovan*.

Tabell 10: Beräkning av utsläppshalter (µg/l) från Södra delen av planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark (µg/l)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark (µg/l)	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)
Totalfosfor	85	140	150
Totalkväve	1700	2400	2500
Bly (Pb)	2,5	4,6	14
Koppar (Cu)	7,3	24	22
Zink (Zn)	27	59	60
Kadmium (Cd)	0,75	0,26	0,4
Krom (Cr)	3,8	7,8	15
Nickel (Ni)	4,3	4,8	40
Kvicksilver (Hg)	0,0048	0,076	0,05
SS	23000	65000	60000
Olja	3,4	730	1000
PAH16	0,41	0,19	
Bens(a)pyren	0,0093	0,011	0,05
Bensen	0,19	3,8	10
TBT	0,0019	0,0016	0,001
Arsenik (As)	3,1	2,5	15
TOC	8200	20000	20000
PCB7*	0,0766	0,075	0,014

Tabell 11: Beräkning av utsläppsmängder (kg/år) från Södra delen av planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark (kg/år)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark (kg/år)	Total utsläppsmängd (kg/år)
Totalfosfor	0,27	0,49	0,76
Totalkväve	5,6	8,3	13,9
Bly (Pb)	0,0079	0,016	0,0239
Koppar (Cu)	0,024	0,083	0,107
Zink (Zn)	0,086	0,20	0,286
Kadmium (Cd)	0,0024	0,00092	0,00332
Krom (Cr)	0,012	0,027	0,039
Nickel (Ni)	0,014	0,017	0,031
Kvicksilver (Hg)	0,000015	0,00026	0,000275
SS	75	230	305
Olja	0,011	2,5	2,511
PAH16	0,0013	0,00065	0,00195
Bens(a)pyren	0,00003	0,000039	0,000069
Bensen	0,0006	0,013	0,0136
TBT	0,0000063	0,0000054	1,17E-05
Arsenik (As)	0,0099	0,0089	0,0188
TOC	26	69	95
PCB7*	0,000248	0,00026	0,000508

Tabell 12: Beräkning av utsläppshalter ($\mu\text{g/l}$) från norra delen av planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark ($\mu\text{g/l}$)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark ($\mu\text{g/l}$)	Riktvärde i utsläppspunkt ($\mu\text{g/l}$)
Totalfosfor	170	300	150
Totalkväve	3400	4800	2500
Bly (Pb)	5	14,8	14
Koppar (Cu)	14,6	59	22
Zink (Zn)	54	203	60
Kadmium (Cd)	1,5	0,58	0,4
Krom (Cr)	7,6	18,9	15
Nickel (Ni)	8,6	12,3	40
Kvicksilver (Hg)	0,0096	0,152	0,05
SS	46000	146000	60000
Olja	6,8	1480	1000
PAH16	0,82	0,64	
Bens(a)pyren	0,0186	0,03	0,05
Bensen	0,38	7,6	10
TBT	0,0038	0,0032	0,001
Arsenik (As)	6,2	5	15
TOC	16400	41000	20000
PCB7*	0,0512	0,05	0,014

Tabell 13: Beräkning av utsläppsmängder (kg/år) från Norra delen av planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark (kg/år)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark (kg/år)	Total utsläppsmängd (kg/år)
Totalfosfor	0,559	2,2	2,759
Totalkväve	11,4	32,5	43,9
Bly (Pb)	0,016	0,117	0,133
Koppar (Cu)	0,048	0,437	0,485
Zink (Zn)	0,172	1,72	1,892
Kadmium (Cd)	0,0049	0,00405	0,00895
Krom (Cr)	0,025	0,138	0,163
Nickel (Ni)	0,0285	0,092	0,1205
Kvicksilver (Hg)	0,000032	0,00103	0,001062
SS	159	1030	1189
Olja	0,0228	10,2	10,228
PAH16	0,00273	0,00522	0,00795
Bens(a)pyren	0,000062	0,000222	0,000284
Bensen	0,00125	0,051	0,05225
TBT	0,0000126	0,0000216	0,0000342
Arsenik (As)	0,0205	0,0351	0,0556
TOC	53,7	281	334,7
PCB7*	0,0005	0,00103	0,00153

Tabell 14: Beräkning av utsläppshalter (µg/l) från hela planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark (µg/l)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark (µg/l)	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)
Totalfosfor	255	440	150
Totalkväve	5100	7200	2500
Bly (Pb)	7,5	19,4	14
Koppar (Cu)	21,9	83	22
Zink (Zn)	81	262	60
Kadmium (Cd)	2,25	0,84	0,4
Krom (Cr)	11,4	26,7	15
Nickel (Ni)	12,9	17,1	40
Kvicksilver (Hg)	0,0144	0,228	0,05
SS	69000	211000	60000
Olja	10,2	2210	1000
PAH16	1,23	0,83	
Bens(a)pyren	0,0279	0,041	0,05
Bensen	0,57	11,4	10
TBT	0,0057	0,0048	0,001
Arsenik (As)	9,3	7,5	15
TOC	24600	61000	20000
PCB7*	0,1278	0,125	0,014

Tabell 15: Beräkning av utsläppsmängder (kg/år) från hela planområdet före ombyggnad

Ämne	Beräknade utsläppshalter kvartersmark (kg/år)	Beräknade utsläppshalter allmän platsmark (kg/år)	Total utsläppsmängd (kg/år)
Totalfosfor	0,829	2,69	3,519
Totalkväve	17	40,8	57,8
Bly (Pb)	0,0239	0,133	0,1569
Koppar (Cu)	0,072	0,52	0,592
Zink (Zn)	0,258	1,92	2,178
Kadmium (Cd)	0,0073	0,00497	0,01227
Krom (Cr)	0,037	0,165	0,202
Nickel (Ni)	0,0425	0,109	0,1515
Kvicksilver (Hg)	0,000047	0,00129	0,001337
SS	234	1260	1494
Olja	0,0338	12,7	12,7338
PAH16	0,00403	0,00587	0,0099
Bens(a)pyren	0,000092	0,000261	0,000353
Bensen	0,00185	0,064	0,06585
TBT	0,0000189	0,000027	0,0000459
Arsenik (As)	0,0304	0,044	0,0744
TOC	79,7	350	429,7
PCB7*	0,000748	0,00129	0,002038

5.2

Rening av dagvatten

Eftersom recipienten, Göta älv söder om intaget, klassats som mindre känslig har Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden används istället för Miljöförvaltningens riktvärden. KoV har tagit fram målvärden för ämnena Fosfor (P), Kväve (K), koppar (Cu), Zink (Zn), suspenderat material (SS) och TOC, resterande ämnen ska uppfylla Miljöförvaltningens riktvärden. Målvärdena som finns presenteras i Tabell 16 med motsvarande riktvärde.

Tabell 16. Visar riktvärdena och målvärden för de sex utvalda ämnena av KoV.

Ämne	MF riktvärde (µg/l)	KoV målvärden (µg/l)
Fosfor (P)	50	150
Kväve (K)	1 250	2 500
Koppar (Cu)	10	22
Zink (Zn)	30	60
SS	25 000	60 000
TOC	12 000	20 000

5.3

Föroreningsberäkningar föreslagna dagvattenhantering

Föroreningsberäkningar för allmän platsmark och kvartersmark efter ombyggnad redovisas separat. Planområdet är uppdelat i delområden efter ombyggnation där framtida kvartersmark kommer att inkludera område K1 och K2. Framtida allmän platsmark kommer att inkludera områden A1 och A2.

5.3.1

Allmän platsmark: Områden A1 och A2

Området omfattar all den allmänna platsmark som finns inom planområdet, vilket inkluderar Hisingsbrons nerfart (genom kvarteret), Nils Ericsons gata, Boulevarden, Hamntorgsgatan, Södra Sjöfarten, Stadstjänaregatan. Området föreslås klassas som *väg med* olika belastning.

Allmän platsmark område 1 (A1)-Södra delen

För allmän platsmark har ett reningssteg med sandfång beräknats.

I Tabell 17 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av allmän mark samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av sandfång. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 17 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 17: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för allmän platsmark (A1) efter ombyggnad och rening i sandfång.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, Sandfång (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	140	0	140	0,49
Totalkväve	2500	2400	0	2400	8,3
Bly (Pb)	14	4,6	10	4,14	0,0144
Koppar (Cu)	22	24	10	21,6	0,0747
Zink (Zn)	60	59	10	53,1	0,18
Kadmium (Cd)	0,4	0,26	10	0,234	0,000828
Krom (Cr)	15	7,8	10	7,02	0,0243
Nickel (Ni)	40	4,8	0	4,8	0,017
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,076	0	0,076	0,00026
SS	60000	65000	10	58500	207
Olja	1000	730	0	730	2,5
PAH16		0,19	0	0,19	0,00065
Bens(a)pyren	0,05	0,011	0	0,011	0,000039
Bensen	10	3,8	0	3,8	0,013
TBT	0,001	0,0016	0	0,0016	5,4E-06
Arsenik (As)	15	2,5	0	2,5	0,0089
TOC	20000	20000	0	20000	69
PCB7*	0,014	0,075	0	0,075	0,00026

Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i sandfång uppfyller inte alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad. Kvicksilver, SS, TBT och PCB7 överskrider gränsvärdena.

Allmän platsmark område 2 (A2)-Norra delen

För allmän platsmark har ett reningssteg med makadammagasin tillsammans med sandfång beräknats.

I Tabell 18 och Tabell 19 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av allmän mark samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av makadammagasin respektive sandfång. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 18 och Tabell 19 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 18: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för allmän platsmark (A2) efter ombyggnad och rening i makadammagasin.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, Makadammagasin och sandfång (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	160	42	92,8	0,986
Totalkväve	2500	2400	44	1344	13,44
Bly (Pb)	14	10	66	3,4	0,034
Koppar (Cu)	22	35	74	9,1	0,091
Zink (Zn)	60	140	74	36,4	0,39
Kadmium (Cd)	0,4	0,31	77	0,0713	0,000713
Krom (Cr)	15	11	77	2,53	0,0253
Nickel (Ni)	40	7,4	74	1,924	0,01924
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,076	35	0,0494	0,000494
SS	60000	80000	78	17600	176
Olja	1000	750	78	165	1,672
PAH16		0,44	50	0,22	0,00225
Bens(a)pyren	0,05	0,018	50	0,009	0,00009
Bensen	10	3,8	40	2,28	0,0228
TBT	0,001	0,0016	40	0,00096	9,6E-06
Arsenik (As)	15	2,5	50	1,25	0,013
TOC	20000	21000	40	12600	126
PCB7*	0,014	0,075	40	0,045	0,000458

Tabell 19: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för allmän platsmark (A2) efter ombyggnad och rening i sandfång.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, Makadammagasin och sandfång (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	140	0	140	0,5
Totalkväve	2500	2400	0	2400	8,5
Bly (Pb)	14	4,8	10	4,32	0,0153
Koppar (Cu)	22	24	10	21,6	0,0783
Zink (Zn)	60	63	10	56,7	0,198
Kadmium (Cd)	0,4	0,27	10	0,243	0,000855
Krom (Cr)	15	7,9	10	7,11	0,0252
Nickel (Ni)	40	4,9	0	4,9	0,018
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,076	0	0,076	0,00027
SS	60000	66000	10	59400	207
Olja	1000	730	0	730	2,6
PAH16		0,2	0	0,2	0,00072
Bens(a)pyren	0,05	0,012	0	0,012	0,000042
Bensen	10	3,8	0	3,8	0,013
TBT	0,001	0,0016	0	0,0016	5,6E-06
Arsenik (As)	15	2,5	0	2,5	0,0091
TOC	20000	20000	0	20000	71
PCB7*	0,014	0,075	0	0,075	0,000264

Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i ett makadammagasin och sandfång uppfyller inte alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad. Kadmium och PCB7 för makadammagasinet och kvicksilver, SS, TBT och PCB7 för sandfång, överskrider gränsvärdena.

5.3.2

Kvartersmark: Kvarter K1 till K2

Kvartersmarken inom planområdet inkluderar område K1 och K2. Kvarter 1 och 2 är klassat som ett "Takyta" i StormTac.

Kvarter 1 (K1)-södra delen

Inom kvarter 1 ett reningssteg med grönt tak föreslås för rening.

I Tabell 20 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av kvarter 1 samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av grönt tak. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 20 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Tabell 20: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvarter 1 (K1) efter ombyggnad och rening i grönt tak.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, grönt tak (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	85	-220	272	0,864
Totalkväve	2500	1700	-120	3740	12,32
Bly (Pb)	14	2,5	65	0,875	0,002765
Koppar (Cu)	22	7,3	-100	14,6	0,048
Zink (Zn)	60	27	20	21,6	0,0688
Kadmium (Cd)	0,4	0,75	20	0,6	0,00192
Krom (Cr)	15	3,8	25	2,85	0,009
Nickel (Ni)	40	4,3	35	2,795	0,0091
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,0048	-35	0,00648	2,03E-05
SS	6000	23000	90	2300	7,5
Olja	1000	3,4	0	3,4	0,011
PAH16		0,41	-332	1,7712	0,005616
Bens(a)pyren	0,05	0,0093	0	0,0093	0,00003
Bensen	10	0,19	0	0,19	0,0006
TBT	0,001	0,0019	0	0,0019	6,3E-06
Arsenik (As)	15	3,1	0	3,1	0,0099
TOC	20000	8200	-218	26076	82,68
PCB7*	0,014	0,0766	0	0,0766	0,000248

Utsläppshalterna av föroreningar efter rening i grönt tak uppfyller inte alla de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad. Totalfosfor, totalkväve, kadmium, TBT och PCB7 överskrider gränsvärdena.

Kvarter 2 (K2)-Norra delen

Inom kvarter 2 föreslås reningsanläggningen att bestå av ytlig fördröjning tillsammans med grönt tak.

I Tabell 21 och Tabell 22 redovisas schablonvärden av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten efter ombyggnad av kvarter 2 samt utsläppshalter efter reningsåtgärder med hjälp av ytligfördröjning respektive grönt tak. Utsläppshalterna jämförs sedan med riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten. I Tabell 21 och Tabell 22 är schablonhalter som överstiger riktvärden innan och efter rening markerade i fet stil.

Utsläppshalterna av föroreningar efter rening uppfyller de riktvärden som krävs enligt Göteborgs stad, med undantag att totalfosfor, totalkväve, kadmium, TBT och PCB7 överskrider gränsvärdena efter rening med grönt tak.

Tabell 21: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvarter 2 (K2) efter ombyggnad och rening i ytligfördröjning.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, grönt tak (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	85	40	51	0,294
Totalkväve	2500	1700	25	1275	7,5
Bly (Pb)	14	2,5	45	1,375	0,0077
Koppar (Cu)	22	7,3	50	3,65	0,021
Zink (Zn)	60	27	50	13,5	0,075
Kadmium (Cd)	0,4	0,75	55	0,3375	0,001935
Krom (Cr)	15	3,8	45	2,09	0,0121
Nickel (Ni)	40	4,3	45	2,365	0,01375
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,0048	20	0,00384	2,24E-05
SS	60000	23000	70	6900	42
Olja	1000	3,4	80	0,68	0,004
PAH16		0,41	70	0,123	0,00072
Bens(a)pyren	0,05	0,0093	70	0,00279	1,62E-05
Bensen	10	0,19	50	0,095	0,00055
TBT	0,001	0,0019	50	0,00095	5,5E-06
Arsenik (As)	15	3,1	40	1,86	0,0108
TOC	20000	8200	-20	9840	56,4
PCB7*	0,014	0,0766	84	0,012256	7,01E-05

Tabell 22: Beräkning av föroreningshalt i dagvatten för Kvarter 2 (K2) efter ombyggnad och rening i grönt tak.

Ämne	Riktvärde i utsläppspunkt (µg/l)	Schablonvärde efter ombyggnad (µg/l)	Reduktion, grönt tak (%)	Total utsläppshalt (µg/l)	Årsbelastning efter rening (kg/år)
Totalfosfor	150	85	-220	272	0,2208
Totalkväve	2500	1700	-120	3740	3,08
Bly (Pb)	14	2,5	65	0,875	0,0007
Koppar (Cu)	22	7,3	-100	14,6	0,012
Zink (Zn)	60	27	20	21,6	0,0176
Kadmium (Cd)	0,4	0,75	20	0,6	0,000488
Krom (Cr)	15	3,8	25	2,85	0,002325
Nickel (Ni)	40	4,3	35	2,795	0,002275
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,0048	-35	0,00648	5,27E-06
SS	60000	23000	90	2300	1,9
Olja	1000	3,4	0	3,4	0,00056
PAH16		0,41	-332	1,7712	0,000099
Bens(a)pyren	0,05	0,0093	0	0,0093	0,0028
Bensen	10	0,19	0	0,19	0,001426
TBT	0,001	0,0019	0	0,0019	7,6E-06
Arsenik (As)	15	3,1	0	3,1	0,00015
TOC	20000	8200	-218	26076	1,6E-06
PCB7*	0,014	0,0766	0	0,0766	0,0025

5.4 Slutsats

Med de reningsmetoder som beräknats kommer de mindre föroreningsbelastade gatorna, endast klara målvärdena och når inte riktvärdena för Kvicksilver, TBT och PCB7. De mer föroreningsbelastade gatorna, Boulevarden och Stadstjänaregatan, klarar samtliga målvärden samt riktvärden för resterande ämnen. För kvartersmark klaras kraven (målvärden och resterande riktvärden) för samtliga ämnen då ytligfördröjning används som reningsmetod. Med rening med gröna tak klarar kvartersmarken inte gränserna för fosfor, kväve, kadmium, TBT, TOC, och PCB7. Med grönt tak ökar föroreningsbelastningen på kvartersmark. I gatorna renas koppar och zink så att målvärden klaras genom brunnar med sandfång.

6. Investeringskostnader/kostnadsbedömning

Nedan presenteras en grov uppskattning av investeringskostnader för olika typer av anläggningar på allmän platsmark, se Tabell 23. Kostnader för åtgärder på kvartersmark är inte medräknat eftersom en stor osäkerhet ligger i vilken åtgärd som slutligen byggs av markägarna. Kostnaderna är baserade på å prislista markarbeten 2012 Norconsult med indexreglering, tidigare erfarenheter från liknande projekt samt insamlad kostnadsinformation från olika VA produktleverantörer och entreprenörer. I priset ingår material och arbetskostnaden. Schakt för ledningar har antagits att ske i jord/lera.

Byggherrekostnader, som exempelvis projekteringskostnader och byggledningskostnader, ingår inte i entreprenadkostnaderna. Rivning av befintligt dagvattensystem ingår till viss del i ombyggnaden av marken och är därför svår att beräkna omfattningen av. Rivningskostnaden har därför inte beräknats och inte heller den stora ombyggnaden av marken.

Tabell 23. Investeringskostnader för olika föreslagna anläggningar på allmän platsmark. Då å-kostnaden redovisats som ett intervall har medelkostnaden används för att beräkna totalkostnaden.

Anläggning	Å-kostnad	ca mängd	Kostnad	Anmärkning
Ledningsstråk	2200-5000 kr/m	1000m	3 600 000 kr	Jordschakt, fyllning, dag-, drän- och tryckledningar, brunnar m sandf., bakvattenstopp.
Makadamfyllda magasin eller diken (stenkista)	350-550 kr/m ³	340 m ³	153 000 kr	Jordschakt, fyllning, dagvattenbrunn m sandf. (innan magasin), Reglerbrunn (efter magasin)
Rörmagasin	1020 kr/m	600m	612 000 kr	Rörmagasin av 400 mm rör av betong, jordschakt, brunn m sandf. (innan magasin) Reglerbrunn (efter magasin)
Totalt			4 365 000 kr	

7. Drift- och underhållsaspekter

Kostnad för skötsel uppgår årligen till ca 5-8 % av anläggningskostnaderna. Kostnaderna för skötsel baseras på grova uppskattningar. En bedömning görs för varje enskilt fall och kostnaderna varierar från år till år. Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren. För alla typer av anläggningar ska man vid planeringen tänka på åtkomst för skötsel, såsom angöring med gräsklippare, snöröjningsfordon, övriga maskiner etc.

Dagvattenrännor och dagvattenbrunnar behöver underhållas med grovrensning ca en gång per år för att inte riskera igensättning. Efter skyfall kan det vara speciellt lämpligt att genomföra en inspektion.

För att minska risken för igensättning i en underjordisk dagvattenanläggning (makadammagasin eller diken) är det viktigt att sedimentering sker i så stor utsträckning det är möjligt innan vattnet leds in i anläggningen. Den bästa lösningen för att minska halten suspenderat material i dagvattnet är att låta vattnet infiltrera ner i magasinet. När detta inte är möjligt är det extra viktigt att vattnet alltid passerar en brunn med sandfång, eller en särskild brunn som ökar avskiljningen av partiklar före magasinet. Genom att sopa ytorna som avrinner

mot anläggningen ofta minskar man andelen sediment som rinner ner i anläggningen. Det är lämpligt att in- och utlopp till underjordiska magasin inspekteras en gång per år för att se att de inte sätts igen samt spolats. Livslängden för ett makadammagasin eller diken uppskattas till några årtionden men i och med att det är igensättningsrisken som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet. Livslängden för ett rörmagasin eller ett kassetmagasin är längre, också under förutsättning av att rensning är möjlig och utförs regelbundet.

I Tabell 24 anges en uppskattning av driftbehov och driftkostnader för olika föreslagna anläggningar på allmän platsmark. Kostnader för åtgärder på kvartermark är inte medräknat eftersom en stor osäkerhet ligger i vilken åtgärd som slutligen byggs av markägarna.

Tillgänglighet för drift och underhåll är också viktig. I starkt trafikerade gator eller kollektivtrafikstråk (främst Boulevarden och Stadstjänaregatan) måste underjordiska anläggningar vara placerade så att driftsfordon kan stå vid sidan om framförallt kollektivtrafikstråken om de ska kunna användas som lösning.

Tabell 24. Sammanställning av driftbehov och driftkostnad.

Anläggning	Å-kostnad	Anmärkning
Ledningsstråk	ca 14 000 kr/år	Tillsyn 2 ggr/år Slamsugning dagvattenbrunn ingår i kostnad för spolning av ledningssystem/rörmagasin
Makadamfyllda magasin eller diken (stenkista)	26 000 kr/år	Tillsyn 1-4 ggr/år Rensning/slamsugning av dränsystem
Rörmagasin	ca 120 000 kr/år	Tillsyn 4 ggr/år Slamsugning dagvattenbrunn ingår i kostnad för spolning av ledningssystem/rörmagasin
Totalt	160 000 kr/år	

Reinvesteringskostnaden för dagvattenlösning med makadamstråk (material, materialskiljande duk och arbetet) är den samma som nyanläggningskostnaden. I detta fall ca 153 000 kr. Till detta tillkommer rivning och återställning av överbyggnad, beläggning, kantsten mm. Reinvestering för makadamstråk behöver ske ca vart 20:e år, vilket motsvarar dess livslängd. Reinvestering för rörmagasin behövs uppskattningsvis vart 100:e år, dvs den beror på rörens livslängd. Att förnya systemet kommer också påverka trafiksituationen i anslutningen till anläggningen, i vissa fall även kollektivtrafiken.