



Göteborgs Stad

# Dagvattenutredning för detaljplan för Västlänken, station Haga

Malmö 2016-02-12

# Dagvattenutredning för detaljplan för Västlänken, station Haga

Datum	2016-02-12
Uppdragsnummer	1320014963
Utgåva/Status	Slutleverans

Viveka Lidström  
Uppdragsledare

Lena Sjögren  
Handläggare

Patrik Gliveson  
Granskare

## Sammanfattning

Arbetet med detaljplanen för station Haga inför granskning pågår och i samband med det har denna dagvattenutredning tagits fram. Dagvattenutredningens syfte är att visa hur dagvattnet kan tas omhand och hur dagvattensystemet kan utformas för att smälta in i miljön.

I och med att delar av ledningsnätet är kombinerat och på grund av att ett trögt dagvattensystem önskas föreslås fördröjning och rening av dagvattnet innan anslutning till det befintliga ledningsnätet.

Fördröjning och rening av dagvattnet föreslås göras inom delavrinningsområden. På grund av att utrymmet för dagvattenanläggningar är begränsat samt på grund av de gestaltningsmässiga kraven föreslås att dagvattnet leds till underjordiska makadamstråk eller underjordiska magasin, t ex kasettmagasin. Reningen kommer på detta vis ske främst genom sedimentation. I parkytorna föreslås inga nya åtgärder för dagvattenhanteringen göras för att trädens miljö inte ska påverkas.

Den föreslagna principen är att dagvattensystemet kan ta omhand det dimensionerande regnet, dvs 10 minuters 10-årsregn med klimatfaktor 1,2. I systemet fördröjs 10 mm nederbörd per m<sup>2</sup> hårdgjord yta, vilket ungefär motsvarar volymen vid ett 10 minuters 2-årsregn. Utloppsflödet regleras till 20 l/s\*ha.

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvattenmodellen StormTac. Samtliga delavrinningsområden vid station Haga; utom Nya Allén, Parkgatan och parker; har definierats som 'Downtown, less polluted' i StormTac. Nya Allén och Parkgatan har definierats efter ÅDT. Parkerna inom planområdet ingår inte i beräkningarna då dessa har lokala avvattningssystem.

Föroreningsberäkningarna för icke behandlat dagvatten efter utbyggnaden indikerar att halten total-fosfor, kväve, bly, koppar, zink, kadmium och kvicksilver överskrider Göteborg Stads riktvärden; halten suspenderat material (SS) likaså.

Schablonmässig reningseffekt för makadamdike/stenkista är framtagen genom litteraturstudie i StormTac. Reningen av fosfor och zink utgör den största utmaningen, d v s halterna från dessa ämnen överskrider Göteborgs Stads riktvärden efter rening. Förslaget innebär att dock att rening av dessa ämnen sker till ca 60 – 70 %.



4.3.15	Avrinningsområde 18, Rosenlundsbrons norra anslutning .....	25
5.	Föroreningsberäkningar .....	25
5.1	Föroreningsberäkningar .....	25
5.2	Rening av dagvatten .....	26
5.2.1	Stenkistor/makadamdiken .....	26
5.2.2	Rör- eller kassettmagasin .....	27
5.2.3	Kompletterande dagvattenlösningar .....	27
6.	Anläggningskostnad .....	28
7.	Drift och underhållsaspekter .....	29
8.	Rimlighetsbedömning .....	30

## Bilagor

Bilaga 1. Avrinningsområden och förslag till lösningar

Bilaga 2. Kostnadsberäkning

# Dagvattenutredning för detaljplan för Västlänken, station Haga

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Arbetet med detaljplanen för station Haga inför granskning pågår. I samrådsskedet togs en dagvattenutredning fram av Norconsult (2014-04-11) men sedan dess har nya förutsättningar och krav tillkommit varför denna utredning har tagits fram.

### 1.2 Syfte

Syftet med denna dagvattenutredning är att, utifrån de nya förutsättningarna, visa förslag på hur dagvattnet kan tas omhand och hur systemet kan utformas för att smälta in i miljön.

### 1.3 Uppdraget

Ett önskemål från beställaren är att utifrån de givna förutsättningarna ta fram ett förslag på dagvattenhantering som innebär att man gör det bästa möjliga av dagvattenhanteringen gällande föroreningsreduktion och fördröjning. I denna utredning klargörs planområdets tekniska avrinningsområden och beräkning genomförs av vilka dimensionerande flöden och fördröjningsvolymerna respektive område kräver. En planskiss med förslag på dagvattensystem samt de reningseffekter som uppnås i förslaget tas fram med hjälp av föroreningsberäkningar. Förslaget skall även belysa kostnadsaspekten gällande anläggnings- och driftkostnader, varefter en rimlighetsbedömning görs där kostnad och genomförbarhet lyfts fram.

## 2. Förutsättningar

### 2.1 Underlagsmaterial

Underlagsmaterial för utredningen är:

- Dagvattenutredning till detaljplan och ändring av detaljplaner för stationsområdena för Västlänken, Norconsult 2014-04-11.
- Detaljplan för Västlänken, Station Haga med omgivning inom stadsdelen Haga, inom Vallgraven, Pustervik och Vasastaden i Göteborg, 2014-09-30
- Bild från Haga Trafik-PM med biltrafiksiffror 2011 samt busstrafiksiffror 2035 från Västtrafik, erhållna 2015-10-09
- Tunnel Västlänken 2015-08-13\_utan xref\_2007.dwg
- Avstämningsmöte med diskussion om tänkbara dagvattenlösningar 2015-10-08
- Plankarta, koncept på granskningshandling, arbetsmaterial daterad 2015-12-21, erhållen 2015-12-04

- Illustrationsritning, arbetsmaterial utkast, WSP 2015-12-30
- Redovisningsmöte med diskussion efter granskning 2015-11-26
- Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten, Miljöförvaltningen Göteborg reviderad 2013
- VISS, Vatteninformationssystem Sverige,
- Dagvattenstrategi för Stockholm - Rening av dagvatten, Stockholm vatten

### 3. Förutsättningar för dagvattenhanteringen

#### 3.1 Kriterier för dagvattenhantering

I och med att delar av ledningsnätet är kombinerat och på grund av att ett trögt dagvattensystem önskas, gäller fördröjning med motsvarande 10 mm regn per m<sup>2</sup> hårdgjord yta inom hela planområdet enligt Kretslopp och Vatten. Avledningen av dagvattnet ska dimensioneras för ett 10 minuters 10-årsregn enligt Svenskt Vattens P90. Klimatfaktor 1,2 ska användas. Detta är samma förutsättningar som gällde redan i tidigare utredningar.

Utgångspunkten, enligt diskussion med Kretslopp och Vatten, är att samtliga dagvattenlösningar förutsätts kunna anslutas till antingen befintliga eller planerade huvudledningssystem.

I de diskussioner som förekommit med stadsbyggnadskontoret har det tydligt framkommit att ett kriterie för dagvattenlösningarnas utformning är att de ska vara av stadsmässig karaktär. Detta innebär att öppna dagvattenanläggningar inte är lämpliga.

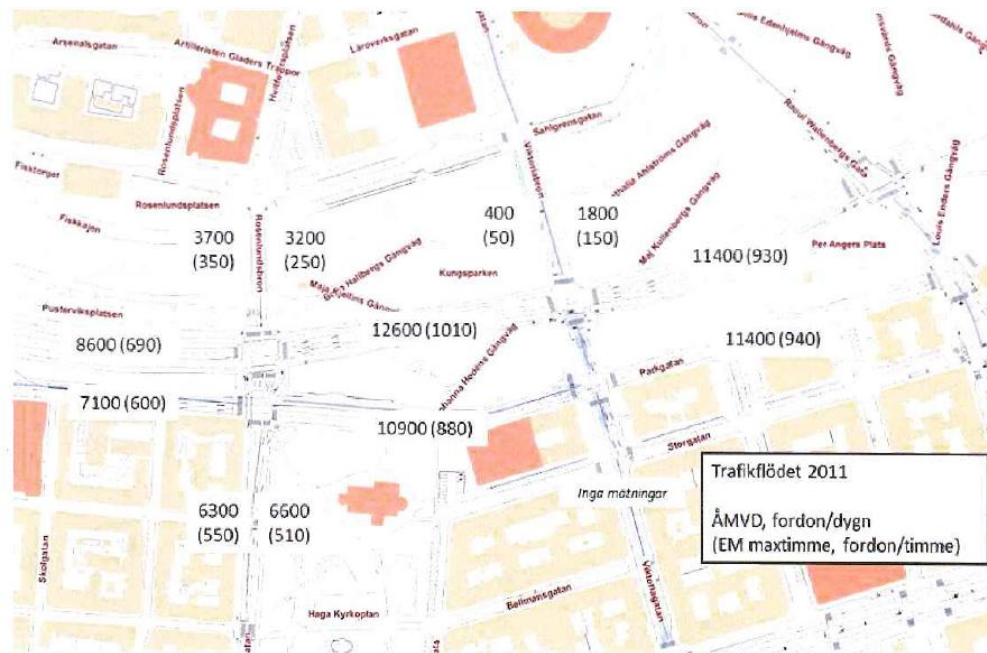
För att inte förändra förutsättningarna för de värdefulla träd som finns i parkytorna föreslås att inga åtgärder för dagvattenhanteringen utförs i parkerna.

Miljöförvaltningens riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten gäller.

#### 3.2 Trafikflöden

Det är många av gatorna inom planområdet som är starkt trafikerade. Biltrafikflöden från 2011 visas i Figur 1. Trafikförslaget i detaljplanen utgår från förutsättningen att biltrafiken inte kommer att öka fram till år 2035 från dagens nivå (2011). Vad gäller busstrafiken planerar Västtrafik en utökning till 26 turer i varje riktning under maxtimmen jämfört med 16 turer idag. Dagvatten från samtliga körbara ytor kommer, även med sjunkande trafikflöden, att behöva renas, särskilt dagvatten från de starkt trafikerade gatorna Parkgatan och Nya Allén.





Figur 1. Biltrafikflöde år 2011 inom planområdet och omgivande gator (Trafikkontoret Göteborgs stad)

### 3.3

#### Detaljplanens innebörd och gestaltungsprinciper

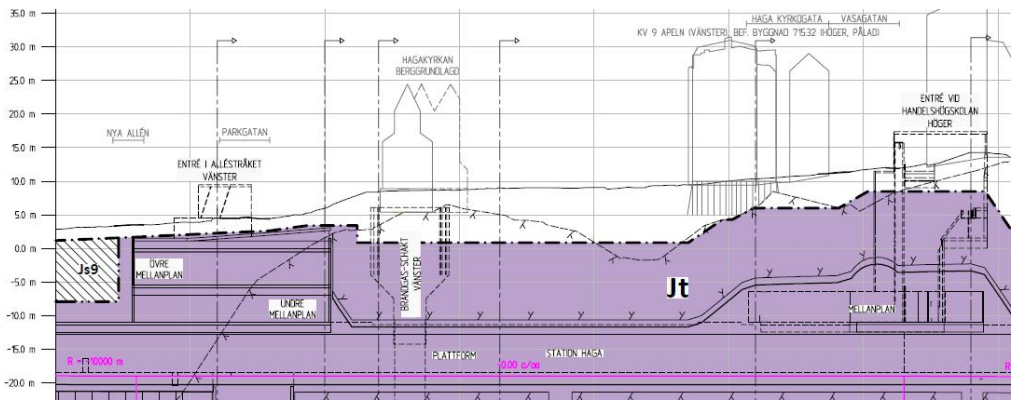
Inom området planeras station Haga, en underjordisk pendeltågstation, med tillhörande uppgångar och tekniska anläggningar. De omgivande stadsrummen utvecklas, med bland annat en utökad bytespunkt för kollektivtrafiken, angöringsytor till stationen och framkomligheten för alla trafikslag förbättras. I norra delen av planområdet kommer stationsuppgångar att byggas på Pusterviksplatsen samt i Kungsparken mellan Nya Allén och Parkgatan. En trappa utan väderskydd ned till cykelgaraget föreslås norr om Södra Allégatan. Handelshögskolan får en nybyggd del med en integrerad stationsuppgång och flytt av en transformatorstation möjliggörs. På torget framför Smyrnakyrkan medges ett brandgasschakt. Plankartan enligt koncept på granskningshandling, visas i Figur 2.



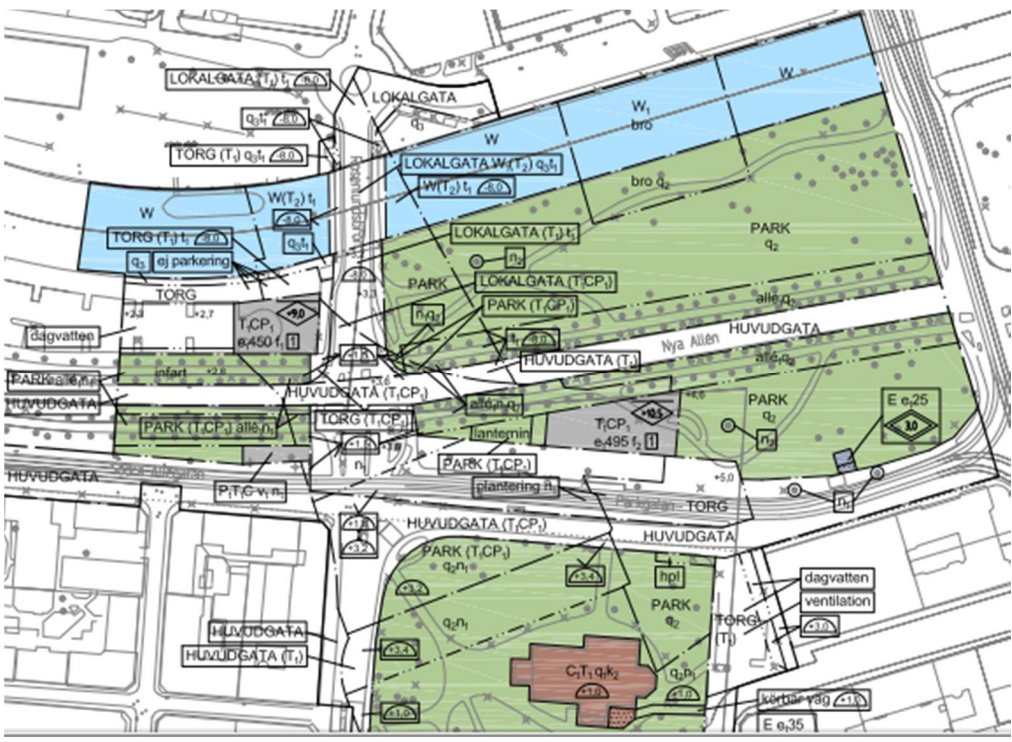


Figur 2. Plankarta, koncept på granskningshandling (2015-12-04).

Över stationens mellanplan i norr kommer jorddjupet vara minst 2 meter och marknivåerna höjs något jämfört med idag, ungefärlig marktäckning visas i Figur 3. Planerade nivåer visas i Figur 4. I resten av området förändras inte höjderna nämnvärt.



Figur 3. Del av sektion genom Station Haga som visar ungefärlig marktäckning ovan stationens konstruktion (Trafikverket 2014-12-01)



Figur 4. Planerade nivåer, föreskriven höjd över nollplanet (utdrag från Plankartan, koncept på granskningshandling 2015-12-04).

Eftersom hela planområdet omfattas av riksintresset för kulturmiljövård, har det värdefulla kulturmiljön varit en utgångspunkt och ledstjärna i arbetet med planförslaget. De centrala kulturhistoriska värdena befasts i planförslaget, så långt som det är möjligt, samtidigt som förändringar i stadsmiljön och de nya tilläggen syftar till att stärka dessa värden genom hänsynstagande och hög gestaltungsambition.



Gestaltungsprinciperna tar avstamp i planområdets historia och kulturmiljö genom en vision och ett övergripande gestaltungsgrepp att väva ihop kulturhistoria med nutid. En illustrationsplan kan ses i Figur 5. Ekosystemtjänster integreras med fördel i utformningen.

Fornlämningar kan enligt uppgift från Stadsbyggnadskontoret påträffas i norra delen av planområdet, norr om Haga Kyrkoplan, Södra Allégatan och Parkgatan.



Figur 5. Illustrationsplan över området kring station Haga, arbetsmaterial utkast WSP 15-12-31.

## 4. Förslag till dagvattenhantering

Utifrån givna förutsättningar och diskussioner vid möten med beställargruppen har förslag till dagvattenlösningar tagits fram. Först förklaras principerna för förslagen i en allmän beskrivning och exempel på utformning. Sedan följer beräkningar av flöden och fördröjningsvolymerna och till sist visas förslag på hur dagvattenlösningarna kan anläggas i respektive del av planområdet. Samtliga presenterade förslag kan utformas på andra sätt än det som visas. Exakt placering och utformning av makadamstråken måste för vissa gator tas fram vid upprättande av ny gatusektion på grund av tillgänglighet för drift i kombination av kollektivtrafikens utrymme. Förutom fördröjnings- och reningsanläggningarna kommer dagvattensystem som leder till och från dessa anläggningar att behöva anläggas. Dessa ledningar visas inte under förslagen men omfattningen av dem har uppskattats för att kunna kostnadsberäknas, se kapitel 6.

Samtliga dagvattenläggningar är anmälningspliktiga till Miljöförvaltningen vilket gör att i god tid innan arbetena startar, ska anmälan för anläggning göras som visar på vilken reningsgrad och vilka utsläpp lösningen ger.

### 4.1 Principer och lösningar för dagvattenhantering

På grund av områdets topografi, möjligheten att ansluta till övrigt dagvattensystem och på grund av olika utformning och användning har området delats upp i tekniska avrinningsområden. Fördröjning och rening av dagvattnet föreslås ske inom respektive avrinningsområde. På grund av att utrymmet för dagvattenanläggningar är begränsat samt på grund av de gestaltningsmässiga kraven föreslås att dagvattnet leds till underjordiska stråk eller underjordiskt magasin där det fungerar. Efter de underjordiska stråken/magasinen ansluts dagvattnet till befintligt ledningsnät.

Den föreslagna principen är att dagvattensystemet kan ta omhand det dimensionerande regnet, dvs 10 minuters 10-årsregn med klimatfaktor 1,2. I systemet fördröjs 10 mm nederbörd per m<sup>2</sup> hårdgjord yta, vilket ungefär motsvarar volymen vid ett 10 minuters 2-årsregn. Utloppsflödet regleras till t ex 20 l/s\*ha.

Eftersom hela 10-årsregnet föreslås ledas ner i fördröjningsmagasinen som inte rymmer mer än volymen för ett ca ett 10-minuters 2-årsregn måste fördröjningsanordningarna förses med bräddningsmöjlighet som kan brädda 10-årsregnet minus 2-årsregnet och minus utloppsflödet.

För att minska vattenmängden som ska tas omhand bör andelen hårdgjordaytor minimeras så långt det är möjligt. Gröna tak kan t ex anläggas på byggnader och spårvägen kan läggas i gräsyta.

Nedan följer beskrivningar de olika föreslagna dagvattenlösningarna.

#### 4.1.1 Generellt om föreslagna dagvattenlösningar

En möjlighet att skapa dagvattenfördröjning som smälter in i befintlig stadsmiljö är att anlägga underjordiska fördröjningsmagasin med trafikerbar överbyggnad. Exempel på detta är underjordiska makadamstråk, kassetmagasin och rörmagasin.

Att ta omhand dagvattnet i ett underjordiskt magasin längs en gata bygger på att gatan kan ha enkelsidigt tvärfall och att även trottoarer och eventuella cykelvägar längs med gatan också kan lutas dit. Om det inte är möjligt att skapa enkelsidigt tvärfall kan två magasin anläggas, ett på var sida av gatan. Stråkets tvärsnittsarea blir då uppdelad i två delar. Ett annat sätt kan vara att på ena sidan ha magasinet och på andra sidan enbart dagvattenbrunnar som via ledning tvärs över gatan ansluter till magasinet. I detta fall måste magasinet göras tillräckligt djupt för att ledningarna ska kunna anslutas. Att korsa tvärs en gata i befintlig stadsmiljö kan vara problematiskt då det finns andra ledningar där också.

#### 4.1.2 Underjordiskt fördröjningsmagasin, makadamstråk

Både fördröjning och rening uppnås genom makadamstråk. Makadamstråk kan anläggas under marken med olika konstruktioner. Markytan kan formas som en skålad yta där dagvatten tillåts ansamlas och dels infiltrera ner i makadamen eller ledas ner via rännstensbrunnar i makadamen. T ex kan den skålade ytan vara av gatsten som tillåter viss infiltration mellan stenarna samtidigt som överskottsvatten leds ner i brunnarna, exempel visas i Figur 6.



Figur 6. Skålformad ränna i gatsten i Freiburg (Ramböll, 2011)

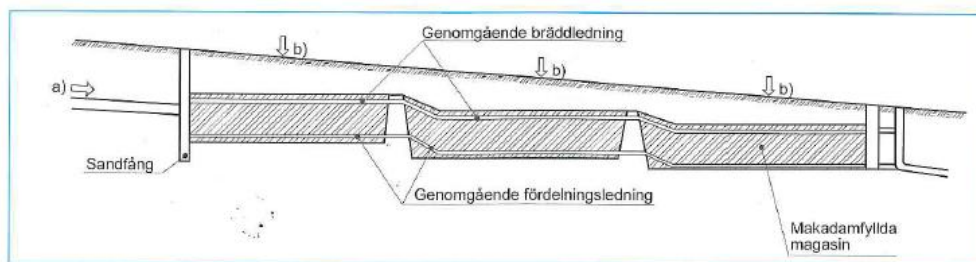


Under ytan anläggs ett dike fyllt med ett genomsläppligt material, exempelvis makadam. Fördröjningsvolymen i makadamdiken utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vilken är ca 30 % av materialets volym. För att förhindra att finmaterial sätter igen makadamdiket läggs geotextil runt ledningsgraven. I botten av diket läggs en dränerande ledning som både sprider vattnet från dagvattenbrunnarna och som leder vidare överskottsvatten. Dräneringsledningens utloppsflöde regleras för kontroll av fördröjningsvolymen i makadamdiket. På så vis säkerställs att inte föreskrivet maximalt utflöde överskrids. Exempel på utformning visas i Figur 7.



Figur 7. Exempel på makadamdike med dräneringsledning i botten. (Svenskt Vatten P105).

För att kunna utnyttja fördröjningsvolymen i makadamstråket, när marken lutar, kommer stråket att behöva utföras som en trappa. Detta innebär att sektioner av makadamstråket anordnas med i princip plan botten. Utloppet från varje sektion flödesregleras (dimensioneras för seriekopplade magasin) och ansluts till nästa sektion. En bräddningsledning kan anläggas i magasinens topp, se Figur 8.



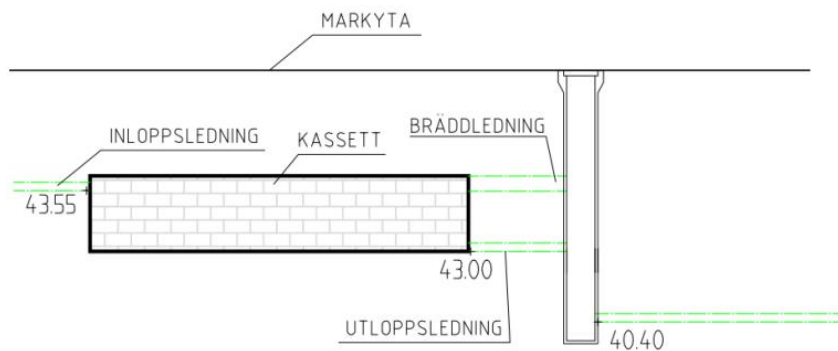
Figur 8. Principskiss över seriekopplade magasin (Svenskt vatten P90)

#### 4.1.3

##### Underjordiskt fördröjningsmagasin, krossfyllt eller icke materialfyllt magasin

Magasinets syfte är både att fördröja samt att rena vatten genom framförallt sedimentation. Där marken inte tillåter perkolation anordnas en flödesreglerad utloppsledning. Magasinet förses även med en bräddningsledning, se princip i Figur 9. Det vanligaste är att vattnet leds in i magasinet via dagvattenbrunnar med sandfång och ledningar.

Underjordiska magasin kan utföras på olika sätt. Det vanligaste är att man använder sig av rörmagasin, stapelbara dagvattenkassetter eller krossfyllningar. Dagvattenkassetter är minst utrymmeskrävande och därmed också mest volymeffektiva. Ett krossfyllt magasin har precis som makadamstråket en effektiv volym som är lika stor som materialets porvolym, d v s ca 30% för krossmaterial.



Figur 9 Typsektion av dagvattenkassett. Höjderna i figuren är bara exempel.

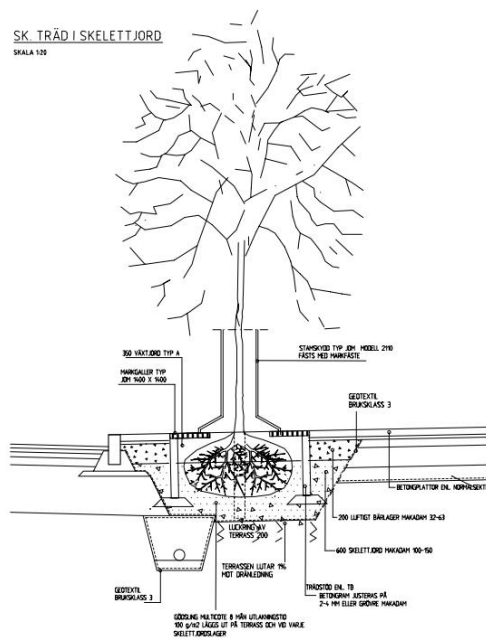
#### 4.1.4

##### Dagvatten till växtbädd

Som ett komplement till makadamstråken och till underjordiska fördröjningsmagasin skulle dagvattnet också kunna ledas till växtbäddar för träd eller annan plantering. På så vis kan växterna/träden få bättre tillgång till vatten i en annars hårdgjord miljö.

Bäddarna kan användas som ett försteg till ytterligare en fördröjningskonstruktion som t ex ett makadamstråk, för att öka reningen och minska volymen i makadamstråket. Reningen av dagvatten innebär främst en reduktion av näringsämnen såsom fosfor och kväve. Växtbäddar kan även reducera tungmetaller såsom bly, koppar, zink, kadmium och även organiska kolväten såsom oljor och PAH:er. Det finns många olika konstruktioner på växtbäddar som gör att de kan anpassas efter behov. Grundläggande är att det i växtbädden placeras en bräddningsbrunn och ett dräneringsrör i botten som avleder överskottsvatten från ytan och från växtbädden. Porositeten i växtbädden som visas i exempel Figur 10, den vänstra bilden, antas ligga runt 40 %. En leverantörslösning på samma tema visas i den högra bilden i Figur 10.



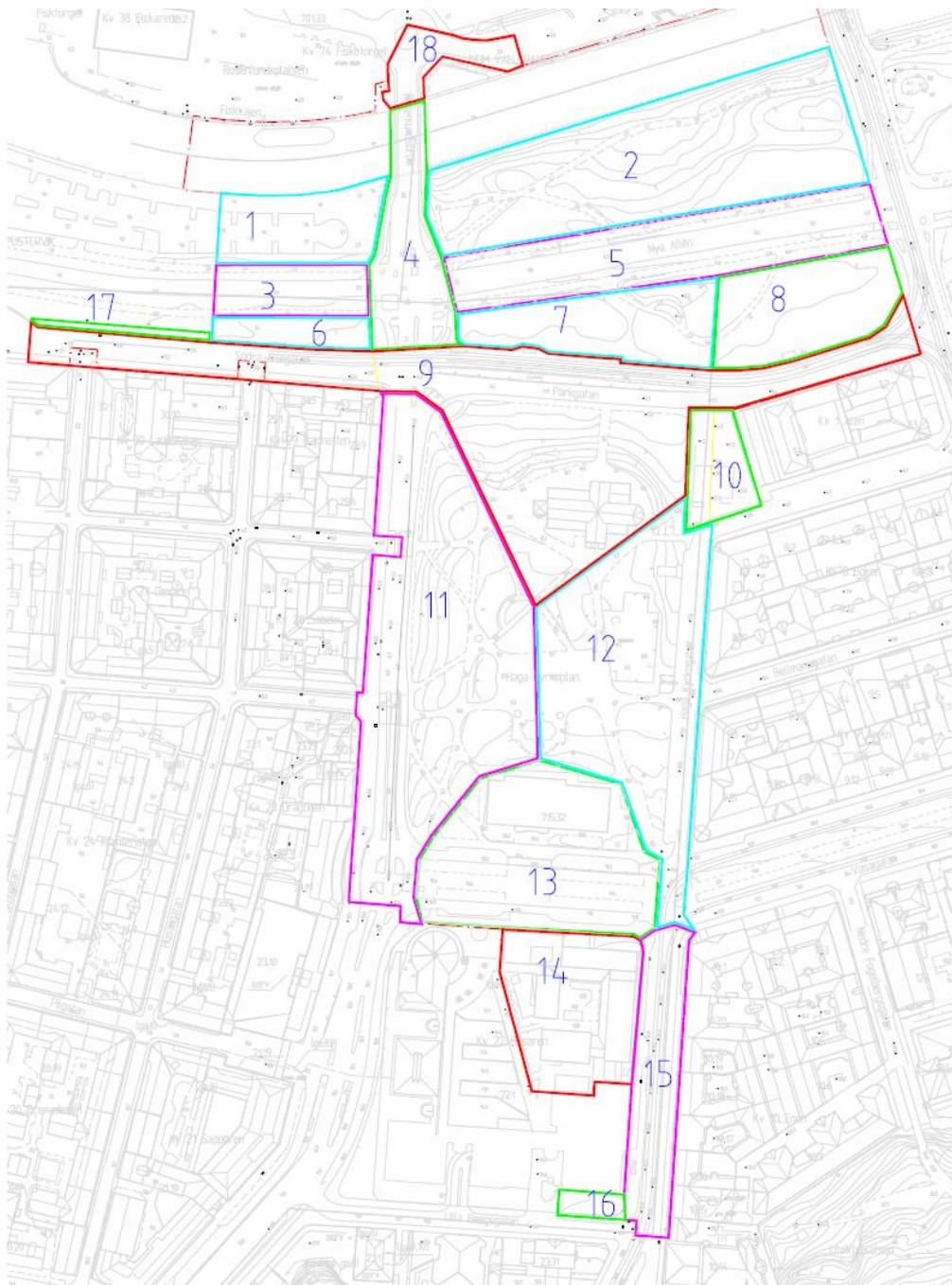


Figur 10. Träd i skelettjord (Ramböll) och en leverantörlösning på samma tema (Stormpit Milford).

#### 4.2

#### Avrinningsområden, flöden och fördröjningsvolym

Dessa avrinningsområden skiljer sig från det naturliga avrinningsområdet just pga av dagvattensystemet. Avrinningsområdenas omfattning visas i områdenas storlek i Figur 11.



Figur 11. Avrinningsområden inom planområdet. I tabell 1 visas fördröjningsvolymerna och dimensionerande flöde för respektive avrinningsområde.

Flöden som ska kunna tas omhand och fördröjningsbehov för respektive avrinningsområde är beräknade och visas i Tabell 1. I Tabell 1 anges även reducerad area för respektive avrinningsområde. Med reducerad area menas den

andel av den totala arean som bidrar med ytavrinning vilket förenklat kan sägas motsvara andel hårdgjord yta.

Tabell 1. Visar fördröjningsvolym och dimensionerande flöde för de olika avrinningsområdena.

Område	Area [m <sup>2</sup> ]	Reducerad Area [m <sup>2</sup> ]	Fördröjningsvolym 10mm per m <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]	Dimensionerande flöde [l/s]
1	2145	1770	20	49
2	8975	900	10	25
3	1475	1180	15	33
4	2465	1975	20	54
5	4790	3835	40	105
6	855	770	10	22
7	2910	2440	25	67
8	3080	310	5	9
9	12085	5185	55	142
10	1155	925	10	26
11	11305	4425	45	121
12	7905	2160	25	60
13	5930	3965	40	109
14	3515	3165	35	87
15	2545	2035	25	56
16	305	245	5	7
17	285	30	5	1
18	935	750	10	21

Flöde ut ur magasinen föreslås sättas till 20 l/s\*ha vilket motsvarar intensiteten vid ett lågintensivt regn, vilket är ett rimligt antagande i stadsmiljö.

#### 4.3

##### Avrinningsområdena, förslag på dagvattenlösningar

Nedan följer en beskrivning av föreslagna dagvattenlösningar för respektive del i området. Observera att föreslagna lägen för de olika lösningarna kan ändras i senare skeden för att bättre passa in gestaltningsmässigt eller nivåmässigt. Anordningens utformning och utbredning kan också komma att justeras så att den optimeras för platsen i ett mer detaljerat skede.

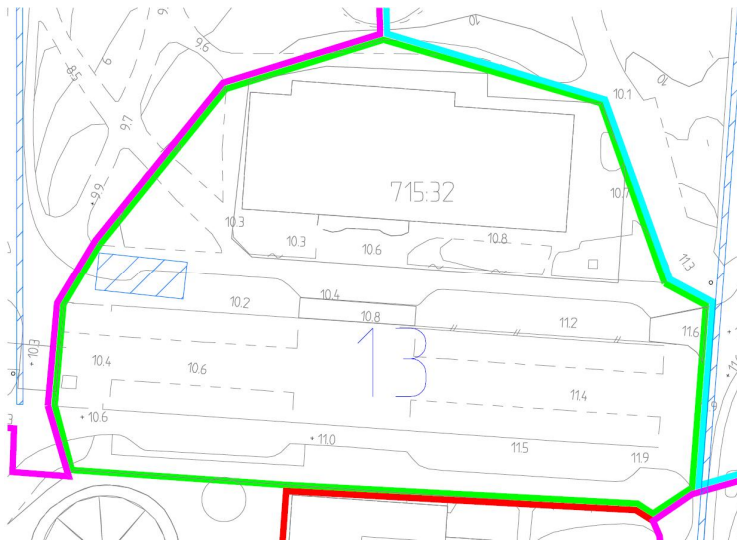
Under samtliga ytor förekommer befintliga ledningar som till stor del ska kunna ligga kvar. I vissa ytor kommer nya ledningar behöva läggas i samband med byggnationen av Västlänken. Utgångspunkten är att samtliga dagvattenlösningar förutsätts kunna anslutas till antingen befintliga eller planerade huvudledningssystem.

Inom eller i direkt anslutning till flera av avrinningsområdena finns befintlig vegetation i form av stora träd. Dessa träd, inklusive dess rötter, ska skyddas vilket gör att extra hänsyn ska tas vid utformning och byggnation av dagvattenanläggningarna. Vidare måste dagvattenanläggningar i flera fall också skyddas mot inträngning av trädens rötter.

I bilaga 1 visas avrinningsområdena och förslag till placering av dagvattenlösningarna.

- 4.3.1 Avrinningsområde 16, Transformatorstationen vid Lilla Bergsgatan  
Hela ytan är kvartersmark. Markägaren förutsätts utforma sin egen fördröjning för de ca 5 m<sup>3</sup> vatten som ska hanteras samt rena vattnet enligt ställda krav.
- 4.3.2 Avrinningsområde 14, Uppgång i Handelshögskolan  
Hela ytan är kvartersmark. Markägaren förutsätts utforma sin egen fördröjning för de ca 40 m<sup>3</sup> vatten som ska hanteras samt rena vattnet enligt ställda krav.
- 4.3.3 Haga kyrkoplan  
Marken runt Kyrkan ligger upphöjd i förhållande till gatorna runtomkring. Planer på att hela Haga Kyrkoplan ska bli allmän platsmark finns. Inga fördröjningsanläggningar ska planeras inom Haga Kyrkoplan utan vattnet ska även i framtiden få rinna ut till gatorna som idag, och tas omhand i gatornas fördröjningsanläggningar. Haga kyrkoplan ingår i avrinningsområdena 9, 11, 12, 13.
- 4.3.4 Avrinningsområde 13, Vasagatan  
Ytan lutar, med ca 1,5 m höjdskillnad, från öst till väst och kommer till stor del att även i framtiden bestå av köryta samt allé i mitten. En fördröjningsanläggning placeras lämpligast i nordvästra hörnet av området där marken är lägst. Under ytan finns en del befintliga ledningar, bland annat både Kretslopp och Vattens och Trafikkontorets dagvattenledningar. Under trottoaren, och eventuellt under en mindre del av körytan i nordvästra hörnet, skulle ett underjordiskt magasin ändå kunna rymmas.

Behovet av fördröjning är 40 m<sup>3</sup> och med ett 0,5 m djupt magasin blir magasinet 84 m<sup>2</sup>. Ett formförslag skulle då vara 14x6 m vilket till större delen skulle rymmas under trottoaren (se Figur 12). T ex kan magasinet utgöras av ett kassetmagasin. En mer detaljerad studie behövs för att optimera magasinets utformning och läge för att säkerställa att inte befintlig vegetation riskerar att påverkas negativt eller så att ledningar i marken inte påverkas.



Figur 12. Ett förslag till magasinets placering och utformning visas som en blå rektangel i områdets nordvästra hörn. Grön linje visar avrinningsområdets gräns.

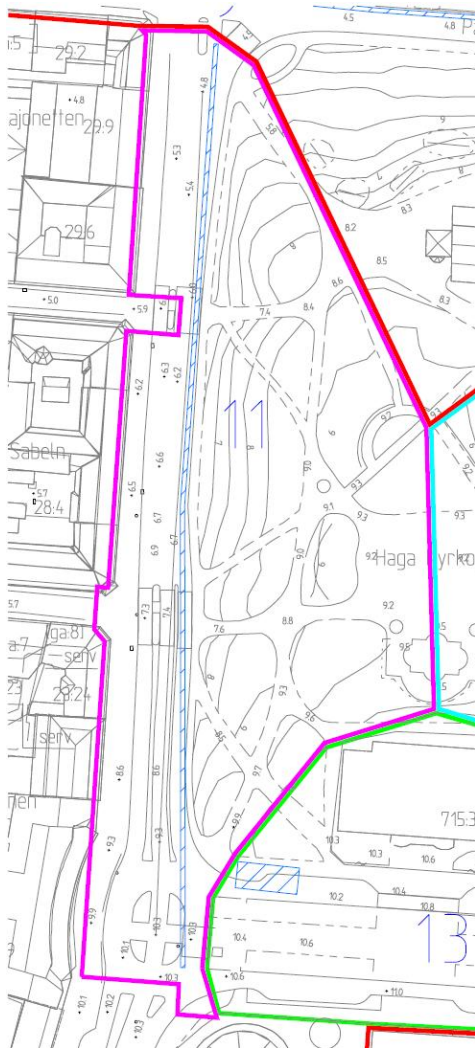
#### 4.3.5

##### Avrinningsområde 11, Sprängkullsgatan

Gatan lutar norrut med stor höjdskillnad. En ombyggnad av gatans sektion planeras där bland annat den östra trottoaren kommer att breddas. Ett makadamstråk för fördröjning föreslås längs med Sprängkullsgatan, likt i tidigare utredning. Makadamstråket skulle kunna läggas under den breddade trottoaren (Figur 13). En reservation avseende nya ledningsstråk som kan tillkomma i gatan efter utbyggnad av Västlänken finns dock. Omfattningen av dessa tillkommande ledningar är idag inte känd. Det finns också träd längs med parken där det är viktigt att ta hänsyn till trädens rötter. Rötterna kan i sin tur också påverka dagvattenanläggningen vilket behöver tas hänsyn till i detaljutformningen av anläggningen. I och med att gatan också är ett kollektivtrafikstråk behöver den nya gatusektionen även studeras för tillgänglighet för drift i kombination av kollektivtrafikens utrymme.

För att fördröjningseffekten i makadamstråket ska kunna utnyttjas måste stråket trappas, flödesregleras mellan trappningarna och vid utloppet samt förses med bräddledning. Utan trappningen hamnar allt vatten i stråkets lågpunkt.

I området finns möjlighet att ha ett 210 m långt makadamstråk, som följer längs hela gatusträckan. Med ett djup av 0,75 m och bredd 1 m (tvärsnittsarea 0,75 m<sup>2</sup>) kan detta ge tillräckligt med volym (47 m<sup>3</sup>) för att klara hela avrinningsområdets fördröjningsbehov.



Figur 13. Förslag på plats för makadamstråk längs Sprängkullsgatan visas som ett blått stråk. Rosa linje visar avrinningsområdets gräns.

Exempel på utformning av makadamstråket i Sprängkullsgatan  
 Makadamdiket behöver trappas vilket innebär att det blir ett seriekopplat magasin. För att få magasinen att fungera korrekt behöver respektive trappdels utlopp dimensioneras för detta. Mellan varje delmagasin behöver också en bräddning finnas för att leda igenom överskottsvatten.

I P90 från Svenskt Vatten beskrivs två fall av dimensioneringsvillkor; att allt vatten leds till det översta magasinet eller att alla delmagasin tar emot samma mängd regn. Beroende på hur dagvattnet leds till stråket kommer man få olika blandningar av dessa sätt att leda ner vattnet, eftersom olika mängd kommer att kopplas till olika delar och en del magasin kanske inte får någon direkt ledning kopplad till sig alls utan fungerar som fördröjning för uppströms anslutet dagvatten.

För att få en uppfattning av hur magasinets genomledning och utlopp kan dimensioneras antar vi att alla delmagasin tar emot lika mycket vatten. Ett rimligt utloppflöde från hela magasinet föreslås till 20 l/s\*ha, d v s totalt 9 l/s ut från stråket/magasinet i Sprängkullsgatan. Magasinets utformning har tagits fram genom att uppskatta längsledslutningen på gatan i tre sektioner, som lutar mellan 4 % och 1 %, tillsammans med en bestämd höjdskillnad mellan botten på magasinerna på 0,7 m. Dessa förhållanden ger 10 st delmagasin och om inflödet är lika för alla blir varje delmagasins nettoutströmning 1/10-del av 9 l/s d v s 0,9 l/s. Det betyder att det översta magasinet får ett strypt utloppsflöde på 0,9 l/s till det nedströms delmagasinet som i sin tur får 1,8 l/s i utloppsflöde till nästa delmagasin osv. Till det sista magasinet kommer 8,1 l/s och utloppsflödet är till sist 9 l/s.

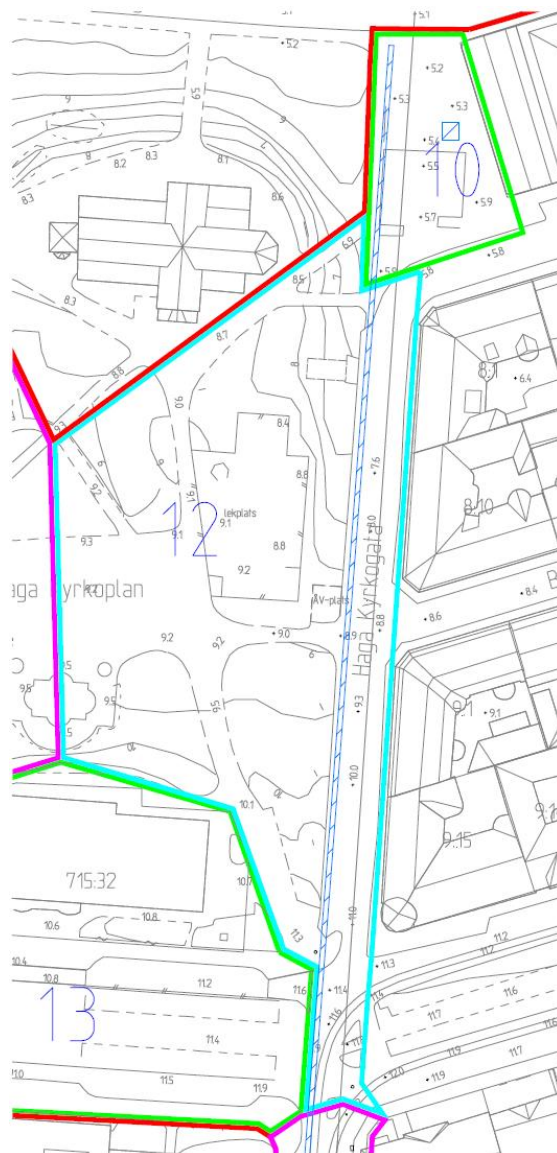
Bräddningsflödet dimensioneras så att magasinet klarar att ta omhand ett 10-årsregn med varaktighet i 10 minuter, vilket med klimatfaktor motsvarar en regnintensitet på 273,6 l/s ha. Fördröjningsvolymen (10 mm nederbörd på m<sup>2</sup> hårdgjord yta) motsvarar ungefär den volym som ett 10-minuters 2-årsregn med klimatfaktor 1,2 ger. Intensiteten för ett 2-års, 10 minuters regn med klimatfaktor 1,2 är 160,9 l/s,ha vilket i detta fall fördröjs och behöver därför inte bräddas igenom magasinet. Det flödesreglerade utloppet föreslås vara 20 l/s ha. Bräddningsflödet behöver då vara dimensionerat för 273,6-160,9= 92,7 l/s ha. För Sprängkullsgatan blir det totala bräddningsflödet 41 l/s. För att dimensionera bräddningsflödena mellan magasinerna används samma metod som för det flödesreglerade utloppet, det översta magasinet får en bräddning till nästföljande vara 1/10-del av totala bräddningsflödet som sen ökar med en 1/10-del av totalflödet för varje magasin.

- 4.3.6 Avrinningsområde 10, 12 och 15 Haga Kyrkogata  
Gatan lutar norrut med stor höjdskillnad och avslutas i norr med en torg framför Smyrnakyrkan. I torgytan finns sedan tidigare möjlighet att ha en dagvattenanläggning enligt planen. I torgytan ska förutom dagvattenanläggningen ett brandschakt från Station Haga rymmas samt att ytan kommer att vara en samlingsplats med bla uteserveringar. Vidare ska ett nytt ledningsstråk kunna passera under ytan. Ledningsstråkets läge i plan, bredd och djup är i dagsläget inte känt. Från hela Kyrkogatan är det ca 60 m<sup>3</sup> som ska kunna fördröjas. En tillräckligt stor dagvattenanläggningen under torgytan ryms inte utan vattnet behöver också kunna tas omhand och fördröjas i gatan. Liksom i Sprängkullsgatan föreslås ett makadamstråk som dagvattenlösning. I torgytan framför Smyrna kyrkan finns alternativa lösningar, se vidare 4.3.7.

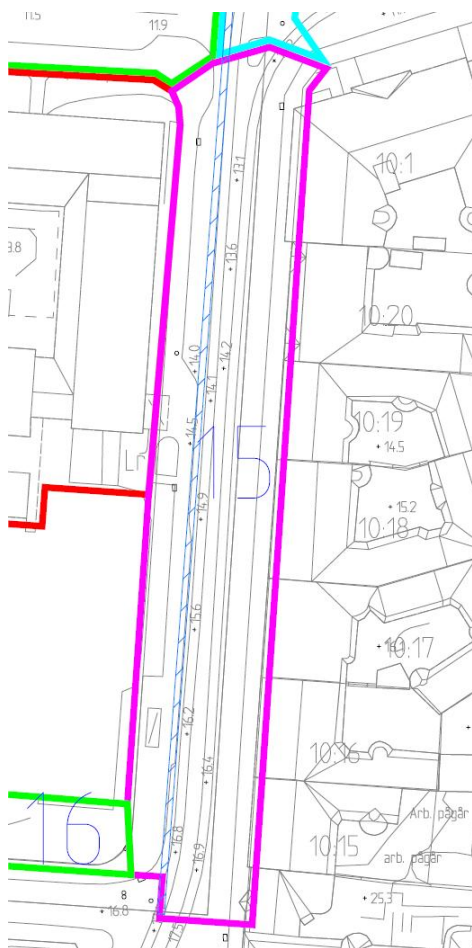
Gatan längs parken vid Haga Kyrkoplan, enbart inom avrinningsområde 12, ger en möjlighet att ha ett 165 m långt makadamdike längs hela sträckan. Med en tvärsnittsarea på 0,5 m<sup>2</sup> kan detta ge tillräckligt med volym för att klara fördröjningsvolymen 60 m<sup>3</sup>. Se Figur 14 och Figur 15.



Med hela Haga Kyrkogata, avrinningsområdena 10, 12 och 15 kan ett 347 m långt stråk utföras och detta kräver en tvärsnittsarea på 0,6 m<sup>2</sup> för att täcka de tre områdenas avrinningsbehov (60 m<sup>3</sup>).



Figur 14. Förslag på plats för makadamstråk längs Haga Kyrkogata visas som blått stråk. I torgytan framför Smyrna kyrkan finns alternativa lösningar, se vidare 4.3.7.



*Figur 15. Förslag på plats för makadamstråk i avrinningsområde 15, Haga Kyrkogata. Makadamstråket visas som ett blått stråk.*

- 4.3.7 Avrinningsområde 10, Torg framför Smyrnakyrkan, alternativ lösning  
 Som alternativ eller komplement till makadamstråket som beskrivs under 4.3.6 kan nedan beskrivna dagvattenlösning anläggas. Anläggningen måste anpassas i läge för att ge utrymme för planerade ledningsomläggningar, för att inte komma i konflikt med Västlänkens brandschakt eller för att möjliggöra plantering av stora träd.

Ett förslag är att låta makadamdiket gå väster om brandschaktet. Stråket kan då avvattna den västra delen av ytan. Ytan öster om brandschaktet kan luta mot en punkt på torgytan där vattnet kan samlas i ett underjordiskt magasin, se Figur 15. Magasinet skulle då behöva rymma 5,4 m<sup>3</sup> vatten vilket med ett djup av 0,5 m kommer ta upp en yta om 12 m<sup>2</sup> under torget. Med denna design kan det även vara möjligt att låta en del av torget agera som magasin vid större regn då magasinet inte kommer att räcka till. Mittan av torget kan utformas som en grund "skål" med en eller flera brunnar som leder ner vattnet i mittan av ytan. Exempel på design finns i bruk bl a i Danmark där man utformat dagvattenbrunnen med en

särskild betäckning som gör att vattnet vid större regn bildar en virvel och kan ta ett större flöde, då området töms på vatten (Figur 16).



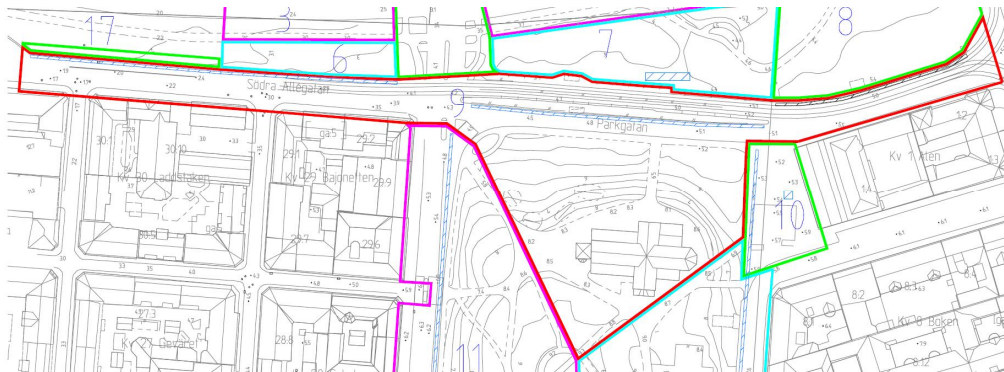
Figur 16. Brunn som gör en virvel för vattnet vid avtappning. Konkretisering af Skybrudsplan for København Vest tog Frederiksberg Vest (Ramböll/Atelier Dreiseitl, 2013)

#### 4.3.8

Avrinningsområde 9 Södra Allégatan och Parkgatan  
Även här föreslås att dagvattnet tas omhand i makadamstråk.

Ytan i den centrala och östra delen av avrinningsområdet kommer att luta från öster mot väster och marken höjs något mot nuvarande nivå. Område 7 kommer att luta mot område Parkgatan men förslag till dagvattenhantering för område 7 beskrivs i 4.3.9. En del i mitten av gatan kommer att underbyggas av mellanplanet för Station Haga. Spårområdet kan troligen till stor del utgöras av gräsyta, vilket kommer att minska flödet och fördröjningsvolymen något i delområdet. Att leda ner dagvatten via gräsytan till spårets överbyggnad fungerar inte men en mer detaljerad studie av möjligheten att utnyttja en mindre del av gräsytan för översilning av dagvatten bör studeras närmare. Avgränsning mellan spårområde och park- och torgytor planeras som en rad med pollare. Linjen för avgränsning skulle eventuellt kunna utformas på annat sätt eller kompletteras så att linjen även blir en dagvattenanläggning t ex en genomsläpplig yta som leder ner dagvattnet i en underjordisk anläggning, eller en ränna/lågpunkt som har samma funktion. Överytan bör vara täckt med t ex makadam eller genomsläppliga plattsättningar. Exakt placering och utformning av makadamstråken måste tas fram vid upprättande av ny gatusektion på grund av tillgänglighet för drift i kombination av kollektivtrafikens utrymme.

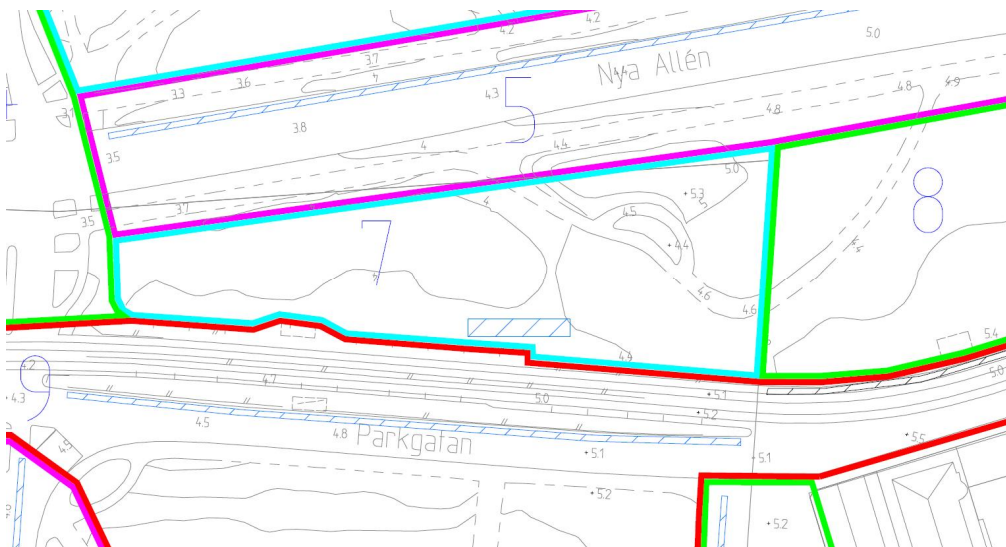
Södra Allégatan och Parkgatan kan rymma tre makadamstråk med total längd 333m, se Figur 17. För att rymma områdets fördröjningsvolym på totalt 80 m<sup>3</sup> behövs en tvärsnittsarea av 0,73 m<sup>2</sup> i stråken.



Figur 17. Förslag på plats för makadamstråk längs Södra Allégatan och Parkgatan visas som med blå markering.

- 4.3.9 Avrinningsområde 7, mellan Nya Allén och Parkgatan, ytan med byggnad, och ljusschakt  
 Ytan med byggnaden och ljusschaktet ska även om en del av ytan är kvartersmark, behandlas som en helhet gällande gestaltning och dagvattenhantering. I dessa ytor kan ett underjordiskt fördröjningsmagasin ligga, t ex kassetmagasin.

Fördröjningsvolymen är ca 25 m<sup>3</sup>, med hårdgjort ytmaterial, vilket föreslås tas omhand i ett underjordiskt magasin, typ kassetmagasin, se Figur 18. Med ett djup av 0,5 m kommer en area om 50 m<sup>2</sup> att behövas under mark.



Figur 18. Förslag på plats för underjordiskt fördröjningsmagasin, typ kassetmagasin, visas som med blå markering.

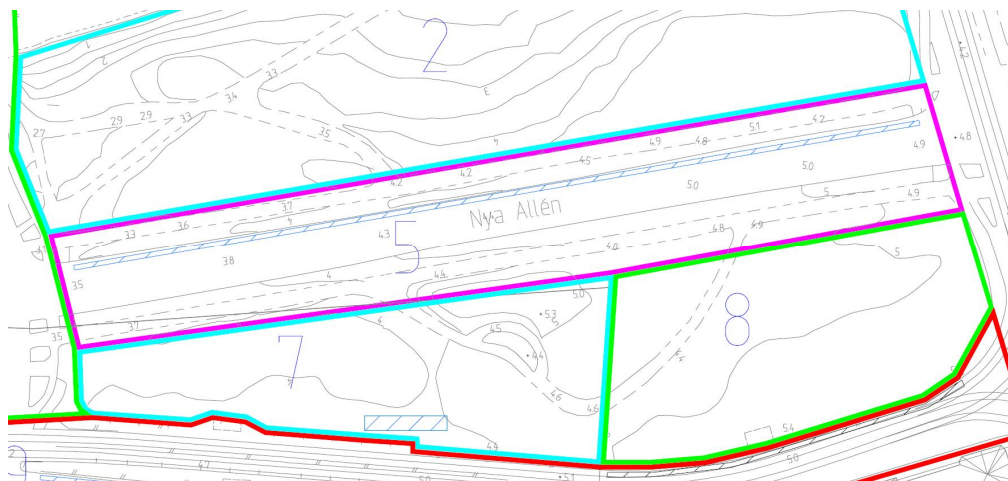
Båda ytorna kanske ska ha stenmjöl som ytskikt vilket ger viss infiltration och minskar avrinningskoefficienten vid dimensionering av dagvattenanläggningarna. Om taken i detta område också görs som gröna tak minskar avrinningen och

födröjningsvolymen ytterligare något. Totalt sett kan flödet minska med ca 17 l/s och födröjningsvolymen minska med ca 7 m<sup>3</sup>. Den stora vinsten med gröna tak är annars att ca 50 % av årsnederbörden reduceras och att det blir ett positivt tillskott till den yttre miljön med biologisk mångfald.

- 4.3.10 Avrinningsområde 5, östra delen av Nya Allén  
Dagvattnet föreslås tas omhand i makadamstråk längs gatans ena kant. Det är av stor vikt att hänsyn tas till befintliga träd i utformning av dagvattenanläggningen både för att skydda trädrötterna och för att skydda dagvattenanläggningen mot rötterna. Att låta träden ta del av vattnet genom en födröjning som ger träden möjlighet att ta del av vattnet är en möjlighet som kan studeras vidare i senare skede.

Exakt placering och utformning av makadamstråken måste tas fram vid upprättande av ny gatusektion på grund av tillgänglighet för drift i kombination av kollektivtrafikens utrymme.

Området kan rymma ett 177 m långt makadamstråk som behöver ha en tvärsnittsarea på 0,5 m<sup>2</sup> för att födröja volymen 40 m<sup>3</sup>, se Figur 19.



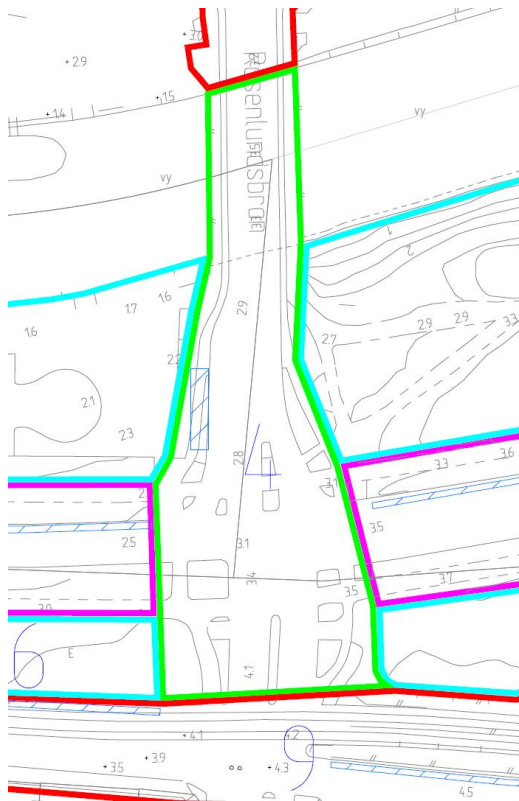
Figur 19. Förslag på plats för makadamstråk längs Nya Allén visas som blå markering.

- 4.3.11 Avrinningsområde 4, Sprängkullsgatans förlängning samt Rosenlundsbron  
Större delen av ytan underbyggs av mellanplanet i stationen vilket gör att jordtäckningen är begränsad till ca 2m. Ytan kommer att luta norrut mot Rosenlundskanalen och ut mot västra sidan.

I Figur 20 visas exempel på hur ett födröjningsmagasin, typ kassetmagasin skulle kunna placeras om avledningen till magasinet utformas grund. Födröjningsbehovet är 20 m<sup>3</sup>. Makadamstråk skulle också kunna fungera här, det viktiga är att anordningarna utformas grunda så att de rymms mellan mellandäckets



tak och underkant överbyggnad för de hårdgjorda ytorna. En dagvattenanläggning på mellandäckets tak kommer sannolikt också behöva utformas tät.



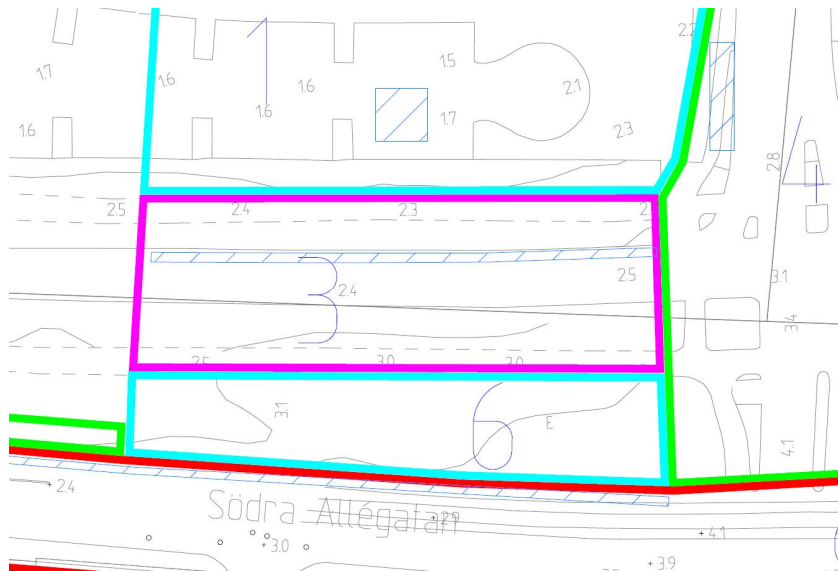
Figur 20. Exempel på magasinplacering (kassettmagasin) i Sprängkullsgatans förlängning markerad i blått.

Ett alternativt förslag som tagits upp är att leda vattnet från denna yta för fördröjning under Pusterviksplatsen. Det skulle eventuellt vara möjligt att ha magasinet norr om den planerade byggnaden på torget eller till ett magasin väster om byggnaden. Detta måste detaljstuderas i ett mer detaljerat skede, dels för att kontrollera om magasinet ryms under ytorna både i utbredning och i höjd och dels om det fungerar att leda vattnet i ledning med självfall till magasinerna.

- 4.3.12 Avrinningsområde 3 och 6, Norra Allégatan  
Avrinningsområde 3 och 6 lutar mot Norra Allégatan. Dagvattnet från båda ytorna föreslås tas omhand i makadamstråk längs gatans ena kant. Att låta träden ta del av vattnet är en möjlighet som kan studeras vidare i senare skede.

Exakt placering och utformning av makadamstråken måste tas fram vid upprättande av ny gatusektion på grund av tillgänglighet för drift i kombination av kollektivtrafikens utrymme.

Området rymmer ett 63 m långt makadamstråk som behöver ha en tvärsnittsarea på 1,32 m<sup>2</sup> för att fördröja volymen 25 m<sup>3</sup>, se Figur 21.



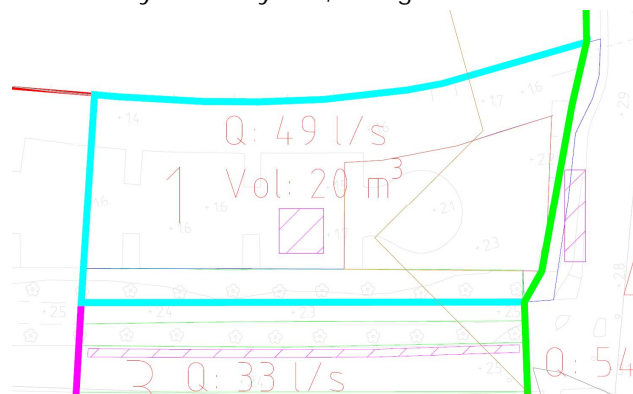
Figur 21. Förslag på plats för makadamstråk längs Norra Allén visas som med lila markering.

#### 4.3.13

##### Avrinningsområde 1, Pusterviksplatsen

I ytan planeras en byggnad som kommer att vara kvartersmark och resterande yta kommer att vara allmänplatsmark, ytan ska dock ses som en helhet. Möjlighet till dagvattenanläggning finns direkt öster om byggnaden och i torgytan väster om byggnaden. Ytan kommer att höjas i förhållande till befintlig markyta i östra delen men behöver kunna anslutas till befintlig marknivå i den västra delen.

För Pusterviksplatsen ska en fördröjningsvolym på 20 m<sup>3</sup> tas omhand. För ett magasin, typ kassetmagasin, som har en höjd på 0,5 m behövs en markyta på 37 m<sup>2</sup> för att rymma volymen, se Figur 22.



Figur 22. Förslag till placering av fördröjningsmagasin, typ kassetmagasin, på Pusterviksplatsen.



Om byggnaden skulle förses med grönt tak minskar fördröjningsvolymen med ca 7m<sup>3</sup>.

- 4.3.14 Avrinningsområdena 8 och 2, Parkytorna  
För att inte förändra förutsättningarna för de värdefulla träd som finns i parkytorna föreslås att inga åtgärder för dagvattenhanteringen utförs. Enstaka dagvattenbrunnar finns i parkerna och i den norra parkdelen, område 2, finns t ex idag en sänka som ibland blir blöt vid kraftig nederbörd och som eventuellt skulle kunna förses med ett bräddavlopp för att vatten inte ska bli stående en längre tid. Samtidigt kommer man då att behöva gräva i parken vilket inte är önskvärt.
- 4.3.15 Avrinningsområde 18, Rosenlundsbrons norra anslutning  
Ytan höjs i förhållande till befintlig markyta. Ytan lämpar sig inte för anläggning av makadamstråk med tanke på underliggande infrastruktur, vilket gör att det är svårt att både rena och fördröja vattnet. Eventuellt skulle vattenkvaliteten kunna förbättras med filterinsatser i dagvattenbrunnarna. Detta måste dock undersökas vidare i senare skeden då det just nu pågår forskning om filterinsatsers reningseffekt med blandat resultat (Fullskaleförsök med dagvattenfilter, Nacka Kommun, Henrik Alm SWECO 2015).

## 5. Föroreningsberäkningar

### 5.1 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvattenmodellen *StormTac*. I modellen anges avrinningsområdets, eller delavrinningsområdets, olika markanvändning för vilka schablonvärden på dagvattenföroreningarnas årsmedelkoncentrationer finns angivna.

Samtliga delavrinningsområden vid station Haga; utom Nya Allén, Parkgatan och parker; har definierats som '*Downtown, less polluted*' i StormTac. Nya Allén och Parkgatan har definierats efter ÅDT (årsdygnstrafik). Avrinningsområde 16 är ej inkluderat i beräkningarna, då hantering av dagvatten genererat där ligger på annan fastighetsägare. Ej heller parkerna inom planområdet ingår i beräkningarna, då dessa har lokala lågpunkter där dagvattenhantering äger rum.

Föroreningsberäkningar för hela området presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Föroreningshalter före rening ( $\mu\text{g/L}$ ) jämfört med Göteborgs Stads riktvärden samt beräknad årsbelastning före rening ( $\text{kg}/\text{år}$ ). Feta siffror indikerar att beräknad halt överskrider riktvärdena.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Beräknad årsmedel-konc. ( $\mu\text{g/l}$ )	210	1800	15	25	130	0,61	6,6	7,4	0,056	76000	880
Riktvärden ( $\mu\text{g/l}$ )	50	1250	14	10	30	0,4	15	40	0,05	25000	1000
Beräknad årsbelastn. ( $\text{kg}/\text{år}$ )	6,4	55	0,44	0,76	3,8	0,018	0,20	0,22	0,0017	2300	26

Föroreningsberäkningarna indikerar att halten total-fosfor, kväve, bly, koppar, zink, kadmium och kvicksilver överskrider Göteborg Stads riktvärden; halten suspenderat material (SS) likaså. Observera att halterna gäller före rening och fördröjning. Utan rening av gatudagvattnet kommer inte Miljöförvaltningens krav om utsläppshalter att kunna nås.

## 5.2 Rening av dagvatten

De flesta av de studerade ämnena är partikelbundna. I och med de höga halterna av SS bör införandet av ett trögt system, som tillåter sedimentation, bidra starkt till att förbättra vattenkvaliteten med avseende på flertalet studerade ämnen. Reningseffekten för olika typer av dagvattenlösningar är dock svår att fastslå. Programvaran *StormTac*, som beräknar halter av föroreningar i dagvatten, erbjuder även en databas där forskning inom området sammanställts och genomsnittlig rening av olika dagvattenlösningar beräknats. Även *VISS* (Vatteninformationssystem Sverige) presenterar i sin databas funktion och effekt på olika dagvattenlösningar. Liknande information finns sammanställd i Stockholm Vattens rapport *Rening av dagvatten*.

### 5.2.1 Stenkistor/makadamdiken

Reningen i stenkistor/makadamdiken bygger på sedimentation och fastläggning i infiltrationsmaterialet. Reningseffekten är ca 65 % för näringsämnen och 90 % för suspenderat material (*Rening av dagvatten*). Av det senare följer att även reningsgraden för partikulärt bundna föroreningar är hög. Enligt *StormTacs* databas ligger reningseffekten för metaller på 60-85%. Vidare visar den sammanvägda siffran att stenkistor fångar olja effektivt (90 %).

Reningseffekten av stenkista/makadamdike presenteras i *Tabell 3*. Den översta raden visar schablonmässiga föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) från planområdet och den nedersta raden visar föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) efter schablonmässigt beräknad rening. Feta siffror indikerar att beräknad halt överskrider Göteborgs Stads riktvärden.

Tabell 3. Reningseffekt för stenkista/makadamdike. Feta siffror indikerar att beräknad halt överskrider riktvärdena.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Beräknad årsmedel-konc. (µg/l)	210	1800	15	25	130	0,61	6,6	7,4	0,056	76000	880
Riktvärden (µg/l)	50	1250	14	10	30	0,4	15	40	0,05	25000	1000
Reduktion (%)	65	65	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	60-85	90	90
Konc. efter rening (µg/l)	74	630	2-6	4-10	20-52	0,1-0,2	1-3	1-3	0,01-0,02	7600	88

Tabell 3 visar att det är reningen av fosfor och zink som utgör den största utmaningen i planområdet.

#### 5.2.2

##### Rör- eller kassettmagasin

Rör- eller kassettmagasin är konstruerade för att fördröja, inte rena, dagvatten. Viss rening sker dock i den sandfångsbrunn som föregår magasinet. Enligt VISS fångar sandfångsbrunnar effektivt partiklar större 254 mikrometer, medan reningen av lösta föroreningar är mycket låg. Data för kväve- och fosforreduktion i rör- och kassettmagasin är svårt att hitta. Reningseffekten för en sandfångsbrunn kan dock förbättras något genom komplement av filterinsats i brunnen.

#### 5.2.3

##### Kompletterande dagvattenlösningar

Ovan beskrivna lösningar kan eventuellt kompletteras med andra dagvattenlösningar för att uppnå en högre reningsgrad. Dit hör till exempel översilningsytor och filterinsatser.

##### Översilningsytor

Gröna ytor för översilning bidrar till ökad utfällning nära uppkomstkällan. Reningen bygger på filtrering, sedimentering samt upptag av vegetation. Reningseffekten för översilningsytor ligger, enligt Rening av dagvatten, på 50-80% för metaller, 25-40% för näringsämnen och 80 % för SS. StormTac redovisar liknande siffror, men visar även på en reningseffekt på 80 % för olja och 70% för PAH16 och BaP. Detta gör översilningsytor särskilt lämpliga vid till exempel parkeringsplatser.

##### Filterinsatser

Studier har visat att filterinsatser kan vara ett bra alternativ för rening av dagvatten från bland annat parkeringsytor. Filtermaterialet måste dock bytas ut regelbundet för att hindra igensättning (*Rening av dagvatten*). Enligt StormTacs databas är reningseffekten för brunnsfilter 10 % för kväve och suspenderat material, 40% för fosfor och 20-60% för metaller. Medan reningseffekten för olja

är relativt låg (30%), är reningen av PAH16 och BaP relativt hög (70 respektive 75%).

## 6. Anläggningskostnad

En översiktlig kostnadsberäkning har gjorts för dagvattenanläggningarna, se Tabell 4 för sammanfattning och bilaga 2 för fullständig redovisning.

Tabell 4. Sammanfattning av kostnadsberäkning. Fullständig beräkning visas i bilaga 2.

	Avrinningsområde	Typ av anläggning	Summa kr
Nr	13	kassettmagasin	439 584
Nr	11	makadamstråk	309 570
Nr	10,12,15	makadamstråk	444 070
Nr	9	makadamstråk	713 949
Nr	7	kassettmagasin	599 134
Nr	5	makadamstråk	363 084
Nr	4	kassettmagasin	228 312
Nr	3, 6	makadamstråk	186 198
Nr	1	kassettmagasin	251 537
		<i>totalt</i>	<i>3 534 138</i>

Beräkningen bygger på 1 st dagvattenbrunn per 500 m<sup>2</sup> hårdgjord yta i respektive avrinningsområde.

Anslutningsledningar från dagvattenanläggningarna och till det övriga dagvattensystem är också uppskattade då det i detta skede inte är bestämt var ett nytt dagvattensystem kommer att ligga. Till dagvattenanläggningarna, från dagvattenbrunnarna uppskattas i snitt 7 m ledning per brunn. Ledningslängder och antal övriga brunnar från anläggningarna till anslutning mot övrigt dagvattensystem är bedömt utifrån avrinningsområdets storlek, typ av föreslagen dagvattenanläggning, föreslaget läge och uppskattat läge för anslutningspunkt.

Samtliga dagvattenbrunnar och ledningar från brunnarna i området antas nyanläggas.

Ev bergschakt är inte medräknat. Rivning av befintligt dagvattensystem är inte kostnadsberäknat. På grund av att samtliga ytor planeras göras om i samband med ombyggnaden i detaljplaneområdet har heller inte kostnader för markarbeten tagits med.

## 7. Drift och underhållsaspekter

Generellt är drift- och underhållsinsatsen måttlig för makadamfyllda magasin och för ett underjordiskt icke materialfyllt magasin.

Dagvatten innehåller mycket partiklar (suspenderat material) som, om de inte avskiljs, kan orsaka igensättning av de underjordiska magasinerna på sikt. 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. Sandfång slamsugs regelbundet så att dess funktion bibehålles. Även dräneringsrör i anläggningen bör genomspolas regelbundet. Att sopa gatorna regelbundet hjälper också till att minska mängden partiklar som vid regn sköljs med dagvattnet ner till magasinet och minskar på så vis risken för igensättning.

Livslängden för ett makadamstråk 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.

Tillgänglighet för drift och underhåll är också viktig. I starkt trafikerade gator eller kollektivtrafikstråk (främst Norra Allégatan, Parkgatan och även Sprängkullsgatan) måste föreslagna underjordiska anläggningar vara placerade så att driftsfordon kan stå vid sidan om framförallt kollektivtrafikstråken. I Tabell 5 anges en uppskattning av driftbehov och driftkostnader för makadamstråk och rörmagasin.

*Tabell 5. Sammanställning av driftbehov och driftkostnad*

Slamsugning dagvattenbrunn ingår i kostnad för spolning av ledningssystem/rörmagasin	4 ggr/år
Rensning/slamsugning dränsystem i makadamdiken	1 ggr/år ca 40 000 kr/år
Spolning ledningssystem/rörmagasin	vart 5:e år ca 50 000 kr/år

Reinvesteringskostnaden för dagvattenlösning med makadamstråk (material, materialskiljande duk och arbetet) är den samma som nyanläggningskostnaden. I detta fallet ca 700 000 kr. Till detta tillkommer rivning och återställning av överbyggnad, beläggning, kantsten mm för uppskattningsvis 2,1 Mkr. Dvs en total kostnad för reinvestering på ca 2,8 Mkr. Reinvestering för makadamstråk behöver ske ca vart 20:e år, vilket motsvarar dess livslängd.

För rörmagasin, kassetmagasin samt övrigt ledningssystem är reinvesteringskostnaden precis som för makadamstråket detsamma som nyanläggningskostnaden, ca 2,8 Mkr och även här tillkommer kostnad för rivning och återställning uppskattat till 2,9 Mkr, dvs en total kostnad på 5,7 Mkr. Reinvestering för rörmagasin behövs uppskattningsvis vart 100:e år, dvs den beror på rörens livslängd.

## 8. Rimlighetsbedömning

Med utgångspunkt från samtliga krav och förutsättningar blir konsekvensen att dagvattnet måste genomgå någon form av rening och fördröjning före anslutning till övrigt ledningssystem. I och med att det inte är möjligt att anlägga öppen dagvattenhantering minskar urvalet av lösningar. Till detta kommer att utrymmet under mark är begränsat på grund av konstruktioner (Station Haga) och övriga ledningar samt att det både finns befintliga skyddsvärda träd som kan påverkas och planer på att i vissa delar också plantera nya stora träd.

Alternativ på dagvattenhantering som föreslagen dagvattenlösning kan ställas emot är:

- Ett ledningssystem där fördröjning och rening sker i rör- eller kassetmagasin
- Ett ledningssystem utan fördröjning och rening

I ett ledningssystem där fördröjning och rening sker i rör- eller kassetmagasin fördröjs vattnet enligt ställda krav. Ett traditionellt ledningssystem uppfyller inte fördröjningskraven alls.

Reningseffekten i makadamfyllda diken är relativt god vilket gör att reningskraven uppfylls med undantag för fosfor och zink. Halterna för dessa ämnen reduceras dock med 60-70%. I ett icke fyllt underjordiskt fördröjningsmagasin (rör- eller kassetmagasin) erhålls sedimentation vilket medför att viss rening sker men inte tillräcklig för att uppfylla kraven. I ett ledningssystem utan fördröjning sker reningen endast i dagvattenbrunnarnas sandfång.

Dagvattenlösningen som föreslås är en relativt grund lösning med plana partier i fördröjningsmagasinen. Ett system med rörmagasin istället för makadamstråk

kommer att behöva anläggas så att samtliga rörs hjässor ligger under gatornas överbyggnads underkant. Beroende på rörens dimension kan ett rörmagasinsystem behöva ligga djupare än ett makadamstråk. Ett rent ledningssystem utan fördröjnings- eller reningsmagasin måste läggas med fall för att vattnet ska rinna med självfall vilket gör att systemet i de planare delarna kommer att ligga djupare och djupare i förhållande till markytan.

Anläggningskostnaden för den föreslagna dagvattenlösningen kommer att öka något om rörmagasin anordnas istället för makadamstråken. Ledningarna behöver framförallt ligga djupare samt att materialkostnaden kan bli dyrare beroende på vilken längd och dimension på rör som väljs för fördröjningsvolymen.

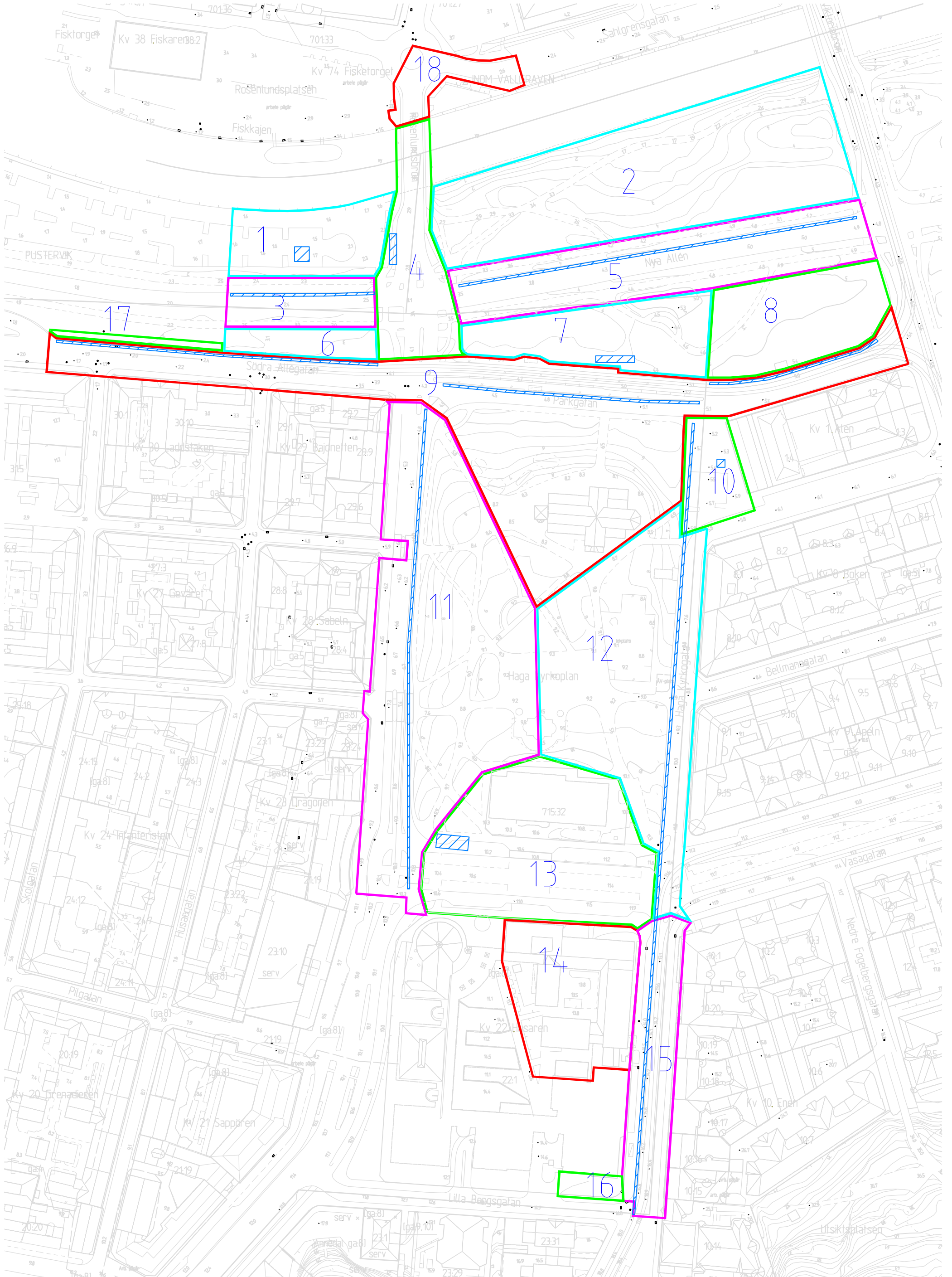
Den långsiktiga driften ökar med en rörmagasinslösning i takt med att anläggningen blir äldre.

Det man med föreslagna dagvattenlösning uppnår är rening och fördröjning vilket ger den bästa miljöeffekten jämfört med en rörmagasinslösning.

Gällande reinvesteringskostnader är det en skillnad mellan makadamstråk och rörmagasin. Med andra ord kan en reinvestering gällande rörmagasin uppgå till 5,7 Mkr/100 år medan en reinvestering för makadamstråk bli ca 14 Mkr/100 år (5 ggr 2,8).

Föreslagna lösning ger således en något mindre investeringskostnad jämfört med rörmagasin och ledningssystem men en högre reinvesteringskostnad sett på lång sikt, 100 år. Dock uppnås inte reningskravet med rörmagasin, vilket är en viktig parameter för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering.





## Dagvattenutredning Station Haga

Bilaga 2

	Avrinnings- område	Typ av anläggning	Fördröjningsvol- ym (m3)	Makadamm- magasin/ kassettmagasin 450 kr/m3	Dränledning 116 kr/m2	Materialskilj- ande geotextil 13 kr/m2	Arbete inkl maskiner och 2 "gubbar" med hänsyn till schaktmängden	Dagvattenbr antal /6000 kr st inkl schakt o fyll	Ledning från dagvattenbr till anläggning dim 160-500, antal /1500 kr/m	Övriga dagvattenledn dim 160-500, antal /1500 kr/m	Övriga brunnar och anordningar antal /12000 kr/st	Summa kr
Nr Storlek	13	kassettt magasin	42	71400		2184	10500	8 48000	56 82500	150 225000	5 60000	439584
Nr Storlek	11	makadam stråk	157,5	70875	24360	5460	39375	9 54000	62 93000	15 22500	2 24000	309570
Nr Storlek	10,12,15	makadamstråk	208,3	93717	40263,6	9024,6	52065	10 60000	72 108000	30 45000	3 36000	444070
Nr Storlek	9	makadam stråk	243,1	109390,5	38628	8658	60773	13 78000	89 133500	150 225000	5 60000	713949
Nr Storlek	7	kassettt magasin	25	42500	0	1300	6250	5 30000	34 51000	70 105000	4 48000	599134
Nr Storlek	5	makadam stråk	88,5	39825	20532	4602	22125	8 42000	54 81000	70 105000	4 48000	363084
Nr Storlek	4	kassettt magasin	20	34000	0	312	5000	4 24000	28 42000	50 75000	4 48000	228312
Nr Storlek	3, 6	makadam stråk	45,4	20412	7308	1638	11340	4 24000	27 40500	30 45000	3 36000	186198
Nr Storlek	1	kassettt magasin	18,5	31450	0	962	4625	4 24000	25 37500	70 105000	4 48000	251537
											<i>totalt</i>	<i>3535438</i>