

# DAGVATTENUTREDNING – ALLMÄN PLATSMARK

GRANSKNINGSHANDLING

2019-05-17



wsp

# DAGVATTENUTREDNING – ALLMÄN PLATSMARK

## DP Blackeberg etapp 2 och 3

Bild framsida, Källa: WSP 20170519

### KUND

**Stockholms stad - Exploateringskontoret**

### KONSULT

#### **WSP Samhällsbyggnad**

Hamngatan 11B

WSP Sverige AB

891 33 Örnsköldsvik

Besök: Hamngatan 11B

Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

### KONTAKTPERSONER

Linda Hörnsten, WSP, 010-722 78 07,

[linda.hornsten@wsp.com](mailto:linda.hornsten@wsp.com)

Björn Hedin, Exploateringskontoret, 08-

[bjorn.hedin@stockholm.se](mailto:bjorn.hedin@stockholm.se)

UPPDRAGSNAMN  
Blackeberg etapp 2 3  
dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER  
10270830

FÖRFATTARE  
Ida Sandström

DATUM  
2019-05-17

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av  
Linda Hörnsten

Godkänd av

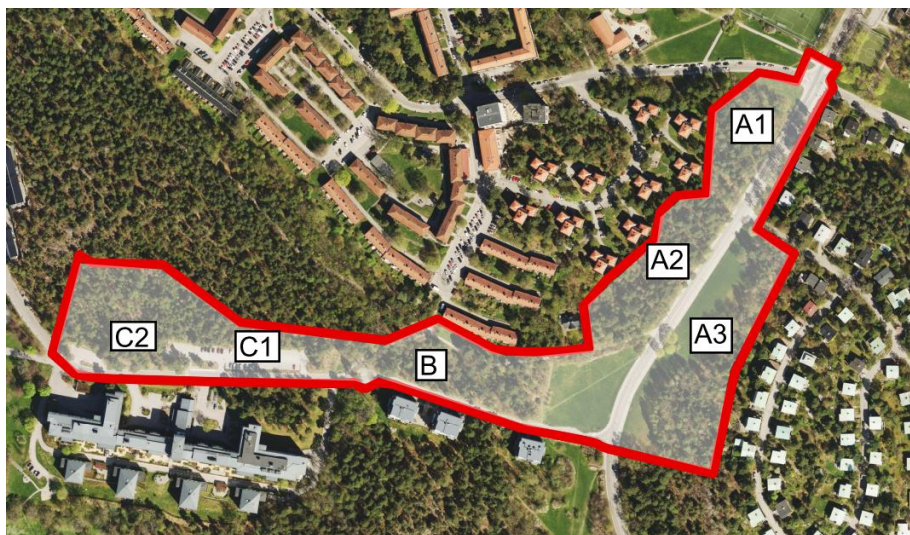
# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>BAKGRUND</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>BEFINTLIGA FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>4</b>
2.1	BEFINTLIG MARKANVÄNDNING	4
2.2	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	5
2.3	AVRINNINGSSOMRÅDE OCH AVRINNINGSVÄGAR	7
2.3.1	Översvämningsrisker	8
2.4	RECIPIENTER OCH MKN	9
2.4.1	MKN	10
2.5	SKYDDADE OMRÅDEN	10
2.5.1	Vattenskyddsområde	10
2.5.2	Naturresevat	10
<b>3</b>	<b>PLANERADE FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>11</b>
3.1	PLANERAD MARKANVÄNDNING	11
<b>4</b>	<b>KRAV OCH RIKTLINJER</b>	<b>11</b>
4.1	STOCKHOLM STADS ÅTGÄRDSNIVÅ FÖR DAGVATTEN	11
<b>5</b>	<b>BERÄKNINGAR</b>	<b>12</b>
5.1	DIMENSIONERANDE DAGVATTENFLÖDEN	12
5.2	FÖRDRÖJNINGSBEOV	13
5.3	FÖRORENINGAR	14
<b>6</b>	<b>DAGVATTENHANTERING</b>	<b>15</b>
6.1	SKELETTJORD	15
6.2	FÖRDRÖJNINGSKANAL	16
6.3	NEDSÄNKT VÄXTBÄDD	16
6.4	ÅTGÄRDSFÖRSLAG DAGVATTENHANTERING	17
6.4.1	Dimensionerade flöden med fördröjning	18
6.4.2	Uppnådd rening	19
6.5	KLIMATSCENARIO	20
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>22</b>

# 1 BAKGRUND

I samband med detaljplanering av exploateringsområdena, Blackeberg etapp 2 och etapp 3, har WSP fått i uppdrag av Stockholm Stad att utföra en dagvattenutredning. Planområdet (se Figur 1) omfattar både allmän platsmark och kvartersmark. Den här utredningen är begränsad till att enbart omfatta allmän platsmark och benämns utredningsområde.

Dagvattenutredningen syftar till att utifrån utredningsområdets förutsättningar ta fram förslag till en hållbar dagvattenhantering.



Figur 1. Föreslaget planområde för Blackeberg etapp 2 och 3. Planområdets föreslagna utbredning är markerat i rött. Områdena A1-C2 symboliserar kvartersmark. Övrig mark är allmän platsmark. (Bildkälla: Stockholm Stad)

## 2 BEFINTLIGA FÖRUTSÄTTNINGAR

### 2.1 BEFINTLIG MARKANVÄNDNING

Planområdet är totalt 6,4 ha stort och utgörs av ca 2,1 ha kvartersmark och 4,3 ha allmän platsmark. 2,7 ha av den allmänna platsmarken är naturområden där ingen förändring är planerad och avser de skogsområden som angränsar mot kvartersmark. Hantering av avrinning från dessa naturmarksytor ingår i dagvattenutredningarna för kvartersmark och ingår därför inte i utredningsområdet för denna utredning.

Utredningsområdet består i huvudsak av gatorna Blackebergsvägen och Blackebergbacken samt ett grönområde vid korsningen mellan de två gatorna (se Figur 2). Marknivåerna inom utredningsområdet ligger mellan +19,5 till +26,5 m (RH2000) med ett flertal lokala lågpunkter längs gatorna.



Figur 2. Utredningsområdet med illustrerad befintlig markanvändning. Gråa område illustrerar väg och gröna är grönområden. (Bildkälla ortofoto: Stockholm stad)

## 2.2 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

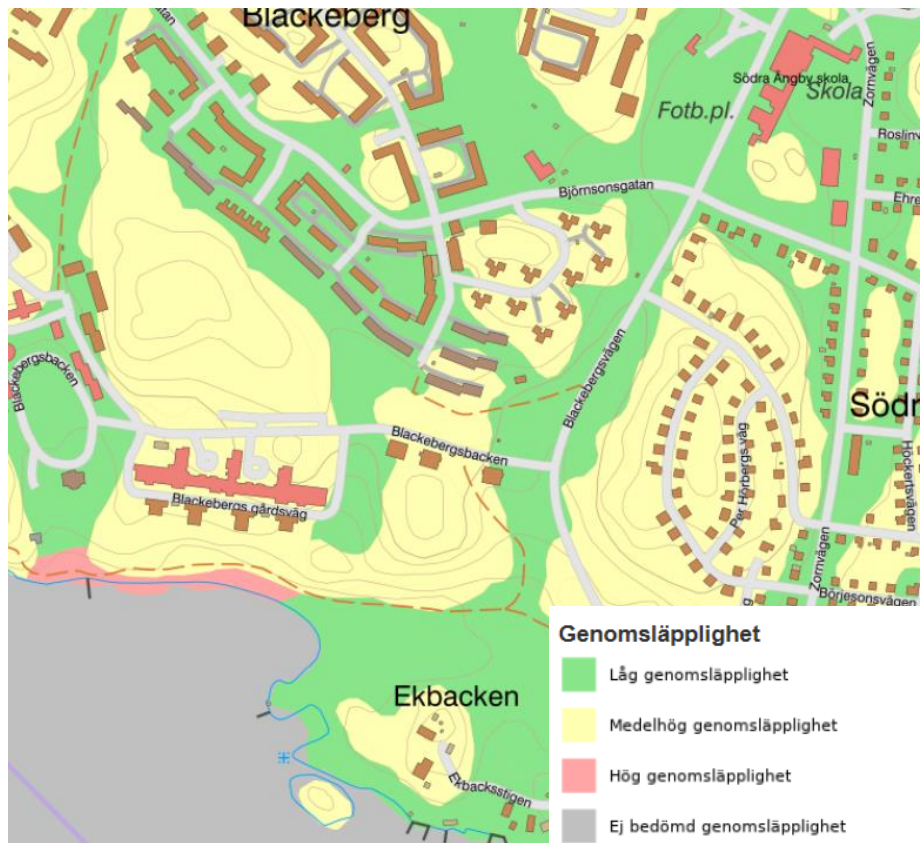
I PM Geotekniskt Planeringsunderlag framgår det att jordarna längs Blackebergsvägen (etapp 2) utgörs av fyllnadsmaterial (torrskorpelera alternativt sandig torrskorpelera) med en mäktighet av 0,5–1,8 m följt av 0,5–3 m torrskorpelera och sedan 0,5-2,5 m friktions-/moränjord innan berg. (WSP, 2018)

Längs Blackebergssbacke (etapp 3) beskrivs jordlagerföljderna vara 1,3 m fyllnadsmaterial av torrskorpelera med inslag av sand och växtdelar, 0,4 m torrskorpelera och sedan 1,2 m morän. Berg påträffades vid sondering på ostörd mark på 0,8 m och på den befintliga parkeringen påträffades berg 1,5 m under marknivå.

För etapp 2 uppmättes grundvattennivåerna ligga runt 2,5–3,8 m djup varvid tillrinningen antas ske från högre nivåer till dalgången mellan Blackeberg och Södra Ängby, vidare mot Blackebergsvägen. (WSP, 2018) I etapp 3 är grundvattennivåerna okända.

PM Geotekniskt Planeringsunderlag föreslår att LOD ska tillämpas för dagvattenhanteringen för infiltrerbara områden för att bibehålla grundvattenbildningen då stora områden inom detaljplaneområdet kommer hårdgöras, vilket innebär risk för sättningar i lerjord. Den beskriver även att infiltration genom lerjord har en fördröjd effekt och vattensamlingar kan ligga kvar.

Enligt SGUs genomsläpplighetskarta (se Figur 3) bekräftas det att genomsläppligheten i de befintliga jordarna är låg till medelhög. I de områden med medelhög genomsläpplighet visar jordartskartan (se Figur 4) berg i dagen. I och med det rådande jordartsförhållandet, det låga jorddjupet och den relativt höga grundvattennivån är möjligheten till infiltration begränsade.



Figur 3. Genomsläpplighetskarta hämtad från SGU.



Figur 4. Jordartskarta från SGU. gult=lera, Ljusblått=morän och rött= berg i dagen

## 2.3 AVRINNINGSSOMRÅDE OCH AVRINNINGSVÄGAR

Enligt VISS ingår planområdet i två större avrinningsområden som i den här utredningen benämns ARO1 och ARO2.

I en höjdanalys utförd i verktyget arcGIS ses fyra avrinningsstråk genom utredningsområdet, se Figur 5. Höjdanalysen baseras på befintliga marknivåer och byggnader utan hänsyn till några trummor.

Norra delen av Blackebergsvägen avrinner inom ARO1 till recipienten Judarn. Resterande del av utredningsområdet avleds via det avrinningsområde (ARO2) som rinner mot recipienten Mälaren-Fiskarfjärden via tre olika avrinningsvägar. En avrinningsväg går via Blackebergsvägen, en korsar Blackebergbacken öster om vårdboendet och den sista avrinner via Blackebergbacken i väster ned förbi vårdboendet.



Figur 5. Utredningsområdet illustrerat tillsammans med avrinningsområden (gul avgränsning) och avrinningsvägar (blåa linjer). (Bildkälla ortofoto: Stockholm stad)

Inom delar av utredningsområdet finns det befintliga dag- och kombinerade avloppsledningar som avleder dagvatten, se Figur 6. Den del av utredningsområdet som ligger inom ARO1 avvattnas till befintlig kombinerad ledning via rännstensbrunnar. Den del av utredningsområdet som ligger inom ARO2 avvattnas till flera utloppspunkter nämligen;

- Rännstensbrunnar utan känt utlopp (troligen perkolationsbrunnar eller stenkista)
- Grimmsta naturreservat
- Stena fastigheters interna ledningsnät.



Figur 6. Illustration över befintligt ledningsnät vid utredningsområdet. (Bildkälla ortofoto: Stockholm stad)

Befintligt kombinerat ledningsnät avleds till Bromma reningsverk. Det kombinerade ledningsnätet planeras att dupliceras, den första etappen ingår i projektet Blackeberg etapp 1. I och med dupliceringen kommer nya dagvattenledningar att anläggas och anslutas till det befintliga dagvattennätet i Bergslagsvägen med utlopp till Judarn. På så sätt kommer dagvattnet från de nordöstra delarna av utredningsområdet avledas direkt mot Judarn och inte till Bromma reningsverk. Inga bräddpunkter finns på ledningsnätet nedströms utredningsområdet enligt SVOA. Däremot finns en anslutande ledning från Södra Ängby med en brädd till Judarn. I och med att dagvattenbelastningen minskar i det kombinerade ledningsnätet ökar kapaciteten vilket innebär en minskad belastning på bräddpunkten för Södra Ängby enligt en intern utredning från SVOA.

Inom eller i närheten av utredningsområdet finns inga utströmningsområden så som kärr eller våtmarker. Enligt Länsstyrelsens WebGis finns det inte heller några maravvattningsföretag i eller i nära anslutning till varken utredningsområdet eller planområdet.

### **2.3.1 Översvämningsrisker**

Utifrån Stockholm Stads skyfallsmodell finns det inom utredningsområdet lågpunkter där det riskerar bli stående vatten vid ett skyfall, se Figur 7. Lågpunkterna ses längs avrinningsvägarna, men även i korsningen Blackebergsvägen-Blackebergbacken. Nedströms utredningsområdet ses det dock att det bildas instängt vatten framför vårdboendet. Det är därav av vikt att planerad exploatering inte bidrar till ytterligare avrinning mot vårdboendet.

Bakom Ljuglöfska slottet visar skyfallskarteringen stående vatten, detta vatten rinner dit via två avrinningsstråk. Det ena kommer från utredningsområdet och passerar öster om slottet.





Figur 7. Stockholmsstads skyfallskartering där blått visar avrinningsvägar och gult till rött visar vattendjup (Stockholmsstads webgis)

## 2.4 RECIPIENTER OCH MKN

Majoriteten av utredningsområdet avvattnas mot Mälaren-Fiskarfjärden, förutom en liten del av Etapp 2 som avleds mot Judarn.

**Mälaren-Fiskarfjärden** tillhör Mälaren och är en 16 km<sup>2</sup> stor sjö väster om Blackeberg och har ett medeldjup på 12 m. Lokala påverkanskällor är enligt VISS; reningsverk, urban markanvändning, jordbruksmarker, hästgårdar, transport och infrastruktur samt enskilda avlopp. För kvicksilver och polybromerade difenyleter (PBDE) är påverkanskällan atmosfärisk deposition.

Den sammanvägda ekologiska statusen i sjön är god status.

Kemisk status är klassificerad till dålig status på grund av förhöjda halter av PFOS, antracen och tributyltenn. Kviksilver och PBDE är förhöjda i samtliga svenska ytvatten och är klassificerade utifrån nationella modelleringar. Övriga föroreningar har god status eller är inte klassificerade i VISS.

Hit leds majoriteten av dagvattnet som uppkommer inom utredningsområdet, med undantag för en liten del av Blackebergsvägen som leds mot Judarn.

**Judarn** är en 0,062 km<sup>2</sup> stor sjö inom Kyrksjölötens Naturreservat. Lokala påverkanskällor är enligt VISS icke IED-industri (industriutsläppsbestämd industri) och atmosfärisk deposition av kvicksilver och PBDE.

Den sammanvägda ekologiska statusen för Judarn är måttlig, p.g.a. utslagsgivande parametern med status måttlig för fisk.

Kemisk status är klassificerad till dålig status på grund av förhöjda halter av antracen, bly, tributyltenn, kvicksilver och PBDE.

### 2.4.1 MKN

Båda recipienterna omfattas av miljö kvalitetsnormer (MKN) för yt- och grundvatten fastställda av Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikt enligt Vattenförvaltningsförordningen (2004:660). Miljö kvalitetsnormerna är beslutade och juridiskt bindande kvalitetskrav för varje sjö, vattendrag och kustvatten. En miljö kvalitetsnorm beskriver vilken ekologisk och kemisk status ett vatten ska uppnå och när detta senast ska ske. En verksamhet kan endast tillåtas om den nuvarande ekologiska och kemiska statusen inte riskeras att försämrats, och att uppfyllandet av miljö kvalitetsnormen inte äventyras.

Gällande MKN för Mälaren-Fiskarfjärden innebär att god ekologisk status och god kemisk status ska vara uppnådd 2015. Detta med undantagen för kvicksilver, kvicksilverföreningar, PBDE samt med tidsfristen 2027 för Antracen och Tributyltenn föreningar.

För Judarn är gällande MKN att god ekologisk status ska vara uppnådd 2021. God kemisk status skulle varit uppnådd 2015 med undantagen för kvicksilver, kvicksilverföreningar och PBDE. Antracen och blyföreningar har en tidsfrist på att uppnå gränsvärdena till 2027.

Tabell 1. Recipienternas statusklassning och MKN. besluts datum för hämtad information från VISS ses inom (parentes).

Ytvattenförekomst	Ekologisk status	Kemisk status	MKN ekologiska kvalitetskrav	MKN Kemiska kvalitetskrav
<b>Mälaren-Fiskarfjärden</b>	God (170616)	Uppnår ej god (170616)	God ekologisk status (170223)	God Kemisk ytvattenstatus (170223)
<b>Judarn</b>	Måttlig (170616)	Uppnår ej God (170616)	God Ekologisk status 2021 (170223)	God Kemisk ytvattenstatus (170223)

## 2.5 SKYDDADE OMRÅDEN

### 2.5.1 Vattenskyddsområde

Utredningsområdet ligger inom sekundär skyddszon av östra Mälarens vattenskyddsområde. För dagvattenhanteringen innebär det att utsläpp från större hårdgjorda ytor såsom stora vägar och parkeringar inte får ske utan föregående rening samt att dränering ska kunna fördröjas och samlas upp i samband med olyckor (Länsstyrelsen i stockholms län, 2008).

### 2.5.2 Naturresevat

Avvattningen av utredningsområdet sker via Grimsta naturresevat. Det är därav förbjudet att utan kommunens tillstånd förändra avrinningsförhållanden och anlägga ny ledning i mark (Stockholm Stad, Miljöförvaltningen, 2014).

## 3 PLANERADE FÖRUTSÄTTNINGAR

### 3.1 PLANERAD MARKANVÄNDNING

Den planerade markanvändningen för planområdet, se Figur 8, innebär inte så stora förändringar i förhållanden jämfört med befintlig markanvändning. Vägområdet breddas för att ändra utformningen med gång- och cykelbanor och kantstensparkeringar. Den stora gräsytan görs om till ett parkområde med planteringar. Inga större förändringar nivåmässigt är planerade.



Figur 8. Illustration över planerad markanvändning inom utredningsområdet. grått= vägområde, grönt= park, beige =gångväg

## 4 KRAV OCH RIKTLINJER

### 4.1 STOCKHOLM STADS ÅTGÄRDSNIVÅ FÖR DAGVATTEN

Stockholm stad har tillsammans med SVOA tagit fram en åtgärdsnivå. Målen med åtgärdsnivån är att;

- förbättra vattenkvaliteten
- nå en robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- dagvattnet ska nyttjas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön
- genomförandet skall vara miljömässigt och kostnadseffektivt. (Stockholm Stad, 2016)

Åtgärden innefattar att vid nya- och större ombyggnationer ska 20 mm dagvatten från hårdgjorda ytor kunna renas och fördröjas i hållbara dagvattensystem. Regn som överstiger 20 mm ska kunna bortledas utan att bebyggelsen skadas.

## 5 BERÄKNINGAR

Genom att studera utredningsområdets avrinningsvägar och befintligt ledningssystem har fyra punkter identifierats som leder dagvattnet ut från området. För samtliga flödesberäkningar har utredningsområdet delats in i fyra olika områden, U1-U4 utifrån dessa punkter.



Figur 9. Utredningsområdet indelat i delområden till respektive avledningspunkt ut från området.

### 5.1 DIMENSIONERANDE DAGVATTENFLÖDEN

Översiktliga beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden har utförts för både befintlig och planerad markanvändning.

För att beräkning av dimensionerande dagvattenflöde från området har rationella metoden tillämpats och redovisas som ekvation 1.

$$q_{d \text{ dim}} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \quad (1)$$

där

- $q_{d \text{ dim}}$  = dimensionerande flöde (l/s)
- A = avrinningsområdets area (ha)
- $\varphi$  = avrinningskoefficient
- $i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensitet (l/s, ha)
- $t_r$  = regnets varaktighet

Det dimensionerande dagvattenflödet beräknades för blockregn med återkomsttid av 10, 20 och 100 år. Ett blockregn med 10 års återkomsttid motsvarar fylld ledning, 20 år för trycklinje i marknivå och 100 år vid marköversvämning med skador på byggnader. Regnets varaktighet valdes till 10 minuter i samtliga områden med avseende på rinntid. Enligt Dahlström (2010) är regnintensiteten 228 l/s, 286,7 l/s respektive 488,8 l/s för de olika återkomsttiderna. I beräkningarna för planerad markanvändning har en klimatafaktor på 1,25 tillämpats med avseende på klimatförändringar och ökad nederbörd (Svenskt Vatten, 2016).

Avrinningskoefficienter är valda utifrån Svenskt vatten publikation P110 och presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Aktuella avrinningskoefficienter (Svenskt Vatten, 2016)

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Väg (asfalt)	0,8
GC-väg (asfalt)	0,8
Parkmark, befintlig	0,1
Parkmark, planerad	0,2
Gräsyta	0,1

De dimensionerande flödena för det dagvatten som uppkommer med 10, 20 respektive 100 års återkomsttid presenteras i Tabell 3 och Tabell 4 för befintlig respektive planerad markanvändning.

Tabell 3. Flödesberäkningar för befintlig markanvändning för utredningsområdet.

Delområde	Area (ha)	Sammanvägd avr koef	Red area (ha)	Flöde 10 år (l/s)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
U1	0,22	0,72	0,16	36	45	77
U2	0,14	0,58	0,08	18	43	39
U3	1,05	0,42	0,44	100	126	215
<i>Totalt</i>	<i>1,41</i>	<i>0,48</i>	<i>0,68</i>	<i>154</i>	<i>214</i>	<i>331</i>
U4	0,24	0,70	0,16	37	47	80

Tabell 4. Flödesberäkningar för planerad markanvändning för utredningsområdet.

Delområde	Area (ha)	Sammanvägd avr koef	Red area (ha)	Flöde 10 år (l/s)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
U1	0,22	0,80	0,17	40	50	85
U2	0,14	0,79	0,11	25	32	54
U3	1,05	0,43	0,45	103	129	221
<i>Totalt</i>	<i>1,41</i>	<i>0,52</i>	<i>0,73</i>	<i>168</i>	<i>211</i>	<i>360</i>
U4	0,24	0,71	0,17	38	66	82

## 5.2 FÖRDRÖJNINGSBEHOV

Fördröjningsbehovet för delområdena presenteras i Tabell 5.

Fördröjningsvolymerna är beräknade utifrån Stockholm stads åtgärdsnivå på 20 mm tillsammans med planerad markanvändning.

Tabell 5. Fördröjningsvolym för planerad markanvändning med 20 mm åtgärdsnivå.

Område	Reducerad area (ha)	Fördröjningsvolym 20 mm (m <sup>3</sup> )
U1	0,17	35
U2	0,79	158
U3	1,05	211
<i>Totalt</i>	<i>2,01</i>	<i>404</i>
U4	0,24	47

### 5.3 FÖRORENINGAR

För att bedöma föroreningsbelastningen hos recipienterna för de planerade markanvändningen har mängder(kg/år) och halter (µg/l) beräknats via beräkningsprogrammet StormTac. Beräkningarna har utförts för både befintlig och planerad markanvändning utan åtgärder. StormTac grundar föroreningsberäkningarna på schablonvärden som är baserade på sammanställda data från flera publikationer och kan innehålla viss osäkerhet.

Resultatet från beräkningarna presenteras i Tabell 6 och Tabell 7. Både föroreningshalter och mängder kommer att öka till respektive recipient vid den planerade markanvändningen om inga åtgärder utförs.

Tabell 6. Beräknade föroreningsmängder (kg/år) för båda recipienterna.

	<b>Mälaren, befintlig mark- användning</b>	<b>Mälaren, planerad mark- användning</b>	<b>Bromma reningsverk, Befintlig mark- användning</b>	<b>Judarn, Planerad mark- användning</b>
<b>P</b>	0,61	0,64	0,15	0,12
<b>N</b>	8,5	8,9	2,1	2
<b>Pb</b>	0,014	0,016	0,0032	0,0034
<b>Cu</b>	0,089	0,095	0,022	0,023
<b>Zn</b>	0,076	0,083	0,015	0,018
<b>Cd</b>	0,0012	0,0013	0,00027	0,00029
<b>Cr</b>	0,029	0,031	0,0074	0,0073
<b>Ni</b>	0,023	0,022	0,0058	0,0051
<b>Hg</b>	0,0003	0,00029	0,00008	0,000067
<b>SS</b>	290	230	74	44
<b>Olja</b>	3	3,2	0,76	0,78
<b>PAH16</b>	0,00038	0,00036	0,000075	0,0001
<b>BaP</b>	0,000042	0,00004	0,00001	0,00001

Tabell 7. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för båda recipienterna.

	Mälaren, befintlig mark- användning	Mälaren, planerad mark- användning	Bromma reningsverk, Befintlig mark- användning	Judarn, Planerad mark- användning
<b>P</b>	130	130	140	110
<b>N</b>	1800	1700	1900	1800
<b>Pb</b>	3	3,2	2,9	3,1
<b>Cu</b>	19	18	20	21
<b>Zn</b>	16	16	14	17
<b>Cd</b>	0,24	0,25	0,25	0,26
<b>Cr</b>	6,1	6	6,8	6,6
<b>Ni</b>	4,8	4,4	5,4	4,6
<b>Hg</b>	0,063	0,057	0,074	0,06
<b>SS</b>	61000	44000	68000	40000
<b>Olja</b>	620	620	700	700
<b>PAH16</b>	0,079	0,071	0,069	0,091
<b>BaP</b>	0,0088	0,0078	0,0094	0,0092

## 6 DAGVATTENHANTERING

Alternativa dagvattenlösningar för att åstadkomma erforderlig fördröjning och rening för 20 mm nederbörd beskrivs i detta avsnitt.

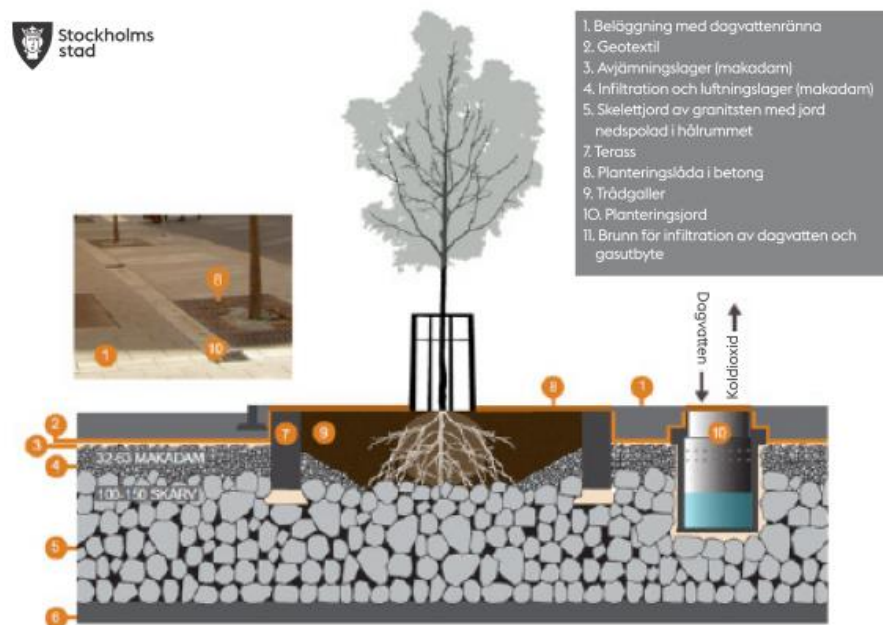
### 6.1 SKELETTJORD

Skelettjordar syftar till att skapa bra förutsättningar för träd att växa i hårdgjorda ytor. tillämpas längs vägar för rening och fördröjning av dagvatten. En skelettjord är uppbyggd av makadam blandat med jord i olika proportioner för att uppnå skelettjordar med olika porositet. Dagvattnet renas genom både filtrering av partiklar och adsorption av lösta ämnen. Genom att anlägga träd och andra planteringar i skelettjorden kan dagvattnet som samlas utnyttjas av växterna, se principskiss i Figur 10. Träd och växter bidrar med upptag av vatten och upptag av näringsämnen som finns löst i dagvattnet. Dagvattnet fördröjs i skelettjorden genom infiltration och magasinering i porerna.

Det finns två olika typer av skelettjordar används. I den ena, luftig skelettjord, sker ingen inblandning av jord utan fylls med enbart makadam som med fördel är anrikad med biokol för att öka reningseffekten eftersom kol är ytaktivt och bidra med värdefulla näringsämnen till träden. I den andra, vanlig skelettjord, sker en jordinblandning med makadam som sedan överlagras av ett luftigare lager med högre porositet.

Dagvattnet leds in till skelettjord via släpp i kantsten, rännstensbrunnar eller via luftningsbrunnar. Det samlas upp, infiltreras och fördröjs i skelettjorden. Är marken runt om skelettjorden genomsläpplig kan dagvattnet infiltreras till grundvattnet. I annat fall om marken har en låg hydraulisk konduktivitet (t.ex. består av lera), har nära till berg eller nära till grundvatten kan tätduk behövas och en avledande dräneringsledning i botten.

Drift och underhåll av skelettjordar innebär bl.a. rensning av brunnar och byte av skelettjord om de sätts igen.



Figur 10. Principskiss för skelettjord. (Bildkälla: Stockholms trädhandbok, 2017).

## 6.2 FÖRDRÖJNINGSKANAL

En fördröjningskanal bidrar med både fördröjning och rening av dagvatten. En fördröjningskanal kan likas med ett makadamdike eller stenkista och består av en makadamfylld kanal. Genom att anlägga en fördröjningskanal fås uppnås även en transport av dagvattnet längs kanalen. Likt en skelettjord kan tätduk behövas om det är nära till berg eller högt grundvatten.

Anläggningen är underjordisk och placeras under kantsten och bidrar inte till att skapa en attraktiv miljö. Fördröjningskanaler föreslås därav att nyttjas i områden med trångt gaturum som inte rymmer gröna dagvattenlösningar.

Bottenbredden bör vara minst 0,5 m. Fördröjningsvolymen skapas av porvolymen i fyllningsmassorna vilket utgör ca 30 % av den totala volymen.

Drift och underhåll av anläggningen inbegriper bl.a. rensning av dränrör. Efter ett tag kan även makadamen behöva bytas ut när den sätter igen.

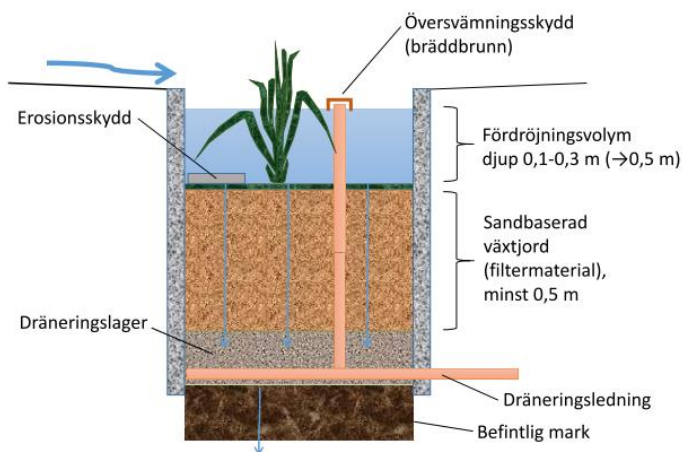
## 6.3 NEDSÄNKT VÄXTBÄDD

En nedsänkt växtbädds funktion är att rena och fördröja dagvatten samtidigt som den bidrar med både grönska till stadsmiljön och att bidra till en naturlig vattenbalans via infiltration. Genom att låta dagvattnet samlas i



nedsänkningen och filtreras genom växtbäddens växtjord uppstår både fördröjning och rening.

Växtbäddar utformas med ett minsta anläggningsdjup på en meter. Uppbyggnaden består av ett lager makadam och ett lager på minst 0,5 m med jord/sandblandning som filtermaterial. I botten läggs en dränering för uppsamling och bortledning av dagvattnet. Infiltrations kapaciteten i filterlagret rekommenderas vara 50-300 mm/h.



Figur 11. Principskiss för nedsänkt växtbädd. (SVOA, u.d.)

Drift och underhåll av anläggningen består främst av bevattning under etablering, rensning av ogräs och döda växter samt annan växtskötsel. Löpande krävs även kontroll och rensning av in och utlopp. Vid torra kan stödbevattning vara nödvändig.

## 6.4 ÅTGÄRDSFÖRSLAG DAGVATTENHANTERING

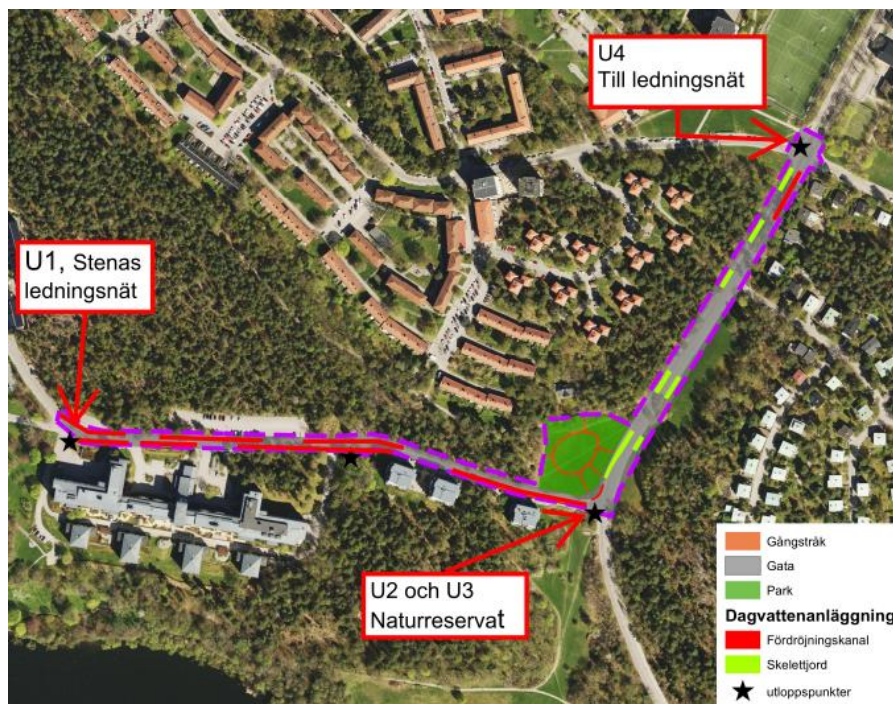
För att uppnå till Stockholm stads åtgärdsnivå ska LOD tillämpas så långt det är möjligt. Det är även önskvärt att infiltrera dagvattnet för att motverka den minskade grundvattenbildningen som ökad andel hårdgjorda ytor innebär. Detta gäller främst inom kvartermark, men om dagvattenhanteringen inom allmän platsmark även kan bidra till grundvattenbildningen är det positivt.

Eftersom utredningsområdet främst omfattar bomberade gator krävs det hantering av dagvatten på vardera sida om vägen. Längs Blackebergsvägen föreslås dagvattnet fördröjas och renas via skelettjordar. På de platser där det inte är möjligt att anlägga skelettjordar anläggs istället fördröjningskanaler, se Figur 12.

Blackebergsbacken som byggs om med ny gc-väg längs den norra vägkanten anläggs enbart med fördröjningskanaler på vardera sida av vägen. Inga planteringsytor eller träd anläggs inom vägområdet.

Den befintliga gräsytan som finns inom området planeras att göras om till en park. Parken planeras innehålla nya trädplanteringar, växtbäddar och gångstråk. D.v.s. ytor som inte är högt förorenade. Växtbäddar med poröst marklager föreslås läggas i ytterkanten av parken ut mot gatorna för ytterligare fördröjning innan det samlas upp av dagvattenledningsnätet. För ytor inom parken som inte består av gräs (t.ex. bark och plattor) föreslås ett poröst marklager för fördröjning.

Dagvattnet samlas på så vis upp och fördröjs i respektive anläggning. Eftersom området har nära till berg är anläggningarnas tömningsförmåga via infiltration begränsad. Tömningen av anläggningarna sker via dräneringsledning som leds via dagvattenledning för att släppas i föreslagna utsläppspunkter (U1-U4). Punkterna U2, U3 är direkt till Grimsta naturreservat och punkt U1 går via Stenas ledningsnät till naturreservatet. I kontakt med Miljöförvaltningen har det bekräftats att dagvattnet får släppas ut till naturreservatet om flöden begränsas till Stockholm stads åtgärdsnivå, vilket förslaget innebär.



Figur 12. Illustration med åtgärdsförslag för utredningsområdet.

#### 6.4.1 Dimensionerade flöden med fördröjning

För beräkning av dimensionerande flöden med fördröjning har det antagits att det dimensionerande flödet utgörs av både fyllnadstid och rinntid. Fördröjningsanläggningarna dimensioneras för att rymma 20 mm nederbörd vilket motsvarar ett klimatkompenserat (faktor 1,25) regn med återkomsttiden 10 år och 15 min. Rinntiden för samtliga områden är mindre än 10 min, vilket enligt P110 är den kortaste rinntiden som beräkningarna bör utgöras av. Den dimensionerande varaktigheten är därav 25 min och intensiteten 131 l/s ha.

Tabell 8. Beräkningar av dimensionerande flöde med fördröjningsåtgärder för respektive delområde.

Delområde	red area (ha)	Flöde 10 år utan fördröjning(l/s)	Fördröjt flöde 10 år (l/s)
U1	0,17	40	23
U2	0,11	25	14
U3	0,45	103	59
U4	0,17	38	22

## 6.4.2 Uppnådd rening

För att beräkna mängder och halter av föroreningarna efter de föreslagna åtgärderna har reningseffekter hämtade från StormTac använts.

Fördröjningskanalarens funktion och uppbyggnad kan liknas till skelettjorden. Dvs dagvattnet renas via makadamlager. Därav har det antagits att även fördröjningskanalens reningseffekt liknar skelettjordens.

Tabell 9. Dagvattenanläggningarnas reningseffekt i %. Min och maxvärde ses inom ( )  
(StormTac, 2019)

	Växtbädd	Skelettjord
<b>P</b>	65 (0-85)	55 (30-65)
<b>N</b>	40 (0-70)	55 (35-95)
<b>Pb</b>	80 (55-95)	75 (55-91)
<b>Cu</b>	65 (0-93)	75 (65-90)
<b>Zn</b>	85 (55-95)	80 (70-90)
<b>Cd</b>	85 (75-90)	65 (65-90)
<b>Cr</b>	55 (25-65)	70 (70-90)
<b>Ni</b>	75 (67-86)	65 (65-95)
<b>Hg</b>	80 (30-88)	50 (25-65)
<b>SS</b>	80 (47-96)	90 (50-95)
<b>Olja</b>	70 (40-80)	85 (70-95)
<b>PAH-16</b>	85 (65-95)	75 (40-80)
<b>BAP</b>	85 (65-95)	75 (40-80)

I en jämförelse mellan föroreningsmängder i Tabell 10 ses det att de planerade markanvändningen med föreslagna åtgärder bidrar med lägre mängder per år än befintlig markanvändning. Det bör dock åter påpekas att samtliga föroreningsberäkningar endast ska ses som en vägledning och inte som uppmätta värden. Dagvattnets föroreningsinnehåll skiljer sig från plats till plats beroende på b.l.a. omgivande mark. För recipienten Judarn blir det en ökad föroreningsbelastning från dagvatten. Det kommer att ske en minskad bräddning från Södra Ängby till följd av minskad belastning på det kombinerade ledningsnätet då det dupliceras, dessa föroreningsmängder är inte kvantifierat i denna dagvattenutredning.

Tabell 10. Föroreningsmängder med befintlig markanvändning jämfört med planerad markanvändning med åtgärder.

	Bromma reningsverk Befintlig markanvändning (kg/år)	Judarn efter rening (kg/år)	Mälaren befintlig markanvändning (kg/år)	Mälaren efter rening (kg/år)
<b>P</b>	0,15	0,066	0,61	0,35
<b>N</b>	2,1	1,1	8,5	4,9
<b>Pb</b>	0,0032	0,0026	0,014	0,012
<b>Cu</b>	0,022	0,017	0,089	0,071
<b>Zn</b>	0,015	0,014	0,076	0,066
<b>Cd</b>	0,00027	0,00019	0,0012	0,00085
<b>Cr</b>	0,0074	0,0051	0,029	0,022
<b>Ni</b>	0,0058	0,0033	0,023	0,014
<b>Hg</b>	0,00008	0,000034	0,0003	0,00015
<b>SS</b>	74	39,6	290	207
<b>Oil</b>	0,76	0,66	3	2,7
<b>PAH16</b>	0,000075	0,000075	0,00038	0,00027
<b>BaP</b>	0,00001	0,0000075	0,000042	0,00003

## 6.5 KLIMATSCENARIO

För den planerade markanvändningen har ingen skyfallsmodell byggts upp då de planerade förändringarna inte påverkar avrinningsvägarna vid skyfall samt att översvämningssområden nedströms inte ligger i anslutning till byggnader.

Vid ett skyfall kommer majoriteten av allt dagvattnet som uppstår på samtliga ytor avrinna ytligt då varken ledningssystem eller dagvattenanläggningar kommer kunna ta undan dagvattnet tillräckligt fort. Dagvattnet från utredningsområdet kommer att rinna längs gator och följa avrinningsvägarna enligt Stockholm stads skyfallskartering, se Figur 13.



Figur 13. Avrinningsvägar enligt stockholmsstads skyfallsmodell.

## 7 SLUTSATSER

Eftersom utredningsområdet består av täta jordar och har nära till berg är infiltrationsmöjligheten begränsad. Ytavrinningen sker till fyra olika avrinningsstråk som gör det naturligt att dela in utredningsområdet därefter. Delområdena benämns U1-U4.

Delområde U1 och U2 renas och fördröjs via fördröjningskanaler längs båda sidor av Blackebergbacken eftersom gatan planeras vara bomberad. Detsamma gäller för Blackebergsvägen i U3. Längs Blackebergsvägen (d.v.s. både i U3 och U4) anläggs både skelettjordar och fördröjningskanaler. Dagvattnet som uppkommer inom parken (U3) fördröjs via växtbäddar.

Gemensamt för dagvattenanläggningarna är att de anläggs med dränering i botten för att avleda dagvattnet mot respektive släpppunkt via ledningsnät. U1 leds till Stenas interna ledningsnät, U2 och U3 släpps till avrinningsstråk i naturreservatet och delområdet U4 kopplas till dagvattenledningsnätet som planeras att byggas för Etapp 1, Islandstorget.

Den planerade utformningen med föreslagna åtgärder innebär en minskad föroreningsbelastning i jämförelse med befintlig markanvändning för Mälaren-Fiskarfjärden och bidrar på så sätt till att uppnå och bibehålla recipientens MKN. För Judarn ökar föroreningsbelastningen från dagvatten men minskar från eventuell bräddning från det kombinerade ledningsnätet i Södra Ängby. Men även sett till enbart ökningen av föroreningsbelastning från dagvatten bedöms möjligheterna att uppnå MKN inte påverkas negativt.

Höjdsättningen för Blackebergbacken bör göras på ett sådant sätt för att säkerställa att inget vatten rinner ned mot vård- och omsorgsboendet.

## 8 REFERENSER

Länsstyrelsen i stockholms län, 2008. *Östra mälarens vattenskyddsområde - Skyddsföreskrifter*, u.o.: u.n.

Stockholm Stad, Miljöförvaltningen, 2014. *Föreskrifter Grimsta naturreservat*, u.o.: u.n.

Stockholm Stad, 2016. *Dagvattenhantering- Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*, u.o.: u.n.

Svenskt Vatten, 2016. *P110. Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*, Stockholm: åtta.45 AB.

SVOA, u.d. *Nedsänkt växtbädd*, u.o.: u.n.

WSP, 2015. *Blackeberg Dagvattenutredning*, u.o.: u.n.

WSP, 2017. *Blackeberg- Utredning av dupliceringsmöjligheter*, u.o.: u.n.

WSP, 2018. *PM Geotekniskt Planeringsunderlag*, u.o.: u.n.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

**WSP Sverige AB**  
Hamngatan 11B  
891 33 Örnsköldsvik  
Besök: Hamngatan 11B

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

