

# Dagvattenutredning Ullevigatan

**Göteborgs Stad**

## Dagvattenutredning för detaljplan Ullevigatan, Gårda

**Göteborg 2016-04-21**

# Dagvattenutredning för detaljplan Ullevigatan, Gårda

## Dagvattenutredning Ullevigatan

|                |            |
|----------------|------------|
| Datum          | 2016-04-21 |
| Uppdragsnummer | 1320018672 |
| Utgåva/Status  | Granskad   |

Mikaela Rudling  
Uppdragsledare

Johan Sabel  
Handläggare

Mikaela Rudling  
Granskare

Rambøll Sverige AB  
Box 5343, Vädursgatan 6  
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00  
Fax

Unr 1320018672 Organisationsnummer 556133-0506

## Sammanfattning

En detaljplan för kontor vid Ullevigatan inom stadsdelen Gårda ska tas fram som syftar till att möjliggöra förtätning av området med ett flertal nya kontorsbyggnader. Området som utreds är beläget mellan E6:an, Mölndalsån och Ullevigatan.

Denna dagvattenutredning har tagits fram för att klarlägga förutsättningarna för byggnation inom planområdet och för att undersöka förändringar i flöde och föroreningskoncentrationer på grund av den föreslagna exploateringen.

Den planerade exploateringen vid Ullevigatan kommer medföra en något ökad belastning på ledningar och recipient.

Ett antal förslag har tagits fram för hur dagvatten ska hanteras inom området och utredning visar att man kan minimera ökningen av belastningen på recipienten Mölndalsån, både med avseende på flöde och föroreningar.

## Innehållsförteckning

|           |                                                                   |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Inledning .....</b>                                            | <b>4</b>  |
| 1.1       | Bakgrund och syfte .....                                          | 4         |
| 1.2       | Uppdraget .....                                                   | 4         |
| <b>2.</b> | <b>Förutsättningar och nuvarande förhållanden .....</b>           | <b>4</b>  |
| 2.1       | Riktlinjer för dagvattenhantering .....                           | 4         |
| 2.2       | Koordinat- och höjdsystem .....                                   | 4         |
| 2.3       | Förutsättningar för beräkningar .....                             | 4         |
| 2.4       | Underlag och källor .....                                         | 5         |
| 2.5       | Befintliga förhållanden .....                                     | 5         |
| 2.5.1     | Planområdet idag .....                                            | 5         |
| 2.5.2     | Topografi och markslag .....                                      | 6         |
| 2.5.3     | Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi .....             | 7         |
| 2.5.4     | Befintlig avvattning .....                                        | 7         |
| 2.5.5     | MKN och naturvärden .....                                         | 8         |
| 2.6       | Beräknade flöden innan exploatering .....                         | 8         |
| <b>3.</b> | <b>Planområdets föreslagna utformning .....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>4.</b> | <b>Föreslagen dagvattenhantering .....</b>                        | <b>11</b> |
| 4.1       | Struktur/princip för dagvattenhanteringen .....                   | 11        |
| 4.1.1     | Gröna tak .....                                                   | 12        |
| 4.1.2     | Rain garden .....                                                 | 14        |
| 4.1.3     | Slutet fördröjningsmagasin .....                                  | 15        |
| 4.1.4     | Genomsläppliga ytor .....                                         | 15        |
| 4.1.5     | Tillfällig översvämningsbara ytor .....                           | 16        |
| 4.2       | Beräknade flöden och fördröjning efter exploatering .....         | 16        |
| 4.3       | Höjder .....                                                      | 17        |
| 4.4       | Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhanteringen .....   | 17        |
| 4.4.1     | Dagvattenhantering på allmän platsmark (Delområde D och E) .....  | 17        |
| 4.4.2     | Dagvattenhantering inom kvartersmark (Delområde A, B och C) ..... | 18        |
| 4.4.3     | Dränvatten .....                                                  | 19        |
| 4.5       | Konsekvenser av extrem nederbörd .....                            | 20        |
| 4.6       | Föroreningsberäkningar med föreslagen markanvändning .....        | 22        |
| 4.7       | Investeringskostnader/kostnadsbedömningar .....                   | 23        |
| 4.8       | Drift- och underhållsaspekter .....                               | 24        |
| <b>5.</b> | <b>Slutsatser .....</b>                                           | <b>25</b> |

## **Bilagor**

Bilaga 1 – Beräkning av dimensionerande flöden

Bilaga 2 – Delområden och planområdets föreslagna utformning

Bilaga 3 – Befintliga ledningar och föreslagen dagvattenhantering

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund och syfte

En detaljplan för kontor vid Ullevigatan inom stadsdelen Gårda ska tas fram som syftar till att möjliggöra en förtätning av området. Förtätningen består av ett flertal nya kontorsbyggnader med en våningshöjd över 20 våningar. De nya byggnaderna omfattar totalt ca 70 000 m<sup>2</sup> tillkommande bruttoarea. Förutom de föreslagna byggnaderna studeras även en uträtning av Fabriksgatans norra del i planprocessen. Planen befinner sig i uppstartsskedet och syftet är att gå ut på samråd under första kvartalet 2016.

Syftet med dagvattenutredningen är att utreda förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten, samt rening och fördröjning av dagvatten samt en översikt av skyfallshantering.

### 1.2 Uppdraget

Rambøll Sverige AB har fått i uppdrag av stadsbyggnadskontoret att utföra en översiktlig dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för byggnation inom planområdet. Utredningen ska innefatta en översiktlig analys över befintliga och nya avrinningsområden, flödesberäkningar, en systemlösning för ny dagvattenhantering och en översikt över föroreningsinnehåll i dagvattnet samt vad de föreslagna lösningarna skulle kunna ge för reningseffekt för dagvattnet.

## 2. Förutsättningar och nuvarande förhållanden

### 2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Enligt uppdragets riktlinjer skall dag- och dräneringsvatten i första hand tas omhand lokalt inom kvartersmark och avledas till allmän dagvattenledning. Dimensionerande fördröjningsvolym är 10 mm/m<sup>2</sup> hårdgjord yta enligt Kretslopp och Vattens krav.

Avloppsnätet inom kvartersmark skall utformas som duplikatsystem med skilda ledningar för dag- och dräneringsvattnet respektive spillvatten.

Dagvattnet ska uppfylla Miljöförvaltningens krav gällande föroreningshalter.

### 2.2 Koordinat- och höjdsystem

Handlingar är redovisade i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och höjdsystem RH 2000

### 2.3 Förutsättningar för beräkningar

Dimensionering av dagvattenlösning har utförts enligt Svenskt Vattens publikation P90. Kapitel om val av nederbörd i P90 har ersatts av Svenskt Vattens publikation P104.

Enligt P90 är dimensionerande regn för aktuellt område ett 10-årsregn. När inga utarbetade intensitet- eller varaktighetssamband finns för området kan man också enligt P104 utgå från Dahlströms ekvation, se även Bilaga 1. En klimatkfaktor på 1,2 används även på det dimensionerande regnet efter rekommendationer från Svenskt Vatten.

## 2.4 Underlag och källor

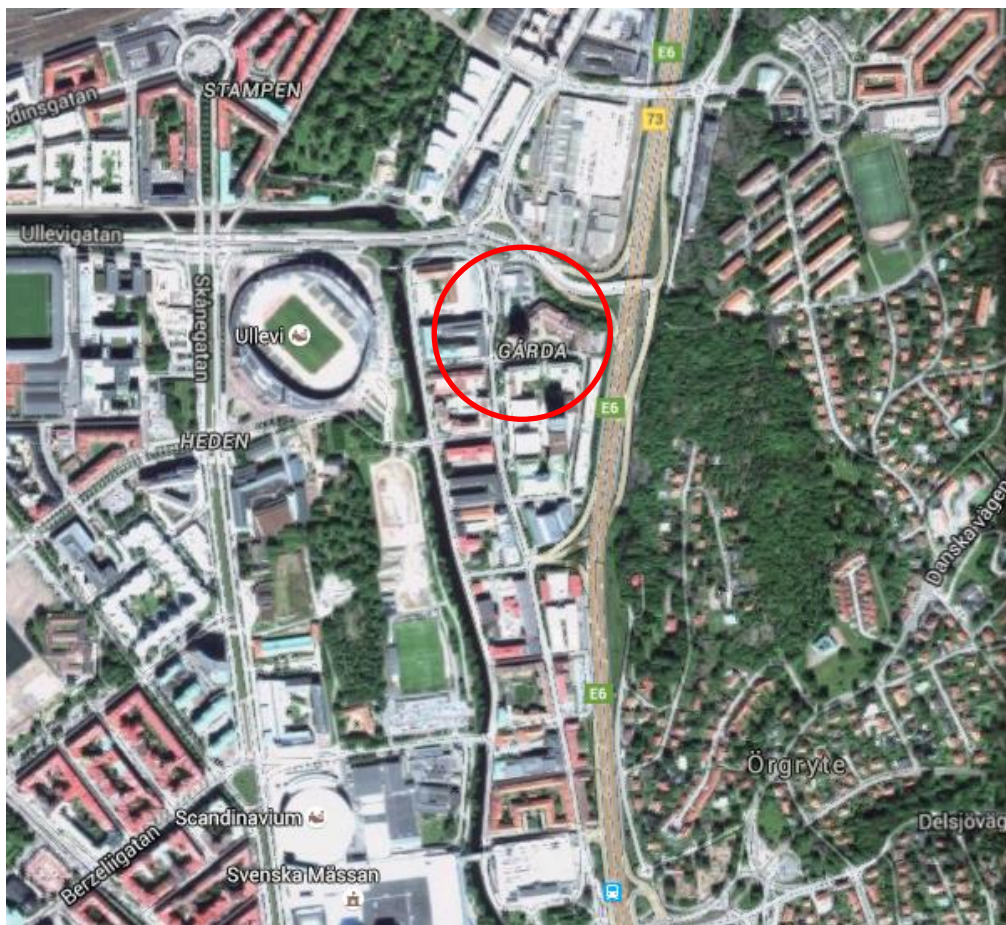
- Platsbesök
- Avrop på ramavtal för Förfrågan Yttre VA – allmän VA avseende dagvatten, Detaljplan för kontor vid Ullevigatan 15-11-09
- Kravspecifikation ritteknik kartor i detaljplanprocessen, 2015-01-02
- Kartmaterial i form av grundkarta, VA-ledningar och föreslagna ombyggnationer
- Informationsmaterial gällande Drakegatan 5 1/2, Wallenstam
- Geoteknisk undersökning: PM avseende geotekniska förhållanden, Drakegatan 5 och 7, Norconsult
- Höga hus i stadsmiljö, Göteborg 2015-12-01, Skanska
- Mur Geoteknik, Gårda 744:555, Skanska
- Presentation Platzer
- MKN för Mölndalsån hämtat från VISS, 2016-02-17, Mölndalsån - Ullevi till Liseberg / Delsjöbackens inflöde, EU\_CD: SE640387-127270
- Vattenplanen för Göteborgs Stad (2003)
- Databas standardkoncentrationer och reduceringsverkningsgrad, version 2015-12, StormTac
- "Ekonomiska konsekvenser av grönytefaktor-park och dagvatten" (Göteborgs Stad, 2015-01-23).

## 2.5 Befintliga förhållanden

### 2.5.1 Planområdet idag

Planområdet är beläget i Gårda i Göteborg. Området begränsas av Mölndalsån i väster, E6:an i öster och Ullevigatan i norr (Figur 1 och Bilaga 2).

Marken används idag dels för bensinstation, dels ytor för kontor och allmänna torgytor och lokalgator.



Figur 1 Översikt över planområde, inringat med rött

### 2.5.2 Topografi och markslag

Området lutar svagt mot norr och väst mot Mölndalsån. Fabriksgatan lutar mot norr och har en lägsta punkt vid Räddningstjänsten/Statoil och Drakegatan lutar åt väster mot Mölndalsån (Figur 1 Översikt över planområde och Bilaga 3).

Nedan redovisas lokala markförhållanden för de tre föreslagna områdena för byggnader. Se Bilaga 2 för indelning av delområden.

#### **Gårda 744:555 (Skanska) (Delområde A)**

Marken inom undersökningsområdet är relativt plan med nivåer generellt mellan ca +2,3 och +2,8, med de högre nivåerna i det östra och sydöstra delen av området.

#### **Gårda 16:17 (Platzer) (Delområde B)**

Området är plant med nivåer som varierar mellan ca +2 och +4 med något högre nivåer i öst. Vid det planerade husets läge är markytans nivå omkring +2,5.



### **Gårda 18:19, 18:21 och 18:22 (Wallenstam) (Delområde C)**

Huset ska placeras ovan befintliga byggnader samt mellan fastighet 18:19m och 18:22 och berör ingen markyta.

Befintliga marknivåer ligger mellan +2,5 och 3,5 mö h.

#### **2.5.3 Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi**

Geotekniska utredningar har utförts inom områdena och en sammanställning av de geotekniska undersökningarna redovisas nedan.

Jordlagren i Delområde C presenteras nedan och bedöms vara representativt för planområdet i stort.

- Fyllning till ca 1-2 m djup
- Torrskorpelera till ca 1,5-2 m djup
- Lera till mellan ca 30-42 djup.
- Friktionsjord till som mest ca 55 m djup.
- Berg.

Enligt porttrycksmätningar i leran utförda under 1980-talet och under åren 2007-2008 motsvarar porttrycken i leran hydrostatiskt tryck utifrån en grundvattenyta som ligger på nivå ca +11,5 (ca +1,5 i höjdsystem RH2000) vilket är ca 1 m under omkringliggande markyta. Observationer av grundvattenytan i fyllningen ovan leran visar på en grundvattenyta som ligger ca 0,5 m lägre än vad porttrycksmätningarna visar. Detta kan bero på att dränerande lager har introducerats i marken i samband med ledningsinstallationer etc.

#### **2.5.4 Befintlig avvattning**

Området avvattnas idag med ett duplikatsystem. Huvudledningarna för dagvatten ligger i Drakegatan (500 mm) och i Fabriksgatan (225-300 mm) (Bilaga 3). Fabriksgatans ledningar ansluts till ledningen i Drakegatan som har sitt utlopp i Mölndalsån. Utbyggnadsområdet är redan idag hårdgjort och en markant flödesökning är därför inte att förvänta.

Dagvattenledningarna har vattengångar på mellan -0,65 (vid korsningen Drakegatan och Fabriksgatan) och +0,95 (i östra delen av Drakegatan). Delar av dagvattenledningarnas vattengångar ligger därför under medelvattennivån (ca +0,15) i Mölndalsån och står därför dämnda. Högsta högvattenstånd idag är ca +1,8 meter över havet.

Marknivåerna är låga i området, mellan +1,9 m och +3 m. Området lutar svagt mot norr och väst och avvattnas mot Mölndalsån. Fabriksgatan lutar mot norr och har en lägsta punkt vid Räddningstjänsten/Statoil och Drakegatan lutar åt väster mot Mölndalsån.

Inom området finns dagvattenledningar med dimension mellan 100 och 500 mm, vattenledningar mellan 50 och 500 mm och spillvattenledningar mellan 100 och 450 mm. Det finns också ett större antal ledningar av andra slag som el, tele, opto mm (se Bilaga 3).

### 2.5.5 MKN och naturvärden

EUs vattendirektiv (ramdirektivet för vatten) infördes i den svenska lagstiftningen år 2004 och benämns i Sverige som Vattenförvaltningen. Den utgår från vattnets naturliga avrinningsområden istället för administrativa gränser i form av länder och kommuner. Miljökvalitetsnormer och naturvärden, MKN, är ett styrinstrument inom vattenförvaltningen. Normerna uttrycker den kvalitet en vattenförekomst ska ha. Som underlag för MKN har ekologisk status och kemisk ytvattenstatus bedömts för varje vattenförekomst.

Vattenförekomsternas nuvarande ekologiska status, dvs dess miljö tillstånd, bedöms enligt en femgradig skala: Hög, God, Måttlig, Otillfredsställande och Dålig. Ekologisk status är en sammanvägning av biologiska, kemiska och hydrologiska parametrar. Kemisk ytvattenstatus bestäms av gränsvärden för 33 st. ämnen som är gemensamma för EU. Samtliga ämnen är miljögifter och benämns i vattenförvaltningsarbetet som prioriterade ämnen. Om gränsvärdet för ett av ämnena överskrids klaras inte kravet på god kemisk ytvattenstatus.

Målet är att inga vatten ska försämrats och att alla vatten ska uppnå minst miljökvalitetsnormen god status år 2015. För vissa recipienter anses dock målet vara ogenomförbart till år 2015 och år 2021 nämns som mer realistiskt.

Berörd recipient är Mölndalsån (delsträcka Ullevi till Liseberg) som ligger väster om planområdet. Recipienten har enligt VISS måttlig ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus. God kemisk ytvattenstatus fås på grund av undantag för förhöjda halter kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) vilket förekommer i samtliga vatten i Sverige. Mål för recipienten är god ekologisk status 2021 och bibehålla god kemisk ytvattenstatus.

Anledningen till att vattenförekomsten endast har måttlig ekologisk är på grund av näringsämnen och hydromorfologi. Ån är påverkad av övergödning (förhöjda halter av fosfor och kväve). Strandzonen är mycket kraftigt förändrad p g a mänsklig påverkan. Den naturliga åfåran saknas i stora delar av ån.

## 2.6 Beräknade flöden innan exploatering

Flödet från området beräknas med rationella metoden med ett 10- årsregn och ett 100 års regn för att bedöma flöden vid skyfall (Tabell 1 och Tabell 2). Hela området som utretts har en area på 2,42 ha. Se Bilaga 1 för flödesberäkningar och Bilaga 2 och Figur 2 för områdesindelning.

Områdena är uppdelade i delområde A-E, där områdena är fördelade enligt nedan.

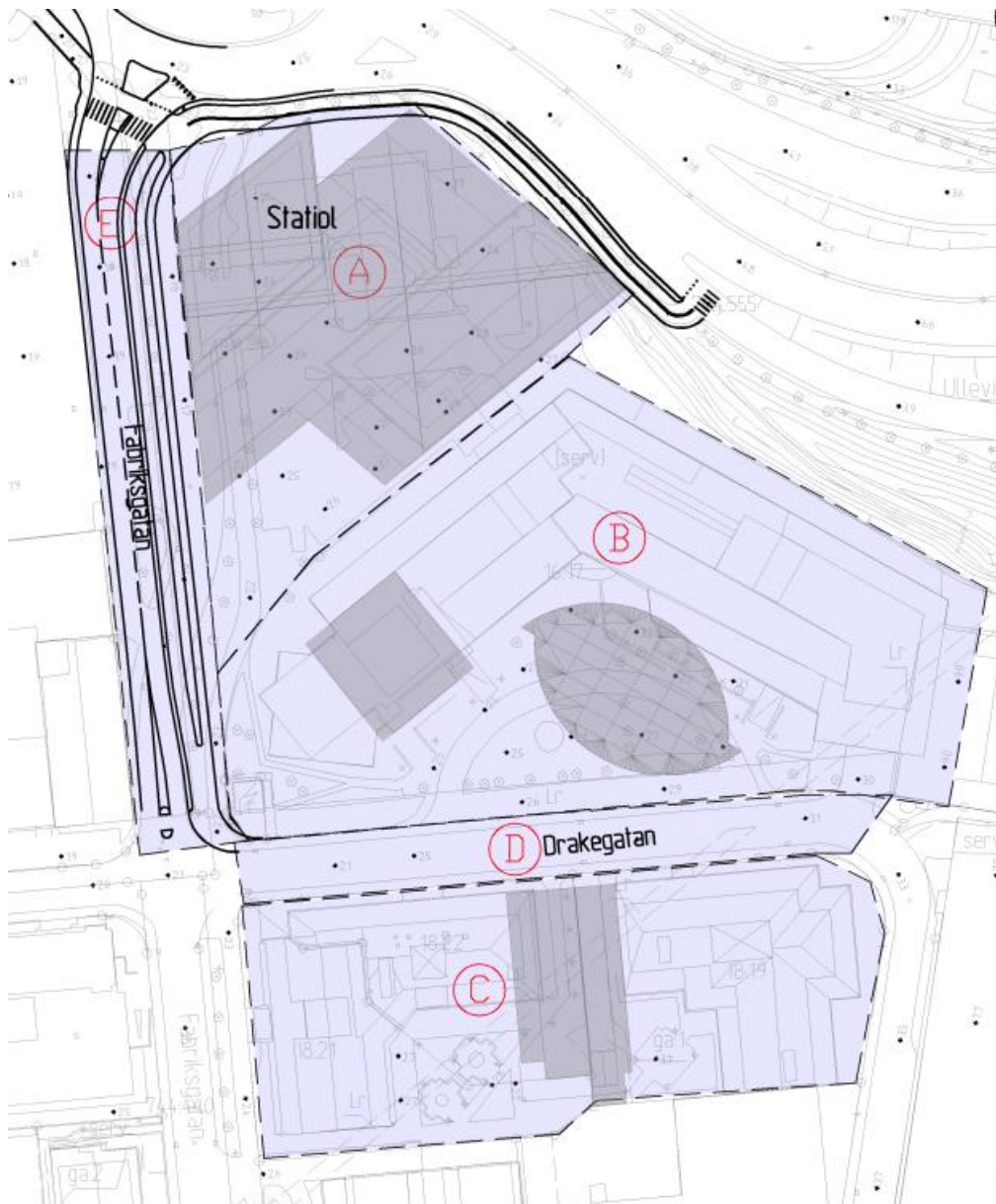
Område A (0,53 ha): Gårda 744:555

Område B (0,89 ha): Gårda 16:17

Område C (0,57 ha): Gårda 18:19, 18:21 och 18:22

Område D (0,15 ha): Drakegatan

Område E (0,28 ha): Fabriksgatan



Figur 2 Delområden A-E

Tabeller nedan visar flödet innan exploatering exklusive klimatfaktor. För beräkningar hänvisas till Bilaga 1.

Tabell 1 Flödesberäkning för 10-årsregn

**INNAN EXPLOATERING** *Q<sub>d dim</sub>*

| DELYTA           | A, ha       | $\varphi$ | A <sub>red</sub> , ha | i <sub>A</sub> , l/s<br>och ha | ,l/s       |
|------------------|-------------|-----------|-----------------------|--------------------------------|------------|
| Tak              | 0,89        | 0,9       | 0,80                  | 228                            | 181        |
| Asfalterade ytor | 1,26        | 0,8       | 1,01                  | 228                            | 230        |
| Naturmark        | 0,27        | 0,1       | 0,03                  | 228                            | 6          |
| <b>TOTALT</b>    | <b>2,42</b> |           | <b>1,83</b>           |                                | <b>417</b> |

Tabell 2 Flödesberäkning för 100-årsregn

**INNAN EXPLOATERING** *Q<sub>d dim</sub>*

| DELYTA           | A, ha       | $\varphi$ | A <sub>red</sub> , ha | i <sub>A</sub> , l/s<br>och ha | ,l/s       |
|------------------|-------------|-----------|-----------------------|--------------------------------|------------|
| Tak              | 0,89        | 0,9       | 0,80                  | 489                            | 390        |
| Asfalterade ytor | 1,26        | 0,8       | 1,01                  | 489                            | 494        |
| Naturmark        | 0,27        | 0,1       | 0,03                  | 489                            | 13         |
| <b>TOTALT</b>    | <b>2,42</b> |           | <b>1,83</b>           |                                | <b>897</b> |

### 3. Planområdets föreslagna utformning

Den övergripande gatustrukturen i området kommer att bevaras, dock kommer sannolikt norra delen av Fabriksgatan ändras vad gäller utformning, se Figur 2 och Bilaga 1. Området består, i dagsläget och kommer efter exploatering bestå, av affärer, restauranger och kontor.

Tre nya höghuskomplex planeras inom delområde A-C med utformning enligt Bilaga 2.

Fastigheten vid Statoil (Gårda 744:555, Delområde A) kommer enligt plan att utökas med ca 0,8 ha. Detta medför att delområde D, (Fabriksgatan) kommer minskas med samma yta. De planerade höghusen inom fastighet, Gårda 744:555, ersätter befintlig Statoilmack och planeras att utföras med underjordiskt garage.

I delområde B kommer det befintliga Canonhuset höjas och få ytterligare våningsplan samt kompletteras med ett nytt höghus samt ny torgyta.

Planerat höghus i delområde C placeras ovan befintliga byggnader mellan fastighet 18:19m och 18:22 och berör ingen markyta.

### 4. Föreslagen dagvattenhantering

#### 4.1 Struktur/princip för dagvattenhanteringen

I detta kapitel redovisas ett antal förslag för hur dagvatten inom området kan hanteras.

Dessa förslag har i utredningen utvärderats för att finna ett så effektivt sätt som möjligt att fördröja och i möjligaste mån rena dagvatten innan utsläpp i recipienten.

Fördröjning av dagvatten ska ordnas efter Kretslopp och Vattens riktlinjer, i nuläget 10 mm/m<sup>2</sup> hårdgjord yta på kvartersmark. Rening av dagvatten ska uppfylla krav enligt Vattenplanen (2003) och miljöförvaltningen (Dagvatten inom planlagda områden, Va-verket 2001).

Principen för dagvattenhanteringen inom respektive delområde är att fördröja dagvattnet så nära källan som möjligt. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom infiltration och grundvattenbildning anses dock ej vara aktuellt för planområdet p g a att de flesta byggnader är underbyggda av parkeringsgarage. Även geotekniken för området visade på tät lera som har obetydlig infiltrationskapacitet.

I första hand förespråkas dagvattenhantering som kombinerar fördröjning och rening av dagvattnet. Nedan beskrivs olika former av dagvattenhantering som anses vara aktuellt för planområdet.

#### 4.1.1 Gröna tak

Gröna tak är ett samlingsnamn på olika taklösningar (Figur 3-5) som innefattar organiskt material (från karg sedum till fullvärdiga trädgårdar). Takvegetationen gör så att avrinningen av regnvatten från takytor filtreras, fördröjs och reduceras. Avrinningskoefficient för gröna tak varierar mellan 0,2-0,6 enligt Svenska Naturtak.

Det är viktigt att komma ihåg att gröna taks prestanda sänks vid kraftiga regntillfällen.

Vikten för gröna tak varierar beroende på vald typ av tak. I tabellen nedan framgår vikt, bygghöjd och magasineringsskapacitet på olika typer av tak.

Tabell 3 Egenskaper gröna tak

| Taktyp              | Vikt (kg/m <sup>2</sup> ) | Bygghöjd (mm) | Magasineringsvolym (l/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|---------------------------|---------------|----------------------------------------|
| Naturtak            | 100-300                   | 100-250       | 30-80                                  |
| Lätt Sedumtak       | 50-60                     | 50            | 28                                     |
| Platsodlat Sedumtak | >80                       | >80           | >25                                    |



Figur 3 Sedumtak (Foto: Svenska Naturtak)





Figur 4 Naturtak (Foto: Svenska Naturtak)

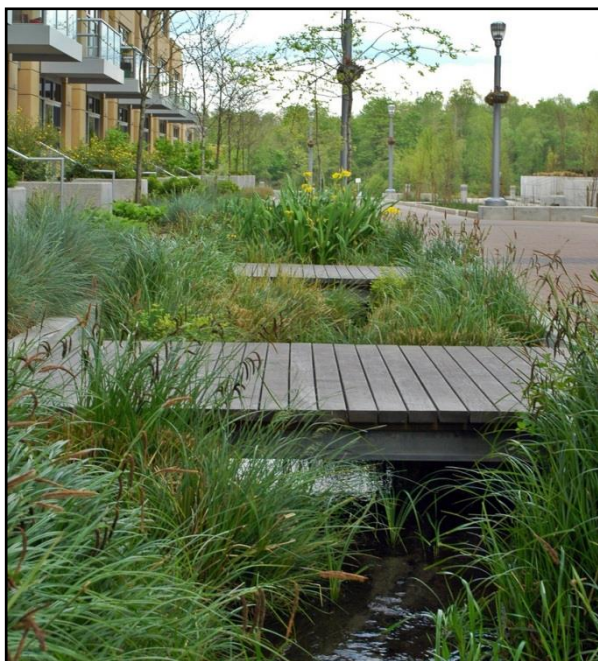


Figur 5 Trädgårdstak, kan utformas på olika sätt med olika fördröjningsmöjligheter (Foto: Svenska Naturtak)

#### 4.1.2 Rain garden

En "rain garden" är en oftast nedsänkt växtbädd som används för att fördröja, reducera och rena dagvattnet från närliggande ytor så nära källan som möjligt. Syftet är att fördröja vattnet och få en mindre maxflöde under kraftiga regn. "Rain garden" byggs upp så att dagvattnet kan samlas och magasineras under korta perioder i samband med kraftiga regn, men ska även kunna dräneras bort inom 48 timmar för att säkerställa den korrekta prestandan av anläggningen.

Växterna i en "rain garden" bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter och även stenar. Med en välkomponerad växtmix får man "rain gardens" som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Tanken med "rain gardens" är att dagvatten ska infiltreras genom ett filtermaterial och ingen anslutning till dagvattensystemet krävs. När jordlagren består av ogenomsläppligt material ska en ledning kopplas till befintligt dagvattensystemet för att avvattna "rain garden". Ledningsdiametern bör vara så liten som möjligt för att fördröja vattnet i "rain garden" och inte överbelasta dagvattensystemet, men den bör även säkerställa att allt vatten dräneras inom 48 timmar. En bräddningsledning bör också installeras för att undvika översvämningar under regn kraftigare än det dimensionerande regnet.



Figur 6 Rain garden





Figur 7 Upphöjd växtbädd/rain garden (Bara mineraler).

#### 4.1.3 Slutet fördröjningsmagasin

Magasin av makadam/dagvattenkassetter/rörmagasin eller platsgjutet konstruktion som fördröjer dagvatten under mark.

Makadammagasin har en hålrumsvolym på ca 30%, varför ett sådant måste vara ca 3,5 gånger volymen som ska fördröjas.

Både öppna och slutna fördröjningsmagasin är något mer problematiska att anlägga i områden med höga grundvattennivåer. Magasinen kan behöva förses med tätande skikt i form av HDPE-duk eller liknande för att kunna erhålla erforderlig fördröjningsvolym och för att magasinen inte ska ha en dränerande effekt på omkringliggande mark.

#### 4.1.4 Genomsläppliga ytor

I stället för täta asfaltytor kan olika typer av vattengenomsläppliga ytmaterial väljas. Infiltrationskapacitet i dessa är dock svår att beräkna och på sikt kommer dessa ytor till viss del sättas igen.

Dessa ytor kan bestå av Pelleplattor, genomsläpplig asfalt eller gräsarmeringsplattor. Dessa kan även kompletteras med underjordiska makadammagasin för fördröjningsmöjlighet.

#### 4.1.5 Tillfällig översvämningsbara ytor

För att minska de negativa konsekvenserna vid extremregn kan nedsänkta parkeringar och torgytor användas som tillfälligt fördröjningsmagasin. En smart höjdsättning kan användas för att få kontrollerade översvämningsytor. En översvämningsyta kan sänkas med allt från 0,1-1 m beroende på hur mycket dagvatten som ska hanteras. Det är viktigt att omkringliggande mark sluttar mot torgytan och att ytan har en avtappning i form av t ex en rännstensbrunn och ett ledningssystem som ansluter till dagvattennätet. I normalfall kan ytan användas till andra behov än skyfallshantering.

#### 4.2 Beräknade flöden och fördröjning efter exploatering

Området delas upp i avrinningsområde A-E, beroende på fastighetsindelningar, befintliga ledningssystem och gatustrukturen, se Bilaga 2 för områdesindelningar.

Flöden från de olika delavrinningsområdena framgår av Bilaga 1, *Beräkning av dimensionerande flöden*. Dessa flöden baseras på Svenskt Vatten publikation P90. Då planområdet redan idag är till största del hårdgjort är förändringarna av flödet små och beror på i första hand att takytor ger upphov till en större avrinning än t ex asfalt eller andra markbeläggningar.

Delområde A, B och C kommer med föreslagen exploatering få ett något ökat flöde utan fördröjningsåtgärder. Dock kommer dessa områden att fördröjas inom kvartersmark med 10 mm/m<sup>2</sup> yta.

Vad gäller fördröjning på kvartersmark har endast förändrad yta beräknats och redovisas nedan:

##### 4.2.1.1 Område A: Gårda 744:555

Total påverkad area: 5650 m<sup>2</sup>

Husarea: 4040 m<sup>2</sup>

Torgarea: 1610 m<sup>2</sup>

Fördröjningsbehov 56,5 m<sup>3</sup>

##### 4.2.1.2 Område B:

Total påverkad area: 2180 m<sup>2</sup>

Husarea (oval del) 945 m<sup>2</sup>

Husarea (ombyggd del) 540 m<sup>2</sup>

Yta mellan husarea och befintligt hus 655 m<sup>2</sup>

Torgyta framför huset: 580 m<sup>2</sup>

Fördröjningsbehov = 27,2 m<sup>3</sup>

##### 4.2.1.3 Område C: Gårda 18:19 och 18:22

Husarea: 785 m<sup>2</sup>

Fördröjningsbehov = 7,8 m<sup>3</sup>

### 4.3 Höjder

Enligt Planprogrammet föreslås att samtliga byggnader ska placeras med en marknivå på över +3 meter.

Denna höjdsättning kommer medföra att samtliga ledningar kan anslutas till befintliga ledningar med självfall. En höjning av befintlig markyta förbättrat även förutsättningarna för underjordiska fördröjningsanläggningar. Underjordiska fördröjningsmagasin måste anläggas så att erforderlig fördröjningsvolym erhålls genom att utloppen på magasinerna minst måste vara över normal vattenståndet i Mölndalsån på + 0,15.

Området i Fabriksgatan utanför Räddningstjänsten föreslås i denna utredning att höjas något för att förhindra att dagvatten leds in till räddningstjänstens område från Fabriksgatan. Fabriksgatans anslutning mot Räddningstjänstens område föreslås ha en minimihöjd vid infarter på +2,3 meter. Höjdsättningsmässigt kan det medföra problem att utföra förhöjda överfarter eller att höja gatunivåerna i området.

Föreslagen höjdsättning framgår av Bilaga 3.

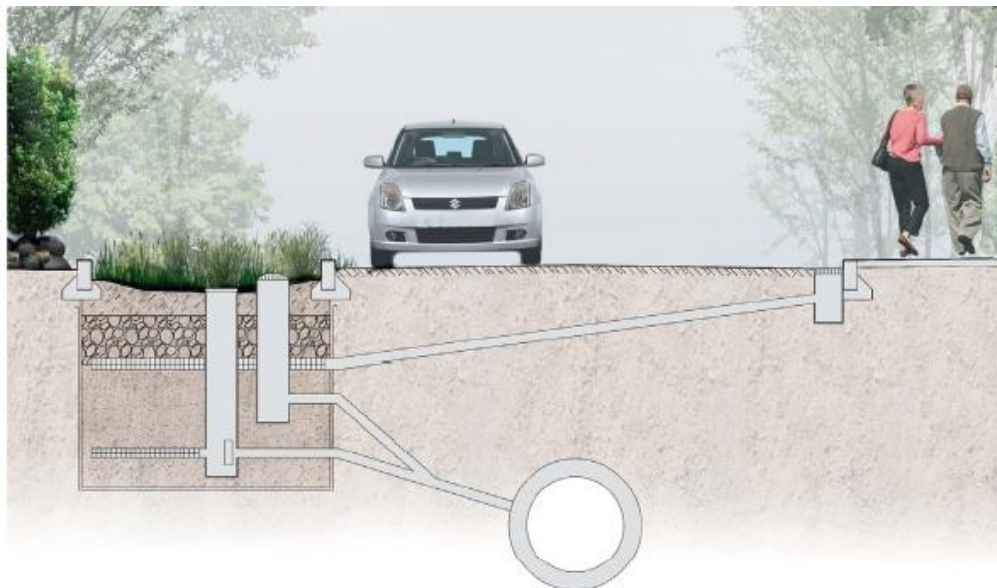
### 4.4 Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhanteringen

#### 4.4.1 Dagvattenhantering på allmän platsmark (Delområde D och E)

Dagvattenhanteringen från de gator som inte förändras behålls dagens lösning, hela delområde D (Drakegatan) och delar av delområde E (Fabriksgatan). Där Fabriksgatan ska förändras föreslås att dagvatten leds till magasin mellan trädrad alternativt att magasin förläggs under gångbanan. Då grundvattennivåer är relativt höga i området ska magasin som förläggs under grundvattennivå utföras som täta magasin.

Rännstensbrunnar leder ned dagvattnet till ett makadammagasin med dräneringsledningar som fördelar dagvatten i magasinet. Ytterligare en dräneringsledning förläggs längst ned i magasinet och leder det fördröjda dagvattnet till de befintliga ledningarna. Dagvattenlösningen bevarar samtidigt träden och gräsytor som även bidrar till en rening av dagvatten. Körbanan bör luta mot trädraden och eventuella kantstöd bör utformas med öppningar för att leda dagvattnet in på vegetationsytan för infiltration och rening (Se figur 8).

Då grundvattennivåer är relativt höga i området ska magasin som förläggs under grundvattennivå utföras som täta magasin.



Figur 8 Principskiss för gatuavvattning

I Bilaga 3 redovisas förslag på dagvattenhantering på gatumark.

#### 4.4.2 Dagvattenhantering inom kvartersmark (Delområde A, B och C)

Dagvatten från hus ska fördröjas enligt principen att 10 mm regn från nyexploaterade ytor ska fördröjas. Dagvatten ska sedan ledas till befintliga dagvattenledningar i gatan.

Nedan görs en sammanställning av olika alternativ för att uppnå önskad fördröjningsvolym inom kvartersmark.

##### 4.4.2.1 Delområde A

Fastigheten vid Statoil (Gårda 744:55) har områden runt huset som ska användas som parkeringsytor och eller torg.

Fördröjning kan ske antingen som grönt tak, som underjordiskt magasin eller med en nedsänkt torgyta för att fördröja dagvatten där.

Fördröjningsbehovet av ca 57 m<sup>3</sup> kan antingen tillgodoses med att torg/parkeringssytan utförs så att 10 cm djup vattenyta kan användas som magasineringsvolym. Detta medför att ca 570 m<sup>2</sup> av ytan skulle användas som magasin. Alternativt kan sedumtak användas. Då krävs att ca 2000 m<sup>2</sup> av takytan anläggs som lätt sedumtak.

Ett tredje alternativ är att anlägga ett underjordiskt magasin med volym 57 m<sup>3</sup> under torgytan. Detta medför eventuellt problem med höjdsättning för att få ut vattnet ur magasinet. Planeras underjordiskt garage kan underjordisk fördröjning bli svår och beror helt på överbyggnadens tjocklek och bärlighet.

Dagvatten ansluts till befintlig dagvattenledning i Fabriksgatan .

#### 4.4.2.2 Delområde B

Platzers fastighet har även områden runt huset som ska användas som parkeringsytor och eller torg.

Fördröjningsalternativen är de samma som för delområde A (Gårda 744:555).

Fördröjningsbehovet av ca 22 m<sup>3</sup> kan antingen tillgodoses med att torg/parkeringsytan utförs så att 10 cm vattenyta kan användas som magasineringsvolym. Detta medför att ca 220 m<sup>2</sup> av ytan skulle användas som magasin.

Alternativt kan sedumtak användas. Då krävs ca 750 m<sup>2</sup> av takytan anläggs som lätt sedumtak, eller ca 300 m<sup>2</sup> som naturtak.

Ett tredje alternativ är att anlägga ett underjordiskt magasin med volym 22 m<sup>3</sup>. Även här medför detta eventuellt ett problem med höjdsättning för att få ut vattnet ur magasinet.

Dagvatten ansluts till befintlig dagvattenledning i Drakegatan.

#### 4.4.2.3 Delområde C

Det nya huset vid Drakegatan 5&7 har enligt planerna inga ytor för fördröjning utanför huskroppen. Detta innebär att fördröjning måste ske antingen som grönt tak, eller som underjordiskt magasin. Fördröjningen av 7,8 m<sup>3</sup> innebär att taket kan förses med ett lätt sedumtak, eller naturtak.

Möjlig fördröjningsvolym om hela takytan används är 22 m<sup>3</sup> i ett lätt sedumtak och mellan 22 m<sup>3</sup> och 63 m<sup>3</sup> i ett naturtak. Vid bruk av lätt sedumtak behöver ungefär 35 % av takytan anläggas med grönt tak.

Dagvatten ansluts till befintlig dagvattenledning i Drakegatan.

#### 4.4.3 Dränvatten

Dränledningar för husgrund som planeras ligga djupare än +0,3 meter (vid Gårda 744:555) och +0,45 (vid Gårda 16:17) kommer behöva förses med pumpar.

Dränvattnet pumpas förslagsvis ut på dagvattensystemet. Utredning av dränvatten har inte ingått i denna rapport.

#### 4.5 Konsekvenser av extrem nederbörd

Vid extrem nederbörd kommer ytvatten med nuvarande höjdsättning att ledas mot Mölndalsån längs Drakegatan och till Drakegatan från södra delen av Fabriksgatan. Den norra delen av Fabriksgatan har en lågpunkt vid Räddningstjänsten. Historiskt sett har Räddningstjänsten haft problem med höga flöden och åtgärd bör studeras för att avhjälpa detta.

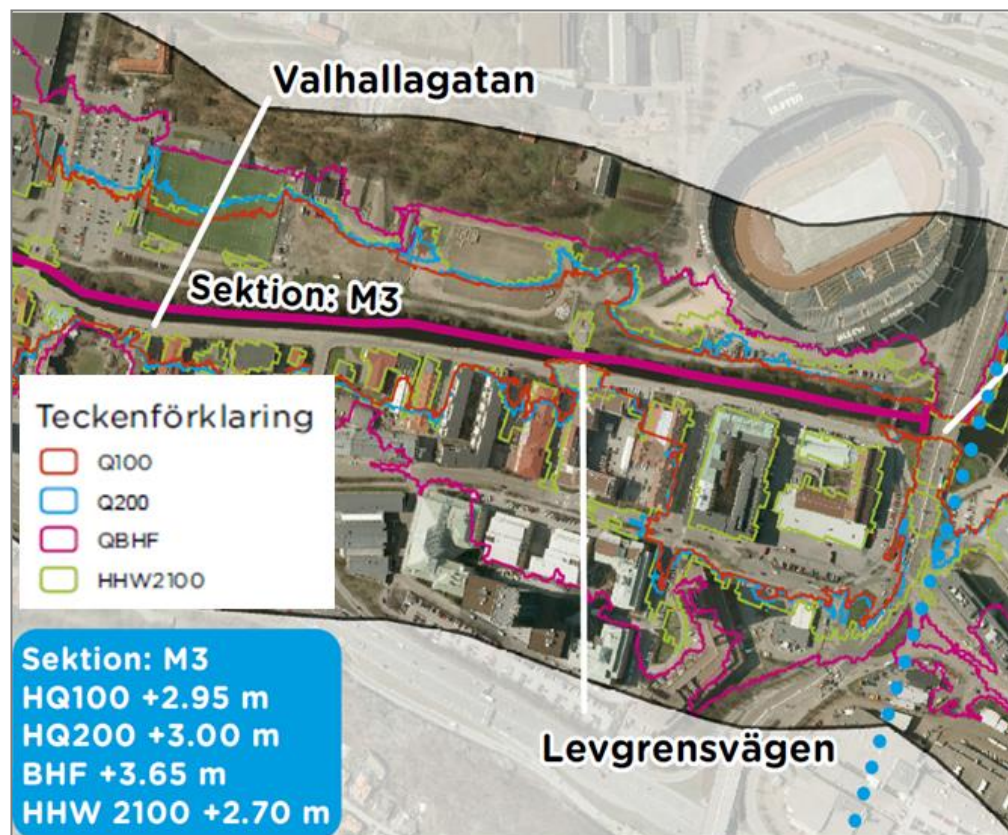
Figuren nedan (Figur 9) visar att området väster om utredningsområdet översvämmas vid höga flöden. Området som utreds är markerat i figuren. Enligt skyfallsmodellen över Göteborgs stad är inte planområdet hårt ansatt med vatten vid skyfall.



Figur 9 Utdrag från skyfallsmodellen för Göteborgs stad

I Figur 10 redovisas hur marken omkring Mölndalsån påverkas vid olika flöden. Man kan se att planområdet riskerar att översvämmas vid höga flöden i ån om inte höjdsättningen i området anpassas.





Figur 10 Utsnitt ur hydromodell för Mölndalsån

Förslagsvis bör Fabriksgatan höjdsättas så att avvattningen av gatan sker mot trädraden i väster och bort från Räddningstjänstens fastighet. Alternativt kan även kantstöd placeras som en barriär mellan Räddningstjänstens fastighet och Fabriksgatan, detta för att minska belastningen av hos Räddningstjänsten samtidigt som man får en bättre rening av dagvattnet från gatan.

Planerade torgytor inom planområdet (delområde A och B) kan även användas som skyfallshantering genom att sänka ner ytorna något i förhållande till omkringliggande mark för att bilda kontrollerade tillfälliga översvämningssytor (Bilaga 3).

#### 4.6 Föroreningsberäkningar med föreslagen markanvändning

Föroreningsberäkningar har utförts med schablonvärden från StormTac.

Schablonvärdena anger föroreningskoncentrationerna vid olika mark-/ytanvändning och genererar en summerad koncentration av föroreningar från avrinningsområdet eller delavrinningsområdet.

Föroreningsberäkning har gjorts utifrån följande förutsättningar:

- Årsnederbörd 800 mm/år
- Gräsyta har på grund av begränsningar i beräkningsprogrammet klassificerats som mixed green area
- Ingen hänsyn har tagits till typ av takmaterial

Programvaran StormTac, som beräknar halter av föroreningar i dagvatten, erbjuder ännu inte ett verktyg som visar reningseffekten av olika dagvattenlösningar. Den besitter däremot redan nu en databas som innehåller en sammanställning av forskning inom området. Även VISS presenterar i sin databas funktion och effekt på olika dagvattenlösningar. Liknande information finns sammanställd i Stockholm Vattens rapport Rening av dagvatten.

Beräkningar har jämförts med Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten, Tabell 3.

*Tabell 3 Föroreningsberäkning före och efter exploatering samt miljöförvaltningens riktvärden.*

| Ämne                                                     | P    | N    | Pb    | Cu    | Zn     | Cd   | Cr   | Ni   | Hg   | SS    | olja | TBT  | PAH16  |
|----------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|--------|------|------|------|------|-------|------|------|--------|
| Beräknad årsmedelkoncentration (µg/l) före exploatering  | 0,16 | 1,46 | 10,85 | 27,00 | 138,86 | 0,52 | 8,11 | 5,22 | 0,04 | 69,44 | 0,44 | 0,00 | 0,64   |
| Riktvärden (µg/l)                                        | 15   | 1250 | 14    | 10    | 30     | 0,4  | 15   | 40   | 0,05 | 25000 | 1000 | 0,01 | (0,05) |
| Beräknad årsmedelkoncentration (µg/l) efter exploatering | 0,17 | 1,50 | 6,14  | 24,07 | 150,88 | 0,60 | 6,71 | 5,77 | 0,03 | 51,54 | 0,33 | 0,00 | 0,46   |

Det kommer inte att ske några stora förändringar av markanvändningen som nämnvärt kommer att påverka planområdet när det gäller föroreningskällor före respektive efter exploatering.

Vissa värden ligger över riktvärdena, såsom Koppar, Zink, Kadmium och PAH16.

Områdets dagvatten kräver alltså någon form av rening innan utsläppspunkten

enligt Göteborgs Stads riktvärden. Den markanvändning som ger upphov till mest föroreningar är gatumark med hög trafikbelastning (Fabriksgatan) men även hårdgjorda ytor och tak genererar föroreningar i dagvattnet.

Partiklar är ofta föroreningsbärare. För att minska halterna av suspenderat material (SS, alltså partiklar) 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.

För att gröna tak ska växa och utvecklas som det är tänkt krävs gödsling. Detta innebär att gröna tak faktiskt höjer förekomsterna av kväve och fosfor i dagvattnet som lämnar taket med så mycket som 100-200 %. Även förekomsterna av kvicksilver ökar något, 30-40 % med gröna tak. Andra metaller förekommer minskar dock. Bly, kadmium och zink med så mycket som 60-90 % enligt StormTac.

Makadamdiken har en god förmåga att rena dagvatten. Diket tillåter viss sedimentering och därmed minskar halterna av suspenderat material och metaller med så mycket som 85 -90 %. Även oljeförekomsten minskar med 90 %. Kväve och fosfor minskar med 60 -55 %. I detta fall kommer ingen större infiltration ske i omgivande jordarter så det kan vara svårt att nå upp i den reningsförmågan som anges i StormTac.

Miljöförvaltningens riktlinjer är hårt ställda och ställer höga krav på rening vilket är svårt att uppnå i stadsmiljö, men med utförande med makadamdiken kan teoretiskt riktvärdena uppnås om dessa renar dagvattnet från metaller upp till 85-90 %.

#### 4.7 **Investeringskostnader/kostnadsbedömningar**

Entreprenadkostnaderna har beräknats utifrån à-priserna från prissatta mängdförteckningar från tidigare projekt.

Entreprenadkostnaderna har även beräknats utifrån "Ekonomiska konsekvenser av grönytefaktor-park och dagvatten" (Göteborgs Stad, 2015-01-23).

Byggherrekostnader, som exempelvis projekteringskostnader och byggläsningskostnader, ingår inte i entreprenadkostnaderna.

Schakt för ledningar har antagits att ske främst i jord/lera.

Kostnaderna ska dock ses som en grov uppskattning. Det finns många parametrar som kan ändras och påverka summan.

Tabell 4 Uppskattade anläggningskostnader

| Dagvattenlösning                                                       | Enhet/volym         | Inkluderar                                                                                      | Kostnad      |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Makadamdike<br>(Delområde E)                                           | 80 m                | Schakt, ledning,<br>fyllnad,<br>geotextil, grässådd<br>1000-2500 kr/m<br>(Antaget<br>2000 kr/m) | 160 000 kr   |
| Slutet magasin<br>(Makadammagasin)<br>(Alternativ till<br>Delområde A) | 60 m <sup>3</sup>   | Schakt, ledning,<br>fyllnad,<br>geotextil, asfaltsyta<br>(Antaget<br>2500 kr/m <sup>3</sup> )   | 150 000 kr   |
| Gröna tak<br>(Delområde A)                                             | 2000 m <sup>2</sup> | Sedumtak med<br>substrat och brunnar<br>(800 kr/m <sup>2</sup> )                                | 1 600 000 kr |
| Gröna tak<br>(Delområde B)                                             | 750 m <sup>2</sup>  | Sedumtak med<br>substrat och brunnar<br>(800 kr/m <sup>2</sup> )                                | 600 000 kr   |
| Gröna tak<br>(Delområde C)                                             | 275 m <sup>2</sup>  | Sedumtak med<br>substrat och brunnar<br>(800 kr/m <sup>2</sup> )                                | 220 000 kr   |

#### 4.8 Drift- och underhållsaspekter

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

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

För att minska risken för igensättning i en underjordisk dagvattenanläggning är det viktigt att sedimentering sker i så stor utsträckning det är möjligt innan vattnet leds in i anläggningen. Genom att sopa ytorna som avrinner mot anläggningen ofta minskar man delen sediment som rinner ner i anläggningen. Det är lämpligt att in- och utlopp till underjordiska magasin inspekteras en gång per år för att se att de inte sätts igen.

Makadamdiken och övriga magasin bestående av makadam behöver grävas om efter ca 10 – 15 år eftersom de hydrauliska förutsättningarna ändras med tiden till följd av olika grad av igensättning.

Underhåll för gröna tak innebär framförallt gödning, 1 gång per år under våren om det alls behövs.

## 5. Slutsatser

Den planerade exploateringen vid Ullevigatan kommer medföra en något ökad belastning på ledningar och recipient.

Med föreslagna åtgärder kan belastningen minimeras och hållas till en nivå som motsvarar eller understiger den från den befintliga markanvändningen.

Föreslagna lösningar på dagvattenhantering kan också medföra att föroreningar från dagvattnet kan minskas genom framför allt makadammagasin i gatan eller i trädraden i anslutning till gatan. Gröna tak kan innebära en ökning av näringsutsläpp till Mölndalsån vilket motverkar MKN för ån. Gröna tak har däremot andra fördelar vid rening av andra ämnen samt att det även kan skapa mervärden i området. Föreslagen dagvattenhanteringen anses förbättra befintliga förhållanden för planområdet.

### BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Beräkning av dimensionerande regnintensitet har, ekvation 1 använts, *Dahlström (2010) ekvation*.

$$i_A = 190 \times \sqrt[3]{A} \times \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \quad (1)$$

$i_A$  = regnintensitet, l/s·ha

$T_R$  = regnvaraktighet, minuter

$A$  = återkomsttid, månader

Återkomsttiden valdes till 10 år utifrån Svenskt vattens publikation P90, *Dimensionering av allmänna avloppsledning*, tabell 4.5, där en återkomsttid på 10 år används för områden klassade som instängt område inom citybebyggelse. Varaktigheten sattes till 10 min då samtliga delområden hade en rinntid  $\leq 10$  min.

$T_R = 10 \text{ min}$

$A = 120 \text{ mån}$

resulterar i en regnintensitet på  $i_A = 228 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$

Beräkning av dimensionerande flöden enligt rationella metoden, ekvation 2.

$$q_{d \text{ dim}} = A \times \varphi \times i_A \quad (2)$$

Där,

$q_{d \text{ dim}}$  = dimensionerade flöde, l/s

$A$  = avrinningsområdets area, ha

$\varphi$  = avrinningskoefficient

$A_{red}$  = reducerad area, ha,  $A \times \varphi$

$i_A$  = dimensionerande regnintensitet, l/s och ha

För indelningen av delområden se Bilaga 3

En säkerhetsfaktor,  $f = 1,2$  har använts med hänsyn till klimatförändring. Den dimensionerande regnintensiteten har bestämts efter den varaktighet och den area för varje delområde som ger det dimensionerande flödet. Det vill säga den varaktighet och area som ger upphov till det största flödet före och efter exploatering.



## BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR DELOMRÅDE A

### INNAN EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$    |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|------------|
| Tak              | 0,08        | 0,9       | 0,07           | 228            | 16                 | 20         |
| Asfalterade ytor | 0,43        | 0,8       | 0,34           | 228            | 78                 | 94         |
| Naturmark        | 0,02        | 0,1       | 0,00           | 228            | 0                  | 1          |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,53</b> |           | <b>0,42</b>    |                | <b>95</b>          | <b>114</b> |

### EFTER EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$    |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|------------|
| Tak              | 0,40        | 0,9       | 0,36           | 228            | 82                 | 98         |
| Asfalterade ytor | 0,19        | 0,8       | 0,15           | 228            | 35                 | 42         |
| Naturmark        | 0,02        | 0,1       | 0,00           | 228            | 0                  | 1          |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,61</b> |           | <b>0,51</b>    |                | <b>117</b>         | <b>141</b> |

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 22 l/s

## BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR DELOMRÅDE B

### INNAN EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$    |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|------------|
| Tak              | 0,44        | 0,9       | 0,40           | 228            | 90                 | 108        |
| Asfalterade ytor | 0,30        | 0,8       | 0,24           | 228            | 55                 | 66         |
| Naturmark        | 0,15        | 0,1       | 0,02           | 228            | 4                  | 4          |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,89</b> |           | <b>0,65</b>    |                | <b>148</b>         | <b>178</b> |

### EFTER EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$    |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|------------|
| Tak              | 0,54        | 0,9       | 0,48           | 228            | 110                | 132        |
| Asfalterade ytor | 0,35        | 0,8       | 0,28           | 228            | 64                 | 77         |
| Naturmark        | 0,01        | 0,1       | 0,00           | 228            | 0                  | 0          |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,89</b> |           | <b>0,76</b>    |                | <b>174</b>         | <b>209</b> |

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 26 l/s

## BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR DELOMRÅDE C

### INNAN EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$    |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|------------|
| Tak              | 0,37        | 0,9       | 0,33           | 228            | 75                 | 90         |
| Asfalterade ytor | 0,11        | 0,8       | 0,09           | 228            | 20                 | 24         |
| Naturmark        | 0,09        | 0,1       | 0,01           | 228            | 2                  | 3          |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,57</b> |           | <b>0,43</b>    |                | <b>97</b>          | <b>117</b> |

### EFTER EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$    |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|------------|
| Tak              | 0,43        | 0,9       | 0,39           | 228            | 89                 | 107        |
| Asfalterade ytor | 0,08        | 0,8       | 0,06           | 228            | 15                 | 18         |
| Naturmark        | 0,06        | 0,1       | 0,01           | 228            | 1                  | 2          |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,57</b> |           | <b>0,46</b>    |                | <b>105</b>         | <b>126</b> |

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 8 l/s

## BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR DELOMRÅDE D

### INNAN EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$   |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|-----------|
| Tak              |             | 0,9       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| Asfalterade ytor | 0,15        | 0,8       | 0,12           | 228            | 27                 | 32        |
| Naturmark        | 0,00        | 0,1       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,15</b> |           | <b>0,12</b>    |                | <b>27</b>          | <b>32</b> |

### EFTER EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$   |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|-----------|
| Tak              |             | 0,9       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| Asfalterade ytor | 0,15        | 0,8       | 0,12           | 228            | 27                 | 32        |
| Naturmark        | 0,00        | 0,1       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,15</b> |           | <b>0,12</b>    |                | <b>27</b>          | <b>32</b> |

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 0 l/s

## BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN FÖR DELOMRÅDE E

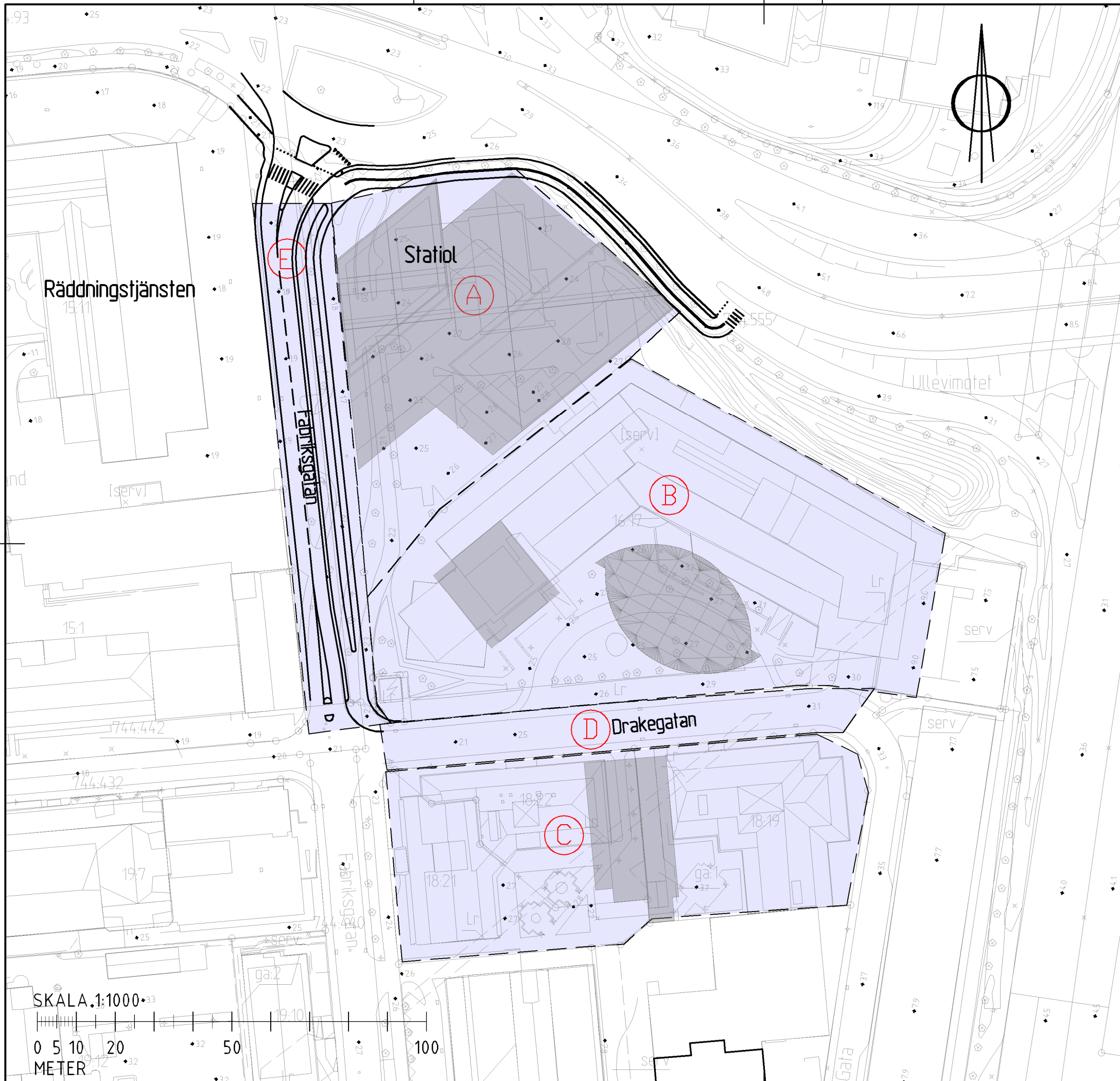
### INNAN EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$   |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|-----------|
| Tak              |             | 0,9       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| Asfalterade ytor | 0,28        | 0,8       | 0,22           | 228            | 50                 | 60        |
| Naturmark        | 0,00        | 0,1       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,28</b> |           | <b>0,22</b>    |                | <b>50</b>          | <b>60</b> |

### EFTER EXPLOATERING

| DELYTA           | A [ha]      | $\varphi$ | $A_{red}$ [ha] | $i_A$ [l/s·ha] | $q_{d\ dim}$ [l/s] | $f=1,2$   |
|------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|--------------------|-----------|
| Tak              |             | 0,9       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| Asfalterade ytor | 0,20        | 0,8       | 0,16           | 228            | 36                 | 44        |
| Naturmark        | 0,00        | 0,1       | 0,00           | 228            | 0                  | 0         |
| <b>TOTALT</b>    | <b>0,20</b> |           | <b>0,16</b>    |                | <b>36</b>          | <b>44</b> |

MINSKNING EFTER EXPLOATERING: 14 l/s



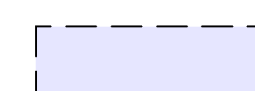
Område A  
Gårda 744:555

Område B  
Gårda 16:17

Område C  
Gårda 18:19, 18:21, 18:22

Område D  
Drakegatan

Område E  
Fabriksgratan

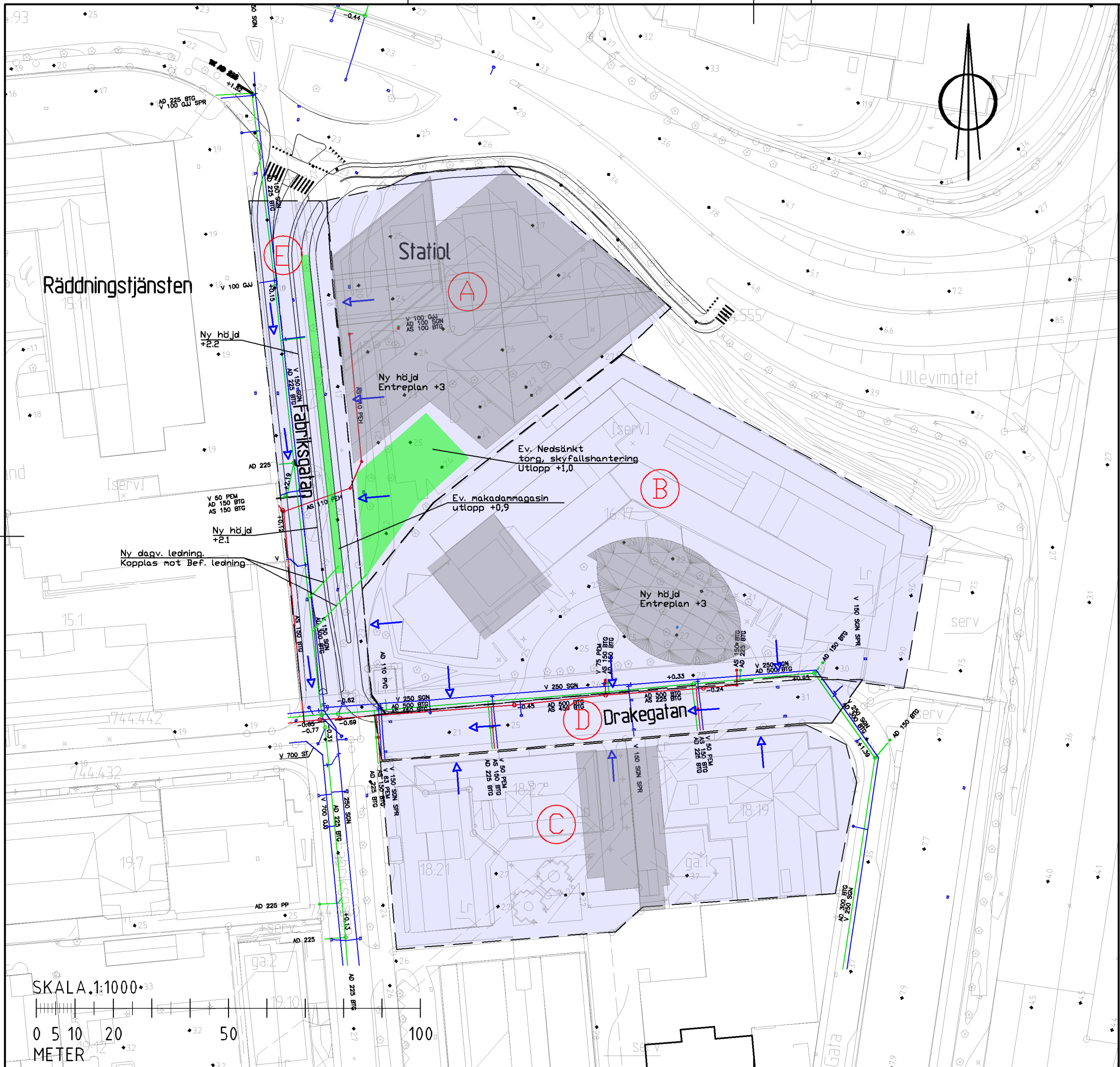
-  Delområde A-E
-  Nybyggnation

**VÄG**  
**Ullevigatan**  
Delområden och planområdets föreslagna utformning

Skala: 1:1000 (A3)  
Göteborg 2016-04-21  
[www.ramboll.se](http://www.ramboll.se)



Bilaga 2



SKALA 1:1000  
0 5 10 20 50 100  
METER

## Teckenförklaring



Flödesriktning



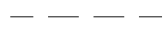
Dagvattenledning



Spillvattenledning



Vattenledning



Områdeslinje



Nybyggnation



Magasinering

## VÄG Ullevigatan

**RAMBOLL**

Befintliga ledningar och  
föreslagen dagvattenhantering  
Skala: 1:1000 (A3)  
Göteborg 2016-04-21  
[www.ramboll.se](http://www.ramboll.se)

Bilaga 3