



Stockholms
stad

Dnr 2013-O1629 tillhörande samrådshandling maj 2016

Dagvattenstrategi Kolkajen-Ropsten

Detaljplan Kolkajen

Denna utredning/detta PM behandlar området Kolkajen-Ropsten som en helhet. Några stora, avgörande frågor kvarstår dock att lösa inom delområdet Ropsten, varför den detaljplan som nu är på samråd endast behandlar delområdet Kolkajen.

Dagvattenstrategi Kolkajen-Ropsten



**Norra Djurgårdsstaden
visar vägen till en
hållbar framtid**

2016-05-03



**Stockholms
stad**

The Capital of Scandinavia
stockholm.se/norradjurgardsstaden

Uppdragsnr: 1143714000	Dagvattenstrategi Kolkajen – Ropsten 2016
Daterad: 2016-04-08	
Reviderad: 2016-05-03	
Handläggare: Henrik Alm, Madelene Agnarsson, Jonas Sjöström	

RAPPORT

Dagvattenstrategi för Kolkajen - Ropsten

Konsult/kontakt:

- Sweco Environment
- Dagvatten, sjöar och vattendrag
- Gjörwellsgatan 22
- 112 60 Stockholm
- Org. nr: 556346-0327



Sammanfattning

Norra Djurgårdsstaden är ett miljöprofilområde och Kolkajen-Ropsten är den nordligaste delen av dess stadsutvecklingsområde. Dagvattenstrategin för Kolkajen-Ropsten sätter upp riktlinjer för dagvattenhanteringen inom planområdet.

Kortfattat är målet för dagvattensystemet att det ska vara robust mot översvämningar, rena dagvatten samt utgöra en resurs för bevattning och andra ekosystemtjänster. Staden strävar mot att höjdsättningen ska utformas så att inga instängda områden bildas, det vill säga vatten ska kunna avrinna ytligt till recipienten när VA-ledningssystemet är överbelastat.

Med föreslagen höjdsättning finns det risk för instängda områden på Gasverksvägen samt vid Tjörkolskajen. Där ett instängt område bildas ska ledningsnätet dimensioneras för att kunna avleda ett 100-årsregn med klimatkoefficient 1.2.

Den lokala höjdsättningen ska utformas så att dagvattnet i första hand leds till växtbäddar för fördröjning och rening. Målet är att minst 75 % av gator och torg ska ledas till växtbäddar för fastläggning av föroreningar och på så sätt inte öka belastningen på Lilla Värtan. Lidingövägens trafikdagvatten ska renas innan utsläpp till recipient.

För utformningen av kvartersmark gäller att utformningen av grönytor på kvartersmark ska anpassas till de lokala förutsättningarna för varje område och utformas så att rekreativa funktioner, växtval och miljöer stärker områdets ekosystem. Byggmaterial som kan komma i kontakt med dagvatten ska väljas så att dessa ej avger ämnen som är skadliga för miljön eller vattenlevande organismer. Bostadskvarter ska utformas så att avrinningskoefficienten blir 0.25. Kvarter med kontor och lokaler ska utformas så att avrinningskoefficienten blir 0,40.

Allmän platsmark ska utformas med lokal infiltration i växtbäddar som är en viktig del av systemlösningen för att öka dagvattenhanterings robusthet och för att bidra till rening av dagvattnet. Växtbäddarna ska utformas för att ha en storlek och magasineringsskapacitet som ger förutsättningar för att både klara en längre tids torka utan bevattning och tåla höga flöden vid intensiv nederbörd.

Stadsbyggnadskontoret, Exploateringskontoret samt Stockholm Vatten AB har aktivt deltagit i arbete med att ta fram denna strategi.

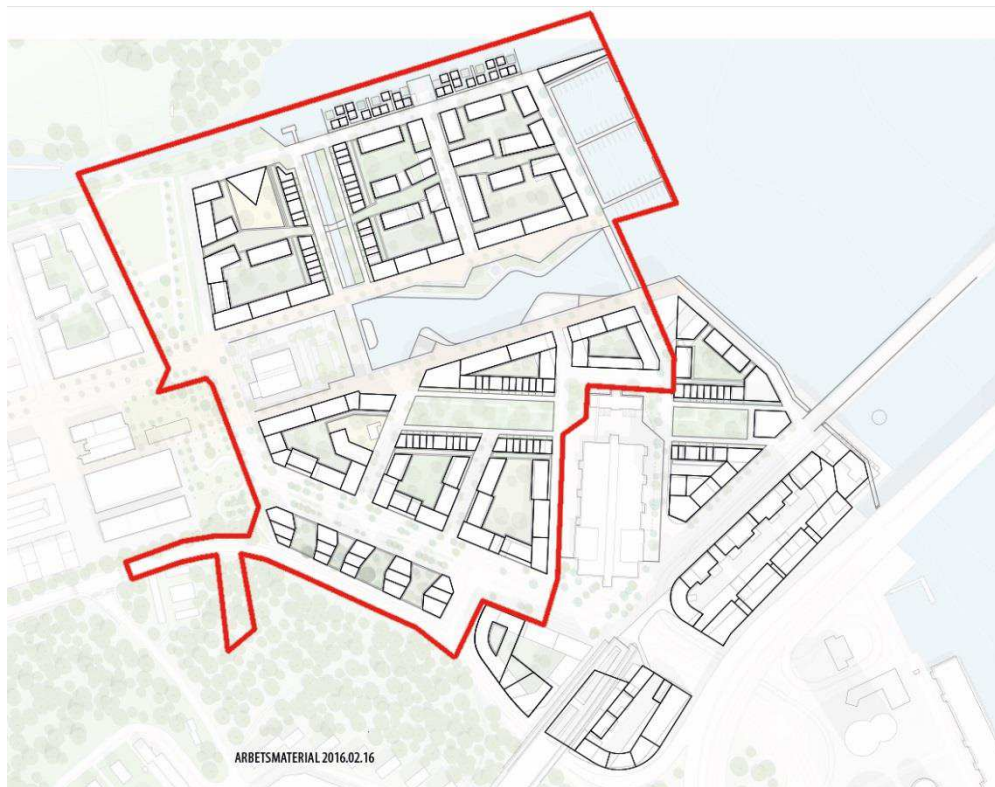
Innehållsförteckning

1	Inledning	2
2	Bakgrund till dagvattenstrategi Kolkajen-Ropsten och Gasverket Östra	4
2.1	Nederbörd	5
2.2	Princip för havsnivåer	7
2.3	Markföroreningar	8
2.4	Recipientkvalitet i Lilla Värtan	9
3	Riktlinjer för Kolkajen-Ropsten	11
3.1	Robusthet mot översvämningar	11
3.2	Föroreningsbelastning	13
3.3	Utformning av kvartersmark	13
3.4	Utformning av allmän plats	14
4	Föreslagen systemutformning	15
4.1	Höjdsättningar och avrinning	15
4.2	Flöden och fördröjningsbehov	22
4.3	Föroreningar och recipientpåverkan	23
5	Ansvarsfördelning	25
6	Skötsel	27
7	Växtbäddar med Biokolsjordar	28
8	Uppföljning	31
	Bilaga 1 - Markanvändning och areor	32
	Bilaga 2 - Resultat av föroreningsberäkningar	34
	Bilaga 3 – Skyfallskartering	37
	Bilaga 4 - Tidigare använda typlösningar i Norra Djurgårdsstaden	1
	Lokalgata (Norra 2)	1
	Förslag Erik Dahlbergs gata	8
	Växtbädd för perenner (Norra 2)	15
	Boulevarden, Södra Värtan	16

1 Inledning

Kolkajen-Ropsten är den nordligaste hörnan i Norra Djurgårdsstadens stadsutvecklingsområde och har delats upp i två detaljplaner. I Figur 1 kan detaljplanen för Kolkajen ses. Projektet Kolkajen angränsar mot nationalstadsparken i norr, mot Lilla Värtans vatten i öster, mot delprojekten Brofästet och Gasverket, Hjorthagsberget och gamla Hjorthagen i väster och Fortum och Ropstens torg i söder.

Den andra delen, detaljplanen för Ropsten, omfattar Fortum, Ropstens torg, Lidingöbron och eventuell utveckling strax väster om Lidingöbron. I söder avgränsas detaljplanen för Ropsten av Energihamnen. Bobergsgatan, blir ny huvudgata och korsar hela området. Uppdelningen av Kolkajen-Ropsten i två delar skedde då det i området finns oklarheter angående eventuella nya större infrastrukturprojekt som påverkar utformningen.



Figur 1 Översiktsbild över planområdet.

Detta är kanske det mest attraktiva läget i Norra Djurgårdsstaden, då det ligger mot nationalstadsparken, vid Lilla Värtans vatten och nära Ropstens tunnelbana.

När Norra Djurgårdsstaden byggs ut blir Ropsten på topp tio-listan av Sveriges bytespunkter med nästan 40 000 trafikanter per dag. En stor del av det ökande antalet resenärer i bytespunkten kommer vara boende i Norra Djurgårdsstaden. Ropsten ska även i framtiden vara den centrala trafiknoden i norra Stockholm men även bli ett attraktivt stads kvarter med kontor, affärer och bostäder.

Marken är delvis utfylld och behöver renas. Även bottensedimenten är kontaminerade och det krävs ett omfattande saneringsarbete för mark- och vattenområdena.

För projektet Kolkajen-Ropsten gäller de styrdokument som redovisas i den övergripande projektplanen för Norra Djurgårdsstaden samt nedanstående styrdokument som upprättats inom ramen för Norra Djurgårdsstaden.

- Fördjupat program för Hjorthagen, 3 upplagan, maj 2009
- Miljö- och hållbarhetsprogram för Norra Djurgårdsstaden
- Ett Stockholm i världsklass - Vision 2030 – antagen av KF 11 juni 2007

Vision 2030 är uppbyggd kring tre teman som även utgör den långsiktiga målbilden för översiktsplanen för Stockholms stad. Stockholm ska vara en mångsidig och upplevelserik stad, den ska vara innovativ och växande samt vara medborgarnas Stockholm. Norra Djurgårdsstaden skall bli en miljöanpassad och variationsrik stadsdel med en blandning av bostäder och verksamheter. Norra Djurgårdsstaden skall dessutom bli en ny entré till Stockholm via hamnen och de gamla gasklockorna i området skall bevaras och ger bl.a. möjligheter för kulturella verksamheter.

Norra Djurgårdsstaden utformas för en minskad resursanvändning där ny miljöteknik tillämpas. Genom att prioritera klimatsmarta lösningar och att använda sunda material bidrar projektet till att Stockholm blir ett nationellt och internationellt föredöme på miljöområdet.

Norra Djurgårdsstaden är en miljöstadsdel i världsklass och ett internationellt föredöme när det gäller hållbart stadsbyggande. Projektet uppmärksammades blanda annat på klimatmötet i Paris 2015 där det vann C40-nätverket, som samlar ca 80 av världens största städer, pris i klassen för hållbara samhällen avseende bland annat klimatanpassning och dagvattenhantering.

2 Bakgrund till dagvattenstrategi Kolkajen-Ropsten och Gasverket Östra

Norra Djurgårdsstaden är ett miljöprofilområde, där innovativa lösningar för en hållbar stadsutveckling prövas. Strategin för Kolkajen-Ropsten och Gasverket Östra fokuserar på det dagvatten som har sitt ursprung inom planområdet. Hantering av dagvatten från kringliggande områden, som avleds via ledningar genom planområdet, berörs bara i förbigående. Styrande dokument för dagvattenhanteringen i området är Övergripande program för miljö och hållbar stadsutveckling¹, Stockholms dagvattenstrategi², Dagvattenstrategi Norra Djurgårdsstaden³. Dagvattenstrategin för Kolkajen-Ropsten och Östra Gasverket syftar till att utreda och klargöra:

- hur intensiva regn och risk för översvämningar kan hanteras
- hur Lilla Värtan skyddas mot förorening
- hur växtbäddar kan användas för att fördröja, rena och nyttiggöra dagvattnet
- hur dagvattenhanteringen kan lösas och utformas i områdets olika delar

I det övergripande programmet för miljö och hållbar stadsutveckling fastläs att Norra Djurgårdsstaden ska ha en grönskande och klimatanpassad utomhusmiljö med en mångfald funktioner. Stadsdelen ska vara anpassad till att klara framtida höga havsnivåer, intensivare regn och risker för översvämningar samt erbjuda attraktiva utemiljöer även i varma och torra perioder.

Dagvattensystemet i området ska bestå av ett integrerat system med gröna tak och takträdgårdar som samspelar med vattenflödet på gårdar, gator, gräsytor, regnträdgårdar, dammar och dagvattenledningar. Grönskan på gårdar, väggar och tak ska förstärka ekosystemet i parkerna och bidra till ett robust ekosystem i Nationalstadsparken och staden.

Ett urval av de mål som berör dagvatten från programmet¹ anger.

- Stadsdelen ska vara anpassad till att klara framtida höga havsnivåer på grund av ett förändrat klimat.
- Dagvattensystemen ska vara dimensionerade för att klara kraftiga regn och intensiva nederbördsperioder utan att byggnader, gator och gårdar översvämmas.
- I Norra Djurgårdsstaden ska regnvatten användas för bevattning av gårdar och parker och därefter föras till urbana våtmarker och fuktstråk. Slutligen ska vattnet ledas till Husarviken eller Värtan. Grönska, dagvattendammar, urbana våtmarker och fuktstråk ska fördröja och rena dagvattnet. System för lagring av regnvatten för bevattning vid torra perioder och för andra vattenbehov ska anläggas.
- Dagvattenhanteringen i Norra Djurgårdsstaden ska bidra till att Husarviken och Lilla Värtan har en god vattenkvalité. Bräddning av avloppsvatten till Värtan ska minska.

¹ Övergripande program för miljö och hållbar stadsutveckling i Norra Djurgårdsstaden, 2010-04-13

² Dagvattenstrategi Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering, 2015-03-09

³ Norra Djurgårdsstaden Dagvattenstrategi, Utredning Version 1, 2011-10-07, Sweco AB

- All miljöpåverkan samt energi- och resursförbrukning ska minimeras under byggskedet och dagvatten ska omhändertas på ett sätt som ej förorenar grund- eller ytvattenresurserna.

För att uppnå en klimatanpassning och grönskande utemiljö fastslås att:

- vilken regnintensitet som dagvattenledningarna ska dimensioneras för (2-, 10-, 20-årsregn eller mer) och vilken klimatfaktor som ska användas samt hur integrerade dagvattensystem ska utformas ska utredas och fastställas.
- vilken vattennivå i Saltsjön som ska användas för utformning av stadsdelen och för dimensionering dagvattensystemet ska utredas och fastställas.
- att utreda möjligheterna till att använda gröna tak som uterum för boende och för att fördröja dagvattenflödet samt att utreda hur gröna tak kan kombineras med generering av förnybar energi på takytor.
- att upprätta skötselplaner för parkmarken i syfte att få till stånd en önskvärd utveckling för den biologiska mångfalden. Det krävs en solid grund för skötsel av ekomiljöer, med träd i olika stadier, om dessa ska kunna värnas i århundraden framöver.
- Skötselplaner bör även upprättas för fastighetsmark samt för dagvattenhanteringen på allmän mark.

Mycket av detta utreddes och fastslogs i Dagvattenstrategin för Norra Djurgårdsstaden (2011). Ytterligare fördjupningar har gjort i Dagvattenstrategi för Södra Värtan och Valparaiso (2014), samt Dagvattenstrategi för Gasverksområdet (2015).

2015 antogs en ny dagvattenstrategi för Stockholm stad. I den fastslås fyra mål.

(1) Dagvattenhanteringen ska bidra till en förbättring av stadens vattenkvalité. (2) Dagvattenhanteringen ska vara anpassad för kommande klimatförändringar. (3) Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva funktionella inslag i stadsmiljön. (4) Dagvattenhanteringen ska vara miljömässigt och kostnadseffektiv.

2.1 Nederbörd

SMHI har tagit fram en regional klimatsammanställning för Stockholms län⁴. Sammanställningen är baserad på observationer och analyser från SMHI samt klimatscenarier från den internationella klimatforskningen. Beräkningarna avser i första hand tidsperioden fram till år 2100. För att ge en bild av de osäkerheter som råder om framtidens klimat har ett flertal scenarier utnyttjats.

Följande huvudslutsatser i rapporten rör de framtida nederbördsförhållandena:

- ”Lokala översvämningsproblem kopplade till skyfall väntas öka generellt, eftersom de flesta klimatberäkningarna pekar mot ökad risk för kraftiga regn.”

⁴ Stensen m. fl. Regional klimatsammanställning – Stockholms län. SMHI Rapport nr 2010-78

- "Förändringen av *årsmedelnederbörd* ligger i medeltal på en ökning med 10 % till 30 % i slutet av seklet. Den största ökningen nederbörd av sker under vinterhalvåret."
- "Analyser av *extrem nederbörd* visar på stor spridning. Medelvärde för förändringen från två oberoende analyser av intensiv korttidsnederbörd och extrem dygnsnederbörd är ca 20 % under seklet."

För att beskriva de toleransnivåer som används vid dimensionering av VA-ledningsnät med nederbörd med en viss återkomsttid visar Tabell 1 sannolikheten att en nederbördshändelse med en viss återkomsttid inträffar under en viss tidsperiod. Exempelvis är sannolikheten att ett 10-årsregn inträffar under en 20-årsperiod 86%.

Vidare är det viktigt att vara medveten om att ett 100-årsregn inte är 10 gånger så intensivt som ett 10-årsregn, 100-årsregnet är ungefär dubbelt så intensivt.

Tabell 1. Sannolikhet för att ett regn med en viss återkomsttid inträffar under en viss tidsperiod (utifrån, Svenskt Vatten⁵)

Återkomsttid	Sannolikhet för inträffande under:			
	10 år	20 år	50 år	100 år
10 år	65%	88%	99%	100%
20 år	40%	64%	92%	99%
50 år	18%	33%	64%	87%
100 år	10%	18%	39%	63%

En viss mängd nederbörd kan komma på mindre än en timme eller utspritt under ett dygn. Om en större mängd faller på kort tid används ibland uttrycket skyfall då det upplevs som häftigt och kraftigt. SMHIs definition av skyfall är minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut. I denna rapport används uttrycket "extremregn", med detta avses ett regn som är intensivare än vad VA-ledningsnätet har dimensionerats för, regnvattnet avleds vid dessa tillfällen på markytan.

⁵ P110 hydraulisk dimensionering, 2015.

2.2 Princip för havsnivåer

Den förväntade höjningen av den globala havsnivån är enligt FN:s klimatpanel IPCC fram till år 2100 troligen maximalt 1 meter⁶. Med landhöjningen i Stockholm inräknad, ger detta en höjning av havs-nivån på omkring en halv meter. Efter år 2100 förväntas havsnivån att öka snabbare än landhöjningen vilket innebär ökad översvämningssrisk i kustområden och större risk för påverkan på Mälaren. Perioden efter år 2100 innebär större osäkerheter i bedömningen om framtida höjning av havsnivån men IPCC och SMHI bedömer långsiktigt fortsatta havsnivåhöjningar efter 2100.

Länsstyrelserna runt Mälaren har med stöd av SMHI tagit fram rekommendationer att ny sammanhållen bebyggelse och samhällsfunktioner av betydande vikt placeras ovan nivån år 2200, vilket är 2,70 meter räknat i höjdsystemet RH2000.

En generell princip i Stockholms stad är att lägsta vattenstånd för översvämningsskydd för sammanhållen bebyggelse och samhällsviktiga funktioner vid Saltsjön ska läggas på en nivå på cirka 2,25 i RH2000 (d.v.s. minst 100-årsperspektiv och att avsteg från 200 årsperspektivet kan motiveras). Stadens motiv till att tillämpa denna princip är att de områden i stadens som angränsar till Saltsjön och som kan utvecklas/bebyggas utgörs av redan ianspråktagen mark med befintlig infrastruktur samt att det efter 2100 kommer att krävas storskaliga åtgärder för att skydda Stockholm och Mälardalen. Om ny bebyggelse placeras under Länsstyrelsens nivåer behöver staden motivera detta avsteg för att visa att planerad exploatering inte drabbas på sådant sätt att det är risk för hälsa och säkerhet eller att bebyggelsen tar ekonomisk skada i en översvämningssituation.

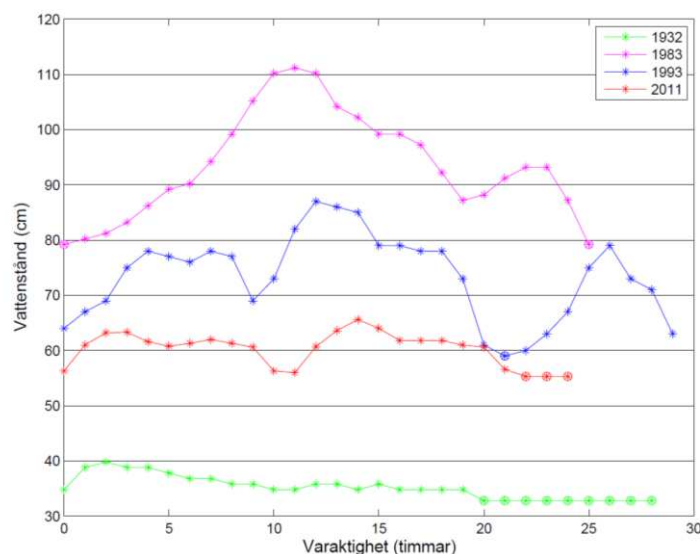
För Hjorthagen bedömer staden att det är möjligt att tillämpa Länsstyrelsens rekommendation med en lägsta markyta på 2,70 meter (i RH2000) för planeringen.

Sannolikheten för 100-årsvattenstånd ska inträda är 1 procent för varje enskilt år. Att 100-årsvattenståndet inträffar under en 100-årsperiod är dock 63 procent. Det är alltså mer sannolikt att denna nivå inträffar än att den inte inträffar under 100-årsperioden.

2.2.1 Vattenstånd för växtbäddars botten

Dimensionerande nivå för växtbäddarnas botten har satts till det medelhavsvattenstånd som har en varaktighet på högst 24 timmar, detta är dimensionerat efter vad växterna tros klara av. I Figur 2 redovisas vattenståndsvariation relativt årets beräknade medelvattenstånd med en varaktighet på minst 24 timmar för 1932, 1983, 1993 och 2011, (utvalda år sedan mätningarna började 1886). Den visar att det högsta vattenstånd som varat 24 timmar ligger 80 cm över årets beräknade medelvattenstånd. Växtbäddarnas botten bör inte ligga djupare än 1.4 (RH2000), djupare växtbäddar bör studeras och utformas särskilt.

⁶ Uppgift Stockholm stad 2016



Figur 2 Årshögsta vattenståndsvariation relativt årets beräknade medelvattenstånd sedan 1886 för 1932, 1983, 1993 och 2011. Inringade värden är de värden som är årshögsta med en varaktighet på 24 timmar. Saltsjöns vattenstånd relativt medelvattenstånd vintern 1983 och 2007 (källa SMHI⁷).

2.3 Markföroreningar

Projektet NDS gör omfattande miljöundersökningar, tar fram platsspecifika riktvärden, reglerar hanteringen i enlighet med miljöbalken i avstämningar och godkännanden från tillsynsmyndigheten etc. Projektet har god kontroll över markföroreningssituationen i området och kommer att vidta de åtgärder som krävs för att marken ska kunna användas i enlighet med detaljplanens bestämmelser. På grund av markföroreningssituationen har det i vissa områden i tidigare utbyggnadsetapper krävts täta dagvattenlösningar som förhindrar infiltration till de djupare jordlagren. Detta borde gälla även för stora delar av Kolkajen-Ropsten.

I området ligger restproduktsområdet från den tidigare industriella verksamheten som producerade stadsgas. Där hanterades och förädlades restprodukter från gasproduktionen. Som ett resultat av detta är marken kraftigt förorenad.

I och med stadsutvecklingen skapas en "ny" markyta som kommer innebära ett mindre förorenat dagvatten. För att minska dagvattenbelastningen på recipienten föreslås att dagvatten leds till och tas upp av stadsgränska och mark. I förorenade områden föreslås att dessa lösningar utförs täta. De täta konstruktionerna hindrar dagvatten från att infiltrera ner i marken vilket kan sätta markföroreningar i rörelse. Markförorening och dess transport hanteras separat från dagvatten.

⁷ Dimensionerande havsnivåer vid Södra Värtan, SMHI 2012, Rapport nr 29

2.4 Recipientkvalitet i Lilla Värtan



Figur 3 Lilla Värtan (Stockholm vattenprogram, 2000)

Recipienter för dagvattnet är Lilla Värtan samt grundvatten, se Figur 3. Lilla Värtan har med hänsyn av den påverkan som följer av hamnverksamheten klassificerats som ett kraftigt modifierat vatten (KMV) med måttlig ekologisk potential. God ekologisk status kan inte nås i KMV-klassade vattenförekomster men rimliga förbättringar som föreslagen exploatering "kan tåla" ska göras. Det är en ambitionsnivå som måste anpassas till varje vatten och projekt, eftersom den är beroende av vilka åtgärder som är genomförbara med hänsyn till den verksamhet som bedrivs. Ytterligare utredning krävs enligt Vattenmyndigheten för att specificera och konsekvensbedöma lämpliga förbättringsåtgärder.

Förslag på miljö kvalitetsnormerna säger att Lilla Värtan uppnår god kemisk ytvattenstatus med undantagen kvicksilver och bromerad difenyleter. Samt med en tidsfrist för tributyltennföreningar och antracen där god status ska uppnås till 2027. God ekologisk potential ska uppnås till 2027.

De nämnda föroreningarna är med som vattendirektivets prioriterade ämnen och överskrider värdena för god status i Lilla Värtan. Utsläpp och spill av dessa ämnen ska upphöra eller stegvis upphöra.

Antracen är ett utfasningsämne och tillhör gruppen PAH. Antracen är ett av vattendirektivets prioriterade ämnen och överskrider gränsvärdet i sedimenten för god kemisk status. Möjliga och mest effektiva åtgärder för att nå god kemisk status är dock oklar då påverkansbilden är komplex⁸. Antracen är en biprodukt till tidigare gasproduktion vilket talar till att förekomsten är kopplad till tidigare markanvändning. Med föreslagen dagvattenhantering förväntas belastningen av antracen via dagvatten minska. För befintlig förekomst se studier om markföroreningar och sediment..

Vattenströmmarna i Lilla Värtan har varierande strömriktning. Nettoströmmen bör dock gå från söder mot norr, vilket innebär att en del av Mälarens utflöde och troligen även en del av det renade avloppsvattnet från Henriksdals och Brommaavloppsreningsverk passerar genom Lilla Värtan. Storleken på denna tillförsel kan inte anges⁸.

Lilla Värtan belastas även av utsläppet från det utpumpade bottenvattnet från Brunnsviken ca 800 kg fosfor och 1800 kg kväve per år. De mängder, som kom med dag- och bräddvatten, före utvecklingen av Norra Djurgårdsstaden, uppskattades till 270 kg fosfor och 2250 kg kväve per år⁹.

Vid låga syrehalter i botten vattnet, främst i augusti och september blir fosforhalterna höga, som mest 150-200 µg/l. Någon kvantifiering av internbelastningens storlek är inte möjlig att göra (Vattenprogram för Stockholm). Det är troligt att utlösningen av fosfor från sedimenten kan ge relativt stora bidrag, jämfört andra källor.

⁸ VISS länsstyrelsen, 2016

⁹ Stockholms vattenprogram 2000

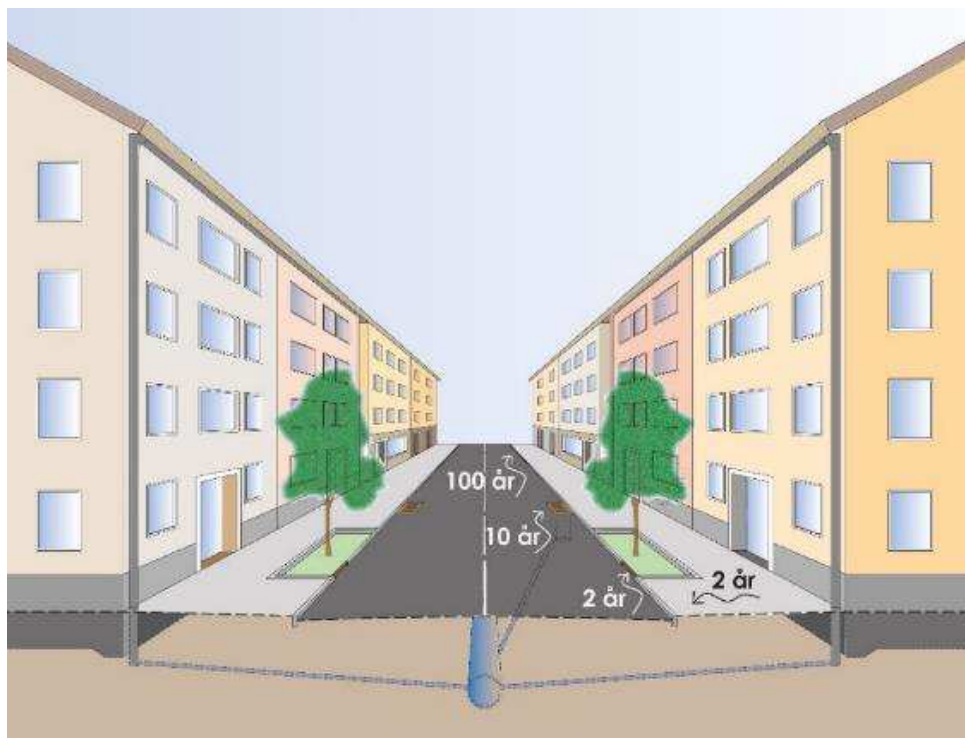
3 Riktlinjer för Kolkajen-Ropsten

Nedan presenteras de riktlinjer som gäller för vidare utvecklingen av programområdet Kolkajen-Ropsten. Kortfattat är målet för dagvattensystemet att det ska vara robust mot översvämningar, rena dagvatten samt utgöra en resurs för bevattning och andra ekosystemtjänster.

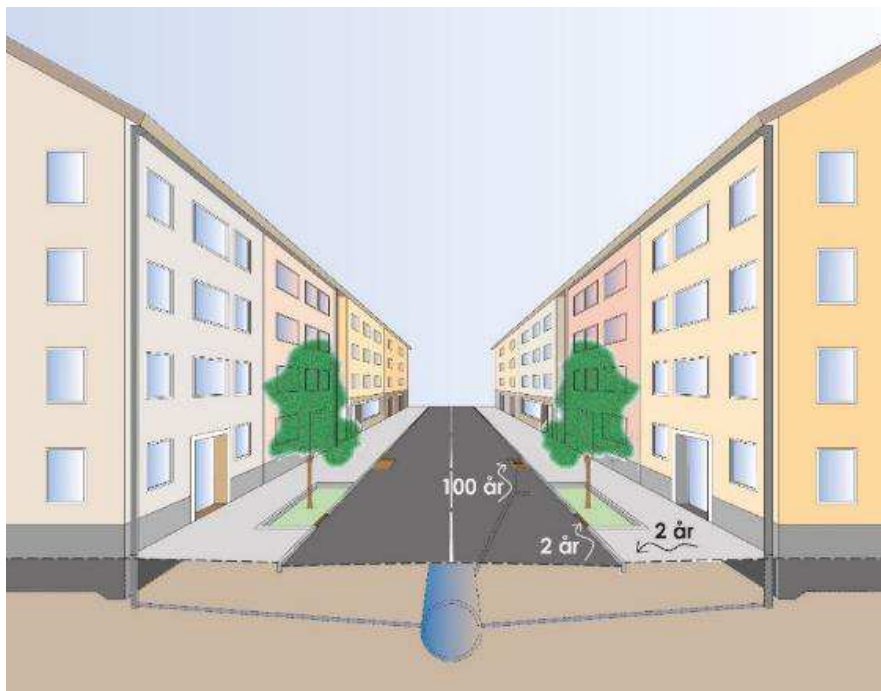
3.1 Robusthet mot översvämningar

Enligt Dagvattenstrategin för Norra Djurgårdsstadens riktlinjer ska dagvatten från hårdgjorda ytor inte kopplas direkt till tätt ledningssystem. Den lokala dagvattenhanteringen ska dimensioneras för ett 2-årsregn. Höjdsättningen ska göras så att instängda områden inte bildas. Vid "extremregn", då dagvattenledningsnätet blir överbelastat, ska dagvatten kunna avrinna på markytan till recipient, utan att skador sker på byggnader upp till då regnhändelse med 100-års återkomsttid inträffar, se Figur 4.

I föreslagen höjdsättning (mars, 2016) förekommer det en risk för ett instängt område på Gasverksvägen bakom Ropstens station. Utformningen och höjdsättningen av Ropstens torg har dock ännu inte påbörjats varför detta kanske kommer kunna lösas i ett senare skede. Även vid tillkommande kajkonstruktion finns risken för instängda områden då utformning inte är klar. Om dagvatten inte kan leds ut över ny kaj, kan ett instängt område bildas i Tjärkolsparken. För avvattningsprincip, se Figur 5.



Figur 4 Bilden visar dimensioneringskrav avseende återkomsttider för ett område där vatten kan rinna på ytan till recipient enligt dagvattenstrategin för Norra Djurgårdsstaden.



Figur 5 Bilden visar dimensioneringskrav avseende återkomsttider för ett instängt område enligt dagvattenstrategin för Norra Djurgårdsstaden⁶.

Viktiga punkter och riktlinjer från Dagvattenstrategin för Norra Djurgårdsstaden är:

- Höjdsättningen ska minimera uppkomsten av instängda områden.
- Höjdsättningen ska göras så skador inte sker på byggnader vid en 100-årsregnhändelse.
- Marknivån i området ska höjdsättas så ny bebyggelse inte placeras på en nivå lägre än +2,70 meter (RH2000).
- Lokal höjdsättning ska utformas så att dagvatten i första hand avleds till växtbäddar och i andra hand till dagvattenbrunnar anslutna till dagvattenledningar.
- Lokala dagvattenlösningar ska dimensioneras för ett 2-årsregn.
- För områden som inte är instängda ska dagvattenledningarna dimensioneras för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,2.
- För områden som är instängda ska dagvattenledningarna dimensioneras för ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 fram till dess att dagvatten kan rinna på markytan till recipient.

Det pågår ett arbete med en översyn av klimatfaktorer. Ett förslag är att använda 1.25 upp till en timmes varaktighet, men 1.2 på regn med längre varaktighet.

3.2 Föroreningstransport

3.2.1 Dagvatten

- Dagvatten ska omhändertas på ett sätt som inte förorenar grund- eller ytvattenresurserna.
- Föroreningsbelastningen på Lilla Värtan från befintlig mark ska inte öka.
- Höjdsättning av gata och torg ska utformas så att minst 75% av dagvatten leds till växtbäddar. Det är viktigast att dagvatten från gator med hög trafikintensitet och andra mer förorenade ytor avleds till växtbäddar än mindre förorenade ytor.
- Grönska, dagvattendammar, urbana våtmarker och fuktstråk ska användas för att rena dagvattnet. Genom att leda ett 2-årsregn till växtbäddar omhändertas ca 96% av årsvolymen.
- Dagvatten från Lidingövägen ska renas i reningsanläggning. Denna reningsanläggning kan med fördel anpassas för att även rena dagvatten från trafikplats Ropsten.
- För att minska förekomsten av föroreningar i dagvattnet ska byggmaterial väljas så att inte koppar och zink samt dess legeringar, eller andra förorenande ämnen, användas utvändigt exempelvis som material i tak- och fasadplåt eller i stuprör.

3.2.2 Grundvatten och förorenad mark

- Saneringen av mark i området kommer att bidra till minskat läckage av föroreningar från markföroreningar till recipienterna. Påverkan från förorenad mark finns beskrivet i separat dokument.

3.3 Utformning av kvartersmark

Utformningen av grönytor på kvartersmark ska anpassas till de lokala förutsättningarna för varje område och utformas så att rekreativa funktioner, växtval och miljöer stärker områdets ekosystem. För gröna tak gäller principen att flackare tak är mer effektiva ur dagvattensynpunkt. Gröna tak med ett tjockare substrat genererar även en lägre avrinningskoefficient. Vidare ska dagvattenhanteringen ha renande effekt.

- Dagvatten ska så långt som möjligt avledas till lokala lösningar för fördröjning och rening. Exempel på sådana lösningar är gröna tak, yttlig infiltration i växtbäddar samt utjämning på markytan. Principer, inspiration och idéer kan hämtas från Svenskt Vattens publikation P105 samt från andra liknande källor.
- Byggmaterial som kan komma i kontakt med dagvatten ska väljas så att dessa ej avger ämnen som är skadliga för miljön eller vattenlevande organismer.
- Dagvatten ska om möjligt användas för bevattning på gårdar och parker och därefter ledas till urbana våtmarker och fuktstråk om sådana ska anläggas.

- Växtbäddarna ska utformas för att ha en storlek och magasineringskapacitet som ger förutsättningar för att både klara en längre tids torka utan bevattnings och höga flöden vid intensiv nederbörd.
- Lägen för serviser bör så långt som möjligt samordnas mellan olika ledningsägare så att dessa ej i onödan inkräktar på den rotningsbara volymen i växtbäddar avsedda för LOD.
- Bostadskvarter ska utformas så att avrinningenkoefficienten blir 0,25.
- Kvarter med kontor och lokaler ska utformas så att avrinningenkoefficienten blir 0,40.

3.4 Utformning av allmän plats

En aktiv höjdsättning av allmänna platser är viktig för att säkra sekundära avrinningsvägar till recipienten där vatten kan avledas vid regn som är intensivare än vad dagvattenledningsnätet klarar att avleda. Lokal infiltration i växtbäddar är en viktig del av systemlösningen för att öka dagvattenhanterings robusthet. Infiltration i växtbäddar är ett kompletterande dagvattensystem och dimensionen på dagvattenledningar ska inte skalas ned på grund av förekomst av infiltrationsanläggning. Det är viktigt att dagvattenbrunnar placeras så att dagvatten i första hand går in i växtbäddar och till dagvattenbrunnarna först när växtbädden går full eller när marken är tjälad. Att leda dagvatten till växtbäddar är viktigt för att klara uppsatta miljömål. Genom att leda ett 2-årsregn till växtbäddar omhändertas 96% av årsvolymen¹⁰.

- Minst 75 % av den allmänna platsmarken ska vara höjdsatt så att dagvatten avrinner till lokala växtbäddar och infiltrerar i dessa.
- Växtbäddarnas botten ska inte placeras lägre än +1,4 m (RH2000) för att minimera risk för att havsvatten tränger in via dräneringen vid höga vattenstånd.
- Vid detaljutformningen bör möjligheten för provtagning och utvärdering av funktionen inarbetas. Detta gäller både såväl infiltration av dagvatten som övriga ekosystemtjänster.
- Växtbäddarna ska utformas för att ha en storlek och magasineringskapacitet som ger förutsättningar för att både klara en längre tids torka utan bevattnings och tåla höga flöden vid intensiv nederbörd.
- Grönyrtorna ska anpassas till de lokala förutsättningarna för varje område och utformas så att rekreativa funktioner, växtval och miljöer stärker områdets ekosystem.
- Samtliga ledningsägare bör i ett tidigt skede kontaktas för samråd om gemensamma lägen för serviser så att dessa så långt som möjligt kan samordnas för att inte inkräkta på den rotningsbara volymen i växtbäddarna i onödan.

¹⁰ StormTac 2015, utifrån data Stockholm Vatten.

4 Föreslagen systemutformning

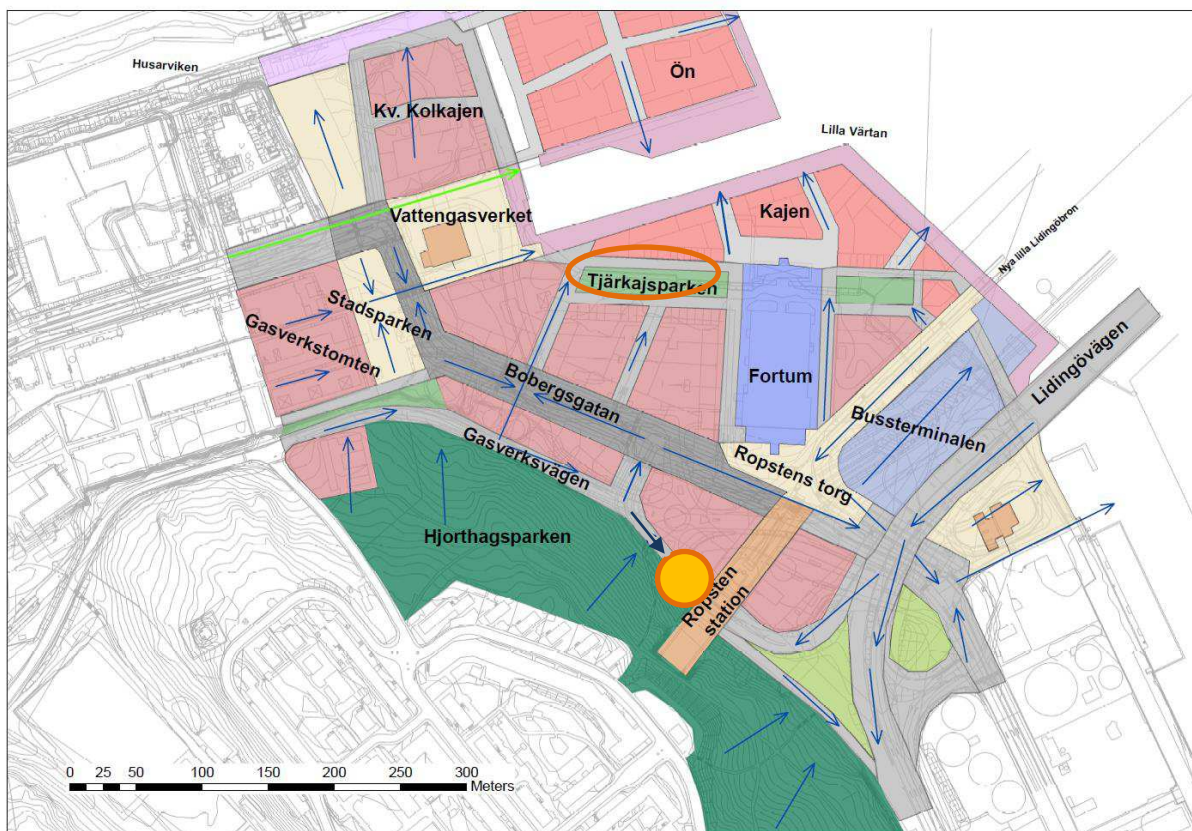
I området föreslås lokal dagvattenhantering på kvartersmark innan förbindelse till Stockholm vattens VA-ledningsnät. Lokal dagvattenhantering ska även ske på allmän plats innan avledning till ledningsnät eller direkt till recipient. Nedan följer en översiktlig beskrivning av föreslagen systemutformning. Utformningen av området pågår och visade exempel ska ses som principer.

4.1 Höjdsättningar och avrinning

Hjorthagsparken utgör en höjdrygg i utredningsområdet i söder, vilken sluttar kraftigt dels mot Gasverksvägen dels mot Ropsten, se Figur 6. Planområdet avvattnas idag till Husarviken och Lilla Värtan. Gasverkstomten i väst sluttar mycket svagt mot Stadsparken, för att sedan bli en kraftigare höjdskillnad mellan Bobergsgatan och Vattengasverket. Dessa höjdskillnader kommer bindas samman med ramp ned mot kajkanten. Takvatten från Gasverkstomten ansluts till ledningsnät. Den gröna pilen i Figur 6 är en dagvattenledning som vid skyfall när det vanliga dagvattenledningsnätet är överbelastat ska leda vattnet från det instängda området på Gasverkstomten ut till Lilla Värtan. Läget på denna ledning är dock inte helt klar ännu.

Större delen av Bobergsgatan sluttar svagt åt sydöst och har sin lågpunkt öst om Lidingövägen. Lågpunkten på Bobergsgatan avvattnas sedan till Lilla Värtan. Bobergsgatan kommer bli veckad för att delar av vägen ska kunna avvattnas längs med lokalgatorna vid skyfall, detta görs för att lågpunkten inte ska bli överbelastad. Ropstens torg samt nya lilla Lidingöbron med gång- och cykelväg sluttar söderut och går ihop med Bobergsgatan under Lidingövägen. Även Lidingövägen sluttar in i planområdet.

Ön och den nya kajen kommer troligen anläggas på påldäck med fall. Alternativt kan dagvattnet släppas direkt ner i Lilla Värtan om påldäcken inte blir underbyggda.



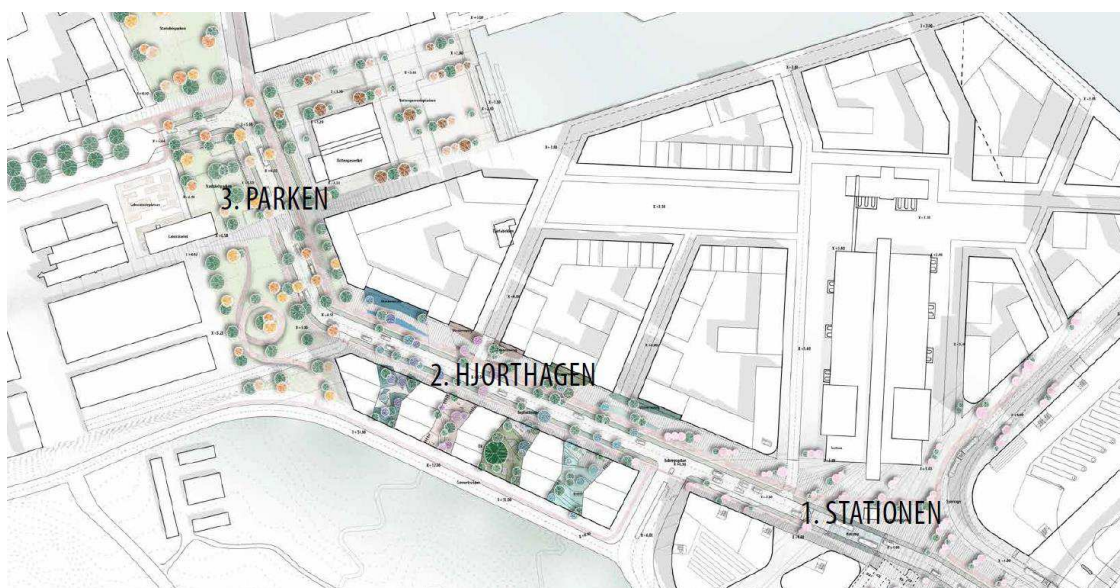
Figur 6 Höjdsättning och flödesriktningar i området, föreslagen höjdsättning november 2015.

Legend

Befintlig kaj	Gräsmark	Kvartersmark	Väg
Bobergsgatan	Härdbelagt torg	Naturmark	Väg kaj/ö
Bussterminal	Fortum	Ny kaj	Instängt område
Takyta	Kvarter kaj/ö	Park	Möjligt instängt område

4.1.1 Bobergsgatan

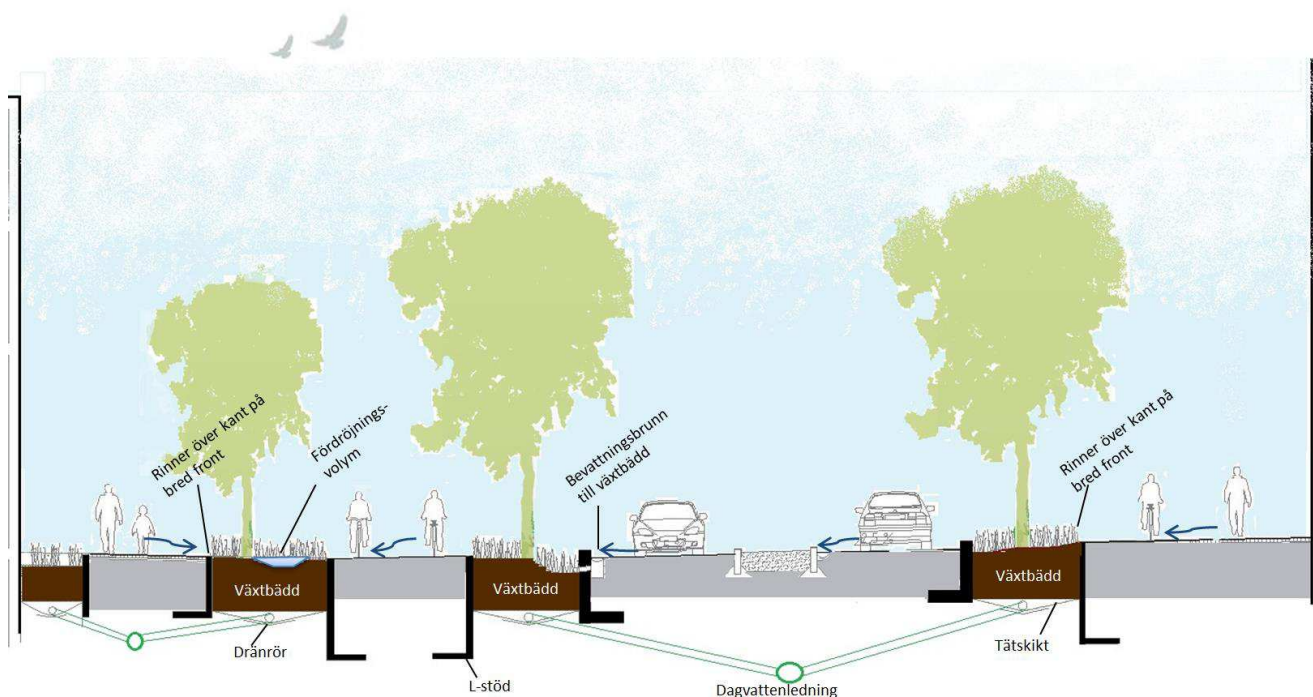
Bobergsgatan är uppdelad i olika sektioner med varierande form, bredd och trafikintensitet (se Figur 7). Trafikintensitet varierar från som minst 5 000 bilar/dygn till ca 10 000 bilar/dygn närmast Ropsten (stationen) och är en av de mer trafikerade gatorna i området. Rening av gaturvattnet från Bobergsgatan är därför nödvändigt. Växtbäddar med renande och fördröjande funktion är planerat för att tillgodose reningsbehovet.



Figur 7 Bobergsgatans utbredning samt dess olika sektioner. (Adept Mandaworks)

Bobergsgatans utformas med två körbanor och avgränsande refug. På körbanornas yttersida är det planerat för växtbäddar med trädreder. Körbanorna kommer att avvattnas med fall via bevattningsbrunnar till växtbäddarna som förses med kantsten. Den avgränsande refugen kommer eventuellt förses med vertikala släpp som ger gaturvattnet möjlighet att passera refugen till växtbäddarna på motsatt sida. Gång- och cykelväg angränsar till yttersida växtbädd och avvattnas på bred front alternativt släpp i kantsten till växtbädd. En principskiss för avvattningen kan ses i Figur 8. Växtbäddarna är delvis nedsänkta för att erhålla en viss fördröjningsvolym. Överskottsvatten från växtbäddarna avleds via dränledning i botten och vidare till dagvattenledning i gatan. Bräddbrunnar placeras i lågpunkt i plan för att förhindra att vatten flödar ut på gatan vid höga flöden. Bräddbrunnarna är sedan kopplade till dagvattenledningen. (För exempel på placering av bräddbrunn, se Bilaga 4, Figur 35)

För att erhålla högre rening av dagvattnet leds så stor del av gaturvattnet som möjligt till växtbäddarna på Bobergsgatan. Utöver reningsbehoven är infiltration av dagvatten även nödvändigt i växtbäddarna för att klara vattentillförseln till träden då stora delar av gatan kommer anläggas på påldäck.

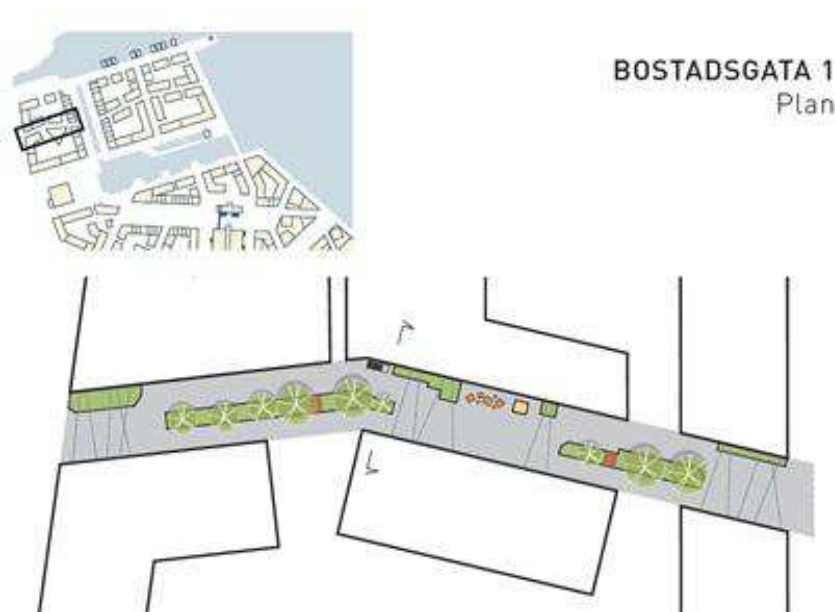


Figur 8 Principskiss för avvattningen av Bobergsgatan.

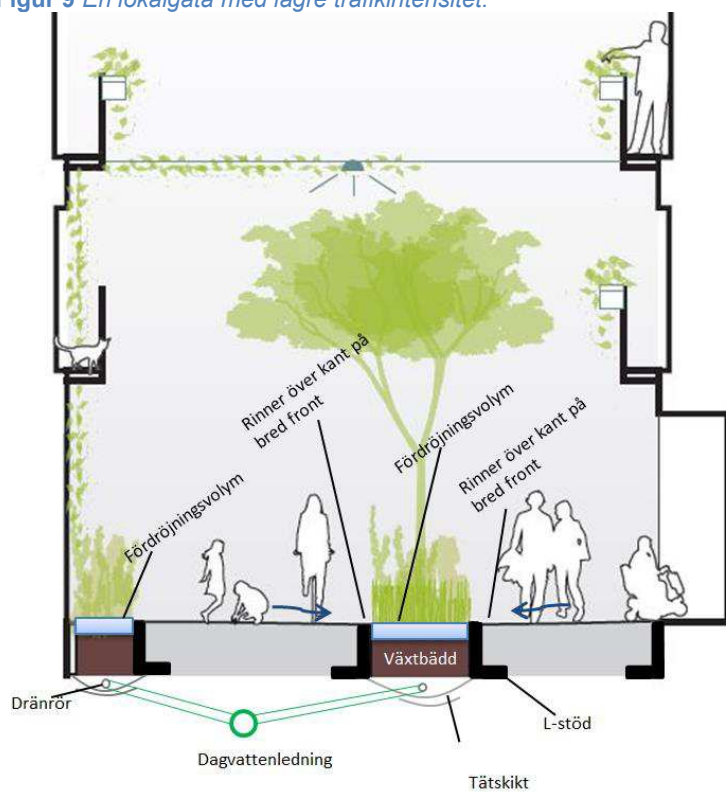
4.1.2 Lokalgator (mindre)

Lokalgatorna som t.ex. Vinkelgatan är i dagsläget 8 meter breda och utformade för enkelriktad trafik med möjlighet till omkörning, se Figur 9 för läge och utformning. Trafikbelastningen på dessa gator kommer vara låg i jämförelse med resten av området. Samma utformning föreslås på lokalgatorna på ön.

Lokalgatorna kommer att utrustas med växtbäddar med mindre träd där gatuavattnet ska kunna infiltrera. Gatuvattnet förses med fall mot växtbäddarna där dagvattnet sedan rinner över kant på bred front eller in via ränna och inloppsbrunn. Rännor kan samla upp vatten längs med hela gatan. Växtbäddarnas är nedsänkta och volymen som bildas upp till markhöjd kan användas som fördröjningsvolym. I lågpunkt i plan finns bräddbrunn som ansluts till dagvattenledning (För exempel på placering av bräddbrunn, se Bilaga 4, Figur 35.) Rening är också en del av växtbäddarnas funktion. För en principskiss på avvattning på en mindre lokalgata, se Figur 10.



Figur 9 En lokalgata med lägre trafikintensitet.

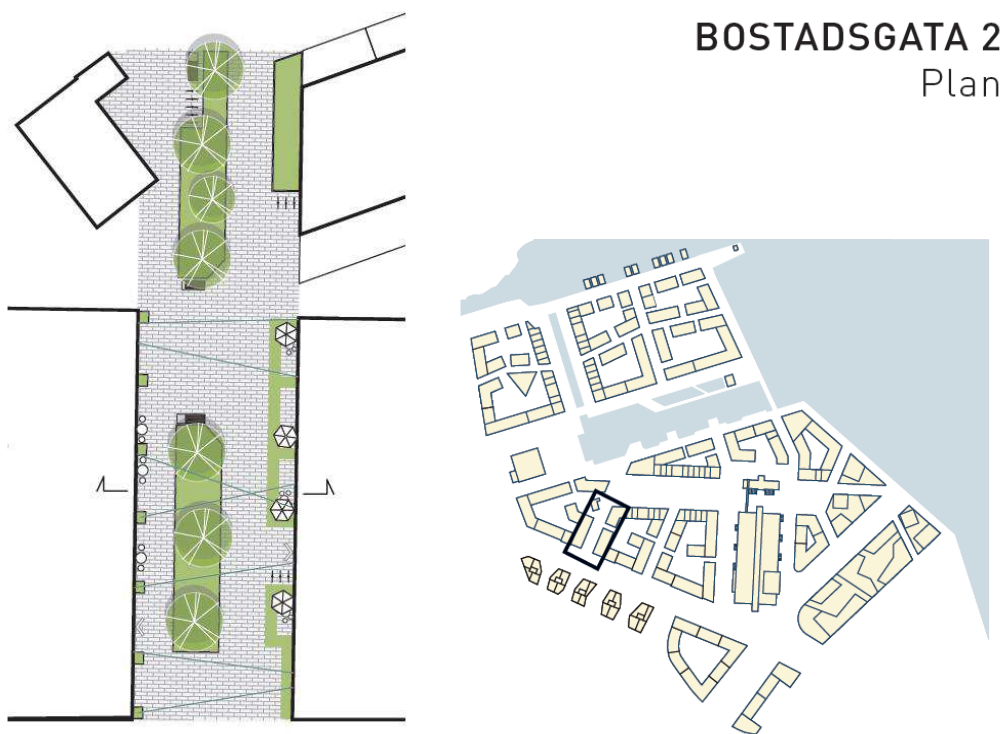


Figur 10 Principskiss på avvattningslösning för en mindre lokalgata.

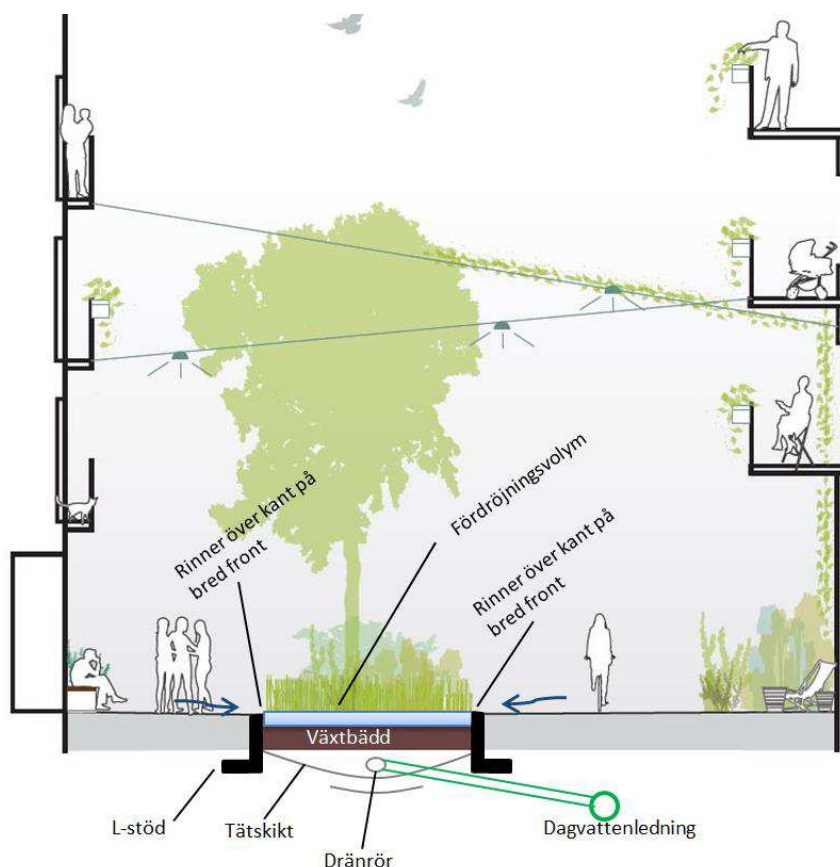
4.1.3 Lokalgator (större)

Lokalgator med högre trafikintensitet som Pyrolysgatan är i dagsläget 14 meter breda, se typexempel och läge i Figur 11. Trafikbelastningen på dessa gator varierar mellan 100 och 400 fordon per dygn.

Avvattningsprincipen är densamma som för de mindre lokalgatorna. Vatten leds med fall mot växtbädden och rinner över kant på bred front eller via ränna för att sedan infiltrera. Gatuytan som avvattnas till växtbädden är större än för den mindre lokalgatan och gör att växtbädden också är större. En trädart som har ett större vattenbehov kan därför användas. För principskiss på avvattning se Figur 12.



Figur 11 En lokalgata med högre trafikintensitet.



Figur 12 Principskiss på avvattnings på en större lokalgata.

4.1.4 Lidingövägen

Lidingövägen har en idag hög trafikintensitet (30 000 ÅDT) och år 2030 är prognosen att trafikintensiteten kommer att öka till ca 50 000 ÅDT¹¹. En väg med hög trafikintensitet (högre än 10 000 ÅDT) föranleder särskild rening av dagvattnet enligt dagvattenstrategin för Stockholm stad¹². I och med kommande exploatering av Ropsten finns det möjlighet att omhänderta och rena detta dagvatten.

En överslagsberäkning har utförts för den arean samt volymen som skulle behövas i en damm för att rena dagvattnet från Lidingövägen. Volymen på dammen skulle vara ca 170 m³ och arean ca 320 m². För att öka effektiviteten av reningen kan omkringliggande ytor av trafikplatsen i Ropsten anslutas till reningsanläggningen, detta ökar dock dess storlek.

Reningsanläggningen behöver inte vara i form av en damm utan kan utformas som ett underjordiskt magasin eller i den planerade nya kajkanten. Yta för reningsanläggningen

¹¹ Övergripande trafik-PM Norra Djurgårdsstaden, Kolkajen-Ropsten, 2015-06-05

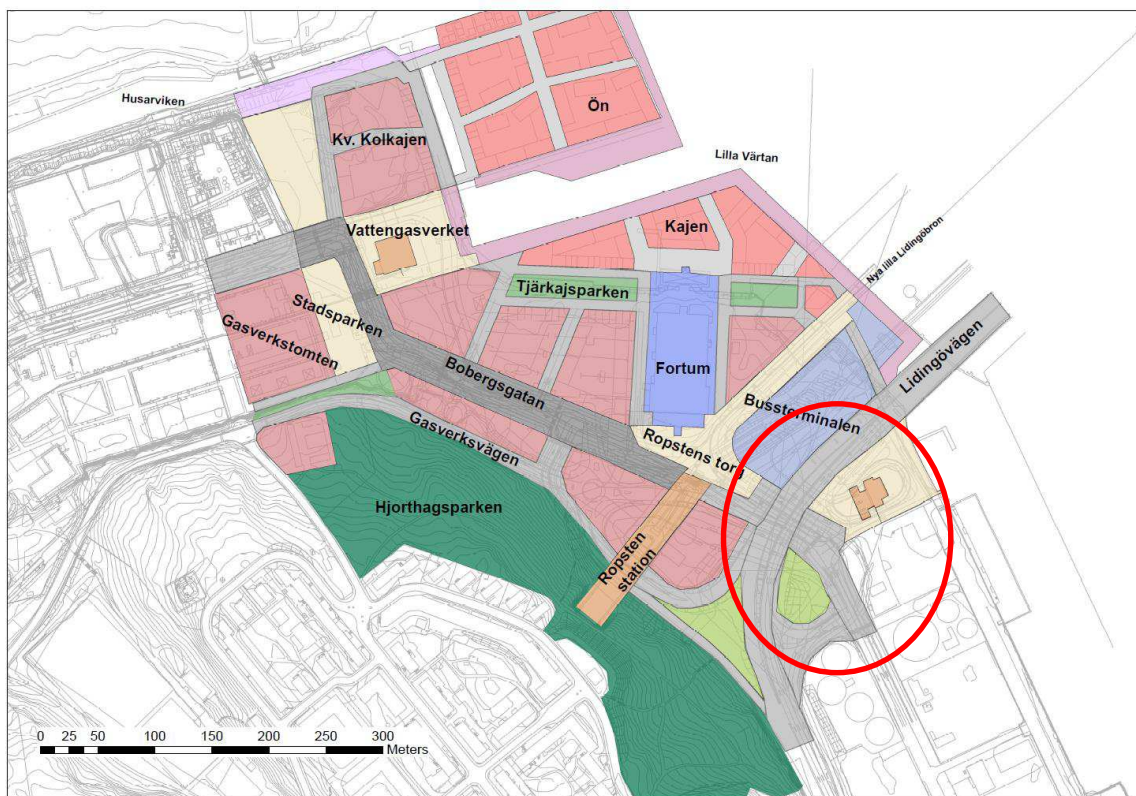
¹² Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering, 2015-03-09

behöver reserveras i ett tidigt läge. I Figur 13 visas ett ungefärligt område där reningsanläggningen skulle kunna ligga. Området är markerat med en röd ring.

4.1.5 Flöden och fördröjningsbehov

Vid exploatering av Kolkajen-Ropsten och Gasverket Östra ska ett nytt ledningssystem med nya dagvattenledningar anläggas i området. Detta betyder att dagvattensystemet kommer att anpassas för den nya bebyggelsen och inga specifika flödesproblem kommer uppstå. Riktlinjerna för dagvattenstrategin är dock att LOD ska användas vid utformning av kvartersmark och av allmän platsmark. Utöver att dessa lösningar skapar ytterligare robust i systemet vid kraftiga regn är syftet minska volymen avrunnen dagvatten, genom att omhänderta alla mindre regn, vilket är viktigt för att minska föroreningsbelastningen på recipienten.

4.2 Föroreningar och recipientpåverkan



Figur 13 Översiktsbild med markanvändning beskriven i legenden nedan.

Legend

Befintlig kaj	Gräsmark	Kvartersmark	Väg
Bobergsgatan	Härdbelagt torg	Naturmark	Väg kaj/ö
Bussterminal	Fortum	Ny kaj	
Takyta	Kvarter kaj/ö	Park	

En översiktlig föroreningsberäkning är utförd över Kolkajen-Ropsten och Gasverket Östra. Beräkningen är utförd utifrån förenklade antaganden då detaljutformningen fortsatt pågår. Detaljplaner är inte styrande i detalj utan möjliggör olika genomföranden. Som indata till modellen används nederbörd, 636 mm/år¹³ och kartlagd markanvändning, (se Figur 13 samt Bilaga 1). Färgerna visar markanvändning med beskrivning i legenden nedanför figuren.

Beräkningarna är utförda i StormTac web (2015). Föroreningshalter samt den totala föroreningsbelastningen beräknades för tre olika fall; (1) före exploatering, (2) efter exploatering samt (3) efter exploatering med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).

I beräkningarna vid (3) exploatering med LOD har det antagits att 75 % av gatudagvattnet leds till växtbäddar för rening samt LOD används på kvartersmark och på lokalgator. I beräkningarna har det föreslagits att Lidingövägens vatten renas av en damm, se stycke *Lidingövägen*. Reningen av dagvattnet från Lidingövägen är en förutsättning för att reducera föroreningsbelastningen till Lilla Värtan.

Resultatet av beräkningarna redovisas i Bilaga 2 i Tabell 6 – Tabell 8. Om LOD inte används visar resultatet att exploateringen medför en ökning av belastning till recipient. Vid användning av LOD ökar föroreningsbelastningen för vissa av föroreningarna. Dessa ämnen är fosfor, kväve samt kvicksilver. Avseende kvicksilver är det stor osäkerhet i använd beräkningsmodell, och antagligen är bidraget betydligt mindre. Även i beräkningen för fosfor och kväve föreligger en osäkerhet i beräkningarna och i jämförelse med övriga bidrag är ökningen liten. För att ändå minska föroreningsbelastningen så pågår försök med olika jordlösningar i föreslagna växtbäddar, se separat kapitel om biokol. I beräkningarna har använts växtbäddar med vanlig växtjord.

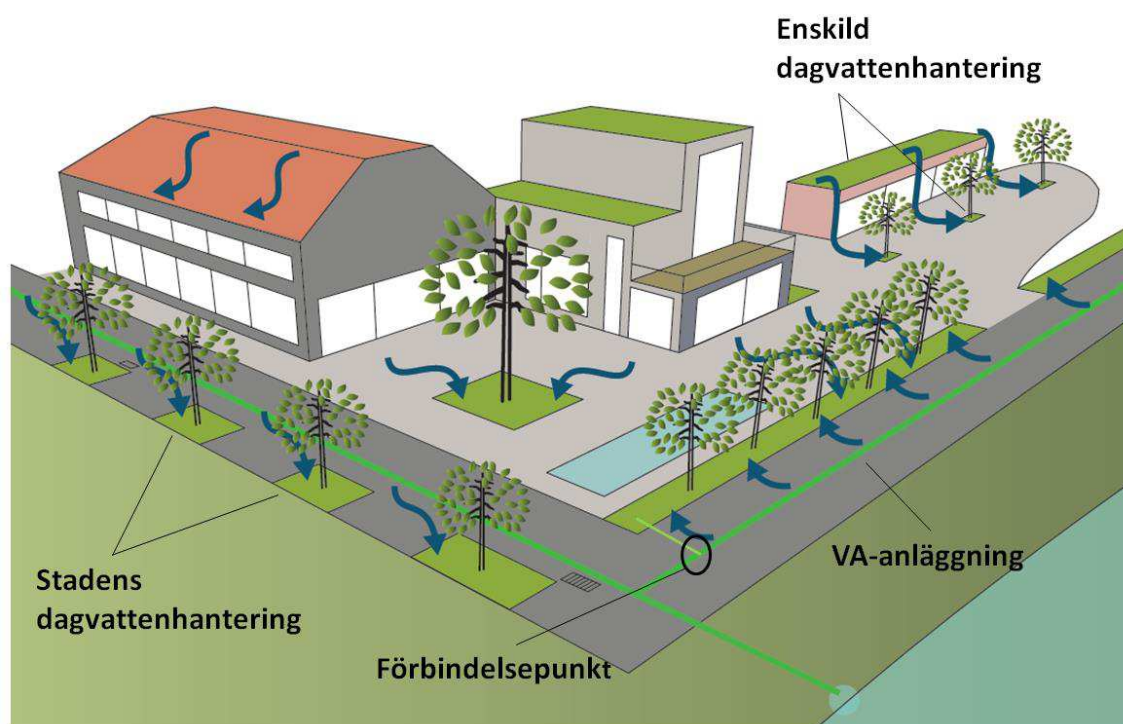
Dessutom finns möjligheten att leda det förorenade dagvattnet vid trafikplats Ropsten till föreslagen reningsanläggning för Lidingövägens dagvatten. Den anläggningen kan även vid behov göras större. Då utformningen av den delen av planområdet inte är detaljutformat är detta inte med i utförd modellering.

Marken är idag förorenad på grund av tidigare industriverksamhet och frigör betydande kvantiteter föroreningar till Lilla Värtan. Inför exploateringen kommer marksaneringar utföras i området. Marksaneringen kommer leda till en minskad belastning av föroreningar till Lilla Värtan.

Vid sanering av marken samt med de ambitiösa riktlinjerna för dagvattenhantering kommer därför den totala belastningen till recipienten Lilla Värtan att minska.

¹³ Uppmätt nederbörd i Stockholm justerat efter mätförluster med faktor 1.18 i enlighet med SMHI.

Föreslagen dagvattenhantering i utredningsområdet omfattar både det som normalt är gata/parkanläggningar (allmän platsmark), Stockholm vattens VA-anläggning samt privat (kvartersmark), se exempel Figur 14. Stockholm vattens VA-anläggningen kan bestå av både öppna och underjordiska delar. Trafikverket är ansvarigt på liknande sätt som fastighetsägare och kommunen, det vill säga före förbindelsepunkt till Stockholm VA-anläggning.

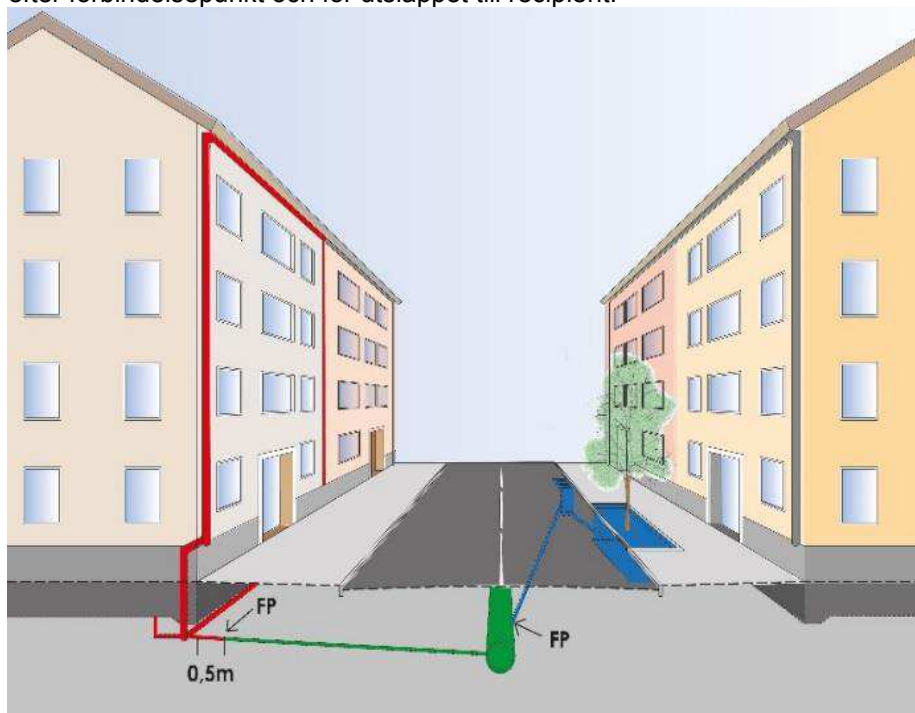


Figur 14. Principskiss över dagvattenhantering.

Kommunfullmäktige beslutade 2014-06-16 att överföra stadens dagvattenreningsanläggningar och VA-ledningar från Trafik- och renhållningsnämnden och Exploateringsnämnden till Stockholm Vatten VA AB (SVAB). Genom att enbart ha en huvudman för VA-frågor inklusive dagvattenreningsanläggningar inom staden är målsättningen att arbetet ska bli mer effektivt. SVAB ska utföra bortledning och rening av dagvatten åt staden, som i sin tur ska ersätta SVAB för drift och underhåll av den del av anläggningarna¹⁴ som inte ingår i den allmänna VA-anläggningen. Detta gäller främst de ledningar och reningsanläggningar som enbart avvattnar trafikytor. En schematisk bild över ansvar, se Figur 15.

I är fastighetsägarens ansvar markerat med röda ledningar och brunnar (på kvartersmark). Stadens ansvar för lokal dagvattenhantering (på allmän plats), markerat med blått. Stockholm Vattens ansvar för bortledning och rening är markerat med grönt.

Fastighetsägaren har ansvar fram till förbindelsepunkt, normalt 0.5 meter från fastighetsgräns. Staden har ansvar lokal dagvattenhantering fram till och med första sandfångsbrunn innan vidare bortledning. Stockholm Vatten har ansvar för bortledning och eventuell ytterligare rening efter förbindelsepunkt och för utsläppet till recipient.



Figur 15 Principskiss över ansvar.

¹⁴ Överföring av dagvattenanläggningar och VA-huvudmannaskap(vatten och avlopp) till Stockholm Vatten VA AB (utl. 2014:80) Dnr 302-421/2014

6 Skötsel

Funktion hos inlopp, utlopp och infiltration måste kontrolleras regelbundet. Detsamma gäller även brunnsgaller. Sediment, skräp och växtrester ska avlägsnas i växtbäddarna. Om inlopp sker via brunn med sedimentfälla måste brunnen rensas årligen.

Utöver den ordinarie kontinuerliga driften av allmänna ytor, bör särskild tillsyn av dagvattenanläggningar ske fyra gånger per år och underhåll beräknas schablonmässigt två gånger per år, eller vid olyckor i anslutning till anläggningen.

För att underlätta skötseln ska en skötselmanual med checklista upprättas. Planteringar underhålls på samma sätt som planteringar utan LOD i fråga om t.ex. ogrärensning och ansning. Vid fritt inlopp till växtbäddarna kommer skräpet att ansamlas i växtbäddarna istället för i gallret till dagvattenbrunnen och en omfördelning av resurser kan krävas för att hantera detta.

7 Växtbäddar med Biokolsjor

I arbetet med att omhänderta dagvatten i växtbäddar har försök gjorts med olika jordblandningar i Norra djurgårdsstaden. Det är eftersträfvansvärt att ha en jord som både har en stor porositet och hög infiltrationsförmåga men samtidigt kan hålla vatten över perioder med torka. I de tidigare etapperna har en jordblandning med främst pimpsten används. En idé som dykt upp i stadens arbete med stadsgrönska i gatumiljö är att istället använda biokol. Det ligger också i linje med trafikkontorets utvecklingsarbete med växtbäddar för gatuträd.

Ett antal parametrar som är viktiga för växtbäddar har sammanställts i tabell 3 för att jämföra egenskaperna hos olika typer av växtbäddsuppbyggnad. Det egenskaper som jämförs är porositet, vattenhållande – och lufthållande förmåga, genomsläpplighet, utjämnande kapacitet, reningseffekt och kostnader.

Porositeten anger växtbäddens totala porvolym. I porutrymmet kommer luft och vatten att fördela sig. Vattenhållande förmåga handlar om växtbäddens förmåga att magasinera vatten kapillärt. Ju större vattenhållande förmåga, desto bättre uthållighet vid t.ex. en torrperiod. Den vattenhållande kapaciteten blir också större ju större en växtbädd är. Därför anges den i tabell 3 som liter per 15 m³ växtbädd för jämförelsens skull. Men alla porer får inte hålla vatten för då kvävs växterna. Växtbädden måste kunna hålla minst 10 % luft för att växterna ska klara sig.

En bra lufthållande förmåga brukar också leda till en bra genomsläpplighet eftersom den huvudsakliga transporten av vatten sker i stora porer. I en växtbädd för LOD behöver man en bra genomsläpplighet för att inte växterna ska stå under vatten för länge, men också för att de eventuella fördröjningsmagasin man har ovanpå växtbädden ska tömmas snabbt. Genomsläppligheten bör vara minst 100 mm/timme i en LOD-anläggning¹⁵.

Utgjänningskapaciteten i en växtbädd har att göra med hur nedsänkt den är eller hur stora hålrummen är i t.ex. en växtbädd med skärv eller kross. Utgjänningskapaciteten beror också på hur stor växtbädden är, framförallt hur utbredd den är samt hur djup nedsänkningen är. För jämförelsens skull anges utgjänningskapaciteten som m³ utgjänningskapacitet per 25 m² utbredning. En nedsänkning på 15 cm har antagits för pimpstensjord och biokolsjord. I skelettjorden antas att det luftiga bärlagret står för den huvudsakliga utgjänningen.

För reningseffekten är fosfor (P) utvalt för jämförelsen mellan de olika växtbäddarna eftersom det är ett prioriterat ämne och det finns data på det. Reningseffekten i skelettjord är sammanställd av Thomas Larm och finns presenterad i StormTac. För pimpstensjord har antagits samma värde som en LOD-anläggning med vanlig jord. Dessa data kommer också från StormTac. Antagligen är reningseffekten för just fosfor underskattad i pimpstensväxtbädden

¹⁵ Paus and Braskerud, 2014, Suggestions for designing and constructing bioretention cells for a Nordic climate. Journal of water management and research 70:139-150.

eftersom pimpsten är känt för sin fosforbindande förmåga. För fosforrening i biokol har data från en undersökning om reningseffekten av biokol på gråvatten använts¹⁶.

För pimpsten är de flesta av värdena i tabellen analyserade i labförsök. För skelettjord och biokolsjord har Björn Embrén, Trafikkontoret Stockholm stad, gjort en del fältförsök och data har extrapolerats från det. För en mer fullständig kunskap om biokolsjordarna vore det önskvärt med en labstudie.

Biokolsjorden står sig bra i jämförelsen i tabell 3 både när det gäller fysikaliska egenskaper och även när det gäller kostnad. En farhåga man kan ha är att genomsläppligheten är så stor att man går miste om fördröjningen. Det kan åtgärdas genom att man dämmer lite vatten i botten på växtbädden istället.

Biokolet är också ett alternativ som är miljömässigt bättre än pimpsten eftersom den snart kommer att kunna produceras lokalt. Användningen av biokol bidrar också till att koldioxid binds i marken eftersom kolet är inert och inte bryts ned.

¹⁶ Berger, Biochar and activated carbon filters for greywater treatment – comparison of organic matter and nutrients removal. Examensarbete 2012:14, Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet.

Tabell 2. En jämförelse mellan olika växtbäddsalternativ utifrån olika parametrar som är viktiga för en LOD-anläggning

Växtbäddar med :				
Egenskap	Skelettjord	Pimpstensjord (sammanhängande växtbädd)	Pimpstensjord (växtbädd med extra stenskärv)	Biokolsjord (biokol 20 % i kross 2-6 mm)
Porositet (volyms-%)	~15 ¹	~60-70 ⁴	~60-70 ⁴	Ca 30 ³
Vattenhållande förmåga (l/15 m ³)	900 ¹	2000 ⁴	5700 ⁴	1900 ³
Lufthållande porvolym (volyms-%)	~5 ¹	~30 ⁴	~30 ⁴	~30 ³
Genomsläpplighet (mm/timme)	~100 ²	~100-300 ⁴	~100-300 ⁴	~700 ³
Utgjämningsskapacitet (m ³ /25 m ² växtbädd)	1,5	1	4	1-4 (beroende på uppbyggnad)
Reningseffekt (%)	~55 % P	~60 % P	~60 % P	~89 % P
Kostnad per "plantering"	~3300/m ³	~600/ m ³	600/m ³	~350/m ³

¹Beräkning utifrån teoretiska data

²Uppmätt i fältförsök

³Extrapolerat från fältförsök

⁴Utifrån labstudier

8 Uppföljning

Dagvattenstrategin bör följas upp genom beräkning/modellering utifrån underlag från staden och byggherrar avseende höjdsättning och markanvändning. Det finns även möjlighet att utforma föreslagna dagvattenanläggningar, som täta växtbäddar och reningsanläggning, för provtagning och uppföljning. Även i de dagvattenledningar som ligger högre än havsytan finns möjlighet att utföra provtagning av dagvatten.

Bilaga 1 - Markanvändning och areor

Tabell 3 Markanvändning före exploatering (ha)

Befintlig markanvändning (2012)	Area (ha)
Bostäder	0,3
Industrimark	1,8
Naturmark	6,4
Parkering	2,4
Spårområde	0,4
Upplagsplats	1,2
Byggnader (station, cistern m.m.)	0,7
Gräsyta	0,9
Torg	0,6
Hamn	0,6
Lidingöbron (ca 30 000 fordon/dygn)	1,5
Gasverksvägen (ca 24 000 fordon/dygn)	0,3
Väg (ca 2000 fordon/dygn)	0,7
Väg (ca 1000 fordon/dygn)	3,2
Summa	21,0

Den totala planerade arean efter exploatering är större än den befintliga arean då ön och kajen kommer uppföras på påldäck där det i dagsläget är vatten. Kajen och ön kommer utöka den totala arean med ca 5,6 ha och dess planerade markanvändning redovisas i nedre delen av Tabell 5. Den utökade arean för Kolkajen-Ropsten blir ca 26.6 ha.

Tabell 4 Markanvändning efter exploatering (ha).

Planerad markanvändning (2030)	Area (ha)
Bostäder	4.8
Industrimark	0.8
Naturmark	4.8
Bussterminal	0.9
Park	0.3
Gräsyta	0.5
Byggnader (station, cistern m.m.)	0.6
Torg	2.3
Upplagsplats	-
Parkering	-
Hamn	0.3
Lidingöbron (ca 50 000 fordon/dygn)	1.5
Bobergsgatan (8 000 - 10 000 fordon/dygn)	2.8
Gasverksvägen (4 000 - 7 000 fordon/dygn)	0.3
Lokalgator (400 - 500 fordon/dygn)	0.7
Lokalgator (< 400 fordon/dygn)	0.4
Summa befintlig mark	21.0
Påldäck (Ö och kaj)	
Bostäder	2.6
Väg	0.9
Ny hamn	1.3
Annat (del av park, torg m.m.)	0.8
Summa påldäck	5.6
Summa	26.6

Bilaga 2 - Resultat av föroreningsberäkningar

Tabell 5 Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för planområdet efter exploatering (avrundade värden). Belastningen för Ö/Kaj redovisas även för sig.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering (endast fastland)	Efter exploatering (inkl Ö/Kaj)	Varav Ö/Kaj
P	kg/år	11	15	19	4
N	kg/år	140	150	190	40
Pb	kg/år	1.3	1.1	1.3	0.2
Cu	kg/år	2.6	2.7	3.2	0.5
Zn	kg/år	11	13	14.5	1.5
Cd	g/år	32	35	44	9
Cr	kg/år	0.8	0.8	1.0	0.2
Ni	kg/år	0.5	0.6	0.7	0.1
Hg	g/år	5.0	3.8	4.5	0.7
SS	kg/år	7800	5600	6490	890
Olja	kg/år	54	49	60	11
PAH	kg/år	0.07	0.06	0.08	0.02
BaP	g/år	2.5	2.5	3.2	0.7

Tabell 6 Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för planområdet efter exploatering med LOD (avrundade värden). Belastningen för Ö/Kaj med LOD redovisas även för sig.

Ämne	Enhet	Efter exploatering med LOD	Efter exploatering med LOD (inkl Ö/Kaj)	Varav Ö/Kaj med LOD
P	kg/år	10	13	3
N	kg/år	140	190	50
Pb	kg/år	0.5	0.6	0.1
Cu	kg/år	1.5	1.8	0.3
Zn	kg/år	5.6	6.3	0.7
Cd	g/år	20	24	4
Cr	kg/år	0.4	0.5	0.1
Ni	kg/år	0.3	0.4	0.1
Hg	g/år	4.1	5.5	1.4
SS	kg/år	2600	2980	380
Olja	kg/år	26	32	6
PAH	kg/år	0.04	0.05	0.01
BaP	g/år	1.2	1.2	0.2

De beräknade föroreningshalterna jämförs även med Riktvärdesgruppens förslag på riktvärde för utsläpp direkt till större recipient (1S).

Om tillämpning av lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) sker vid exploatering av kvartersmark och lokalgator, 75 % av de större vägarna leds till växtbäddar och rening utförs av Lidingövägens vatten överskrids inte riktvärdena. Detta trots att exploateringen kommer att bidra till en ökad trafikintensitet. Att den totala belastningen ökar i planområdet vid exploatering inklusive Ön och den nya Kajen för vissa ämnen beror på en ökad total avrinning (m³/år) från området.

Tabell 7 Beräknade föroreningshalter (µg/l eller mg/l) för planområdet (avrundade värden). Efter exploatering med LOD innebär att LOD används på kvartersmark och lokalgator. 75 % av ytorna på de större vägarna leds till växtbäddar, Lidingövägens vatten renas i en damm. Beräknade halter har jämförts med Riktvärdesgruppens förslag till riktvärden för utsläpp direkt till större recipient (1S). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering (inkl Ö/Kaj)	Efter exploatering med LOD och rening av Lidingövägens dagvatten (inkl Ö/Kaj)	Riktvärde 1S
P	µg/l	140	220	105	200
N	mg/l	1.7	2.7	1.5	2.5
Pb	µg/l	16	11	5	10
Cu	µg/l	31	29	15	30
Zn	µg/l	130	100	50	90
Cd	µg/l	0.4	0.5	0.2	0.45
Cr	µg/l	10	9	4	15
Ni	µg/l	5	7	3	20
Hg	µg/l	0.1	0.1	0.04	0.05
SS	mg/l	92	58	24	50
Olja	mg/l	0.7	0.6	0.3	0.5
PAH	µg/l	0.8	0.9	0.4	-
BaP	µg/l	0.03	0.03	0.01	0.05

Bilaga 3 – Skyfallskartering

PM

Uppdrag Extremregnskartering Kolkajen-Ropsten	Uppdragsledare Henrik Alm	Datum 2016-04-06
Uppdragsnummer 1143714000	Upprättad av Sara Karlsson	Granskat av Joanna Theland

Extremregnskartering Kolkajen

Sweco har av Stockholm stad fått i uppdrag att utreda översvämningssituationen i samband med kraftiga regn för ett planerat exploateringsområde vid Kolkajen i Stockholm. Följande PM presenterar resultatet från en extremregnskartering. Resultaten har tagits fram med hjälp av en hydraulisk modell i programvaran MIKE 21 och tar hänsyn till planerad bebyggelse och höjdsättning. Dagvattenledningsnätet har inte inkluderats i modellen, i stället har ett schablonavrdag för ett 10-årsregn gjorts på det regn som belastar modellen. Med andra ord föreställer resultaten som visas i detta PM översvämningssituationen med ett fungerande dagvattenledningsnät.

Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av den hydrauliska modellens uppbyggnad. Visualisering av översvämningssituationen finns i bilaga 1.

Modelluppbyggnad

Höjdmodell

Höjdmodellen baseras på projekterat underlag samt på laserskanning i LAS-format (markklassade punkter) för befintligt område. Detta format har konverterats till en höjdmodell i formatet ESRI GRID med upplösningen 1x1 m. Följande underlag har använts för att ta fram höjdmodellen för projekterat område:

- T1-100-P0-40000-0001.dwg
- T1-100-P0-40000-0002.dwg
- T1-100-P0-40000-0003.dwg

- T1-100-P0-40000-0004.dwg
- T1-100-S0-43000-0100.dwg
- T1-100-S0-43100-0100.dwg
- T1-100-W0-43000-0001.dwg
- T1-100-W0-43100-0001.dwg
- T1-100-W0-43200-0001.dwg
- T1-100-P0-40000-0015.dwg
- Triangelmodell.dwg

Höjdmodellen har kompletterats med planerade byggnader i området (från fil A00A0001BBG.dwg). För att simulera att avrinning på markytan sker runt planerade byggnader har höjden för dessa schablonmässigt ansatts till 2 m över marknivå och avser således inte verklig byggnadshöjd. Vid ett fåtal fall ansamlas vatten på de planerade byggnadernas tak, detta innebär att det i höjdmodellen finns en lågpunkt i detta område. Dessa vattenansamlingar är av marginell volym i jämförelse med de volymer som ansamlas inom exploateringsområdet, att detta vatten inte når marken påverkar således inte modellresultaten nämnvärt. Modellen är i höjdsystem RH2000.

Nederbördsdata

Modellen har belastats med ett teoretiskt CDS-regn med 100 års återkomsttid med 6 timmars varaktighet. Från detta har ett avdrag motsvarande ett 10-årsregn gjorts för att representera att ett fungerande dagvattenledningsnät avleder delar av flödet. Även avdrag för infiltration har gjorts, enligt MSBs rekommendationer för ytöversvämningsmodellering.

Metod

För simuleringen har programverktyget MIKE 21 använts. Modellen beräknar vattenflöde i två dimensioner, i x- respektive y-led. Vardera cell i modellen belastas med valt regn varvid flöden och vattendjup uppkommer enligt de topografiska förutsättningarna angivna i höjdmodellen. Vatten ansamlas således i de lågpunkter som finns representerade i höjdmodellen.

Begränsningar

När modellresultaten betraktas bör följande begränsningar finnas i åtanke:

- Höjdmodellens upplösning på 1 x 1 m medför att vissa topografiska strukturer såsom mindre diken och rännor, mindre barriärer, kantstenar m.m. inte kan urskiljas i terrängmodellen.
- Regnet faller med maximal intensitet samtidigt över ett stort område i simuleringen. Detta kan ge överdrivna vattenvolymer. Resultaten visualiserar således ett "worst case scenario" för valt regn.

- Hänsyn har ej tagits till grundvattenströmningar och andra geologiska förutsättningar.
- För ytan har ett konstant Mannings tal på 15 antagits, vilket leder till generaliserade resultat. Erfarenhet visar att Mannings tal inte är avgörande för resultaten varför detta antagande gjorts.
- Regnet motsvarar ett 100-årsregn där volymen för infiltration och ett ledningsnät som kan avbörda ett 10-årsregn är avdraget. Den verkliga översvämningsutbredningen kan därmed förväntas vara större om regnet skulle falla till exempel efter en blötperiod där marken är mättad, eller om dagvattensystemet skulle ha kapacitetsbrist.

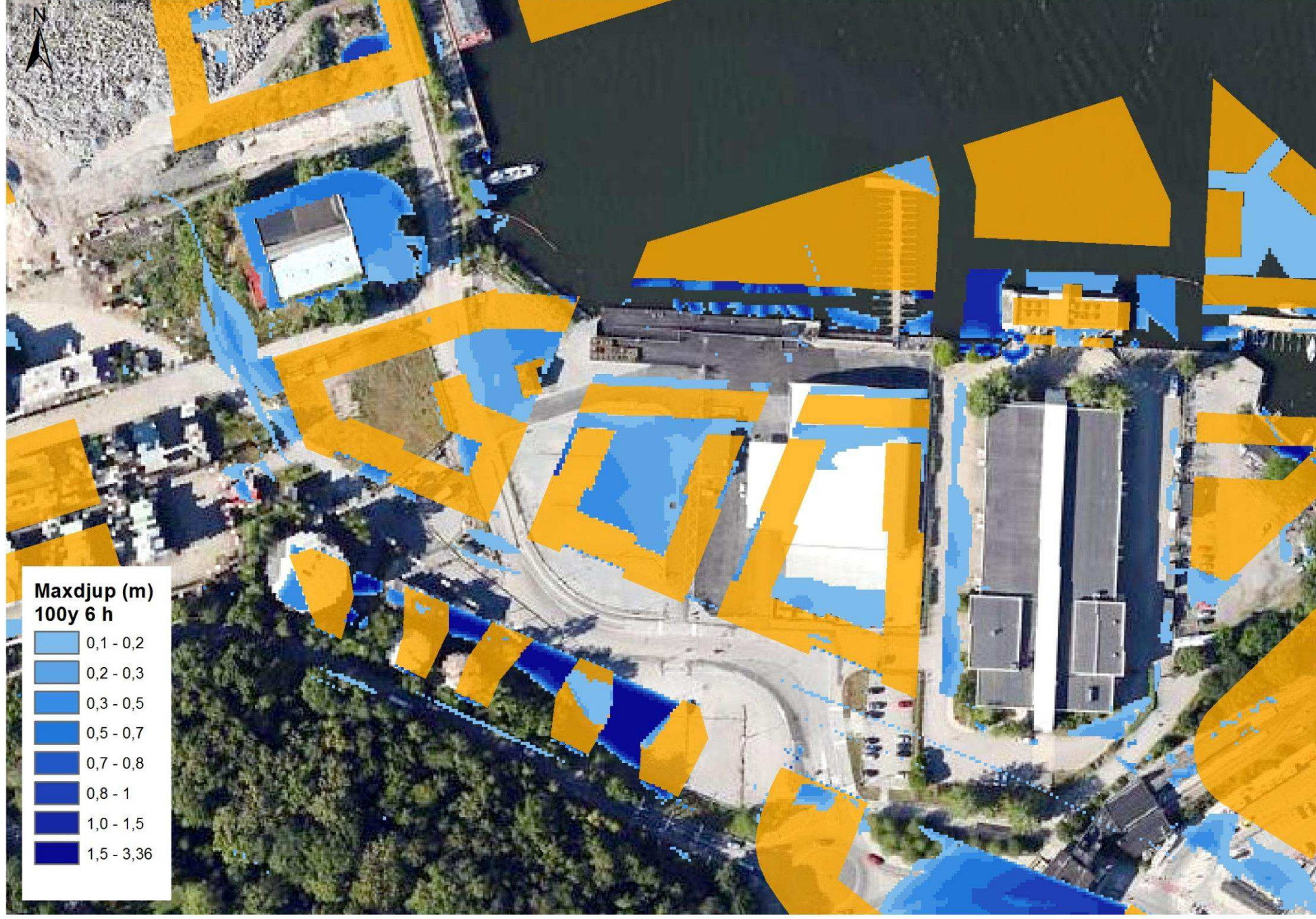
Senaste höjdmodell

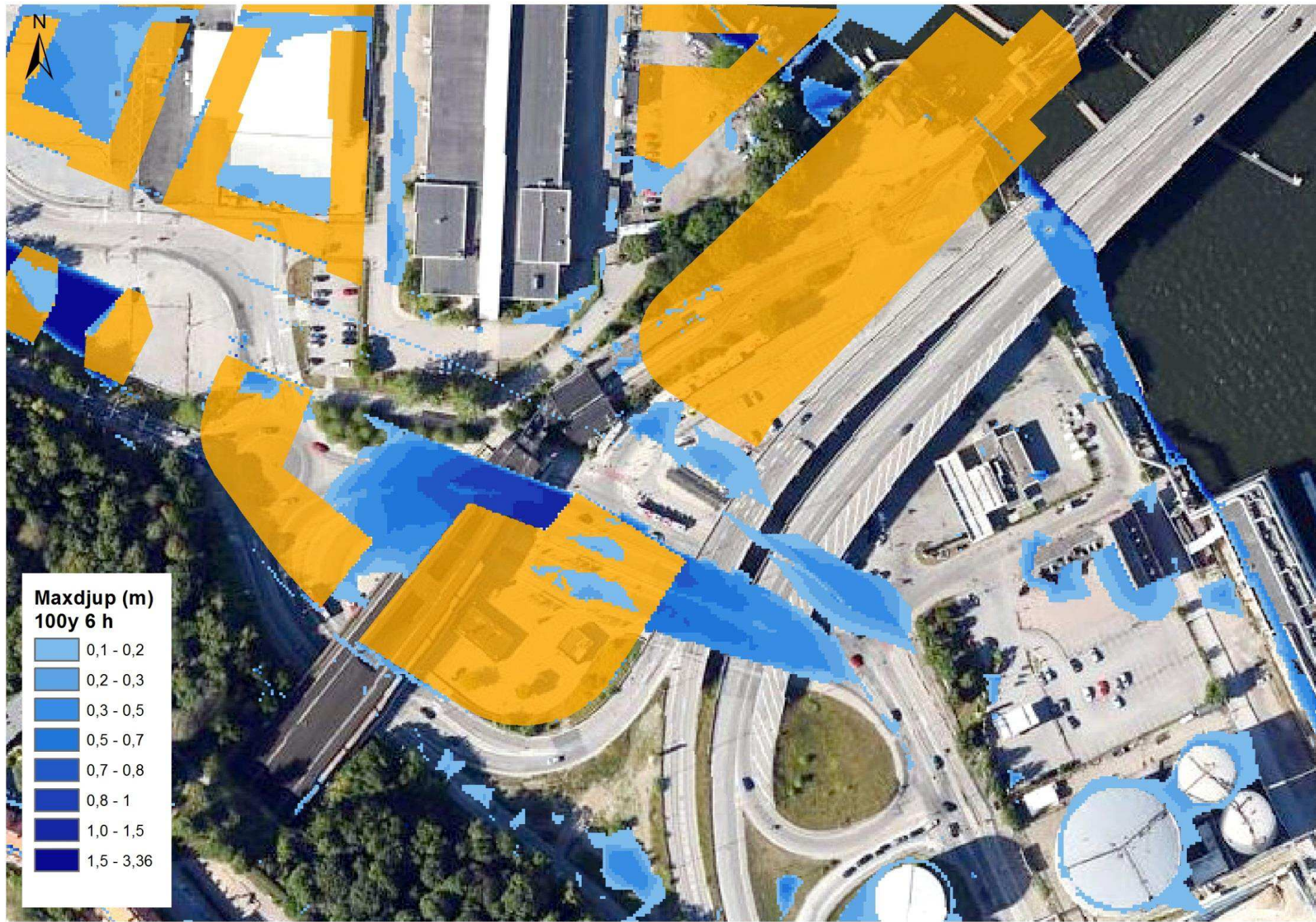
Den senaste höjdmodellen heter Kolkajen_160329_adjusted.dfs2

Bilaga i

Följande bilaga presenterar översvämningsutbredningen vid regn med 100 års återkomsttid för Kolkajen. De orangea polygonerna representerar ny bebyggelse och de blå fälten översvämningsutbredning. Ju mörkare blå färg desto större översvämningsdjup. Resultatet anges i maximalt vattendjup i respektive cell och utgör således inte en momentanbild utan maximalt djup kan uppstå vid olika tidpunkter under regnhändelsen.







Bilaga 4 - Tidigare använda typlösningar i Norra Djurgårdsstaden

I de vidare studierna är tanken att återanvända så mycket som möjligt att tidigare utförda utredningar kring dagvatten och växtbäddar. Nedan följer en kort resumé av tidigare föreslagna lösningar. Dessa har senare anpassats efter erfarenheter och platsspecifika förhållanden.

Lokalgata (Norra 2)

Lokalgatan föreslogs bli 18-20 m bred med stora träd i sidoställd plantering och stor växtbädd, 3-4 m bred. Växtbädden var öppen och sträckte sig längs med hela gatan. Passager utformas som broar. I Figur 16 – 18 visas vyer över möjlig utformning av gatan.



Figur 16 Lokalgata. Illustration av växtbädd och inlopp samt övergångarna i form av broar.



Figur 17 Lokalgata. Inloppen mynnar ytligt vid anlagt erosionsskydd. Gångbana avrinner mot växtbädden.



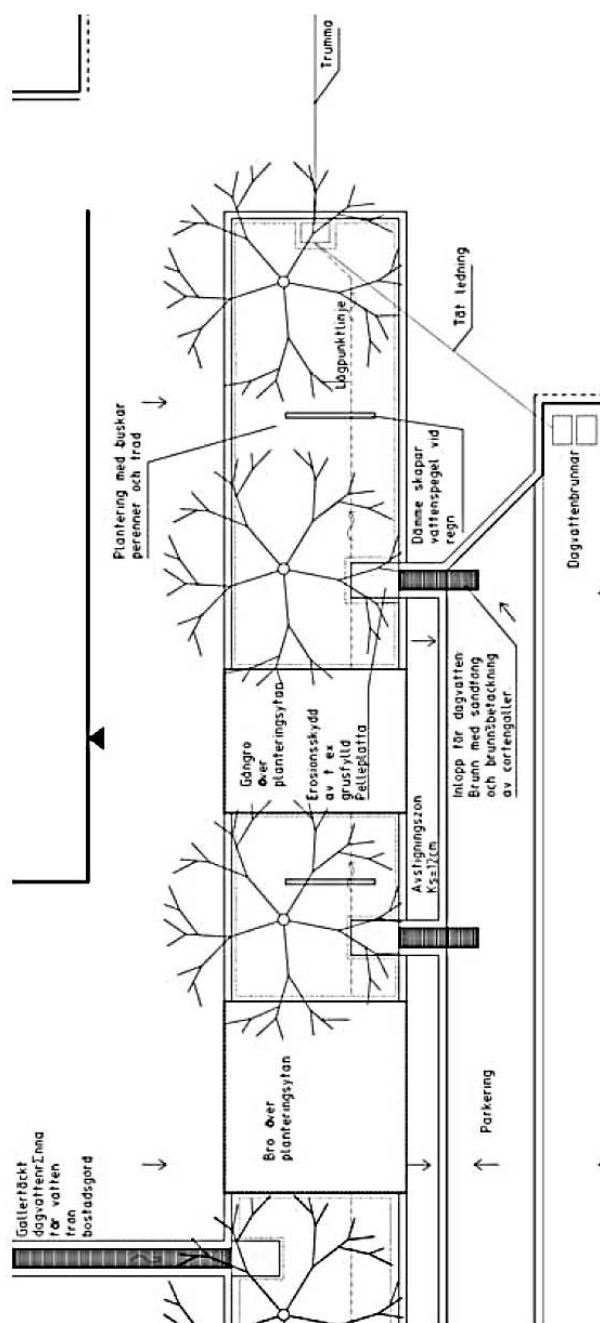
Figur 18 Lokalgata. Bräddränna som tar vatten ifrån lokalgatans växtbädd. Rännan mynnar i fuktstråk i park vid Husarviken. Alternativet till bräddränna är brunnar och tät bräddledning, vilket visas i planskiss.

Detta alternativ innebar ett grönstråk där 17 % av avrinningsytan utgörs av öppen växtbädd. Växtbädden består av pimpstensjord och ingen skelettjord. Växtbädden är 1 m djup och uppbyggd enligt specifikation nedan. Gatans lutning kan medföra att dämmen måste anläggas med jämna mellanrum, för exempelbild se Figur 19. Upp till ett 2-årsregn kommer att infiltrera utan att större mängder vatten som blir stående på ytan. Vid 5-10-årsregn kommer vatten stå mellan 10-15 cm på ytan under en kortare period. Detta beror på hur konstruktion med dämmen görs och utformningen på själva växtbädden. Vid högre intensiteter bräddar vattnet från växtbädd till ledning eller ränna som mynnar i parkstråket vid Husarviken. I Figur 20-22 redovisas plan- och sektionsskisser.

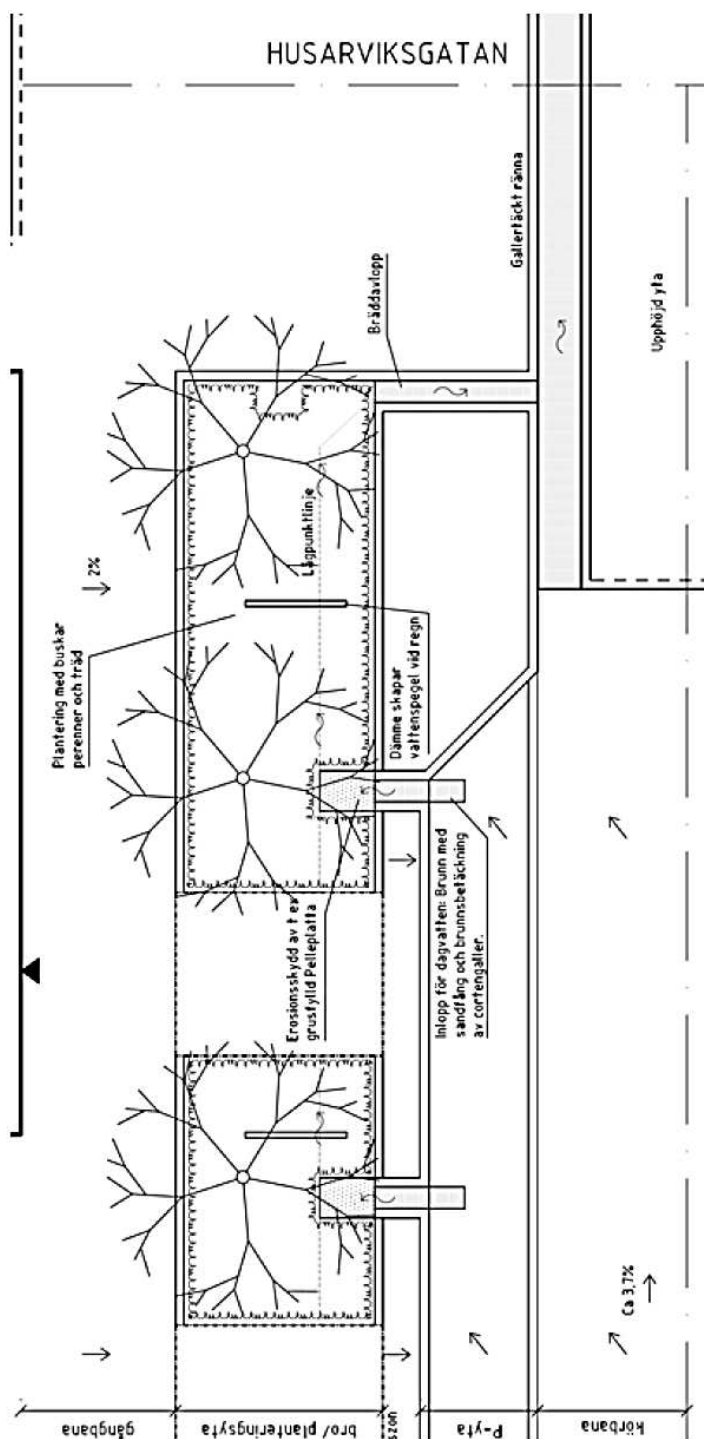


Figur 19 Dämme av cortenstål i växtbädd i Portland, Oregon, USA, 2010

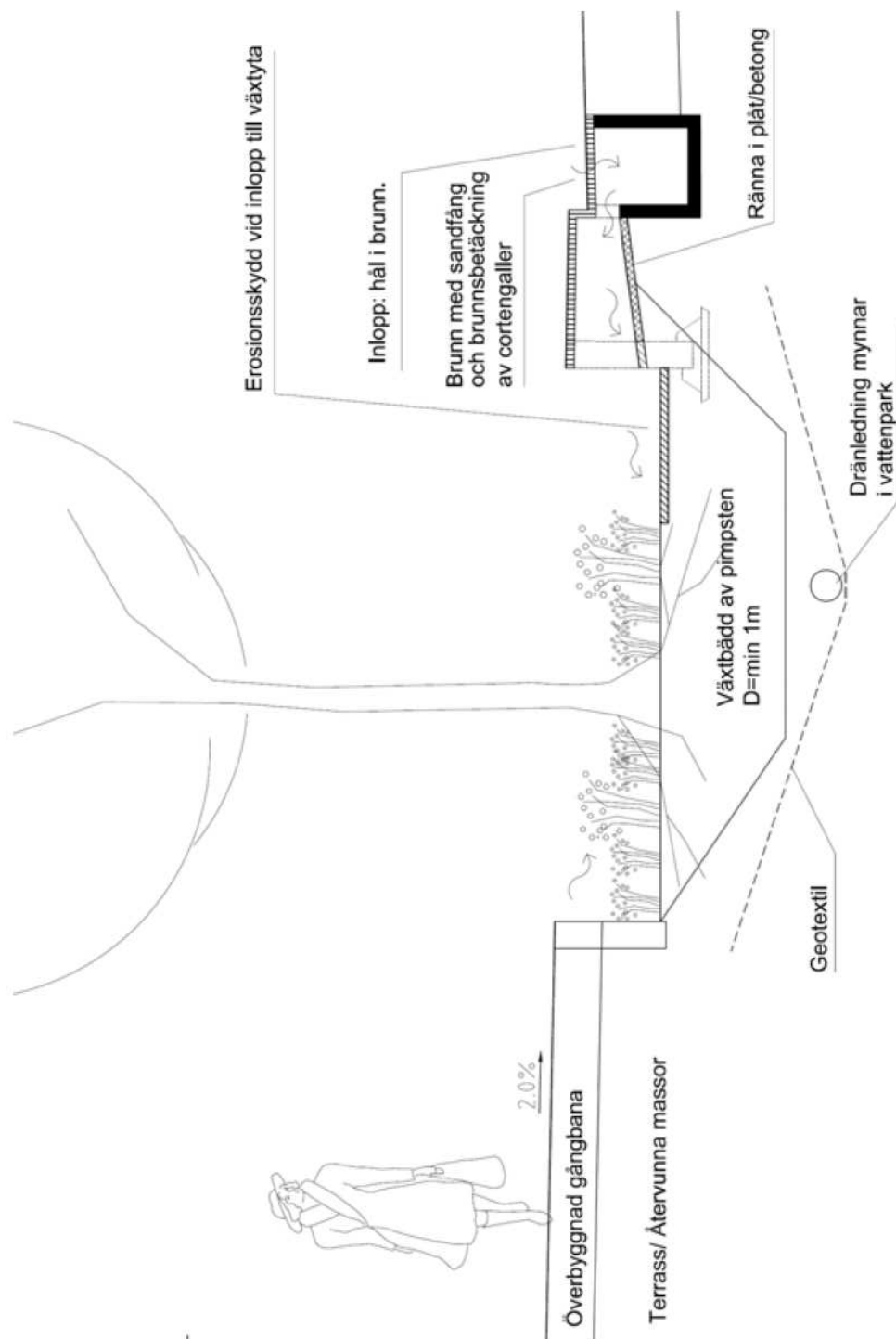
Alternativet är dimensionerat för ca 10 stora träd eller 15 medelstora träd. Växtbädden är ca 23 m³ per stort träd för att möta trädets vattenbehov. Om större andel fyllning under och bredvid växtbädd kan göras rotvänlig behövs en mindre volym för själva trädet.



Figur 20 Lokalgata. Plan med inlopp till växtbädd, erosionsskydd och dämmen, samt bräddfunktion i form av gallerbrunnar som kopplas till tät dagvattenledning som mynnar i park vid Husarviken.



Figur 21 Lokalgata. Plan med inlopp till växtbädd, erosionsskydd och dämnen, samt bräddfunktion i form av öppna rännor som mynnar i park vid Husarviken.



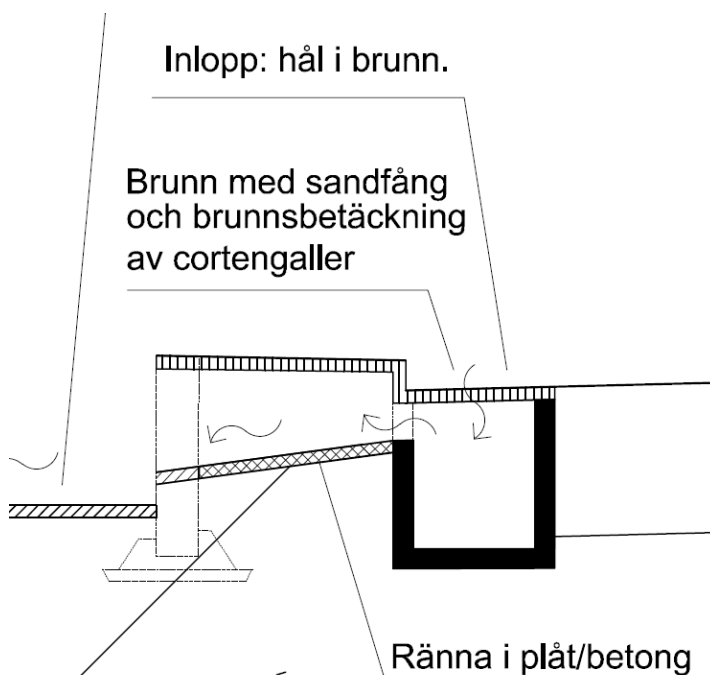
Figur 22 Lokalgata. Sektion med inloppsbrunn, ränna och erosionsskydd.

Inloppsutformning

Dagvatten innehåller finsediment. För att minska behovet av sedimentrensning i växtbäddarna bör sedimentavskiljning ske före växtbäddarna. Inlopp via släpp i kantsten där vatten ska svänga 90 grader, se Figur 23, har visat sig vara mindre effektiva, än längsgående inlopp eller brunnar, då mycket vatten rinner förbi (Portland, 2010). Genom att sätta en brunn i gata med en specialtillverkad beteckning löses både sedimentavskiljning av grövre sediment och ett effektivt inflöde till växtbädden erhålls. Denna lösning ger också en obruten kantstödslinje som kan underlätta vid drift, t ex snöröjning. Vattnet rinner via brunnen och sedan in på ca 10-15 cm lägre höjd än gatan via hål i brunn och kantstöd via en ränna. Brunnen kommer att stå vattenfylld och töms via avdunstning och slamsugning 1 gång per år. Is kommer att bildas i överkant av brunn. Sönderfrysning kan vara en risk men bedöms som liten. En lösning kan vara perforering av brunns sida ca 20 cm över botten för långsam urtappning. Inloppen placeras ca var 10:e meter. Erosionsskydd vid inloppen i växtbädd är nödvändigt. För att få ett fritt flöde från inloppet in i bädden bör ett fall skapas på 5-10 cm ifrån inloppsrännans botten till växtbäddens yta. Ett fall uppnås naturligt eftersom det finns ett behov av lagring av regn på ytan i växtbädden vid större regn.



Figur 23 90-gradiga inlopp i Portland, Oregon, USA. Erfarenheterna ifrån dessa inlopp är att stor del av flödet rinner förbi istället för in i inloppet.



Figur 24 Lokalgata. Inloppskonstruktion.

Förslag Erik Dahlbergs gata

Erik Dahlbergs gata är 11,5 m bred och ca 5 % av gaturummet utnyttjas för växtbäddar. Mellan växtbäddarna och under parkeringsytan ska fyllas med rotvänligt bärlager, d v s skärv med dimensionen 90-150 mm.

Detta alternativ innebär begränsade växtbäddar runt varje träd med trädgaller som skydd, i kombination med pimpstensväxtbädd. Växtbädden utgör ca 5 % av avrinningsytan. Avrunnen gatubredd är ca 11,5 m. Magasineringskapaciteten är knapp i denna lösning och för att effektivt utnyttja ytan för växtbädden anläggs denna innanför L-stöd. Växtbädden kompletteras även med kringliggande och mellanliggande kross, storlek 90-150. Detta har visat sig skapa positiv miljö för träd i form av syresatt och fuktig miljö, samt att det skapar stabilitet för träden.



Figur 25 Erik Dahlbergsgatan. Inloppsbrunnar enligt samma princip som för lokalgatan. Luftbrunnar mellan trädgroparna kan föra ned dagvatten till emellanliggande kross.

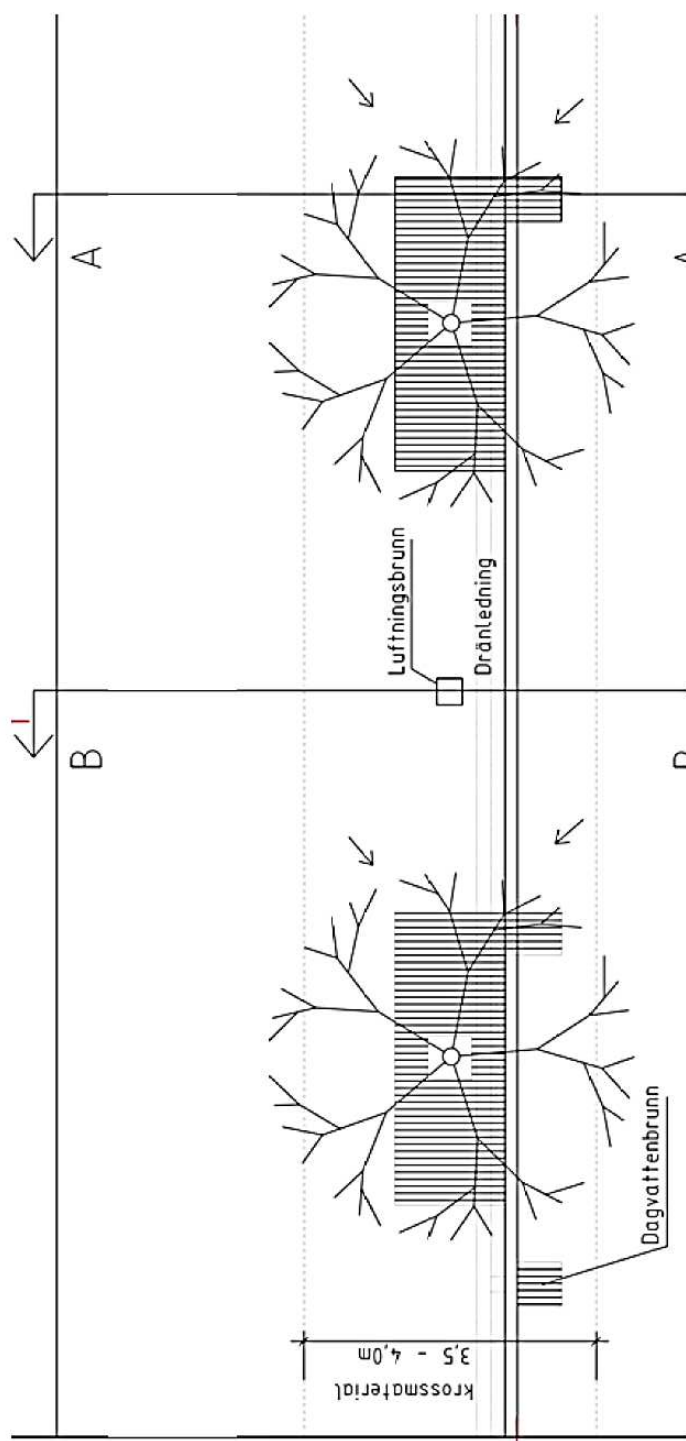
Inloppslösning är snarlik den som beskrivs för lokala gata Norra 2. Varje växtbädd har ett inlopp. I detta fall finns luftbrunnar med koppling till krosszonen emellan trädgroparna. En mindre del av avrinningen ifrån gångbana tas omhand via luftbrunnar.

Bräddningen sker när växtbäddarna är fyllda med vatten upp till brunnslocket och då fortsätter vattnet rinna längs gatan till nästa inlopp och slutligen finns en gallerförsedd dagvattenbrunn med koppling till tät dagvattenledning. I dessa brunnar mynnar även den dränledning som ligger under växtbädden för att fånga upp överskottsvatten som dräneras ur växtbädden.

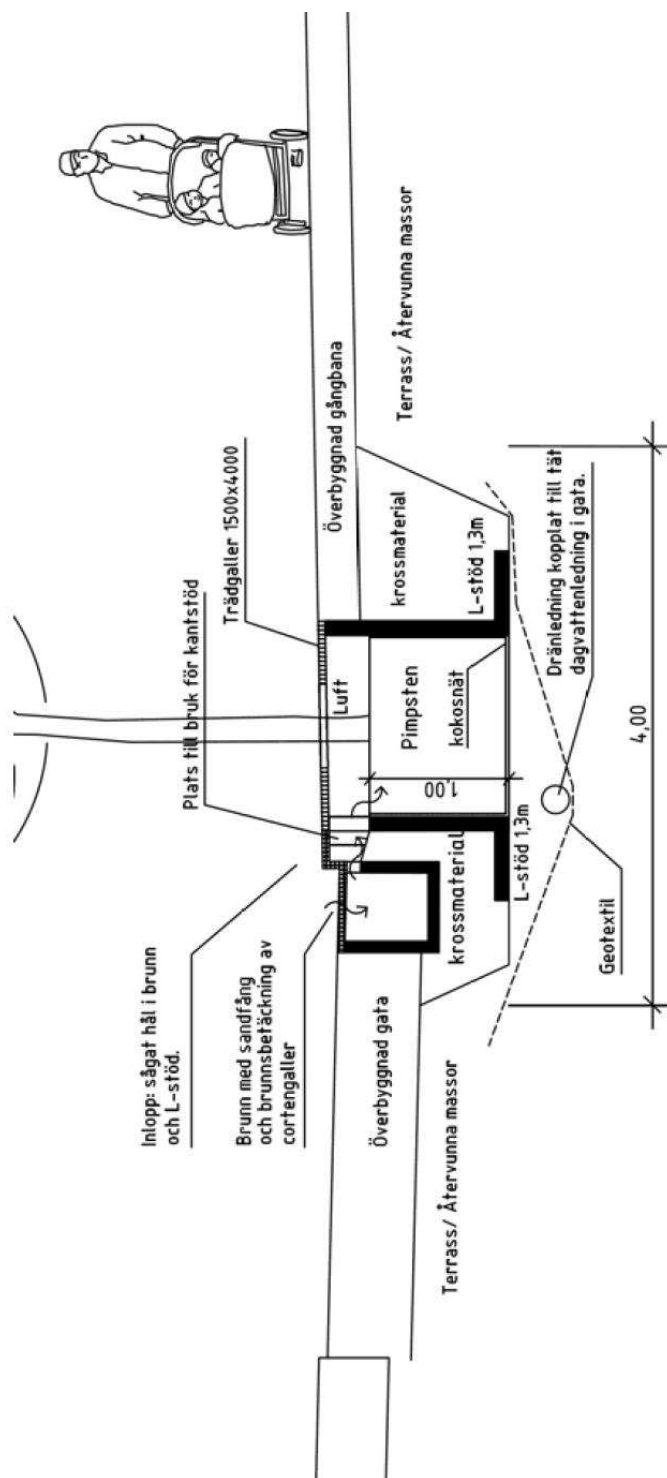
Denna princip baserar sig på att träden står med 10 m mellanrum och att det är stora träd. Planer och sektioner redovisas nedan i Figur 26-30.



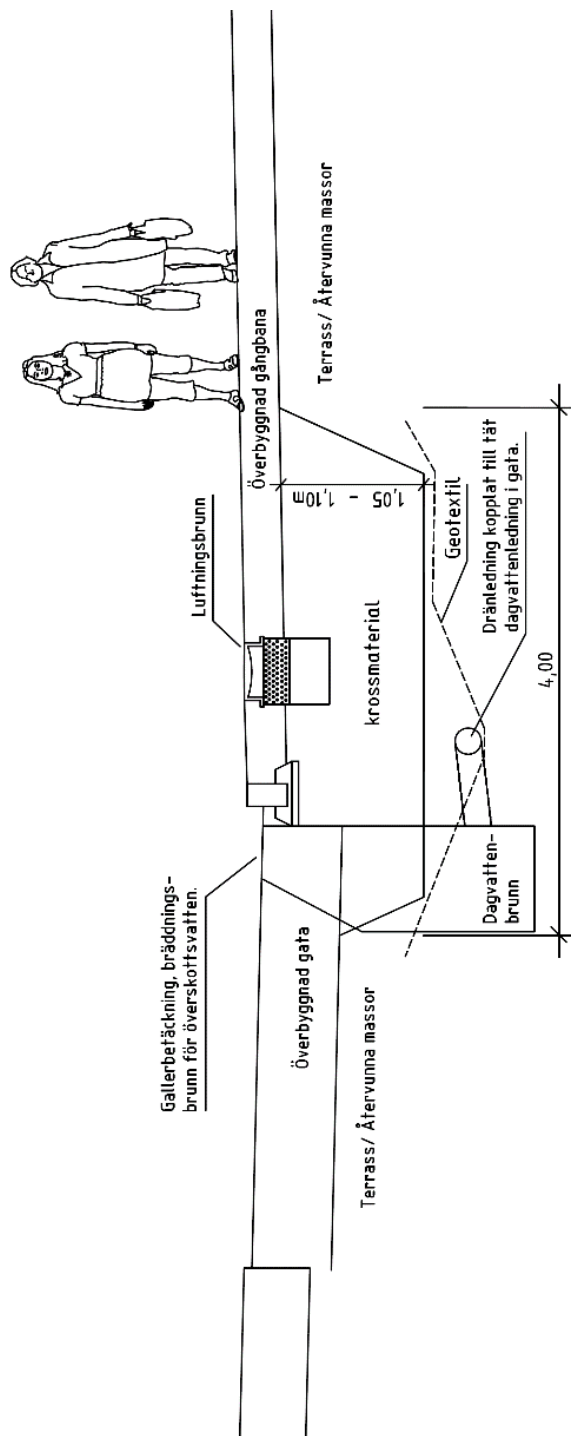
Figur 26 Erik Dahlbergsgatan. Växtgroparna är 1,5 x4m.



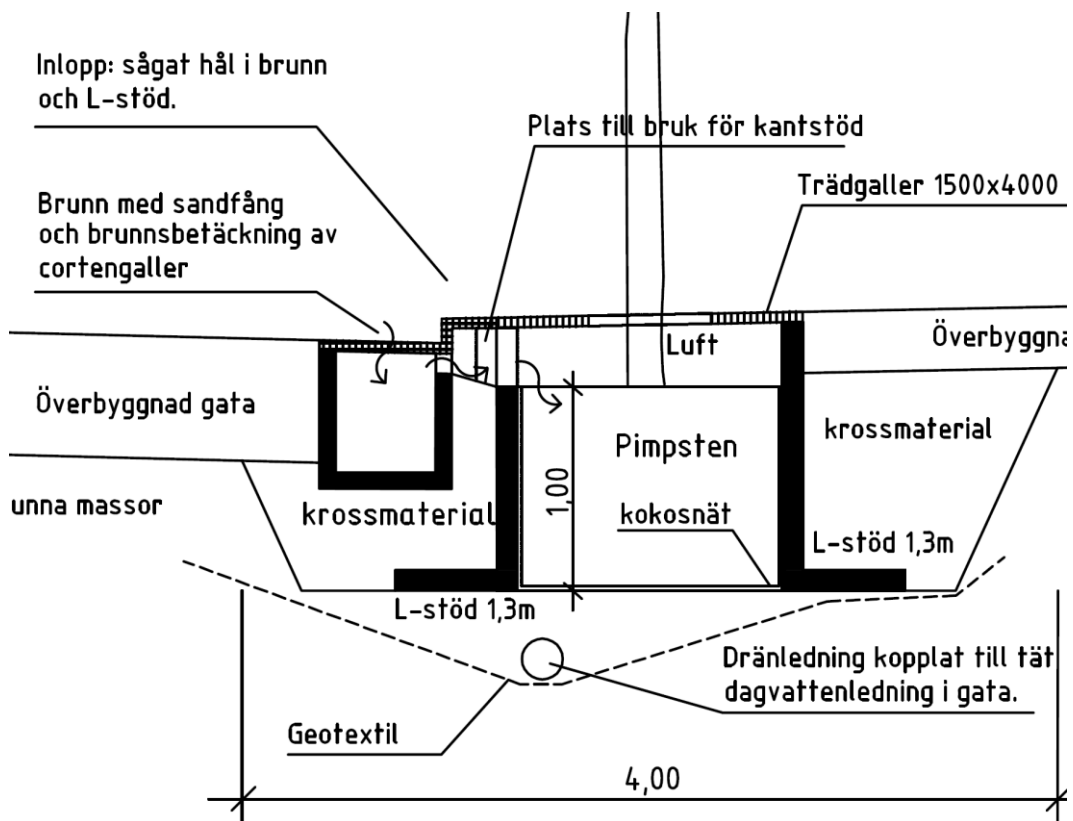
Figur 27 Erik Dahlbergsgatan. Plan över växtbäddarna, inloppen och pimpstensjorden som omges av krossmaterial.



Figur 28 Erik Dahlbergsgatan. Sektion A-A.



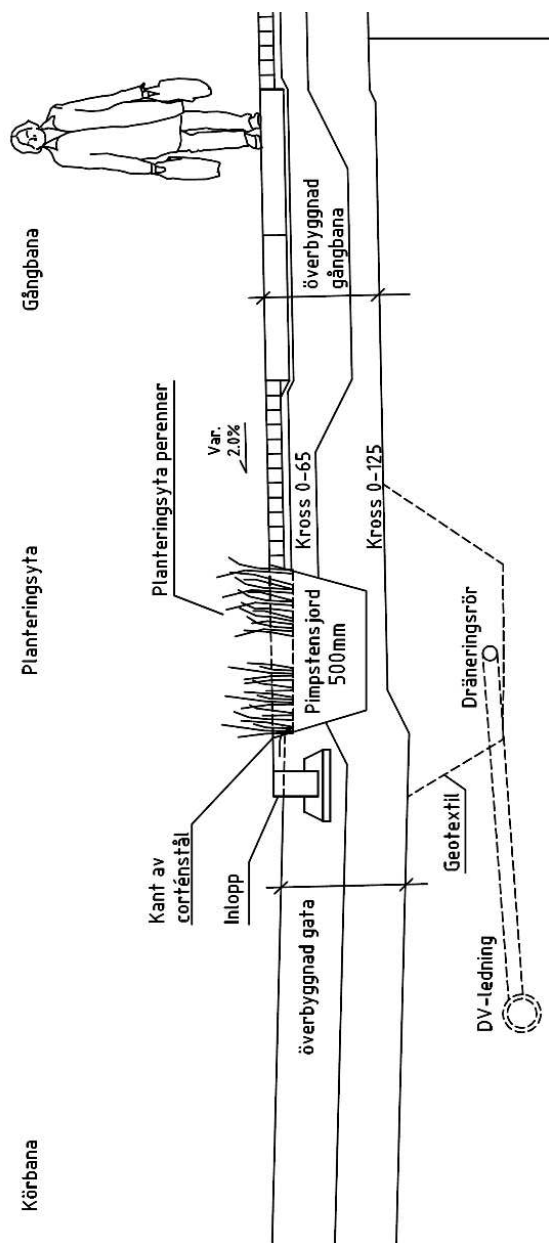
Figur 29 Erik Dahlbergsgatan. Sektion B-B.



Figur 30 Erik Dahlbergsgatan. Inzomning inloppsbrunn.

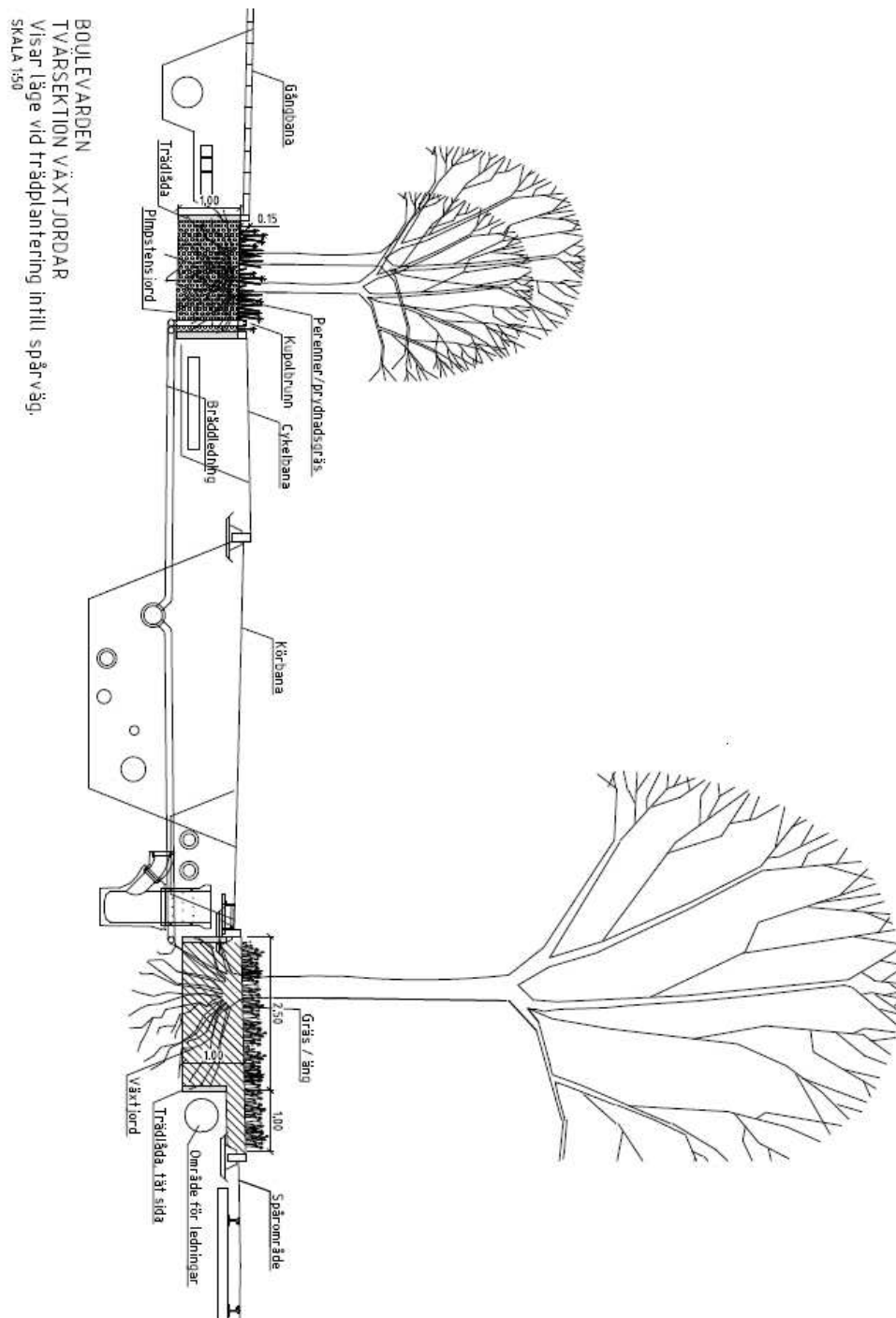
Växtbädd för perenner (Norra 2)

Växtbädd uppbyggd av 200 mm pimpstensjord med 7 % mullhalt ovanpå 300 mm pimpstensjord utan mull. I växtbäddar med stor utbredning längs med gatan bedöms denna uppbyggnad kunna klara att ta emot dimensionerande flöden i samma utsträckning som Erik Dahlberggatas växtbäddar, d v s minst 2-årsflöde, samt att magasinet bör kunna täcka bevattningsbehovet. Illustration i Figur 31.

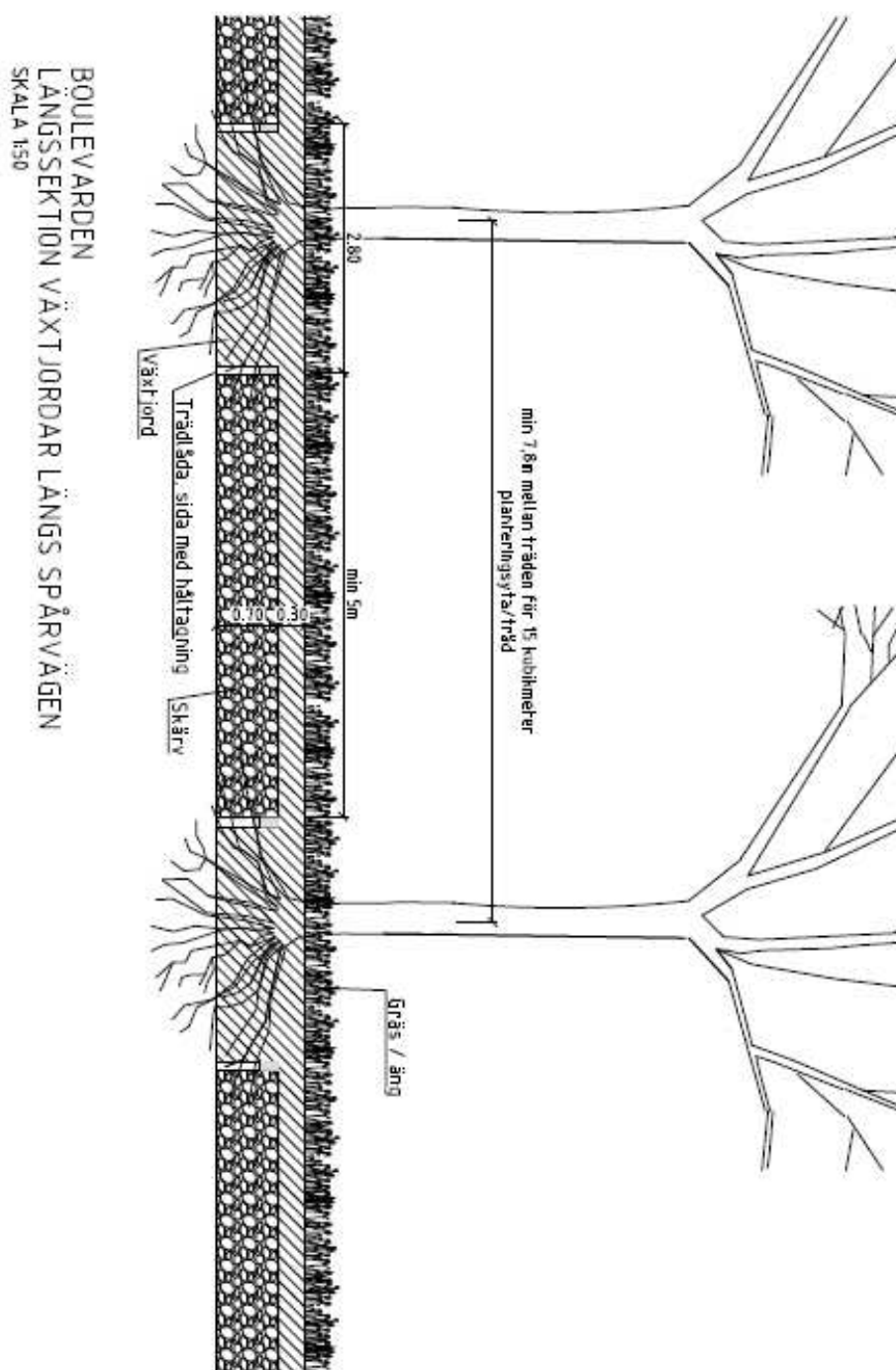


Figur 31 Principskiss för växtbädd för perenner. För tekniska detaljer, t ex inlopp, se avsnitt 5.1.

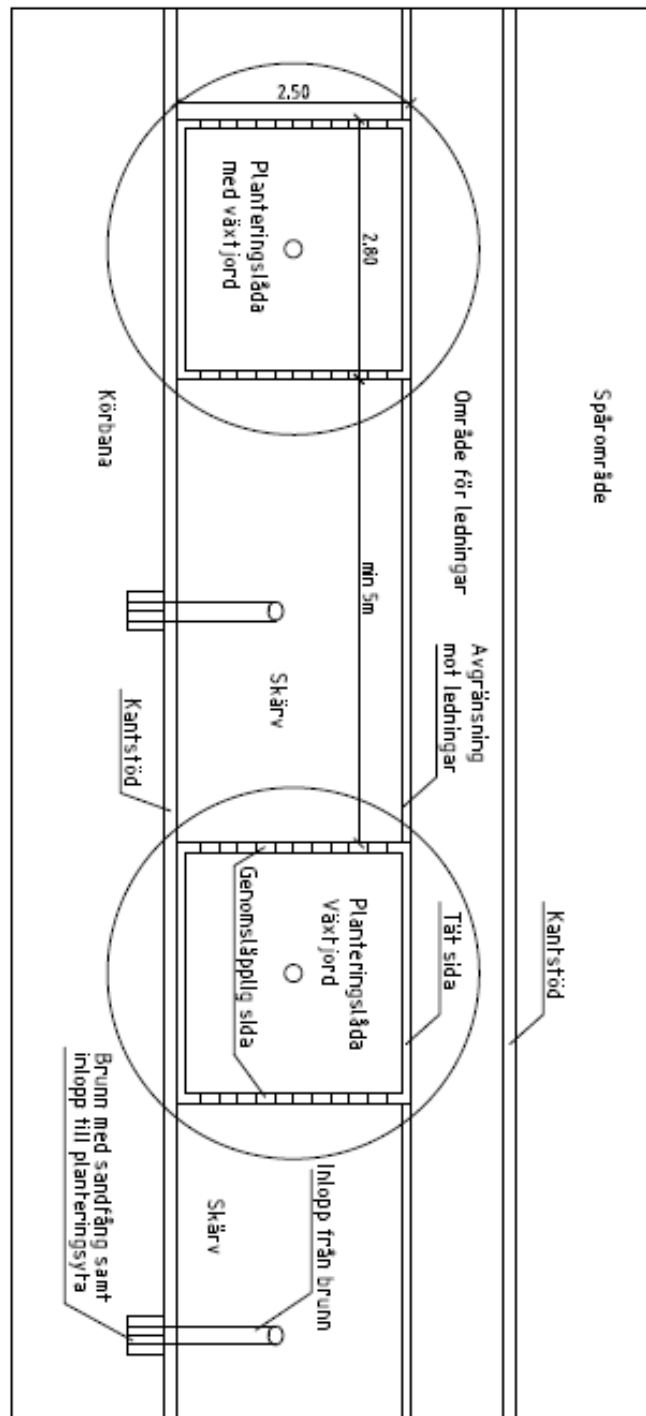
Södra Hamnvägen, Södra Värtan



Figur 32 Tvärsektion växtjordar, visar läge för trädplantering intill spårväg.

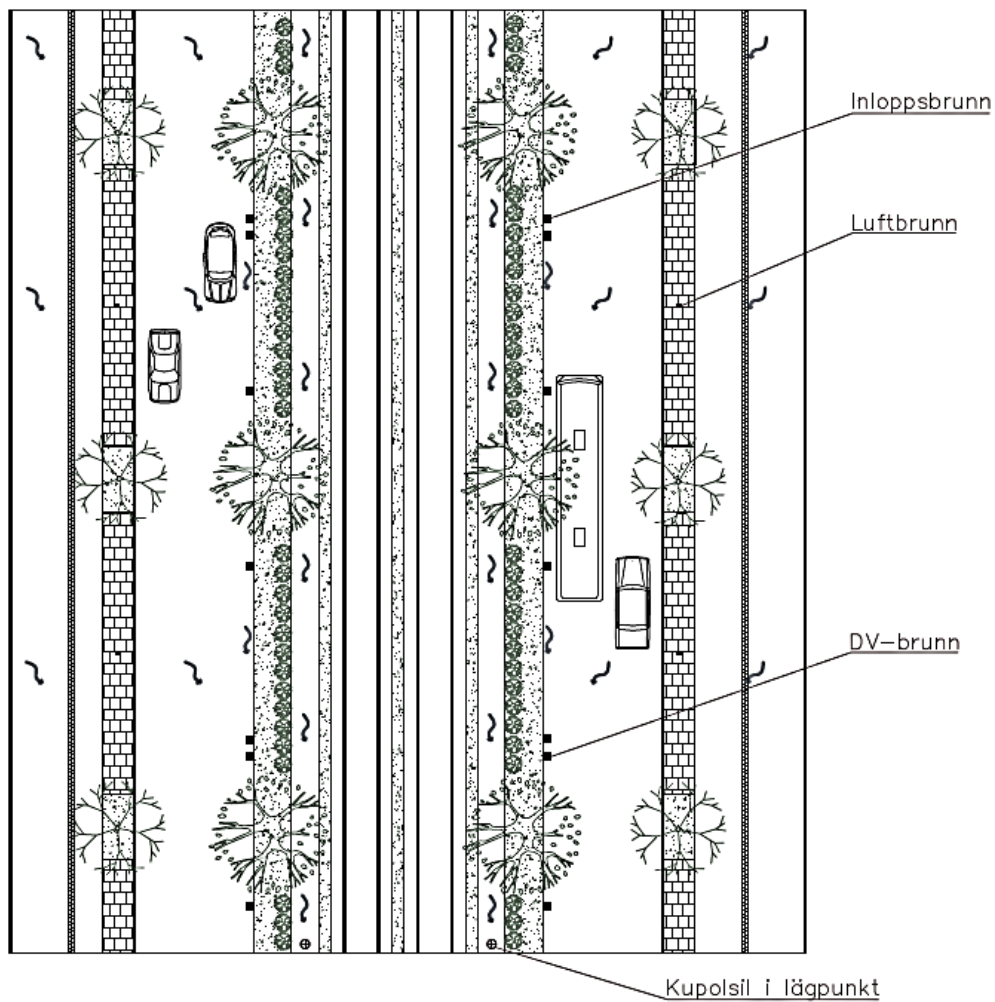


Figur 33 Södra Hamnvägen, längssektion växtjordar längs spårvägen.



BOULEVARDEN
PLANUTSNITT LÄNGS SPÅRVÄGEN
SKALA 1:50

Figur 34 Södra Hamnvägen, planutsnitt längs spårvägen.



Figur 35 Södra Hamnvägen, sektion i plan med bräddbrunn