2017-08-01

Västlänken, Station Korsvägen med omgivning inom stadsdelarna Heden, Johanneberg och Lorensberg i Göteborg

Dagvattenutredning

Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

Sammanfattning

Denna dagvattenutredning har tagits fram under planarbetet för planen ”Västlänken, Station Korsvägen med omgivning inom stadsdelarna Heden, Johanneberg och Lorensberg i Göteborg”. Dagvatten från delar av området leds idag till kombinerade avloppsledningar till Ryaverket och resten leds i separata dagvattenledningar till Mölndalsån. Efter planens genomförande kommer allt dagvatten från planområdet att ledas via dagvattenledningar till Mölndalsån.

För att uppnå reningskrav och stadens krav om fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta föreslås ett antal olika lösningar på kvartersmark respektive allmän platsmark. För allmän platsmark redovisas tre olika alternativ, med olika för och nackdelar, som alla uppfyller stadens krav på rening och fördröjning. Den totala volymen som måste fördröjas för att uppnå fördröjningskravet inom området blir ca 300 m^3.

Områdets dagvattensystem ska kunna hantera ett regn med 10-års statistisk återkomsttid för fylld ledning och 30-års återkomsttid med dämning till marknivå. Göteborgs stad tillämpar en klimatfaktor på 1,25 för att systemen ska kunna hantera kommande intensitetsökningar beroende på klimatförändringar. Dimensionerande flöden vid ett 10- respektive 30-årsregn blir ca 850 respektive ca 1250 l/s för hela området. Eftersom området redan i dagsläget är i stort sett helt hårdgjort ökar inte de hårdgjorda ytorna inom området.

Föroreningsberäkningar visar att halterna av de undersökta föroreningarna sjunker efter exploatering, eftersom den planerade trafiklösningen förväntas medföra en minskad mängd fordon. Med föreslagna reningsåtgärder uppnås Miljöförvaltningens och Kretslopp och vattens krav för utsläpp till känslig recipient. Dessutom kan man räkna med en minskad bräddning av orenat spillvatten till recipienten Mölndalsån efter att man har kopplat bort dagvatten från en yta om ca 1 ha från det kombinerade nätet. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten.

Dagvattnet från planområdet avleds till Mölndalsån som är ett markavvattningsföretag. De ökade flödena till Mölndalsån vid måttliga regntillfällen beror endast på att man separerar dagvatten från kombinerat system. Med föreslagna fördröjningslösningar blir förändringen försumbar, särskilt med avrinningsområdets storlek taget i beaktande.

Med, i utredningen, föreslagna dagvattenlösningar är det möjligt att genomföra detaljplanen som planerat och samtidigt följa stadens riktlinjer för fördröjning och rening av dagvatten. Det bedöms också möjligt att genomföra planen utan att negativt påverka miljökvalitetsnormerna i recipienten Mölndalsån.

Skyfallsutredning till detaljplanen redovisas i en separat utredning.

Innehållsförteckning

1. Uppdraget 4
2. Befintliga förhållanden 5
   2.1. Befintlig avvattning 5
   2.2. Recipient och avrinningsområde 5
   2.3. Geologi och markföroreningar 7
3. Framtida förhållanden 7
   3.1. Framtida dimensionerande flöde, krav på kapacitet i dagvattensystemet och fördröjning av dagvatten 8
   3.2. Föroreningsbelastning 10
4. Förslag på dagvattenhantering efter genomförd exploatering 11
   4.1. Lösningar för kvartersmark 11
   4.2. Allmän platsmark 12
   Småskaliga lösningar per delavrinningsområde 12
   Samlad lösning, ... 17
   4.3. Illustrationer av typlösningar och diskussion kring kostnader för olika anläggningstyper. 19
5. Föroreningsberäkning i StormTac 23
6. Slutsats och rekommendationer 25
Bilaga 1; Föroreningshalter utan rening respektive efter rening i makadamlösningar uppdelat per område 26
Bilaga 2 Korsvägen - beräkning av flöde och fördröjningsbehov per delavrinningsområde samt underlag till StormTac 30

1. Uppdraget

På uppdrag av Stadsbyggnadskontoret har Kretslopp och vatten tagit fram denna dagvattenutredning till aktuell detaljplan för Västlänken, Station Korsvägen med omgivning inom stadsdelarna Heden, Johanneberg och Lorensberg i Göteborg. Syftet med utredningen är att ta fram planeringsförutsättningar för utbyggnad vad gäller dagvattenrelaterade frågor.

Detaljplanens syfte är att möjliggöra utbyggnad av Station Korsvägen, en av de tre stationerna i järnvägstunneln Västlänken, med tillhörande byggrätter både under och ovan mark. Korsvägen ska med detaljplanen befästas som entré till centrala Göteborg och som en attraktiv och viktig kollektivtrafikknutpunkt, för såväl lokal som regional kollektivtrafik nära Göteborgs centralstation och Landvetter Airport City.

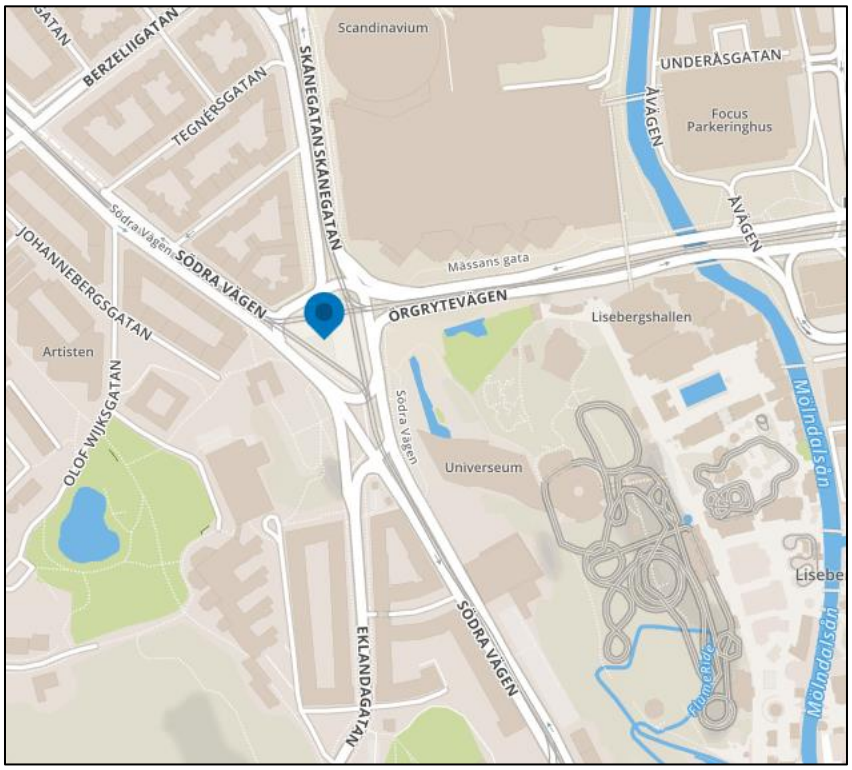
Tidigare utredningar gällande dagvattenhantering i området har legat som grund för den föreliggande, vilken är mer fördjupad och har haft ett uppdaterat underlag.

Underlag som används vid framställandet av denna dagvattenutredning är:

- Kartor från Kartverktyget Solen
- Information från stadsbyggnadskontorets Infovisaren
- Dokumentet Reningskrav för dagvatten, Miljöförvaltningen i Göteborg
- Svenskt Vattens publikationer P105 och P110
- Förslag tillämpning av Svenskt Vattens publikation P110 inom Kretslopp och Vatten, 2016-09-21
- Kompletterande PM föroreningar, WSP 2017
- Dagvattenutredning till detaljplan och ändringar av detaljplaner för stationsområdena för Västlänken, Norconsult 2014
- Planbeskrivning Detaljplan för Västlänken, Station Korsvägen med omgivning inom stadsdelarna Heden, Johanneberg och Lorensberg i Göteborg, Samrådshandling mars 2016
- Plankarta, version 2017-05-23

2. Befintliga förhållanden

Planområdet ligger inom centrala Göteborg, se **Fel! Hittar inte referenskälla.** och ca 1,2 kilometer från Göteborgs centralstation. Korsvägen är en av Göteborgs viktigaste knutpunkter för kollektivtrafik. Hållplatsen Korsvägen är dels en bytespunkt men också ett utgångsläge för att nå flera publika målpunkter såsom evenemangsstråket, Svenska Mässan, Liseberg, Universeum och Götaplatsen.



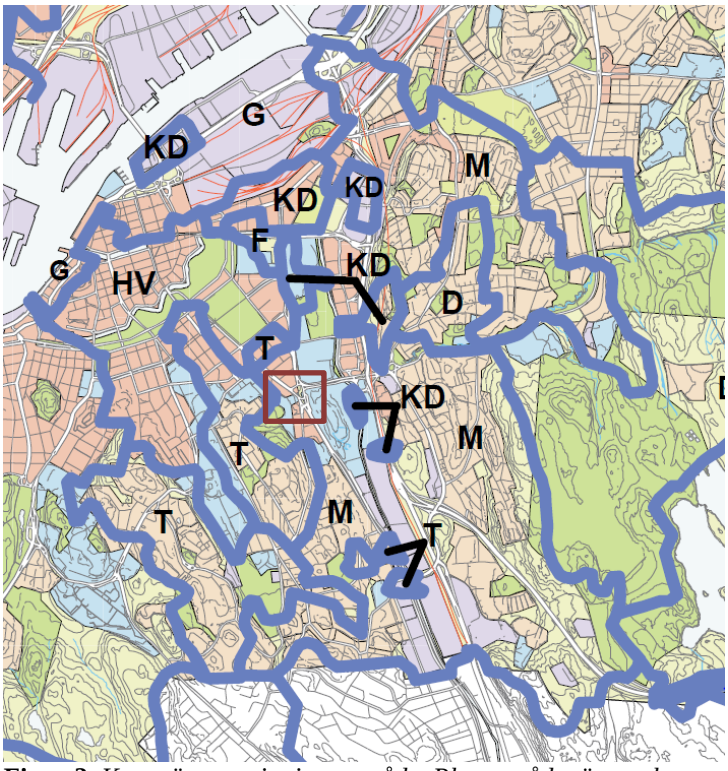
Figur 1. *Blå markering visar korsvägens placering.*

2.1.Befintlig avvattning

Största delen av planområdet avvattnas idag till dagvattensystem med avrinning mot Mölndalsån utan föregående rening. Dock avvattnas ca 1/4 av planområdet, vilket motsvarar ca 1 ha, till kombinerat system där dagvattnet leds med övrigt avlopp till Ryaverket och vidare till Göta älv efter spillvattenrening. Mölndalsån påverkas endast vid bräddning av vatten från detta område.

2.2. Recipient och avrinningsområde

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Mölndalsån. Avrinningsområdets utbredning inom Göteborgs stad framgår av figur 2. Det totala avrinningsområdet är avsevärt större och sträcker sig över flera kommuner uppströms.



Figur 2. *Karta över avrinningsområde. Planområdet är markerat med rött.*
(Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002)

Mölndalsån klassas som känslig enligt dokumentet Reningskrav för dagvatten och är klassad enligt miljökvalitetsnormer. År 2017 hade Mölndalsån – *Ullevi till Liseberg/Delsjöbäckens inflöde* klassningen Uppnår ej god kemisk status och Måttlig ekologisk status enligt VISS. Målet är att uppnå god ekologisk status 2021.

Mölndalsån har följande miljöproblem enligt VISS:

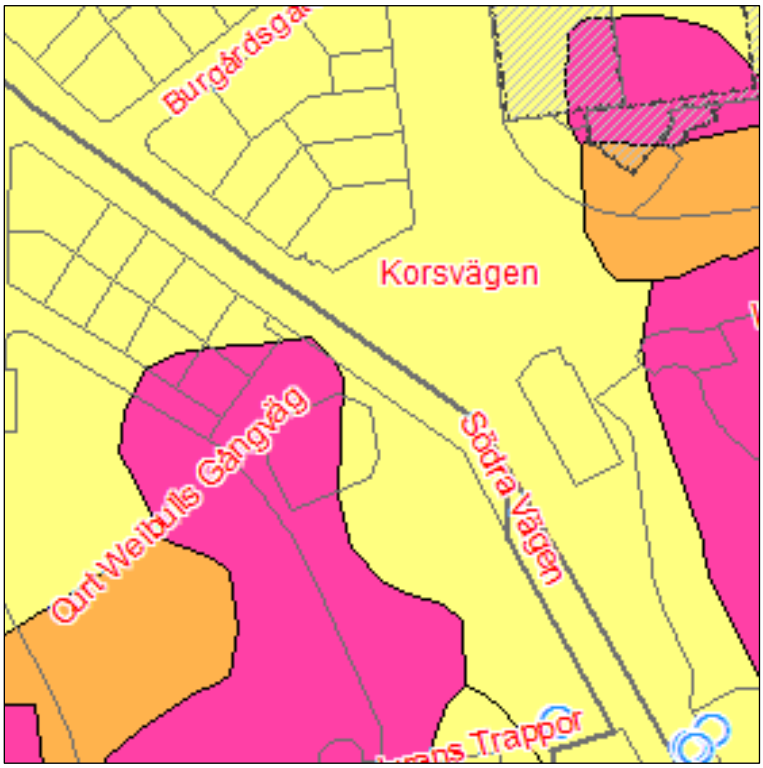
- Övergödning och syrefattiga förhållanden
- Miljögifter
- Förändrade habitat genom fysisk påverkan
- Främmande arter

Dagvattenhanteringen kan påverka de två översta punkterna. Föreslagna åtgärder fokuserar därför på dessa.

Dagvattnet från planområdet avleds till ett dikningsföretag (Mölndalsån VF 1955). Enligt Infovisaren är Trafikkontoret markförvaltare för dikningsföretaget. Området är i stort sett lika hårdgjort i dagsläget som det kommer att vara efter förändringar i genomförd detaljplan. Flödesförändringar består i att dagvatten kopplas bort från kombinerat nät med ökade dagvattenflöden till recipient som följd. I den nya exploateringen krävs fördröjning av dagvattnet enligt kraven, vilket kommer minska ökningen av flödet, trots att avrinning från nya ytor leds till recipient. Eftersom delavrinningsområdet utgör en liten del av det totala avrinningsområdet till Mölndalsån blir flödesökningen i Mölndalsån försumbar.

2.3.Geologi och markföroreningar

Utdrag ur jordartskartan visas i figur 3. Området underlagras av lera (ler-silt) vilket medför mycket begränsade infiltrationsmöjligheter för dagvatten. Dessutom kommer delar av området ligga över planerat tak för Västlänken. Utredningens föreslagna åtgärder kommer inte att förutsätta att något dagvatten infiltrerar till grundvatten.

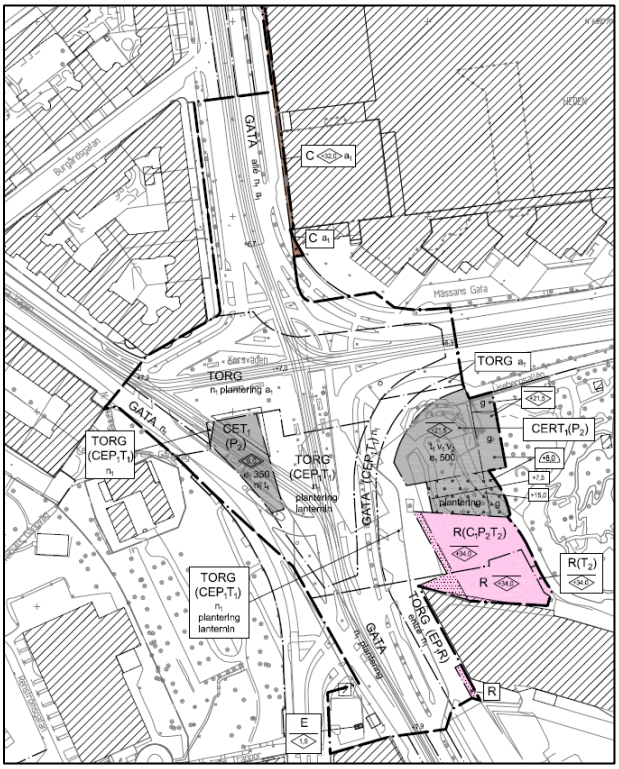


Figur 3: *Utdrag ur jordartskartan. Ljust gul färg visar ler-silt. (Bildkälla: Infovisaren)*

Eftersom Västlänken förutsätter omfattande markarbeten antas förorenade massor hanteras inom området markmiljö.

3. Framtida förhållanden

Området är redan i dagsläget i sin helhet exploaterat med en trafiklösning. Skillnaden i hur mycket yta som är hårdgjord blir därför minimal. En illustration över ny planerad utformning redovisas i figur 4 nedan.



Figur 4. *Preliminär skiss över planområdets utbredning.* **Figur 5.** *Plankarta.*

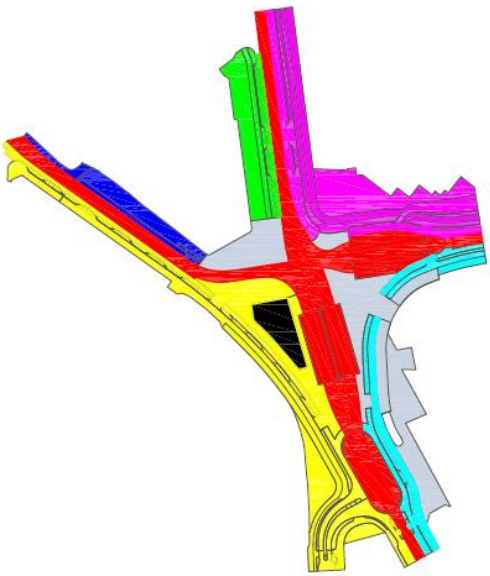
Plankarta för området visas i figur 5. Huvudparten av området blir allmän platsmark. Kvartersmarken inom området består av tre delar där Västtrafik, Trafikverket, Liseberg och Universeum kommer att bilda fastigheter.

3.1. Framtida dimensionerande flöde, krav på kapacitet i dagvattensystemet och fördröjning av dagvatten

Beräkning av dimensionerande flöde har utförts med rationella metoden. Koncentrationstiden är ansatt till 10min, eftersom rinnsträckorna i området till närmaste dagvattenledning eller fördröjning kommer att vara ringa och i stort sett hela ytan är hårdgjord. Beräkning av regnintensitet är utförd enligt ekvation 4.13 i Svenskt Vattens publikation P110. Enligt ”Tillämpning P110” ska området klassas som ”Centrum och affärsområde” enligt tabell 2.1 i P110. Det medför att ledningssystemet ska dimensioneras för 10-årsregn för fylld ledning och 30-årsregn med dämning till marknivå. Göteborgs stad tillämpar en klimatfaktor på 1,25 för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

För beräkningar av flöde har utredningen avgränsat sig till Trafikkontorets arbetsområdesgräns för projekt Korsvägen. Delavrinningsområden har tagits fram med utgångspunkt i planerad höjdsättning. Utbredning av områdena visas i figur 6. Inom varje delavrinningsområde har olika avrinningskoefficienter från tabell 4.8 i P110 använts beroende på markanvändning. Flöde per delområde har sedan beräknats med följande formel:

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



Figur 6. *Delavrinningsområden inom arbetsområdet.*

Göteborgs stad ställer krav på att 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta (som reducerad areal) ska fördröjas. Flöden och erforderliga volymer för fördröjning redovisas i tabell 1. Se Bilaga 2 för beräkningar.

Tabell 1. *Framtida ytor, reducerad area, flöden efter exploatering samt fördröjningskrav. För färgkodning, se figur 6.*

Delavrinningsområde	**Area** (ha)	**Reducerad areal** (ha)	**10-årsflöde** (l/s)	**30-årsflöde** (l/s)	**Fördröjnings-krav** (m^3)
Södra vägen till Eklandagatan (gult)	1,0	0,7	188	270,8	66
Bana, perronger och omgivande (rött)	1,1	0,81	230	331	81
Södra vägen norr om bana Korsvägen väster (blått)	0,2	0,13	36	52	13
Skånegatan väster om bana (grönt)	0,3	0,20	57	81	20
Skånegatan öster om bana och Örgrytevägen norr (magenta)	0,5	0,3	93	134	33
Från Universeum och Örgrytevägen söder (cyan)	0,3	0,18	67	96	23
Torgytor (grått)	0,2	0,18	51	73	18
Västtrafik uppgång (svart)	0,1	0,09	24	35	9
Kvartersmark vid Universeum (visas inte i figur 6)	0,5	0,45	129	185	45
Totalt	**4,1**	**3,0**	**876**	**1260**	**307**

Efter fördröjning och rening ska dagvattnet kopplas på befintligt dagvattensystem i Mässans gata, för läge se figur 7. Nivån (vattengång) på utgående ledning där är +2,46, vilket innebär att omgivande marknivåer medger självfall dit. Befintlig nedströms dagvattenledning har dimension 1000 mm med utlopp i Mölndalsån på nivån +0,27.

Kapaciteten i nedströms system är inte utredd inom arbetet med dagvattenutredningen. Ökade kapacitetskrav sedan nedströms ledningar dimensionerades medför att det ökade dagvattenflödet kan ge kapacitetsbrist vid dimensionerande regn. Ledningen nedströms kan behöva dimensioneras upp, eller ytterligare fördröjningsmagasin anläggas. Detta arbete ligger utanför dagvattenutredningen men kommer utföras i det fortsatta planarbetet.

3.2.Föroreningsbelastning

Med stöd i dokumentet Reningskrav för dagvatten, ska beslut om krav på rening av dagvatten fattas med hjälp av bedömning av recipientens känslighet och ytornas föroreningsbelastning. Eftersom Mölndalsån kvalificeras som känslig recipient är de ytor som behöver renas inom området trafikerade ytor för väg och spårväg, samt parkeringsytor. För övriga ytor (torg, GC-bana, tak på kvartersmark osv.) krävs inte rening.

Föroreningsbelastningen från vägytor beror av trafikbelastningen. Bedömd framtida trafikbelastning ger medelbelastad yta, se Bilaga 2 för framtida trafikbelastning. Recipienten Mölndalsån är, som tidigare nämnt, klassad som känslig. Enligt tabell 2 nedan, ska alltså dagvatten från trafikerade ytor inom planområdet genomgå en **enklare** rening innan det leds till recipient. Exempel på enklare rening är översilning och gräsdike, brunnsfilter, torra dammar, olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter. En anmälan till miljöförvaltningen behöver inte upprättas.

Tabell 2. *Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Avstämt med Miljöförvaltningen 161027.*

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

4. Förslag på dagvattenhantering efter genomförd exploatering

Efter exploatering kommer allt dagvatten ledas mot Mölndalsån med påkoppling i befintligt system i Mässans gata, se figur 7.

I denna utredning redovisas principiella lösningar och erforderliga volymer för dessa. Vid utredningens färdigställande är inte projekteringen av nödvändiga ledningsflyttar i projekt Västlänken station Korsvägen klar. Fördröjnings- och reningsanläggningarna kan komma att behöva ändras i form och placering för anpassning till övrig underjordisk infrastruktur. Volymbehoven kommer dock att kvarstå. Närmare beskrivningar av föreslagna anläggningstyper för fördröjning och rening finns illustrerade och beskrivna i kapitel 4.3.

4.1.Lösningar för kvartersmark

Utgångspunkten är att dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och vid behov renas inom fastigheten. Planen har två områden med kvartersmark. Centralt i området har Västtrafik en byggnad och i anslutning till Universeum har Trafikverket, Liseberg och Universeum kvartersmark inom planen. Rening av dagvattnet från kvartersmarken kommer inte att bli nödvändigt, enligt kapitel 3.2. Föreslagna lösningar fokuserar därför på fördröjning av 10mm nederbörd på hårdgjorda ytor. Volymer som ska fördröjas för respektive fastighet på kvartersmarken redovisas i tabell 1. Generellt kan man räkna med att kravet om 10 mm fördröjning per kvadratmeter hårdgjord yta motsvarar att 1 m^3 dagvatten ska fördröjas per 100 m^2 hårdgjord yta.

Västtrafiks fastighet

Fastigheten kommer i sin helhet täckas av takyta om 950m^2. Planerna på utformning är inte klara vid denna utrednings färdigställande. Förutsatt att man bygger ett konventionellt hårdgjort tak krävs en fördröjning om ca 9 m^3 dagvatten inom fastigheten. Om man i stället väljer att utforma delar av takytan med grönt tak minskar fördröjningsbehovet. Västtrafik har inte möjlighet att bygga fördröjningsanläggningar inom sin fastighet, eftersom takytan täcker hela ytan. Dagvattnet får i stället fördröjas tillsammans med vatten från torgytorna. Ett avtal måste skrivas mellan Västtrafik och den förvaltning som ansvarar för ytorna där dagvattnet fördröjs. Gröna tak visas som anläggningstyp 6 i beskrivningen i 4.3.

Trafikverkets, Lisebergs och Universeums fastigheter

Trafikverket kommer att bygga en uppgång från Västlänken i planområdets östra del, se figur 7 nedan. I ett senare skede kommer Liseberg fortsätta att exploatera ytorna och utforma kringarealerna (prickmarken söderut). Området med rosa färg i plankartan ska exploateras av Universeum med en ny byggnad.

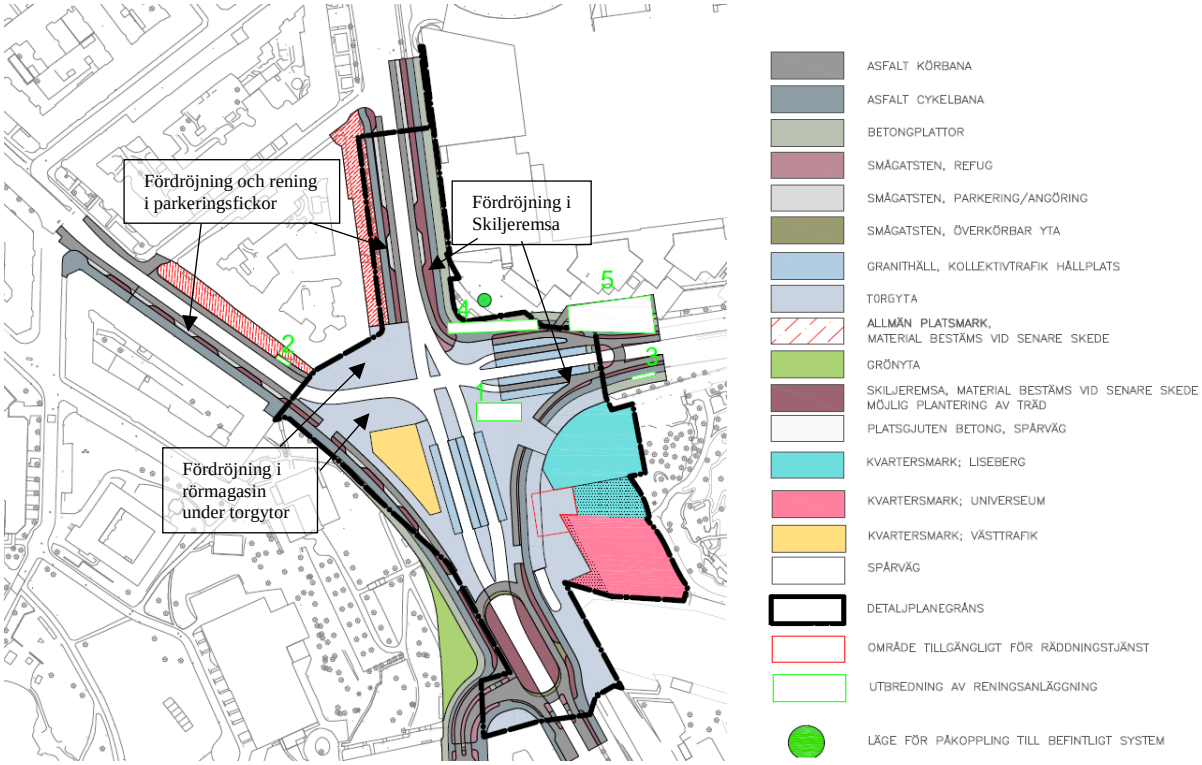
Huvudparten av kvartersmarken kommer att utgöras av takytor. Resterande blir torgytor/trappa och en mindre gata. De hårdgjorda ytorna inom området blir ca 5000m^2 och det totala fördröjningsbehovet 45 m^3, fördelat på 21 m^3 på Universeums yta och 24 m^3 på Trafikverket/Liseberg. Om delar av ytorna inte utförs hårdgjorda minskar volymbehovet. Utrymme att förlägga lösningar för fördröjning av dagvatten finns inom i detaljplanen prickad mark mellan fastigheterna.

Under utredningsarbetet har erhållits muntligt besked om att Liseberg och Universeum kan samordna sin fördröjning som beskrivet ovan. Om man slutgiltigt väljer den lösningen ska

avtal skrivas mellan parterna för att säkerställa långsiktig möjlighet till dagvattenfördröjning. Om inte Universeum bereds möjlighet att fördröja dagvatten inom prickmark norr om sin fastighet som beskrivet ovan, kan man få svårt att hitta ytor för fördröjning. Prickmarken inom Universeums fastighet har redan i dagsläget en hög nyttjandegrad med andra funktioner.

4.2.Allmän platsmark

Tre alternativ för dagvattenhantering på allmän plats redovisas i denna utredning. Ett alternativ är med flera småskaliga lösningar där dagvatten fördröjs, och vid behov renas var för sig innan det leds till befintligt dagvattennät. De andra två alternativen innebär att dagvattnet fördröjs och renas i en storskalig anläggning antingen i exempelvis en Eco vault eller ett makadammagasin. Reningsanläggningarna och fördröjningsanläggningarnas möjliga placering och utbredning för de olika alternativen visas i figur 7.



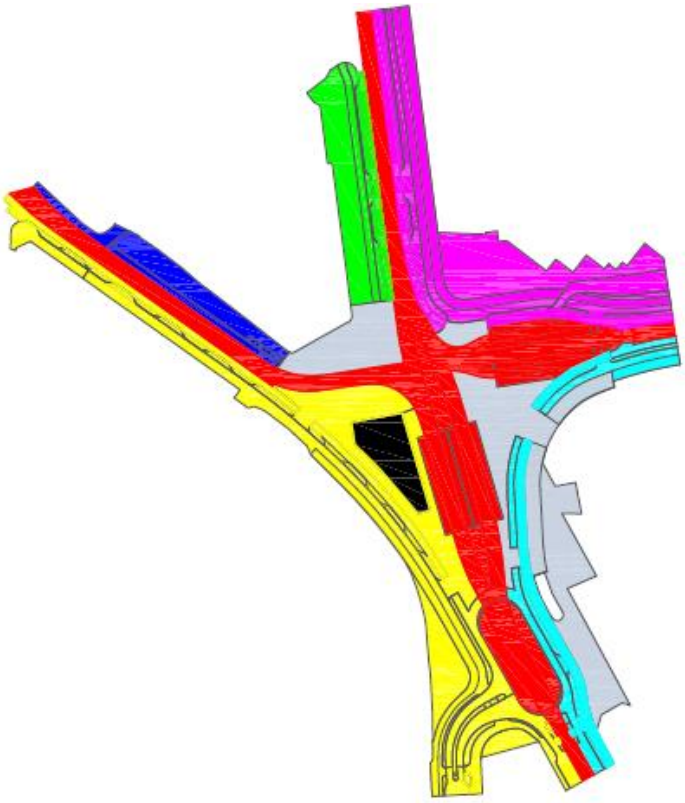
Figur 7. *Markanvändning enligt ytskiktsplan samt redovisning av fördröjnings- och reningsåtgärder. Anläggningarna visar skalenlig utbredning. Figuren visar tre alternativ: Alt. 1. Småskalig rening och fördröjning (anläggningar 1,2,3 samt anläggningar beskrivna i textrutorna). Alt. 2. Samlad rening och fördröjning i Eco vault (anläggning 4). Alt 3. Samlad rening och fördröjning i ett makadammagasin, (anläggning 5).*

Ytbehoven som redovisas i figur 7 baseras på anläggningar som är 1 meter djupa, oavsett om det är anläggningar fyllda med makadam eller ej. Vid makadammagasin har en tredjedel av totala volymen beräknats vara porvolym.

Småskaliga lösningar per delavrinningsområde

Allmän platsmark inom arbetsområdet har delats in i mindre delavinningsområden baserat på aktuell planerad höjdsättning 2017-06-22. Dessa redovisas med färgkodning för enklare

orientering, se figur 8. Inom varje område ges förslag på separata renings och fördröjningslösningar.



Figur 8, Delavrinningsområden med färgkodning för orientering till respektive område nedan.

Genom att rena dagvatten från parkeringar, väg och spårtrafik i direkt anslutning till respektive vägsträcka kan man undvika att blanda förorenat vatten med renare vatten från till exempel gång- och cykelbanor. Den relativa reningseffekten i reningsanläggningar är generellt bättre för ett mer förorenat vatten. Genom att undvika utspädning kan man därför enklare uppnå en god rening genom att hålla det förorenade vattnet separat.

Ett alternativ är att lägga dubbla ledningssystem för att leda förorenat dagvatten separat till en central reningsanläggning, vilket medför extra kostnader. Det är inte en lösning som förordas i utredningen.

Södra vägen till Eklandagatan (gult)

Totala fördröjningsbehovet är 66 m^3 för delavrinningsområdet. Dagvatten från väg- och parkeringsytor ska dessutom renas.

Föreslaget fall inom området är sådant att avrinning från vägytan går mot parkeringsfickor. I parkeringsfickorna föreslås rännstensbrunnar med sandfång placeras. Från brunnen fördelas vattnet ut i ett makadammagasin under parkeringsarealen. Vattnet infiltrerar genom makadam och samlas upp i en dräneringsledning i botten av magasinet, varifrån det leds vidare till dagvattenledning. Vatten från parkeringsytorna kommer att infiltrera mellan gatstenarna men avrinna till rännstensbrunn när flödet överskrider infiltrationskapaciteten. Sandfånget bör

förses med bräddutlopp mot dagvattenledning. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 2 och 3.

Parkeringsfickornas areal utgör i storleksordningen 10 % av den totala arealen av väg och parkeringsfickor, vilket medger en tillräckligt stor reningsanläggning under parkeringsfickorna. Enligt StormTac-modelleringen krävs en total anläggningsvolym på 66 m^3, inklusive makadam, för att uppnå tillräcklig rening av väg- och parkeringsdagvattnet.

Dagvatten från områden med annan markanvändning än parkering och väg behöver inte renas. Med föreslagen höjdsättning avrinner gång och cykelbanor mot skiljeremsor med möjlighet att plantera träd. Där kan fördröjning ordnas i anslutning till, dock ej i, trädens planteringsvolymer. Från gång och cykelbanor inom delområdet ska 25 m^3 dagvatten fördröjas. Skiljeremsornas yta utgör ca 20 % vilket innebär att det är möjligt att ordna all fördröjning för gång och cykelvägen inom dessa ytor. I kapitel 4.3 redovisas denna lösning under nummer 1.

Från torgytorna ska 20 m^3 dagvatten fördröjas i rörmagasin eller halvbågar som placeras på lämpligt ställe under torgytan.

I samband med exploateringen bör en ny dagvattenledning förläggas i Korsvägen för att möjliggöra sammankoppling mellan befintliga dagvattennät i Södra vägen och Skånegatan.

I tabell 3 nedan visas en sammanfattning av fördröjning och reningsanläggningarna för detta delområde. Om dessa volymer efterföljs är det tillräckligt för att uppfylla både renings- och fördröjningskrav för delområdet.

Tabell 3. *Sammanfattning över delområdets fördröjnings och reningslösningar.*

Avvattnad yta	Behandlas i	Syfte med anläggning	Anläggningens storlek	Fördröjd volym
Väg och parkering	Makadammagasin under parkering	Rening + fördröjning	66 m^3	21 m^3
Gång och cykelväg	Makadam under skiljeremsa	Fördröjning	75 m^3	25 m^3
Torg	Rörmagasin/halvbåge	Fördröjning	20 m^3	20 m^3

Spårväg, perronger och omgivande mark (rött)

Dagvatten från spårområdet ska renas. Vatten från spårområdena antas avrinna längs med spåren mot centrala delar av området. Med planerad höjdsättning kommer även dagvatten från perronger och viss omgivande mark avrinna mot spårområdets avvattningssystem. Vattnet kan fördröjas och renas i en centralt belägen underjordisk anläggning av makadam förlagd i torgytan. Föreslagen placering och utbredning visas som anläggning med siffran 1 i figur 7. Dagvatten från delen av banan som ligger i Örgrytevägen har inte fall mot torgytorna. Om man inte väljer att låta vattnet rinna tillbaka mot områdets centrala delar måste vatten från de områdena renas i anläggning utanför planområdet. Enligt StormTac-modelleringen krävs en total reningsvolym på 250 m^3 inklusive makadam för att uppnå tillräcklig rening. Denna reningslösningen har även möjlighet att fördröja dagvatten i tillräcklig volym. I kapitel 4.3 redovisas denna lösning under nummer 2.

I tabell 4 nedan visas en sammanfattning av fördröjning och reningsanläggningarna. Om dessa volymer efterföljs är det tillräckligt för att uppfylla renings och fördröjningskrav för delområdet.

Tabell 4. *Sammanfattning över delområdets fördröjnings och reningslösningar.*

Avvattnad yta	Behandlas i	Syfte med anläggning	Anläggningens storlek	Fördröjd volym
Spårområde och perronger	Makadammagasin under torg	Rening + fördröjning	250 m^3	81 m^3

Södra vägen norr om bana (blått)
Dagvatten från vägytan ska renas. Planerad höjdsättning ger ett fall på väg mot spårområdet. Vatten kan ledas längs gatan, in i rännstensbrunn med sandfång och vidare till fördröjning och rening i makadammagasin under GC bana i områdets sydöstra del. Lösningen kan kompletteras med anläggning i intilliggande allmän platsmark när den planeras vidare. Enligt StormTac-modelleringen krävs en total reningsvolym på 15 m^3 inklusive makadam för att uppnå tillräcklig rening. Föreslagen placering och utbredning visas som anläggning med siffran 2 i figur 7. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 2.

I tabell 5 nedan visas en sammanfattning av fördröjning och reningsanläggningarna. Om dessa volymer efterföljs är det tillräckligt för att uppfylla renings och fördröjningskrav för delområdet.

Tabell 5. *Sammanfattning över delområdets fördröjnings och reningslösningar.*

Avvattnad yta	Behandlas i	Syfte med anläggning	Anläggningens storlek	Fördröjd volym
Väg	Makadammagasin under GC-bana	Rening + fördröjning	15 m^3	5 m^3
Allmän plats	Allmän plats	Fördröjning	24	8 m^3

Skånegatan väster om spårväg (grön)
Dagvatten från väg- och parkeringsytor ska renas. Föreslaget fall inom området är sådant att avrinning från vägytan rinner mot parkeringsfickor. I föreslagen reningslösning avvattnas vägytorna mot rännstensbrunnar med sandfång. Utgående ledning från brunnen fördelar vattnet ut i ett makadammagasin under parkeringsarealen. Vattnet infiltrerar genom makadam och samlas upp i en dräneringsledning i botten av magasinet, varifrån det leds vidare till dagvattenledning. Vatten från parkeringsytorna kommer att infiltrera mellan gatstenarna och avrinna till rännstensbrunn när flödet överskrider infiltrationskapaciteten. Sandfånget bör förses med bräddutlopp mot dagvattenledning. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 2 och 3.

Parkeringsfickornas areal utgör i storleksordningen 15 % av den totala arealen av väg och parkeringsfickor, vilket medger en tillräckligt stor reningsanläggning under parkeringsytorna. Enligt StormTac-modelleringen krävs en total reningsvolym på 15 m^3 inklusive makadam för att uppnå tillräcklig rening. Den föreslagna reningslösningen kommer även att fördröja dagvatten i tillräcklig volym från de förorenade ytorna.

Dagvatten från andra områden än väg och parkering ska fördröjas. Med föreslagen höjdsättning avrinner dagvatten från gång- och cykelbanor mot skiljeremsor med möjlighet att

plantera träd. Där kan fördröjning ordnas i anslutning till trädens planteringsyta. 15 m^3 dagvatten ska fördröjas inom området. Skiljeremsornas yta utgör ca 30 % av den totala ytan varifrån vatten leds dit. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 1.

I tabell 6 nedan visas en sammanfattning av fördröjning och reningsanläggningarna. Om dessa volymer efterföljs är det tillräckligt för att uppfylla renings och fördröjningskrav för delområdet.

Tabell 6. *Sammanfattning över delområdets fördröjnings och reningslösningar.*

Avvattnad yta	Behandlas i	Syfte med anläggning	Anläggningens storlek	Fördröjd volym
Väg och parkering	Makadammagasin under parkering	Rening + fördröjning	15 m^3	5 m^3
Gång och cykelväg	Makadam under skiljeremsa	Fördröjning	45 m^3	15 m^3

Skånegatan öster om bana och Örgrytevägen norr (magenta)
Dagvatten från väg- och parkeringsytor ska renas. Föreslaget fall inom området är sådant att avrinning från vägytan går mot spår. Det går därför inte att enkelt samla upp dagvatten mot parkeringsytorna för rening. Det är möjligt att ta in vatten i rännstensbrunn med sandfång i anslutning till spårområdet och leda det vidare till underjordiskt magasin under parkering eller skiljeremsor, men lösningen medför att anläggningarna hamnar relativt djupt, vilket försvårar åtkomst och underhåll. Enligt StormTac-modelleringen krävs en total reningsvolym på 41m^3 makadam för att uppnå tillräcklig rening. Parkeringsytorna utgör ca 15 % av den totala arealen varifrån vatten ska renas. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 2 och 3.

Med föreslagen höjdsättning avrinner dagvatten från gång- och cykelbanor mot skiljeremsor med möjlighet att plantera träd. Där kan fördröjning ordnas i anslutning till trädens planteringsyta. 20 m^3 dagvatten ska fördröjas inom området. Skiljeremsornas yta utgör ca 25 % av den totala ytan varifrån vatten leds dit. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 1.

I tabell 7 nedan visas en sammanfattning av fördröjning och reningsanläggningarna. Om dessa volymer efterföljs är det tillräckligt för att uppfylla renings och fördröjningskrav för delområdet.

Tabell 7. *Sammanfattning över delområdets fördröjnings och reningslösningar.*

Avvattnad yta	Behandlas i	Syfte med anläggning	Anläggningens storlek	Fördröjd volym
Väg och parkering	Makadammagasin under parkering	Rening + fördröjning	41 m^3	13 m^3
Gång och cykelväg	Makadam under skiljeremsa	Fördröjning	60 m^3	20 m^3

Från Universeum öster om bana och Örgrytevägen söder (cyan)
Vägytorna inom området har i stort sett fall mot skiljeremsa och GC-bana. Renings och fördröjningsanläggningar kan läggas i skiljeremsa där den är tillräckligt stor och/eller i GC-bana där åtkomst för underhåll kan bli enklare. Enligt StormTac-modelleringen krävs en total

reningsvolym på 26 m^3 makadam för att uppnå tillräcklig rening. GC-banans yta är väsentligt större än den yta varifrån vatten måste renas. Föreslagen placering och utbredning visas som anläggning med siffran 3 i figur 7. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 2. 15 m^3 vatten från GC-bana ska fördröjas inom området, men behöver inte renas. Delar av vattnet kan fördröjas i skiljeremsor. På delar av området är skiljeremsorna troligen inte tillräckliga för att fördröja vatten. Då kan fördröjning i stället ske mellan GC-bana och skiljeremsor, eller under GC-bana i magasin eller rörpaket.

I tabell 8 nedan visas en sammanfattning av fördröjning och reningsanläggningarna. Om dessa volymer efterföljs är det tillräckligt för att uppfylla renings och fördröjningskrav för delområdet.

Tabell 8. *Sammanfattning över delområdets fördröjnings och reningslösningar.*

Avvattnad yta	Behandlas i	Syfte med anläggning	Anläggningens storlek	Fördröjd volym
Väg	Makadammagasin under skiljeremsa eller GC-bana	Rening + fördröjning	26 m^3	8 m^3
Gång och cykelväg	Makadam under skiljeremsa eller rörmagasin under GC-bana	Fördröjning	45 m^3	15 m^3

Torgytor (grått)

Från torgytorna behöver totalt 18m^3 fördröjas, fördelat på de olika torgområdena. Det finns inte krav på att rena vattnet. Fördröjning kan till exempel ske i rörpaket eller halvbågar under mark. Man kan också samlokalisera delar av dagvattenfördröjningen med planteringar såsom regnbäddar eller i anslutning till träd. Erforderlig yta vid fördröjning i rörmagasin med dimension 1500 mm blir ett rör med längden ca 10m, fördelat på de olika torgytorna. Magasin bör förläggas på respektive torgarea med en total volym om 18 m^3. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 1 och 4.

Utanför Universeums ingång planeras en infart till ett cykelgarage på torgytan. Garaget ska eventuellt anläggas med grönt tak. Dagvatten från takytan behöver inte renas. Fördröjningsvolymen ingår i den från torgytorna.

I tabell 9 nedan visas en sammanfattning av fördröjning och reningsanläggningarna. Om dessa volymer efterföljs är det tillräckligt för att uppfylla renings och fördröjningskrav för delområdet.

Tabell 9. *Sammanfattning över delområdets fördröjnings och reningslösningar.*

Avvattnad yta	Behandlas i	Syfte med anläggning	Anläggningens storlek	Fördröjd volym
Torg	Rörmagasin/halvbåge	Fördröjning	18 m^3	18 m^3
Västtrafiks fastighet	Rörmagasin/halvbåge	Fördröjning	9 m^3	9 m^3

Samlad lösning,

Ett alternativ till att fördröja och rena vatten inom respektive delavrinningsområde är att samla allt vatten i en större anläggning för fördröjning och rening. Om inte parallella dagvattensystem ska byggas innebär detta alternativ att allt vatten måste renas både från

kvartersmark och allmän platsmark. Det betyder att reningsanläggningarna blir större än de skulle behöva vara och att avtal mellan kommun och privata fastighetsägare måste skrivas.

Utredningen har tagit fram två förslag på läge för en sådan anläggning.

En sådan lösning bör förläggas i närheten av läge för påkoppling till befintligt dagvattensystem för att behålla självfall. Den totala volymen att fördröja och rena från allmänplatsmarken inom området samt Västtrafiks fastighet är ca 260 m^3.

Eco Vault
Det första förslaget är en anläggning utanför Svenska mässans entré. Där finns endast utrymme för en fördröjningslösning (rörmagasin eller kammare) med tillkommande rening i en separat anläggning. Reningen kan då ske i tex. en Eco vault eller motsvarande med ett uppskattat ytbehov om ca 20 m^2. Föreslagen placering och utbredning av fördröjningslösningen visas som anläggning med siffran 4 i figur 7, baserat på fördröjning i rörmagasin med dimension 1500mm. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 5.

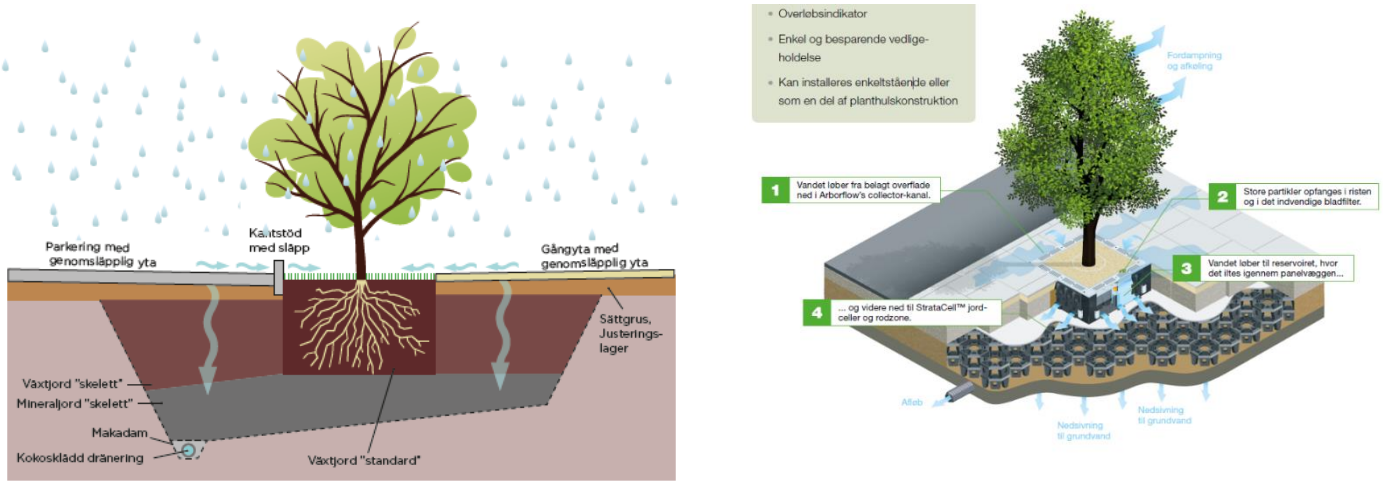
Makadammagasin
Ett alternativt förslag är en anläggning längre österut i planområdet. Med föreslagen yta om ca 800 m^2 skulle rening och fördröjning kunna ske i ett stort makadammagasin. Området ligger något högre än omkringliggande mark, vilket medför en djupare anläggning. Man skulle också behöva koppla på befintligt dagvattensystem längre österut än vad som visas i figur 7. Föreslagen placering och utbredning visas som anläggning med siffran 5 i figur 7. I kapitel 4.3 redovisas dessa lösningar under nummer 2.

4.3.Illustrationer av typlösningar och diskussion kring kostnader för olika anläggningstyper.

Det är inte möjligt att i detaljplaneskede fastställa exakt vilka lösningar som ska väljas inom planområdet. Alternativen i utredningen ger dimensioner och förutsättningar för att hantera dagvatten enligt redovisade krav. Illustrationer och information om dessa för inspiration och som underlag för beslutsfattande redovisas nedan. Källor för informationen är utkast till ”En handbok för att bli världens bästa stad när det regnar” av Kretslopp och Vatten och Ramböll (de flesta foton från Ramböll), utdrag ur broschyr från Milford, bilder från Seka Miljöteknik och privata fotografier (Helena Frohm).

1. Fördröjning och rening i anslutning till trädplantering

I föreliggande förslag finns skiljeremsor mellan parkeringsfickor och på vissa ställen mellan GC-bana och väg eller gångbana. Material i dessa bestäms senare men möjlighet för trädplantering finns. I anslutning till träden kan fördröjning (och eventuellt även rening) av dagvatten ske enligt bilderna nedan. Dessa anläggningar kan byggas upp på olika sätt, oftast med skelettjord närmast träden och makadam för fördröjning i anslutning till den. I Göteborgs Stad håller Park och Naturförvaltningen på att ta fram en typuppbyggnad för denna typ av anläggning som ska föras in i Trafikkontorets Teknisk Handbok.



Figur 9 - Bildexempel på fördröjning och rening i anslutning till trädplantering

Ekonomi: Som dagvattenåtgärd är detta dyrt i förhållande till nyttan, men innebär mervärden i stadsrummet. Om träd ändå planteras är den extra kostnaden för dagvattenhanteringen inte längre stor. Måttlig till intensiv skötselinsats. Kräver underhåll och påfyllnad av humus/jord. Lösningen kräver god tillgänglighet för drift och underhåll.

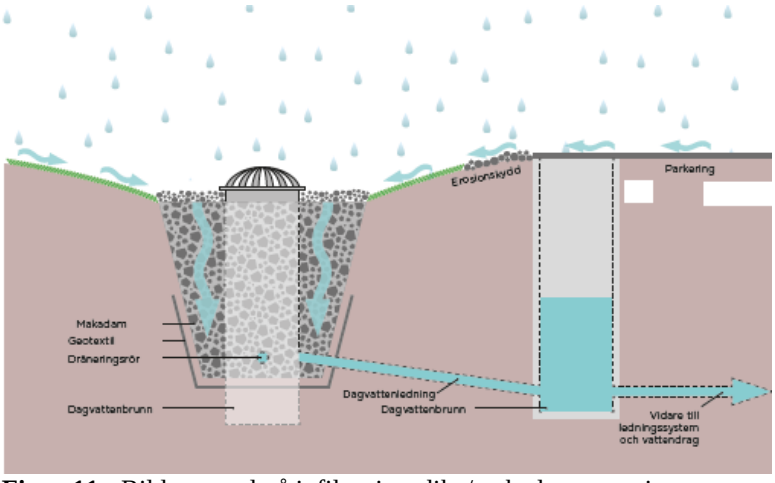
2. Infiltrationsdike/Makadammagasin

Ett infiltrationsdike kan utföras som underjordiskt makadammagasin vilket i denna utredning föreslås under bland annat parkeringsfickor, torgytor och GC-bana. Dagvattnet leds då till magasinet via genomsläppliga fogar (se punkt 3) eller via en rännstensbrunn med sandfång. Från brunnen fördelas vattnet ut i ett makadammagasin. Vattnet infiltrerar genom makadam och samlas upp i en dräneringsledning i botten av magasinet, varifrån det leds vidare till dagvattenledning. Sandfånget bör förses med bräddutlopp mot dagvattenledning. Ett

infiltrationsdike kan också utformas som öppet där dagvattnet avrinner ytligt till diket. Det kan då utformas med endast makadam, med någon tålig enstaka vegetation eller gräsklätt.

Figur 10 - Bildexempel på infiltrationsdike/makadammagasin

Ekonomi: Anläggningen (utan växtlighet) är billig i förhållande till nyttan, i storleksordningen 1000 kr/m^2. Skötselinsatsen är måttlig. Igensättning sker på sikt, vilket gör att materialet kommer att behöva bytas ut efter ca 25 år. Genomspolning av dränrör och rensning av brunnar ska göras oftare.



Figur 11 - Bildexempel på infiltrationsdike/makadammagasin

3. Genomsläppliga fogar

I föreliggande förslag anläggs parkeringsfickorna med gatsten. De områdena kan få genomsläppliga fogar. Föreslagna anläggningar har ett makadammagasin under gatstenarna och möjlighet till avrinning mot gatubrunn med sandfång när fogarna blir täta eller vid kraftiga regn.

Figur 12 - Bildexempel på genomsläppliga fogar

Ekonomi: Ytskikten blir dyra med avseende på funktion för dagvattenhantering, ca 700-1100 kr/m^2, men ytskikten är positiva ur gestaltningssynvinkel.

4. Rörmagasin/Halvtunnlar

Underjordiska rörmagasin eller halvtunnlar är funktionella för fördröjning av dagvatten, men lämpar sig inte som reningsanläggningar. Därför har denna typ av anläggning rekommenderats för fördröjning av torgytorna och vissa CG-banor, där ingen rening krävs. Halvtunnlar har fördelen att de kan förläggas ytligare och ändå medge trafiklast.

Figur 13 - Bildexempel på rörmagasin/halvtunnlar

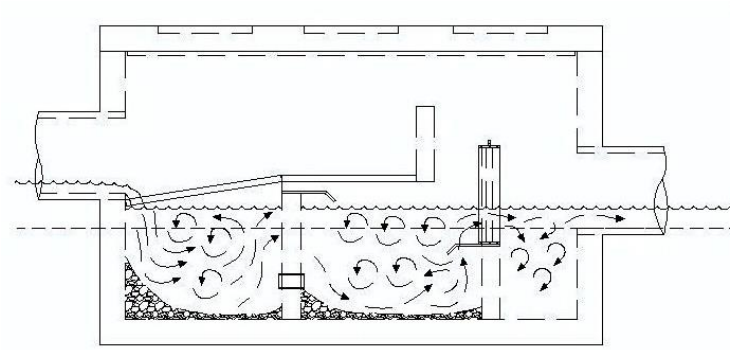
Ekonomi: Kostnaderna är rimliga i förhållande till nyttan. Måttlig till intensiv skötselinsats. Båda systemen kräver inspektion, slamsugning och rensning.

5. Eco Vault

Eco Vault är ett dagvattenmagasin med sedimentering, oljeavskiljning och filtrering. Anläggningen lämpar sig för större mängder vatten som behöver renas. Dagvattnet går med självfall genom strukturen. Filterbyte och slamsugning med rensning av skräp sker normalt sett 2-3 ggr/år i normal stadsmiljö.

Figur 14 - Bildexempel på Eco Vault

Ekonomi: Anläggningen har en hög investeringskostnad och kräver en relativt intensiv skötsel.



Figur 15 - Bildexempel på Eco Vault

6. Gröna tak

Gröna tak kan utformas på flera olika sätt. Konventionella sedumtak består av en tunn matta och kan endast fördröja en liten volym vatten. Ett tak med tjockare överbyggnad och med större växter kan hantera ett större regn. Däremot kommer en sådan anläggning väga betydligt mer, vilken man måste ta hänsyn till i takkonstruktionen. I utredningen föreslås lösningen främst på Västtrafiks fastighet men kan med fördel anläggas även på övriga takytor inom planen.

Figur 15 - Bildexempel på grönt tak

Ekonomi: Gröna tak är dyra ur dagvattensynvinkel, men inte nödvändigtvis ur gestaltningssynvinkel. Ca 10000-12000 kr/m^2. Skötselinsatsen är relativt liten.

5. Föroreningsberäkning i StormTac

En modell för föroreningsberäkning i StormTac Web har upprättats för att uppskatta föroreningsbelastning från planen och behovet av rening av dagvatten. Modellen är upprättad för samtliga ytor inom området. För beräkning av befintlig situation antogs hela planområdet vara Centrumområde i StormTac, men en verifiering där de olika vägarnas ÅDT och ytor lades in gjordes och liknande resultat erhölls. För framtida förhållanden utan rening samt med den småskaliga lösningen lades varje delavrinningsområde som behöver rening in som en egen yta samt varje delavrinningsområde som inte behöver rening in som en yta. Detta gjorde att modellen bestod av många delavrinningsområden. Varje yta som krävde rening kopplades till en reningsanläggning vars storlek optimerades för att få tillräcklig reningseffekt. De ytor som inte krävde rening kopplades inte till någon reningsanläggning. Resultat togs ut både med och utan rening. För modellering av lösningen med Eco Vault samt ett makadammagasin har alla ytor antagits passera reningsanläggningen, både från allmän platsmark och kvartersmark. De sammanvägda resultaten redovisas i tabeller nedan. För mer detaljerade resultattabeller hänvisas till bilaga 1.

Resultat:
Vid genomförandet av detaljplanen sjunker föroreningshalterna för de flesta ämnen i dagvattnet från området även utan reningsanläggningar. Detta beror på att trafikintensiteten minskar och att det idag inte finns några reningsanläggningar för dagvatten. Vid modelleringen av alternativet "småskaliga lösningar" (småskaliga makadammagasin i tabell 10) och ”ett makadammagasin” uppnås alla riktvärden utom TBT. Vid alternativet Eco vault uppnås alla riktvärden. Resultaten av modellering för området som helhet (allmän platsmark och kvartersmark) visas i tabell 10 nedan.

Tabell 10. *Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) före planerad exploatering respektive efter planerad exploatering med och utan rening i makadammagasin eller Eco vault. Föroreningshalter (ug/l) med jämförelse mot riktvärde/målvärde. Överskridna riktvärden är markerade med fetstil.*

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	As	TOC
Före planerad exploatering	**250**	1900	**18**	20	**130**	**0.87**	4,4	8,0	0,046	**89000**	**1300**	**0,088**	**0,0019**	2,6	**21000**
Efter planerad exploatering utan rening	120	2000	4,9	21	57	0,31	6,3	4,2	**0,055**	35000	530	0,011	**0,0017**	2,8	18000
Eco vault	66	1800	1,2	7,3	15	0,082	1,9	2,0	0,031	8400	100	0,0050	0,00068	1,8	7000
Småskaliga makadammagasin	105	1567	2,3	12	28	0,24	3,6	2,9	0,043	13087	319	0,0076	**0,0014**	2,1	14273
Ett makadammagasin	93	1200	1.3	6.2	19	0.13	1.9	2.0	0.034	11000	160	0.0053	**0.0011**	1.2	12000
Riktvärde	150	2500	14	22	60	0,40	15	40	0,050	60000	1000	0,050	0,0010	15	20000

Årsbelastning på recipienten med olika föreslagna lösningar visas i tabell 11 nedan.

Tabell 11. *Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde). Ökande mängder markeras med fetstil.*

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	As	TOC
Före planerad exploatering	5,3	39	0,37	0.42	2,7	0.018	0.093	0,17	0.00097	1900	28	0,0019	0,000040	0,056	450
Efter planerad exploatering utan rening	3,6	**60**	0,15	**0,63**	1,7	0,0093	**0,19**	0,12	**0,0017**	1000	16	0,00034	**0,000051**	**0,084**	**530**
Eco vault	2,0	**55**	0,036	0,22	0,45	0,0025	0,057	0,060	0,00092	251	3,0	0,00015	0,000020	0,054	208
Småskaliga makadammagasin	3,1	**47**	0,068	0,36	0,85	0,0072	**0,11**	0,086	**0,0013**	391	9,5	0,00023	**0,000042**	**0,064**	427
Ett makadammagasin	2.8	36	0.038	0.19	0.57	0.0039	0.058	0.060	**0.0010**	343	4.9	0.00016	0.000033	0.037	348

Den totala mängden föroreningar till recipient för vissa ämnen kommer att öka efter exploateringen även fast koncentrationerna är lägre, eftersom flödet som går till Mölndalsån ökar.

Årsbelastningen av kväve (N) ökar för båda alternativa reningsmetoderna Eco vault och småskaliga makadammagasin. Med föreslagen rening i småskaliga makadammagasin ökar även årsbelastningen för krom (Cr), kvicksilver (Hg), TBT och arsenik (As). Anledningen till att reningen i Eco vault eller ett makadammagasin medför lägre mängder är för att allt vatten då renas, även från torg, GC-vägar och kvartersmark.

Gällande Miljökvalitetsnormer (MKN) i Mölndalsån så är det de två översta punkterna gällande miljöproblem i kap 2.2, Övergödning och syrefattiga förhållanden respektive miljögifter som kan påverkas av dagvattenutsläpp från området.

Enligt den modellering av Mölndalsån som Kretslopp och vatten genomförde hösten 2016 är arsenik och krom inga problem i Mölndalsån utan denna marginella ökning är acceptabel utan att MKN kommer påverkas (enligt StormTacrapport 2017-02-20).
Partikelbundna föroreningar, bl. a Hg, kommer dessutom att sedimentera i fördröjningsanläggningar vilket inte är medräknat i ovanstående värden.

En separering från kombinerat nät till dagvattennät innebär att mer dagvatten avleds till recipient och att det kombinerade nätet får lägre belastning, som i sin tur resulterar i mindre bräddning. Bräddning är ett stort problem i Mölndalsån och åtgärder för att minska den är högt prioriterade och en viktig del i att uppnå miljökvalitetsnormerna. Vid bräddning kommer orenat spillvatten ut i recipient, vilket innebär höga koncentrationer och mängder näringsämnen. Denna utredning har inte kvantifierat reduceringen i antalet kg på grund av minskad bräddning, men det är viktigt att ha i åtanke att separeringen av avloppssystemen är en del av ett långsiktigt arbete för att minska belastningen på recipienten. Den något ökade belastningen av kväve (N) och organiska ämnen som påverkar syremättnad (TOC) i dagvattnet kommer troligen att mer än väl kompenseras av de minskade bräddningarna efter separering av systemen.

6. Slutsats och rekommendationer

Med i utredningen föreslagna dagvattenlösningar är det möjligt att genomföra detaljplanen som planerat och samtidigt följa stadens riktlinjer för fördröjning och rening av dagvatten. Det bedöms också möjligt att genomföra planen utan att påverka miljökvalitetsnormerna i recipienten Mölndalsån.

Lösningsförslagen kommer att behöva anpassas för att på ett bra sätt samordnas med övrig infrastruktur under jord och övriga intressen inom området. Som så ofta i innerstaden är det många intressenter som trängs om utrymmet, vilket kräver kreativitet och god förmåga att samarbeta för ett fullgott slutresultat.

Tre olika sätt att lösa dagvattenhanteringen inom allmän platsmark presenteras i rapporten. När gestaltningsarbetet och projekteringen av omläggning av befintliga och nya ledningar har kommit längre kan man med denna utredning som underlag välja de lösningar som man finner bäst.

Förslaget med småskaliga lösningar har fördelen att rening endast sker på dagvatten från de ytor som kräver rening vilket gör förslaget mer resurseffektivt. Lösningarna som föreslås gällande både rening och fördröjning kräver relativt lite skötsel och tar inte så mycket yta i anspråk. Ytan som krävs är mestadels under mark eller multifunktionell och är dessutom utspridd vilket gör det lättare att finna yta. Nackdelen med förslaget är att makadammagasinen behöver grävas om efter ca 25 år vilket kan innebära problem på trafikintensiva Korsvägen. Även vid mindre drift och underhållsarbeten kan det vara en nackdel att lösningarna är utspridda.

Förslaget med en samlad lösning i form av rörmagasin samt ett Eco Vault har fördelen att drift och underhållsinsatsen är samlad på en punkt. Dock krävs ganska omfattande skötsel av anläggningen vilket innebär att den måste vara åtkomlig. Anläggningen tar upp stor yta under mark och det kan vara svårt att finna så stor yta på ett ställe. Den måste dessutom placeras så att den fungerar med självfall vilket är anledningen till att den ligger utanför Svenska Mässan. Anläggningen renar allt dagvatten i området, även det som inte behöver rening vilket kan ses som ineffektivt men dock blir resultatet ett renare dagvatten till recipienten.

Förslaget med en samlad lösning i form av ett stort makadammagasin har liknande för och nackdelar som Eco vaultet. Stor yta under mark krävs på en plats men drift och underhållsarbetet är också samlat till denna plats. Drift och underhållsarbetet är något mindre intensivt jämfört med Eco vaultet men ett större arbete krävs när magasinet behöver grävas om. Även denna anläggning renar allt dagvatten från området.

Utredningen visar att tillräcklig fördröjning inom kvartersmark är möjlig inom planen då blivande fastighetsägare planerar att samarbeta i frågan.

Utredningen har haft som mål att presentera dagvattenlösningar som är robusta och funktionella över tid, kräver sparsamt med underhåll, samt som så långt möjligt är multifunktionella för ett effektivt nyttjande av stadens mark.

Bilaga 1; Föroreningshalter utan rening respektive efter rening i makadamlösningar uppdelat per område

Nedan redovisas detaljerade resultat för varje delavrinningsområde för situationerna Efter planerad exploatering utan rening samt Efter planerad exploatering med rening i småskaliga makadammagasin. Anledningen till att inte befintlig situation eller Framtida exploatering med rening i Eco Vault eller ett makadammagasin redovisas är att de inte är modellerade med flera delavrinningsområden.

Föroreningshalter per område utan rening.

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

	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	As	TOC
A1	Södra vägen och Eklandagatan (gul)	140	2200	9.1	**29**	**94**	0.30	9.4	5.5	**0.073**	**77000**	740	0.019	**0.0016**	2.5	**20000**
A2	Gult område - ej förorenade områden	110	1800	3.0	18	29	0.22	4.7	2.9	**0.054**	10000	500	0.0078	**0.0017**	3.0	17000
A4	Västtrafik uppgång (magenta) med sedum	130	2200	1.7	9.0	23	**0.44**	3.0	3.3	0.0048	18000	11	0.0078	**0.0018**	3.2	12000
A5	Spårområde (röd)	130	2200	6.2	**25**	**83**	0.25	7.4	4.9	**0.064**	53000	610	0.013	**0.0017**	2.8	19000
A6	Södra vägen norra (blå)	150	2400	6.6	**28**	**89**	0.28	8.8	5.7	**0.076**	**70000**	740	0.014	**0.0016**	2.5	**20000**
A7	Skånegatan (grön)	130	1900	**14**	**32**	**110**	0.33	11	5.3	**0.066**	**92000**	740	0.028	**0.0017**	2.5	20000
A8	Skånegatan (svenska mässan) magenta	150	2200	11	**32**	**120**	0.31	10	6.2	**0.072**	**82000**	750	0.021	**0.0016**	2.5	**20000**
A9	Södra vägen Örgrytevägen (cyan)	**160**	2400	9.1	**32**	**130**	0.30	9.9	6.8	**0.076**	**76000**	750	0.016	**0.0016**	2.5	**21000**
A10	Kvartersmark Universeum	85	1800	2.5	8.4	27	**0.68**	3.7	4.0	0.0092	22000	46	0.0093	**0.0019**	3.1	9400
A11	Kvartersmark TRV, Liseberg	84	1800	2.5	9.4	28	**0.61**	3.6	3.7	0.014	20000	88	0.0092	**0.0019**	3.1	11000
A12	Torg efter exploatering	81	1900	2.6	16	31	0.17	3.3	2.1	0.041	7900	350	0.0090	**0.0019**	3.1	18000
A14	Norra södra vägen (Blå)	140	1900	3.2	21	31	0.28	6.5	3.7	**0.073**	6900	710	0.0092	**0.0016**	2.5	20000
A15	Skånegatan väster gc-väg, (grön)	140	1900	3.2	21	31	0.28	6.5	3.7	**0.073**	6900	710	0.0092	**0.0016**	2.5	20000
A16	Skånegatan öster Örgrytev gc-väg (magenta)	130	1800	3.2	20	29	0.26	5.7	3.4	**0.064**	10000	620	0.0078	**0.0016**	2.8	17000
A17	Södra vägen, Örgrytevägen gc-väg (cyan)	130	1800	3.2	20	29	0.26	5.9	3.5	**0.066**	9400	640	0.0081	**0.0016**	2.7	18000
	Total	120	2000	4.9	21	57	0.31	6.3	4.2	**0.055**	35000	530	0.011	**0.0017**	2.8	18000
Rikt-värde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	15	20000

Föroreningshalter efter rening i makadamlösningar uppdelat per område

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

	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	As	TOC
A1	Södra vägen och Eklandagatan (gul)	100	1300	1.7	7.1	29	0.12	2.3	2.4	0.041	15000	210	0.0078	0.00100	1.1	12000
A2	Gult område - ej förorenade områden	110	1800	3.0	18	29	0.22	4.7	2.9	**0.054**	10000	500	0.0078	**0.0017**	3.0	17000
A4	Västtrafik uppgång (magenta) med sedum	130	2200	1.7	9.0	23	**0.44**	3.0	3.3	0.0048	18000	11	0.0078	**0.0018**	3.2	12000
A5	Spårområde (röd)	95	1200	1.4	6.6	26	0.10	2.0	2.2	0.036	14000	170	0.0053	**0.0010**	1.2	12000
A6	Södra vägen norra (blå)	110	1300	1.4	7.0	27	0.11	2.3	2.5	0.043	15000	210	0.0057	0.00097	1.1	13000
A7	Skånegatan (grön)	96	1100	2.2	7.5	33	0.13	2.5	2.4	0.038	16000	210	0.012	**0.0010**	1.1	12000
A8	Skånegatan (svenska mässan) (magenta)	110	1200	1.9	7.5	35	0.13	2.5	2.7	0.041	16000	210	0.0087	**0.0010**	1.1	13000
A9	Södra vägen Örgrytevägen (cyan)	110	1300	1.7	7.5	37	0.12	2.4	2.9	0.043	15000	210	0.0069	0.00097	1.1	13000
A10	Kvartersmark Universeum	85	1800	2.5	8.4	27	**0.68**	3.7	4.0	0.0092	22000	46	0.0093	**0.0019**	3.1	9400
A11	Kvartersmark TRV, Liseberg	84	1800	2.5	9.4	28	**0.61**	3.6	3.7	0.014	20000	88	0.0092	**0.0019**	3.1	11000
A12	Torg efter exploatering	81	1900	2.6	16	31	0.17	3.3	2.1	0.041	7900	350	0.0090	**0.0019**	3.1	18000
A14	norra södra vägen (Blå)	140	1900	3.2	21	31	0.28	6.5	3.7	**0.073**	6900	710	0.0092	**0.0016**	2.5	20000
A15	Skånegatan väster gc-väg (grön)	140	1900	3.2	21	31	0.28	6.5	3.7	**0.073**	6900	710	0.0092	**0.0016**	2.5	20000
A16	Skånegatan öster Örgrytev gc-väg (magenta)	130	1800	3.2	20	29	0.26	5.7	3.4	**0.064**	10000	620	0.0078	**0.0016**	2.8	17000
A17	Södra vägen, Örgrytevägen gc-väg (cyan)	130	1800	3.2	20	29	0.26	5.9	3.5	**0.066**	9400	640	0.0081	**0.0016**	2.7	18000
	Total	105	1567	2.3	12	28	0.24	3.6	2.9	0.043	13087	319	0.0076	**0.0014**	2.1	14273
Rikt-värde		150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	0.0010	15	20000

I modellen leds dagvatten från alla vägar och spårområden till rening och av tabellen ovan framgår att för dessa områden uppnås samtliga rikt- och målvärden. Kvartersmark, gång- och cykelbanor och torgytor renas inte i detta alternativ och för dessa områden överstiger kvicksilver och TBT riktvärdena något. Höga halter av kvicksilver och TBT kommer inte från den specifika markanvändningen inom planområdet utan har förhöjda halter inom hela

Sverige. Eftersom halterna i området inte är alarmerande höga anses därför inte extra reningsanläggningar behövas för att rena detta. Viss avskiljning av föroreningarna kommer ske i fördröjningsanläggningarna vilket inte tagits med här, detta gör att halterna kommer minska något. För områden med tak överskrids även riktvärde för kadmium. Detta bygger dock på väldigt få mätningar på tak och i detta fall när taken planeras vara i glas eller gröna tak kan kadmiumhalten förväntas bli betydligt lägre och därmed klara riktvärdena.

Bilaga 2 Korsvägen - beräkning av flöde och fördröjningsbehov per delavrinningsområde samt underlag till StormTac

I denna bilaga redovisas beräkningar av flöden och fördröjningsvolymer per delavrinningsområde. I slutet redovisas indata som använts för beräkningarna och som indata till StormTac Webb.

Delavrinningsområde	**area** (ha)	**reducerad areal** (ha)	**10-årsflöde** (l/s)	**30-årsflöde** (l/s)	**Fördröjningskrav** (m3)
Södra vägen till Eklandagatan (gult)	1,0	0,7	188	270,8	66
Bana, perronger och omgivande (rött)	1,1	0,81	230	331	81
Södra vägen norr om bana Korsvägen väster (blå)	0,2	0,13	36	52	13
Skånegatan väster om bana (grön)	0,3	0,20	57	81	20
Skånegatan öster om bana och Örgrytevägen norr (magenta)	0,5	0,3	93	134	33
Från Unverseum öster om bana och Örgrytevägen söder (cyan)	0,3	0,18	67	96	23
Torgytor (grå)	0,2	0,18	51	73	18
Västtrafik uppgång (vitt)	0,1	0,09	24	35	9
Kvartersmark vid Universeum	0,5	0,45	129	185	45

Avrinning per delavrinningsområde

Södra vägen till Eklandagatan (gult)	area m²	area ha	avrinningskoefficient	Reducerad areal ha	10-årsflöde l/s	30-årsflöde l/s	Fördröjning baserat på 10 mm m³
Väg (A1) och lite SMG1	2332	0,23	0,8	0,19	53	76	19
Parkeringsytor 8st (SMG2)	280	0,03	0,7	0,02	6	8	2
Skiljeremsa (SR) och SMG1	805	0,08	0,1	0,01	2	3	1
Gångbana (G) och A2	3038	0,3	0,8	0,24	69	100	24
Gräsyta GR1	819	0,1	0,1	0,01	2	3	1
Torgyta	2440	0,2	0,8	0,20	56	80	20
Totalt	**9713**	**1,0**		**0,7**	**188**	**271**	**66**

Västtrafik uppgång väster (svart)	951	0,1	0,9	0,09	24	35	**9**
Om 2/3 sedum	951	0,1	0,2	0,02	5	8	**2**

Bana, perronger och omgivande (rött)	area m²	area ha	avrinningskoefficient	Reducerad areal ha	10-årsflöde l/s	30-årsflöde l/s	Fördröjning baserat på 10 mm m³
Bana (BTG)	7344	0,7	0,8	0,59	167	241	**59**
SMG3	92	0,01	0,7	0,01	2	3	**1**
SR	680	0,1	0,1	0,01	2	3	**1**
Torg/hållplats	2317	0,2	0,8	0,19	53	76	**19**
Väg (A1)	188	0,02	0,8	0,02	4	6	**2**
G, A2, SMG1	92	0,01	0,8	0,01	2	3	**1**
Totalt	**10713**	**1,1**		**0,81**	**230**	**331**	**81**

Södra vägen norr om bana Korsvägen väster (blå)	**area**		**avrinningskoefficient**	**Reducerad areal**	**10-årsflöde**	**30-årsflöde**	**Fördröjning** baserat på 10 mm
	m²	**ha**		**ha**	**l/s**	**l/s**	**m³**
Väg (A1)	625	0,06	0,8	0,05	14	20	**5**
Allmänplatsmark inte färdigplanerad	920	0,09	0,8	0,07	21	30	**7**
GC-bana (A2)	56	0,01	0,8	0,004	1	2	**0**
Totalt	**1601**	**0,16**		**0,13**	**36**	**52**	**13**

Skånegatan väster om bana (grön)	**area**		**avrinningskoefficient**	**Reducerad areal**	**10-årsflöde**	**30-årsflöde**	**Fördröjning** baserat på 10 mm
	m²	**ha**		**ha**	**l/s**	**l/s**	**m³**
Väg (A1)	399	0,04	0,8	0,03	9	13	**3,2**
Allmänplatsmark inte färdigplanerad	1435	0,14	0,8	0,11	33	47	**11,5**
GC-bana (A2)	486	0,05	0,8	0,04	11	16	**3,9**
SR	209	0,02	0,1	0,00	1	1	**0,2**
Parkering (SMG3)	158	0,02	0,7	0,01	3	5	**1,1**
Totalt	**2687**	**0,27**		**0,20**	**57**	**81**	**20**

Skånegatan öster om bana och Örgrytevägen norr (magenta)	**area**		**avrinningskoefficient**	**Reducerad areal**	**10-årsflöde**	**30-årsflöde**	**Fördröjning** baserat på 10 mm
	m²	**ha**		**ha**	**l/s**	**l/s**	**m³**
Väg (A1)	1412	0,14	0,8	0,11	32	46	**11,3**
Allmänplatsmark inte färdigplanerad (inte i DP)		0,00	0,8	0,00	0	0	**0,0**
GC-bana (A2)(G)	2319	0,23	0,8	0,19	53	76	**18,6**
SR	766	0,08	0,1	0,01	2	3	**0,8**
Parkering (SMG2)	249	0,02	0,7	0,02	5	7	**1,7**
SMG1	43	0,00	0,7	0,003	1	1	**0,3**
Grönyta GR1	104	0,01	0,1	0,001	0,3	0,4	**0,1**
Totalt	**4893**	**0,49**		**0,3**	**93**	**134**	**33**

Från Unverseum öster om bana och Örgrytevägen söder (cyan)	**area**		**avrinningskoefficient**	**Reducerad areal**	**10-årsflöde**	**30-årsflöde**	**Fördröjning** baserat på 10 mm
	m²	**ha**		**ha**	**l/s**	**l/s**	**m³**
Väg (A1)	1042	0,10	0,8	0,08	24	34	**8,3**
GC-bana (A2)(G)	1703	0,17	0,8	0,14	39	56	**13,6**
SR	316	0,03	0,1	0,00	1	1	**0,3**
(SMG2)	55	0,01	0,7	0,00	1	2	**0,4**
SMG3	31	0,00	0,7	0,00	1	1	**0,2**
SMG1	78	0,01	0,7	0,01	2	2	**0,5**
Totalt	**3225**	**0,32**		**0,23**	**67**	**96**	**23**

Från Torgytor (grått)	**area**		**avrinningskoefficient**	**Reducerad areal**	**10-årsflöde**	**30-årsflöde**	**Fördröjning** baserat på 10 mm
	m²	**ha**		**ha**	**l/s**	**l/s**	**m³**
Torgytor totalt	2235	0,22	0,8	0,18	51	73	**18**

Fördröjningskrav Allänplatsmark och Västtrafiks byggnad	**262**

Kvartersmark vid Universeum	**area**		**avrinningskoefficient**	**Reducerad areal**	**10-årsflöde**	**30-årsflöde**	**Fördröjning** baserat på 10 mm
	m²	**ha**		**ha**	**l/s**	**l/s**	**m³**
Universeums yta	2300	0,23	0,9	0,21	59	85	**21**
Varav prickmark	273	0,03	0,8	0,02	6	9	**2**
TRV/Liseberg totalt	2719	0,27	0,9	0,24	70	100	**24**
Varav prickmark/trappa	745	0,07	0,8	0,06	17	24	**6**
Varav markerat som gata (evt delvis under tak)	663	0,07	0,8	0,05	15	22	**5**
		0,50		**0,45**	**129**	**185**	**45**

Indata som använts för att göra ovenstående beräkningar

Dimensionerande regnintensitet	Fylld ledning	Till marknivå
Återkomsttid [månader]	120	360
Varaktighet/rinntid [minuter]	10	10
Klimatfaktor	1,25	1,25
Dimensionerande regnintensitet [l/s,ha]	285	410

P110 Tabell 4.8 Avrinningskoefficienter

Tak utan ytmagasin	0,9
Betong- och asfaltyta, berg i dagen i stark lutning	0,8
Stensatt yta med grusfogar	0,7
Grusväg, starkt lutande bergigt parkområde utan nämnvärd vegetation	0,4
Berg i dagen i inte alltför stark lutning	0,3
Grusplan och grusad gång, obebyggd kvartersmark	0,2
Park med rik vegetation samt kuperad bergig skogsmark	0,1
Odlad mark, gräsyta, ängsmark mm	0-0,1
Flack tätbevuxen skogsmark	0-0,1

P110, Tabell 4.9 Sammanvägda avrinningskoefficienter, kortvariga dimensionerande regn

	Flackt	Kuperat
Slutet byggnadssätt, ingen vegetation	0,7	0,9
Slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri och skolområden	0,5	0,7
Öppet byggnadssätt (flerfamiljshus)	0,4	0,6
Radhus, kedjehus	0,4	0,6
Villor tomter <1000m2	0,35	0,45
Villor tomter >1000m2	0,2	0,3

P110, tabell 2.1. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem

	VA-huvudmannens ansvar		
Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regns vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Kommunens ansvar
Gles bostadsbebyggelse	2	10	>100
Tät bostadsbebyggelse	5	20	>100
Centrum- och affärsområden	10	30	>100

Indata till StormTac Webb

Tabell 2 från WSP Dagvatten kompletterande PM

Gata	**ÅDT nuläge**	**ÅDT förslag**
Södra vägen norra	9450	4500
Skånegatan	12150	5400
Örgrytevägen	20700	8100
Södra vägen södra	7650	6750
Eklandagatan	10800	4050