



## **Dagvattenutredning för Magelungsvägen, Nordmarksvägen etapp 2**


GRAP 17204

Anna Palm

Frida Hammar

Geosigma AB

2018-12-12

GEOSIGMA				
Uppdragsnummer 604856	Grap nr 17204	Datum 2018-12-12	Antal sidor 29	Antal bilagor -
Uppdragsledare Tommy Lundberg		Beställares referens Pernilla Troberg		Beställares ref nr
Beställare Exploateringskontoret via Iterio AB				
Rubrik Dagvattenutredning för Magelungsvägen, Nordmarksvägen etapp 2				
Författad av Anna Palm Frida Hammar				Datum 2017-09-01 2018-06-29 2018-11-15
Granskad av Tommy Lundberg, Daniel Karlsson				Datum 2018-11-15
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 – 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

## Sammanfattning

Inom planområdet för Nordmarksvägen etapp 2 planeras det för ny bebyggelse omfattande cirka 400 - 500 lägenheter. I samband med det ska Magelungsvägen få en ny utformning som stadsgata med trädplanteringar och nya gång- och cykelbanor. Dagvattensituationen för befintlig och planerad markanvändning har utretts för att uppskatta hur den planerade förändringen påverkar dagvattenflöden och föroreningsituationen i dagvattnet.

Dagvattenlösningen består av två rader trädplanteringar i skelettjord längs med Magelungsvägen dit dagvattnet leds för fördröjning och rening.

Utredningen visar att skelettjordarna ger en tydlig förbättring med avseende på föroreningsmängder. För samtliga undersökta ämnen uppskattas halterna minska för utredningsområdet jämfört med befintlig situation. Planerad volym av skelettjordarna kan med god marginal fördröja volymen 20 mm enligt Stockholm stads krav på åtgärdsnivå.

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>5</b>
1.1 Uppdraget	5
1.2 Allmänt om dagvatten	5
<b>2 Förutsättningar</b>	<b>6</b>
2.1 Tidigare utredningar och underlag	6
2.1.1 Stockholm Stads dagvattenstrategi	6
2.1.2 Dimensionering och åtgärdsnivå	6
2.2 Koordinat och höjdsystem	6
2.3 Miljökvalitetsnormer (MKN) och status för recipienten	7
2.4 Skyfallskartering	9
<b>3 Material och metod</b>	<b>11</b>
3.1 Flödesberäkning	11
3.1.1 Åtgärdsnivå 20 mm	11
3.2 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	13
3.3 Föroreningsberäkningar	13
<b>4 Nulägesbeskrivning</b>	<b>14</b>
4.1 Befintlig markanvändning och höjdsättning	16
<b>5 Framtida utformning</b>	<b>18</b>
5.1 Planerad markanvändning	18
5.2 Uppbyggnad av skelettjord	22
<b>6 Beräkningar</b>	<b>24</b>
6.1 Flödesberäkningar	24
6.1.1 Dimensionerande flöde	24
6.1.2 Fördröjningsvolym	25
6.2 Föroreningsberäkningar	26
<b>7 Skelettjordar</b>	<b>29</b>
<b>8 Bedömning av föreslagen dagvattenhantering</b>	<b>31</b>
8.1 Extremflöden och avrinningsvägar	31
8.2 Utformning	32
<b>9 Slutsats</b>	<b>33</b>
<b>10 Referenser</b>	<b>34</b>
10.1 Skriftliga	34
10.2 Internet	34

# 1 Inledning

Geosigma har fått i uppdrag att utreda dagvattensituationen för Magelungsvägen på sträckan Ullerudsbacken-Mårbackagatan som i samband med exploateringen av Nordmarksvägen ska få en ny utformning som stadsgata.

## 1.1 Uppdraget

Dagvattenutredningen syftar till att studera och beskriva befintlig situation för dagvattenhantering inom utredningsområdet med avseende på flöden och föroreningsbelastning. Vidare utreddes hur den nya utformningen av Magelungsvägen påverkar dagvattenflöden och föroreningsbelastningen för recipienten. Beräkningar genomfördes för att utreda de renande och fördröjande effekterna från den planerade ytan av träd och skelettjordar längs med Magelungsvägen.

Dagvattenutredningen utgår från Stockholms stads dagvattenstrategi och checklista för dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen. Vid beräkningar används Svenskt Vattens rekommendationer i P110. Vid lösningsförslag beaktas Svenskt Vattens rekommendationer i P104 och P105.

Dagvattenlösningarna dimensioneras utifrån Stockholm vattens åtgärdsnivå för dagvatten som innebär att vatten från hårdgjorda ytor ska ledas till lokala dagvattenanläggningar med 20 mm fördröjning.

## 1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Tidigare utredningar och underlag

Utredningen utgår från följande dokument:

- Stockholms Stads Dagvattenstrategi 2015
- Stockholms Stad, Dagvattenhantering – Riktlinjer för kvartersmark, 2016
- Stockholms Stad, Dagvattenhantering – Åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnation, 2016
- Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen
- Magelungsvägen Program, Andersson Jönsson Landskapsarkitekter, Granskningshandling 2018-06-01
- PM Trafik Magelungsvägen-trafikstudier, Structor, Granskningshandling 2017-06-15
- Grundkartan, TOT\_Nordmarksvägen\_gkartan\_ACAD\_2004.dwg,
- Sektioner, vägens lutning, T0201.dwg, 2018-06-04
- Planerad markanvändning, L-mark1.dwg, 2018-06-04

#### 2.1.1 Stockholm Stads dagvattenstrategi

Syftet med Stockholms Stads dagvattenstrategi är att utveckla dagvattenhanteringen i en hållbar riktning. Principerna är att dagvatten ska renas och fördröjas så nära källan som möjligt. Fokus ligger på att förbättra vattenkvaliteten samtidigt som dagvattnet nyttiggörs i större utsträckning. Fördröjning (och infiltration där det är möjligt) är nödvändigt för att skapa en robust och klimatanpassad dagvattenhantering som är anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och högre vattennivåer i vattendrag, kustvatten och sjöar.

#### 2.1.2 Dimensionering och åtgärdsnivå

I dokumentet *Åtgärdsnivå vid ny och ombyggnation* specificeras riktlinjer för hur målen i dagvattenstrategin ska uppnås.

Dokumentet fastställer att vid större ny- och ombyggnationer skall dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem. Systemen ska dimensioneras med en våtvolymer som kan magasinera 20 mm regn som faller på anslutna hårdgjorda ytor. Avtappning ska ske under cirka 12 timmar.

Dagvattensystemen ska dimensioneras så att de minst uppfyller den nya åtgärdsnivån. Det kan finnas omständigheter som medför att ytterligare fördröjning och rening krävs.

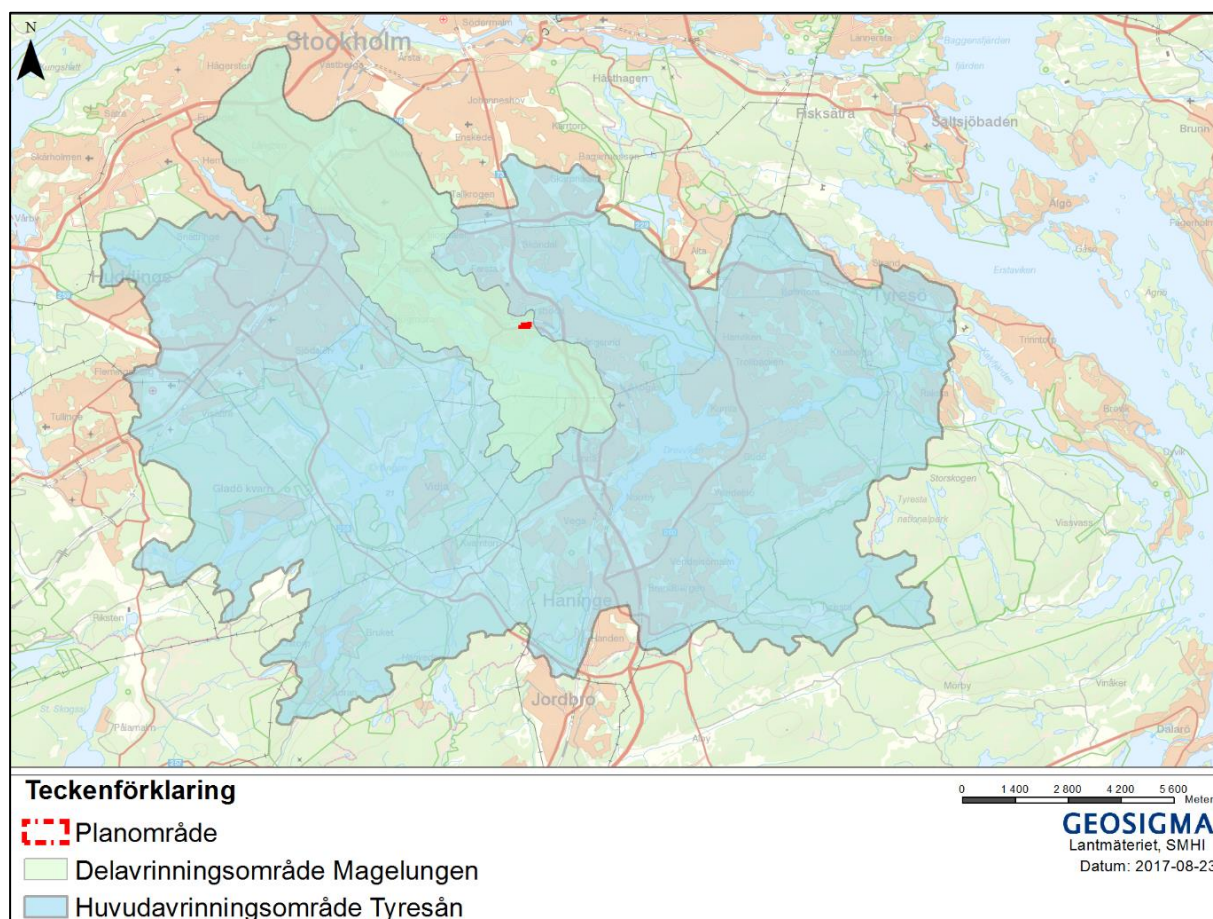
### 2.2 Koordinat och höjdsystem

I Stockholm gäller referenssystem i plan: SWEREF 99 18 00, höjd: RH 2000.



## 2.3 Miljökvalitetsnormer (MKN) och status för recipienten

Kartan Tillrinningsområden-sjöar och vattenförekomster (Dataportalen, Stockholm stad) visar att ledningsnätet som samlar upp vatten ifrån utredningsområdet har sitt utlopp i Magelungen. Magelungen tillhör ett delavrinningsområde som ligger i huvudavrinningsområdet Tyresån som har sitt utlopp i Kalvfjärden, se Figur 2-1.



**Figur 2-1.** Del- och huvudavrinningsområde för utredningsområdet baserat på tillrinning till ledningsnätet.

Nedström Magelungen ligger Drevviken som tillsammans med Magelungen har beaktats med avseende på miljökvalitetsnormer.

Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas, eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

På grund av de höga halterna av flera ämnen har Magelungen och Drevviken fått den kemiska statusen *uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*, se Tabell 2-1 och Tabell 2-2. Det fastställda kvalitetskravet är *god kemisk ytvattenstatus* med undantag för kvicksilverföreningar och bromerade difenyletrar.

Den ekologiska statusen för Magelungen och Drevviken är klassificerad som *otillfredsställande*. Den ekologiska statusen har ett kvalitetskrav på att uppnå *god status* till

år 2027. Åtgärder behöver emellertid genomföras i så stor omfattning som möjligt till år 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås till 2027.

Tyresåns vattenvårdsförbund som består av de sex kommunerna som ingår i Tyresån: Botkyrka, Haninge, Huddinge, Nacka, Stockholm/Stockholm Vatten och Tyresö har tagit fram ett åtgärdsprogram för Tyresån och Kalvfjärden 2016-2021.

Följande är ett utdrag ur förbundets riktlinjer vilka bör gälla vid alla planer, aktiviteter och åtgärder som påverkar Tyresåns sjösystem:

- Tyresåns höga naturvärden ska bevaras och utvecklas även med en ökande befolkning och verksamhet inom avrinningsområdet
- Åtgärder ska bidra till att uppnå god ekologisk och kemisk status för alla vatten
- Vid planering av åtgärder ska hänsyn tas till Tyresåns påverkan på Kalvfjärden och Östersjön
- Hushållningen med marktillgångarna och recipientkapaciteten inom Tyresåns avrinningsområde ska präglas av långsiktighet

Förbundets arbete bedrivs i tre huvudområden: undersökningar av vattenmiljön, åtgärdsförslag och information. Ett specificerat mål med arbetet är att minska dagvattenbelastning till Tyresåns avrinningsområde genom att dagvattenutsläpp till sjöar och vattendrag begränsas så att miljökvalitetsnormerna följs.

**Tabell 2-1. Sammanställning över miljökvalitetsnormer för vattenförekomsten Magelungen**

	Status	Kvalitetskrav och tidpunkt
<b>Ekologisk status</b>	Otillfredställande	God status 2027
<b>Kemisk ytvattenstatus</b>	Uppnår ej god	God status 2021

**Tabell 2-2. Sammanställning över miljökvalitetsnormer för vattenförekomsten Drevviken**

	Status	Kvalitetskrav och tidpunkt
<b>Ekologisk status</b>	Otillfredställande	God status 2027
<b>Kemisk ytvattenstatus</b>	Uppnår ej god	God status 2021



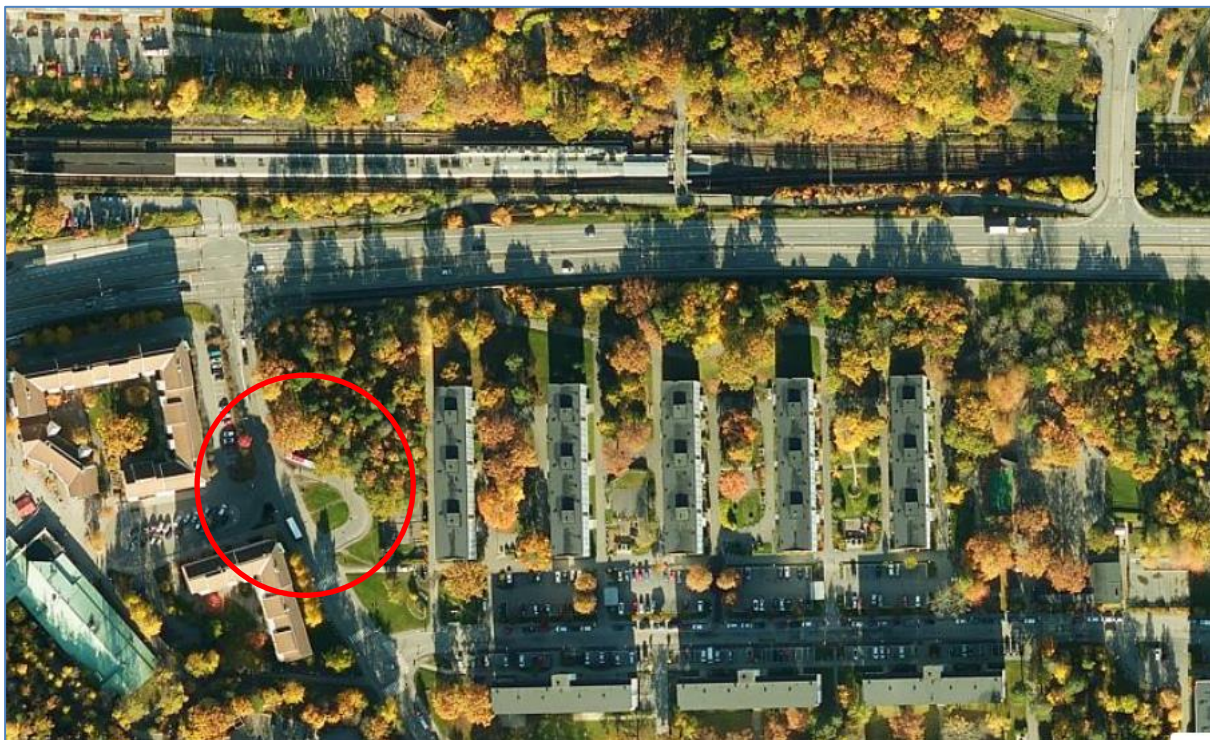
## 2.4 Skyfallskartering

Skyfallskartering för Stockholm stad har identifierat översvämningsrisk i gc-tunneln under Magelungsvägen samt på Ullerudsvägen strax söder om korsningen med Magelungsvägen, se Figur 2-2 och Figur 2-3. Gc-tunneln kommer att stängs igen och lågpunkten här byggs bort enligt den nya planen. Vändplatsen kommer fortsatt utgöra en lågpunkt, se vidare kapitel 8.1. Maximala vattendjupet under simuleringsförloppet har uppskattats till 0,5–0,7 m.

Skyfallskarteringen har gjorts för fyra olika scenarier för ett regn med återkomsttiden 100-år. De redovisade vattendjupen är resultat ifrån scenario C - **Ogynnsamt scenario**: rännstensbrunnar och ledningar på fastigheter klarar 5-års regn och markens infiltrationskapacitet är låg.



**Figur 2-2 .** Skyfallskartering Stockholm stad, scenario C – ogynnsamt scenario, max vattendjup, 2015. Färgkodning av simulerat vattendjup enligt följande: Blå 0,1-0,3 m, mörk blå 0,3-0,5 m, gul 0,5-0,7, orange 0,7-1,0, röd >1,0.



**Figur 2-3** Översvämningsrisk identifierad på vändplatsen markerad med röd ring.

## 3 Material och metod

### 3.1 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där  $Q_{dim}$  är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

$i$  är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på  $t_r$  som är regnets varaktighet och är lika med områdets rinntid.

$\varphi$  är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

$A$  är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format.

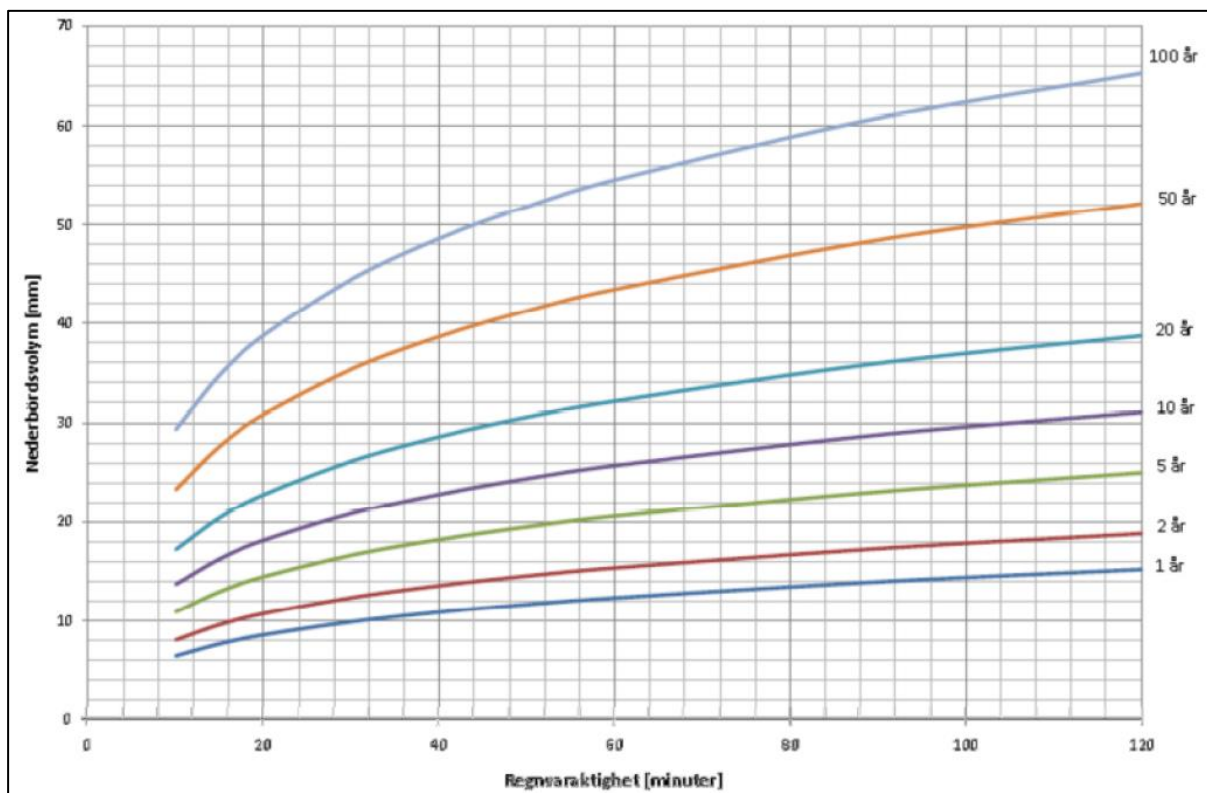
$f$  är en ansatt klimatfaktor. Klimatfaktorn har i detta fall satts till 1,25 i enlighet med Stockholm Stads dagvattenstrategi (Stockholm Stad, 2015).

#### 3.1.1 Åtgärdsnivå 20 mm

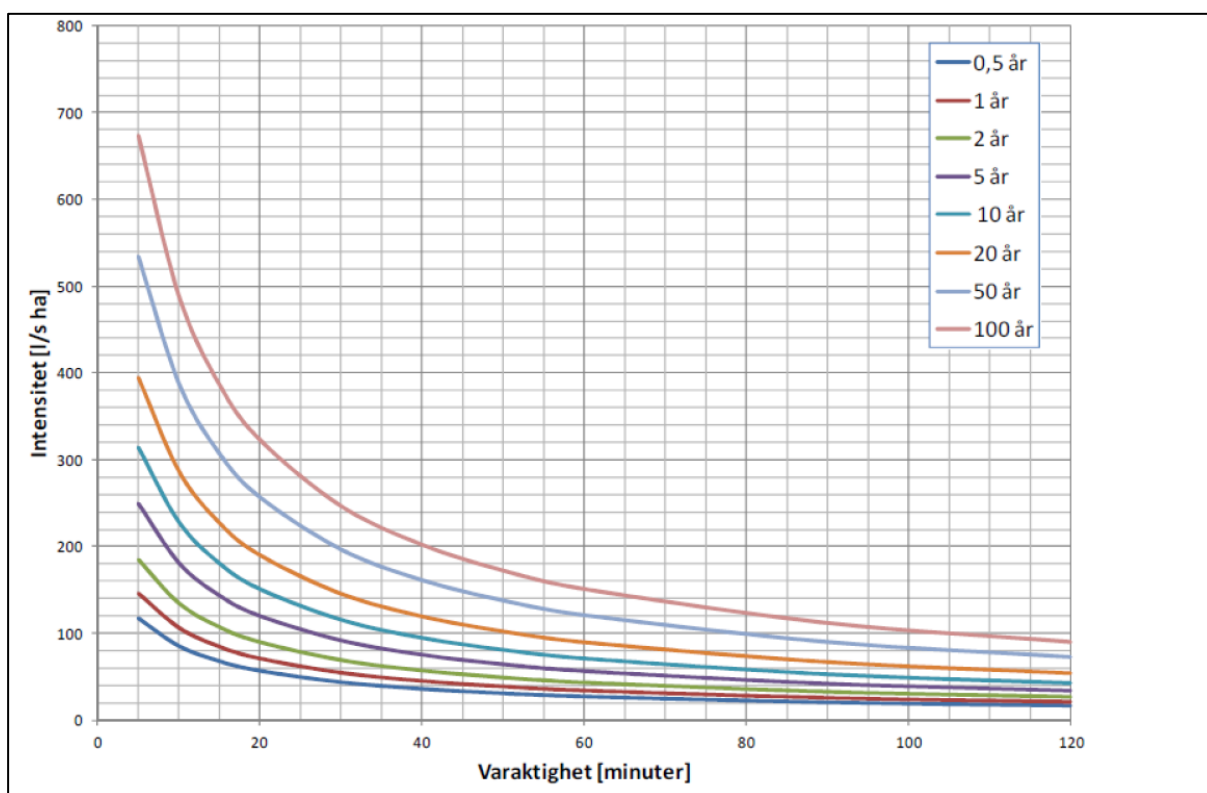
Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

För ett 10-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 3-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 3-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar.

För ett 100-årsregn har regnvolymen redan överskridit 30 mm efter 10 minuter, vilken är den kortaste varaktighet som redovisas i Figur 3-1.



**Figur 3-1.** Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid enligt Dahlström 2010.



**Figur 3-2.** Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström 2010.



### 3.2 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för fördröjningsanläggningar görs enligt sambandet (Larm och Alm, 2014):

$$V_{dmax} = 60 \cdot t_r \cdot (Q_{dim} - Q_{out}) / 1000 \quad (\text{Ekvation 2})$$

där  $V_{dmax}$  är den dimensionerande utjämningsvolymen ( $m^3$ ) och  $Q_{out}$  är den maximala avtappningen och  $Q_{dim}$  är det dimensionerande flödet från området.

$V_{dmax}$  beror både av  $Q_{dim}$  och  $t_r$  och det är inte givet att det högsta flödet ger den största volymen. För att hitta den dimensionerande utjämningsvolymen för ett visst utlopp och återkomsttid jämförs volymerna (i StormTac) för ett stort antal kombinationer av rinntid och dimensionerande flöde.

Det visar vilken typ av regn, korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet, som bidrar med störst volym vatten, som behöver fördröjas eller utjämnas.

För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen  $Q_{out}$  med en faktor 0,67.

### 3.3 Föroreningsberäkningar

Beräkningar av föroreningsbelastningen i dagvattnet baseras på schablonhalter för olika markanvändningstyper som har hämtats från modellverket StormTac. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant dock variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

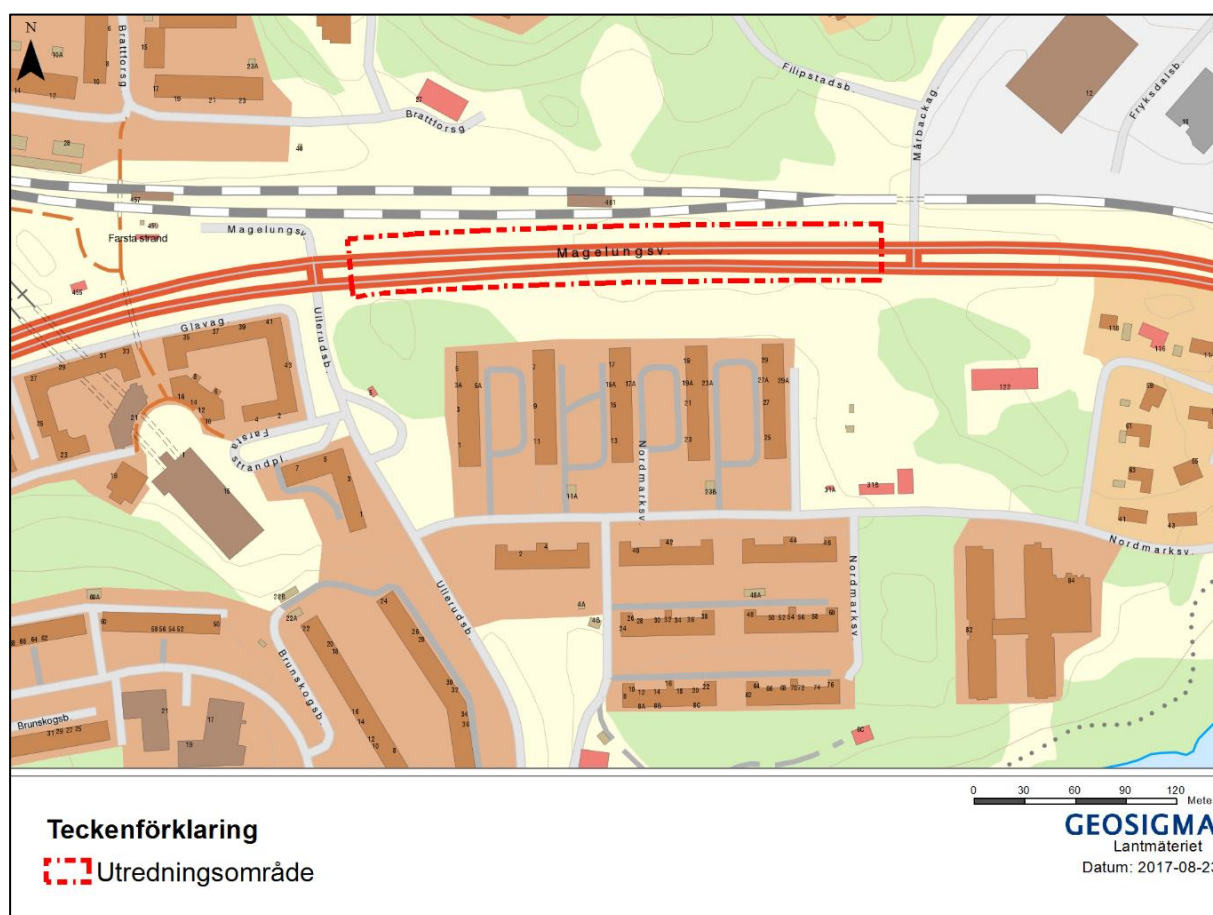


## 4 Nulägesbeskrivning

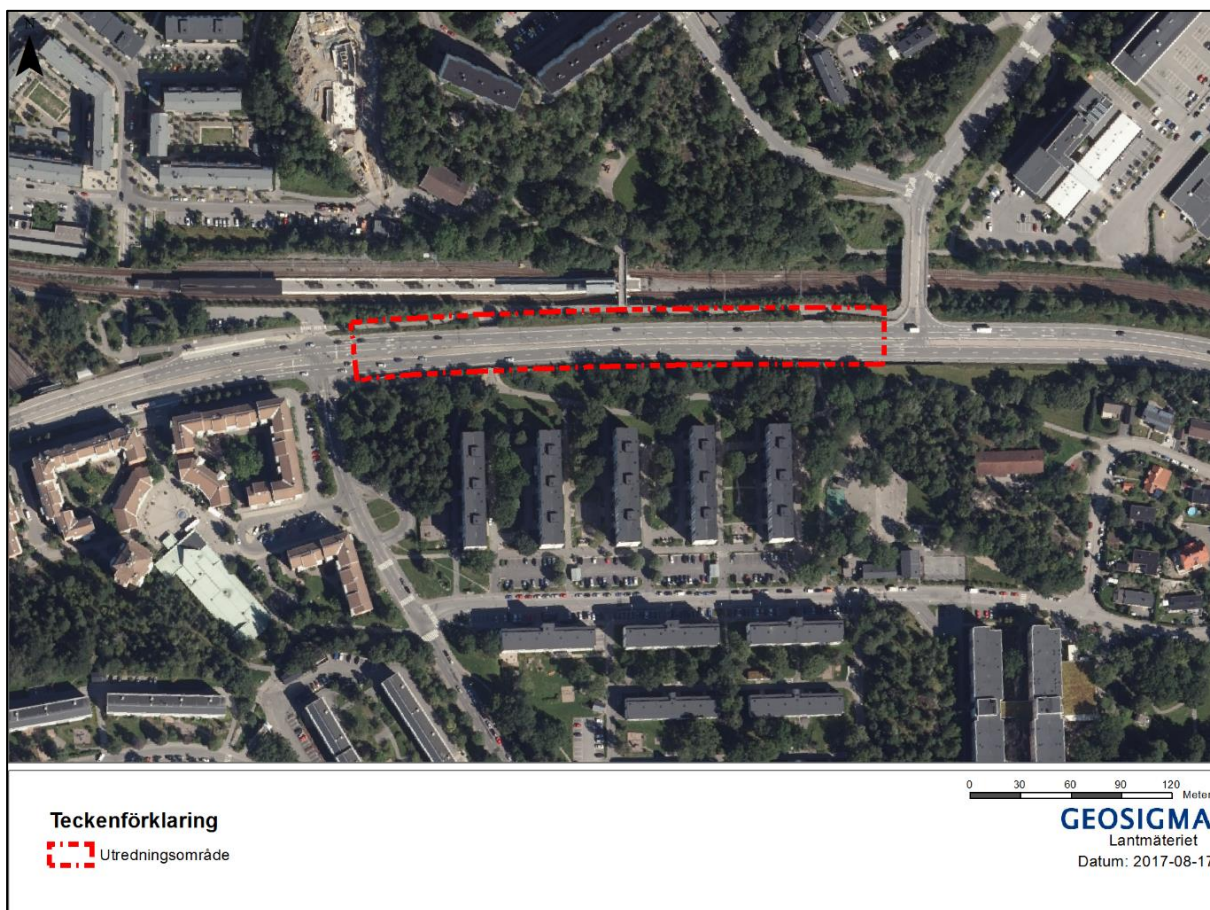
Utredningsområdet ligger längs Magelungsvägen på sträckan mellan Ullerudsbacken och Mårbackagatan. Området har avgränsats i nord-sydlig riktning efter bredden på den planerade nya vägen inklusive gång- och cykelbanor, se Figur 4-1 och Figur 4-2.

Magelungsvägen är idag en trafikled med hastighetsbegränsningen 70 km/h genom utredningsområdet. Söder om vägen finns bostadsbebyggelse tillhörande Nordmarksvägen. Norr om Magelungsvägen ligger järnvägsspår och pendeltågsstationen Farsta strand. Magelungsvägen går i högt läge och passager för gång- och cykel sker främst via portar under vägen. Längs södra sidan av vägen mellan Ullerudsbacken och Mårbackagatan finns en stödmur som avskärmar vägen från naturmarken och de lägre liggande fristående flerbostadshusen, se Figur 4-3.

Korsningen mellan Magelungsvägen och Ullerudsbacken är signalreglerad medan det i korsningen med Mårbackagatan råder väjningsplikt ut mot Magelungsvägen. I båda korsningar finns separata vänstersvängsfält utöver de två körfält i vardera riktningen som annars gäller längs Magelungsvägen.



**Figur 4-1.** Utredningsområdet ligger längs Magelungsvägen på sträckan mellan Ullerudsbacken och Mårbackagatan.



**Figur 4-2.** Befintlig markanvändning översikt.



**Figur 4-3.** Magelungsvägen är en tvåfilig 70-väg med refug i mitten och cykelbana längs norra sidan (höger i bilden), längs den södra sidan (vänster i bilden) löper en stödmur (Källa, Eniro karta).



#### 4.1 Befintlig markanvändning och höjdsättning

Den befintliga markanvändningen utgörs av Magelungsvägen samt delar av cykelvägen längs vägens norra sida och ett grönområde mellan vägen och cykelvägen, se Figur 4-4.

Avrinning från Magelungsvägen sker idag direkt till dagvattenledningar via brunnar på vägen. Viss avrinning kan också förväntas till grönområdet längs den norra kanten. Längs större delen av sträckan utgörs grönområdet av en slänt ner mot cykelbanan. Vid pendeltågsbron går cykelbanan upp i nivå med vägen. Flödesriktning längs med Magelungsvägen är västerut. Flödesriktningar framtagna utifrån höjddata i grundkartan redovisas i Figur 4-5.



**Figur 4-4.** Befintlig markanvändning.



**Figur 4-5.** Flödesriktningar inom utredningsområdet.

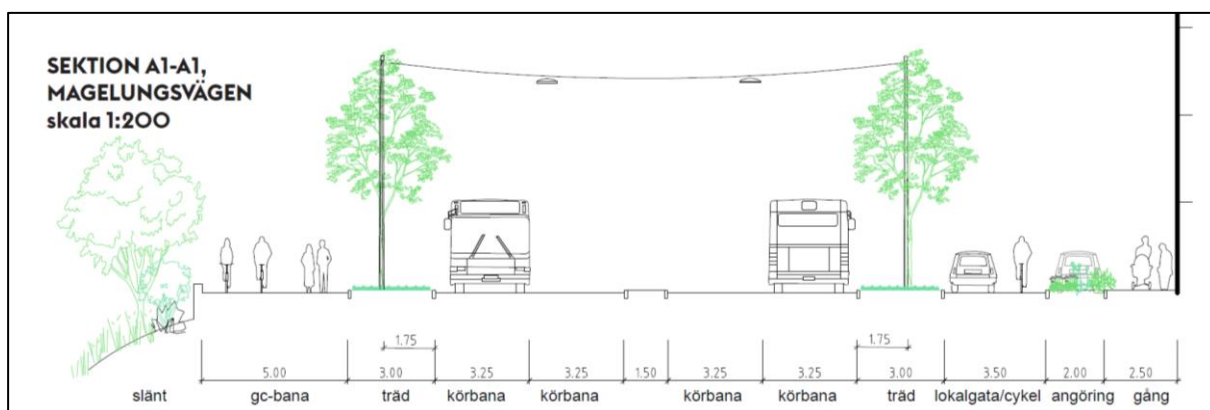
Tabell 4-1 redovisar fördelningen av markanvändningen med tillhörande avrinningskoefficienter som använts för beräkning av dimensionerande flöde och föroreningsbelastning för den befintliga situationen inom utredningsområdet.

**Tabell 4-1. Areor, avrinningskoefficienter och total avrinningskoefficient för befintlig markanvändning**

Markanvändning	$\phi$ [-]	Area befintlig markanvändning [m <sup>2</sup> ]	$\phi_{Atot}$ [-] befintlig markanvändning
Väg	0,80	6 913	0,64
Gång- och cykelbana	0,80	1048	
Grönområde	0,10	2 574	
Refug	0,80	454	
	$\Sigma$	<b>10 988</b>	

## 5 Framtida utformning

Längs Nordmarksvägen planeras för ny bebyggelse i form av bland annat bostäder. I samband med det ska Magelungsvägen få en ny utformning som stadsgata med trädplanteringar och nya gång- och cykelbanor, se illustration i Figur 5-1. En förutsättning för den nya utformningen av vägen är att hastigheten sänks till 60 km/h enligt gällande programhandling (2018-06-01).



**Figur 5-1.** Illustration av den planerade omvandlingen av Magelungsvägen till en stadsgata med trädplanteringar och gång- och cykelbanor (Andersson Jönsson Landskapsarkitekter, 2018-06-01).

### 5.1 Planerad markanvändning

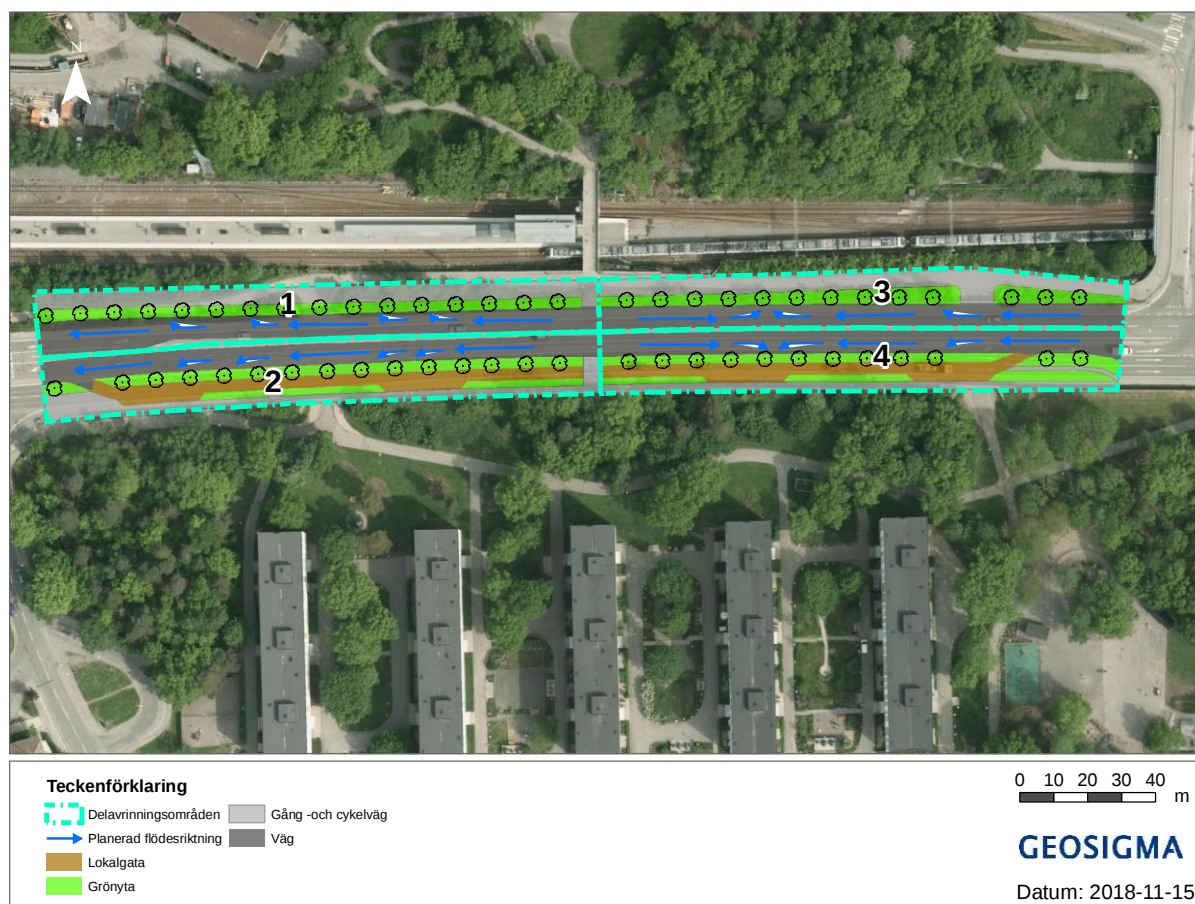
Figur 5-2 visar en översikt över planerad markanvändning för hela utredningsområdet. Två rader med trädplanteringar ska löpa längs med vägen. Planteringarna utgörs av skelettjord med gräsyta mellan träden.





**Figur 5-2.** Översiktlig skiss över den planerade markanvändningen.

Utredningsområdet har delats in i fyra delavrinningsområden utifrån flödesriktning till träden, se Figur 5-3. Bedömningen har gjorts utifrån den planerade väglutningen (T0201.dwg, 2018-06-04).



**Figur 5-3.** Översiktlig vy över de fyra delavrinningsområdena som avvattnas till trädraderna och skelettjordarna längs med kanterna.

Tabell 5-1 till tabell 5-4 redovisar fördelningen av markanvändningen och de tillhörande avrinningskoefficienter som använts för beräkning av dimensionerande flöde och föroreningsbelastning för respektive delområde.

**Tabell 5-1. Areor, avrinningskoefficienter för respektive markanvändning och total avrinningskoefficient för planerad markanvändning för delområde 1**

Markanvändning Delområde 1	$\phi$ [-]	Area planerad markanvändning [m <sup>2</sup> ]	$\phi_{Tot}$ [-] planerad markanvändning
Väg	0,80	1 187	0,67
Gång- och cykelbana	0,80	850	
Trädplantering med gräsmatta	0,10	486	
Refug	0,80	184	
	$\Sigma$	<b>2 707</b>	

**Tabell 5-2. Areor, avrinningskoefficienter för respektive markanvändning och total avrinningskoefficient för planerad markanvändning för delområde 2**

<b>Markanvändning Delområde 2</b>	<b><math>\phi</math> [-]</b>	<b>Area planerad markanvändning [m<sup>2</sup>]</b>	<b><math>\phi_{Atot}</math> [-] planerad markanvändning</b>
Väg	0,80	1095	0,66
Gång- och cykelbana	0,80	557	
Trädplantering med gräsmatta	0,10	626	
Refug	0,80	154	
Lokalgata	0,80	602	
<b><math>\Sigma</math></b>		<b>3034</b>	

**Tabell 5-3. Areor, avrinningskoefficienter för respektive markanvändning och total avrinningskoefficient för planerad markanvändning för delområde 3**

<b>Markanvändning Delområde 3</b>	<b><math>\phi</math> [-]</b>	<b>Area planerad markanvändning [m<sup>2</sup>]</b>	<b><math>\phi_{Atot}</math> [-] planerad markanvändning</b>
Väg	0,80	1 010	0,65
Gång- och cykelbana	0,80	796	
Trädplantering med gräsmatta	0,10	532	
Refug	0,80	119	
<b><math>\Sigma</math></b>		<b>2457</b>	

**Tabell 5-4. Areor, avrinningskoefficienter för respektive markanvändning och total avrinningskoefficient för planerad markanvändning för delområde 4**

Markanvändning Delområde 4	$\phi$ [-]	Area planerad markanvändning [m <sup>2</sup> ]	$\phi_{Tot}$ [-] planerad markanvändning
Väg	0,80	1 033	0,64
Gång- och cykelbana	0,80	429	
Trädplantering med gräsmatta	0,10	695	
Refug	0,80	116	
Lokalgata	0,80	538	
$\Sigma$		<b>2688</b>	

## 5.2 Uppbyggnad av skelettjord

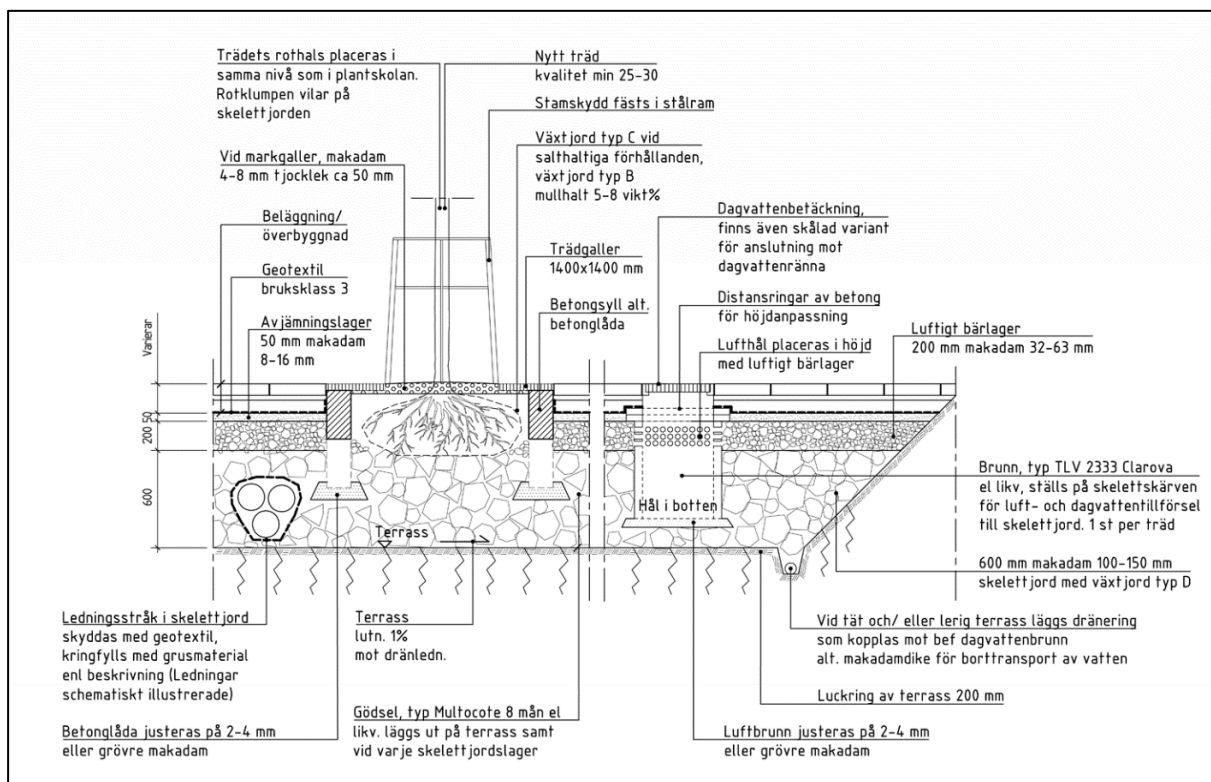
Material och dimension som använts vid beräkningarna i Stormtac har valts enligt typritning TH0001 i Teknisk handbok för Stockholm stad, del 2, se Figur 5-4. Under kapitel 7 beskrivs skelettjordars uppbyggnad närmare.

Specifikationer avseende dimensionering och material har sammanställts i Tabell 5-5.

**Tabell 5-5. Antagna dimensioner och material för uppbyggnad av skelettjordarna**

	Djup	Porositet
Skelettjord	600 mm	0,12
Makadam	200 mm	0,40





Figur 5-4. Träd i hårdgjord yta, TH-typitning TH0001.



## 6 Beräkningar

Flödes- och föroreningsberäkningarna har genomförts i modelleringsverktyget StormTac version 18.3.2.

### 6.1 Flödesberäkningar

#### 6.1.1 Dimensionerande flöde

Det dimensionerande flödet för befintlig och planerad markanvändning har uppskattats för regn med återkomsttiden 10 år och 100 år efter en rinntid på 25 minuter. Det dimensionerande flödet har redovisats för två fall, med respektive utan klimatfaktor 1,25, se resultat i Tabell 6-3 till Tabell 6-4.

Beräkningarna visar att det dimensionerande flödet från utredningsområdet, i princip, blir oförändrat för planerad markanvändning jämfört med befintlig. Tabell 6-5 visar uppskattad årsmedelavrinning och medelavrinning vid ett 10-årsregn ifrån utredningsområdet.

**Tabell 6-1 Dimensionerande flöde för befintlig markanvändning, utan klimatfaktor**

Återkomsttid	Dimensionerande flöde
	(l/s)
10 år	91
100 år	195

**Tabell 6-2 Dimensionerande flöde för planerad markanvändning, utan klimatfaktor**

Återkomsttid	Dimensionerande flöde				
	(l/s)				
	Delområde 1	Delområde 2	Delområde 3	Delområde 4	Hela utredningsområdet
10 år	24	26	21	23	93
100 år	51	56	44	49	200

**Tabell 6-3. Dimensionerande flöde för befintlig markanvändning, med klimatfaktor, f-1,25**

Återkomsttid	Dimensionerande flöde
	(l/s)
10 år	114
100 år	244

**Tabell 6-4. Dimensionerande flöde för planerad markanvändning, med klimatfaktor, f-1,25.**

Återkomsttid	Dimensionerande flöde (l/s)				
	Delområde 1	Delområde 2	Delområde 3	Delområde 4	Hela utredningsområdet
10 år	30	32	26	29	117
100 år	64	69	56	62	251

**Tabell 6-5. Årsmedelavrinning beräknat för en årsnederbörd på 636 mm/år samt medelavrinning vid ett 10-årsregn**

		Delområde 1	Delområde 2	Delområde 3	Delområde 4	Totalt
Tot, avrinning, årsmedel	m <sup>3</sup> /år	1300	1400	1100	1300	5100
Tot, avrinning, årsmedel	l/s	0,041	0,045	0,036	0,041	
Medelavrinning (10-års regn)	l/s	0,55	0,6	0,48	0,53	

### 6.1.2 Fördröjningsvolym

Med de givna förutsättningarna för skelettjordarnas uppbyggnad kan tillgänglig fördröjningsvolym i skelettjordarna och erforderlig fördröjningsvolym beräknas utifrån beräkningsverktyget Stormtac. Med erforderlig fördröjningsvolym menas den volym som krävs för att fördröja flödet ifrån utredningsområdet utan att växtbäddarna svämmas över. Tillgänglig fördröjningsvolym är den planerade volymen växtbäddar. För beräkning av fördröjningsvolym har flöden uppskattade med klimatfaktor f-1,25 använts.

Erforderlig fördröjningsvolym för volymen 20 mm vid ett regn med återkomsttid 10 år har beräknats liksom erforderlig fördröjningsvolym vid extremregn med en återkomsttid på 100 år. Ett utflöde på 30 l/s har angetts, vilket motsvarar en dräneringsledning på ca 200 mm enligt typritning i Figur 5-4. Resultatet redovisas i Tabell 6-6.

De planerade växtbäddarnas volym uppfyller med god marginal kraven på åtgärdsnivån 20 mm. Vid extremregn kommer delområde 1 och 2 att bräddas medan delområde 3 och 4 har en volym som kan fördröja även extremregn. Detta under förutsättning att dräneringen har en kapacitet på 30 l/s.

För ett 100-års regn faller ca 42 mm under 25 min, jämfört med 20 mm för ett 10-års regn. Den planerade volymen för delområde 3 och 4 kan fördröja över 42 mm regn på respektive område och volymerna är därmed tillräckliga för att fördröja ett 100-års regn under 25 min.

**Tabell 6-6. Tillgänglig och erforderlig fördröjningsvolym för planerade växtbäddar förutsatt ett utlopp på 30 l/s. Grön markering innebär att åtgärdsnivån 20 mm är uppnådd.**

Delområde	Tillgänglig fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )	Erforderlig fördröjningsvolym 10 års-regn (m <sup>3</sup> )	Dimensionerande regndjup för tillgänglig fördröjningsvolym (mm)	Erforderlig fördröjningsvolym 100-års-regn (m <sup>3</sup> )
1	73	23	41	85
2	68	26	34	93
3	70	17	44	71
4	94	24	55	88

## 6.2 Föroreningsberäkningar

Uppskattning av föroreningsbelastning har inte gjorts för delområden utan sammantaget för hela utredningsområdet. Vid beräkningarna har den tillgängliga fördröjningsvolymen använts. För beräkning av föroreningsbelastning har flöden uppskattade med klimatkoefficient 1,25 använts.

Beräkningarna i StormTac bygger på schablonvärden, vilka ger en fingervisning om den förväntade föroreningsbelastningen. För att få mer exakta och platsspecifika värden bör provtagning i dagvattennätet utföras.

Uppskattad trafikintensitet för Magelungsvägen är 17 000 fordon per dygn enligt mätningar från 2010 (Structor, 2017-06-15). Denna uppskattning har använts vid beräkning av föroreningar i dagvattnet ifrån den befintliga markanvändningen.

Uppskattad, framtida, trafikintensitet år 2030 för Magelungsvägen är 18 000 fordon per dygn (Structor, 2017-06-15). Denna uppskattning har använts vid beräkning av föroreningar i dagvattnet ifrån den planerade markanvändningen.

Föroreningshalter har uppskattats för 13 standardämnen vid ett regn med återkomsttiden 10 år. Resultaten redovisas i Tabell 6-7. Uppskattade årliga föroreningsmängder redovisas i Tabell 6-8.

Med planerad markanvändning minskar föroreningshalten för samtliga undersökta ämnen jämfört med den befintliga situationen. Även uppskattade årliga föroreningsmängder minskar jämfört med befintlig situation.

Reningseffekter beräknade i Stormtac för respektive ämne vid rening med skelettjordar redovisas i Tabell 6-9. Osäkerhetsklassen för samtliga ämnen är Låg säkerhet enligt Stormtacs klassning. Det statistiska underlaget för effekten vid rening i skelettjordar är ännu begränsat vilket ger låg säkerhet i uppskattningen.

**Tabell 6-7 Uppskattning av föroreningshalter i dagvatten ifrån befintlig, planerad markanvändning och planerad markanvändning med rening i skelettjordar. Grön markering innebär att halten är lägre än för befintlig markanvändning.**

Ämne	Föroreningshalt [µg/liter]		
	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning med rening i skelettjord
Fosfor	170	140	90
Kväve	2200	1900	864
Bly	14	11	2,9
Koppar	41	35	8,7
Zink	200	140	28
Kadmium	0,33	0,30	0,1
Krom	12	9,1	2,7
Nickel	8,7	6,6	2,3
Kvicksilver	0,067	0,059	0,03
Suspenderad substans	80 000	60 000	9999
Olja	720	630	103
PAH	0,61	0,45	0,11
Benso(a)pyren	0,021	0,017	0,005

Tabell 6-8. Årliga föroreningsmängder ifrån befintlig, planerad markanvändning och planerad markanvändning med rening i skelettjordar. Grön markering innebär att halten av ett ämne är lägre än för befintlig markanvändning.

	Föroreningsmängd kg/år		
Ämne	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning med rening i skelettjord
Fosfor	0,86	0,74	0,46
Kväve	11	9,8	4,4
Bly	0,072	0,059	0,015
Koppar	0,21	0,18	0,044
Zink	1,0	0,73	0,15
Kadmium	0,0017	0,0015	0,00053
Krom	0,060	0,046	0,014
Nickel	0,044	0,034	0,012
Kvicksilver	0,00034	0,00030	0,00015
Suspenderad substans	410	310	51
Olja	3,7	3,2	0,53
PAH16	0,0031	0,0023	0,00057
Benso(a)pyren	0,00011	0,000085	0,000026

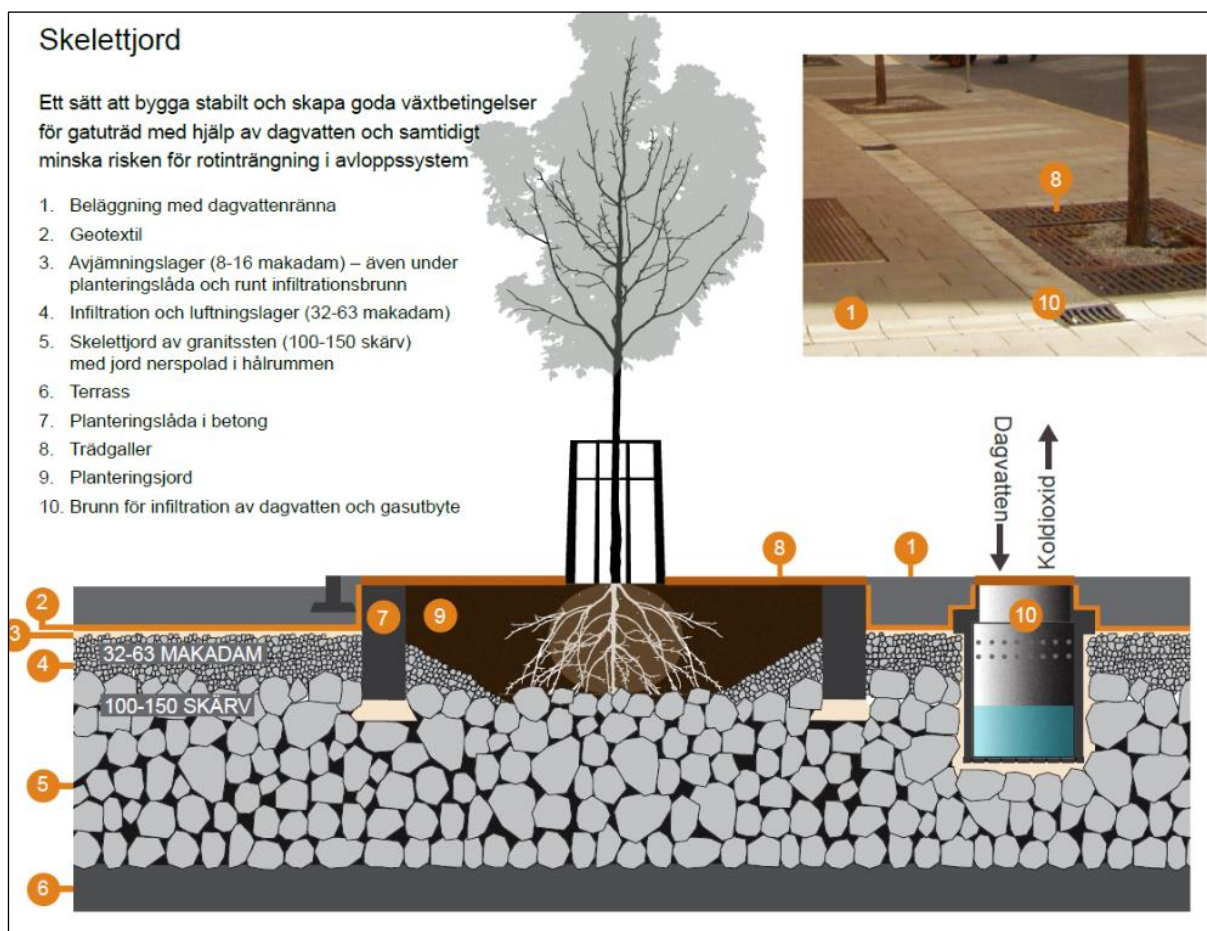
Tabell 6-9 Reningseffekt för hela området för rening i skelettjordar (Stormtac).

Ämne	Reningseffekt (%)
P	38
N	55
Pb	75
Cu	75
Zn	80
Cd	65
Cr	70
Ni	65
Hg	50
SS	84
Oil	84
PAH16	75
BaP	70



## 7 Skelettjordar

Skelettjordar är en teknik för att ge trädens rötter utrymme, luft och vatten i stadsmiljö. Skelettjorden kan till exempel bestå av grov makadam och fungerar också som ett underjordiskt magasin för dagvatten. Figur 7-1 visar en illustration över hur en trädplantering i skelettjord kan se ut.



**Figur 7-1.** Illustration från Trafikkontoret.

### Träd i stadsmiljö

Träd i stadsmiljö utsätts för stora begränsningar jämfört med i en naturlig miljö. Nedan beskrivs några vanliga problem för stadsträden (Växtbäddar i Stockholms stad – En handbok, 2009-02-23)

- Utrymmesbrist- Växtbäddar med för snålt tilltagen rotningsbar volym hämmar trädens utveckling
- Syrebrist - Täta markbeläggningar och strukturvariation i markprofilen bidrar till syrebrist och koldioxidförgiftning av trädrötterna
- Vattenbrist - Hårdgjorda beläggningar kring stadsträd bidrar till vattenbrist. Regnvatten avleds ofta till dagvattenledningar och den kringliggande marken kan ha kompakterats under byggtiden vilket försvårar vattentransporten i marken

Övriga problem som stadsträd ofta utsätts för är brist på organiskt material, saltskador, beskärningsskador och fysiska skador. Konflikt med ledningar om utrymmet i marken begränsar ofta trädens rotsystem.

### Minimikrav

För att säkerställa växtbäddens storlek vid trädplantering finns minimikrav på växtbäddens dimensioner angivna i Teknisk handbok Stockholm.

- Minst 15 m<sup>3</sup> växtbädd per träd ska finnas
- Skelettjord för träd i hårdgjord yta ska ha en tjocklek på 600 mm och en yta på minst 25 m<sup>2</sup>
- Vid skelettjordar anlagda under hårdgjorda ytor ska luftning av växtbädden finnas och möjlighet till att infiltrera dagvattnet

### Vanlig/ luftig skelettjord

I luftig skelettjord blandas ingen växtjord i makadamen vilket ger en högre porvolym på cirka 30% istället för 10% för vanlig skelettjord. Det är generellt billigare att anlägga luftig skelettjord då det är tidskrävande att blanda ner växtjord i makadamen. Luftiga skelettjordar har en hög infiltrationskapacitet men sämre förmåga att fånga lösta föroreningar (Stockholm vatten).

### Rening

Skelettjordar avskiljer främst partikelbundna föroreningar med en reningseffekt för dessa på 50-90%. Reningsgraden ökar om det finns en sedimentationsbassäng i botten. Förmågan att avskilja lösta föroreningar (näringsämnen och metaller) är i en luftig skelettjord cirka 10 procent. Den kan bli högre i en vanlig skelettjord som innehåller finare fraktioner (nedvattnad jord). Träden i skelettjorden bidrar med ytterligare rening under växtsäsongen. Avrinningen av vatten minskar under växtsäsongen vilket i sin tur också minskar föroreningsbelastningen till dagvattenrecipienter.

### Dränering

Uppsamling och avledning av dagvattnet kan ske genom en dräneringsledning. Om dräneringsledningen placeras en bit över skelettjordens botten skapas ett sedimentationsmagasin.

### Bräddning

Nederbörd som överskrider skelettjordens infiltrationskapacitet eller fördröjningsvolym kan inte bräddas till dagvattennätet som har uppnått maxkapacitet vid extrema skyfall. Ytliga och säkra avvattningstvågar behövs för att ta hand om flöden från extrem nederbörd.

### Biokol

Biokol är kol som görs av till exempel kvistar och grenar och används vid odling. Biokolet bidrar till en ökad rening av dagvattnet. Biokolet får växterna att må bättre genom att det håller vatten, näring och syre och förbättrar syresättningen av marken.

## 8 Bedömning av föreslagen dagvattenhantering

Ombyggnationen av Magelungsvägen med den planerade dagvattenlösningen i form av skelettjordar bidrar till att ett renare dagvatten når dagvattenledningarna och recipienten. Det dimensionerande utflödet från utredningsområdet blir, i princip, oförändrat med planerad markanvändning. Implementering av skelettjordar kommer innebära en strypning av utflödet vilket ger en lägre maximal flödesbelastning på ledningsnätet. Samtidigt bidrar dagvattenlösningen med trädplanteringarna till en trevlig stadsmiljö.

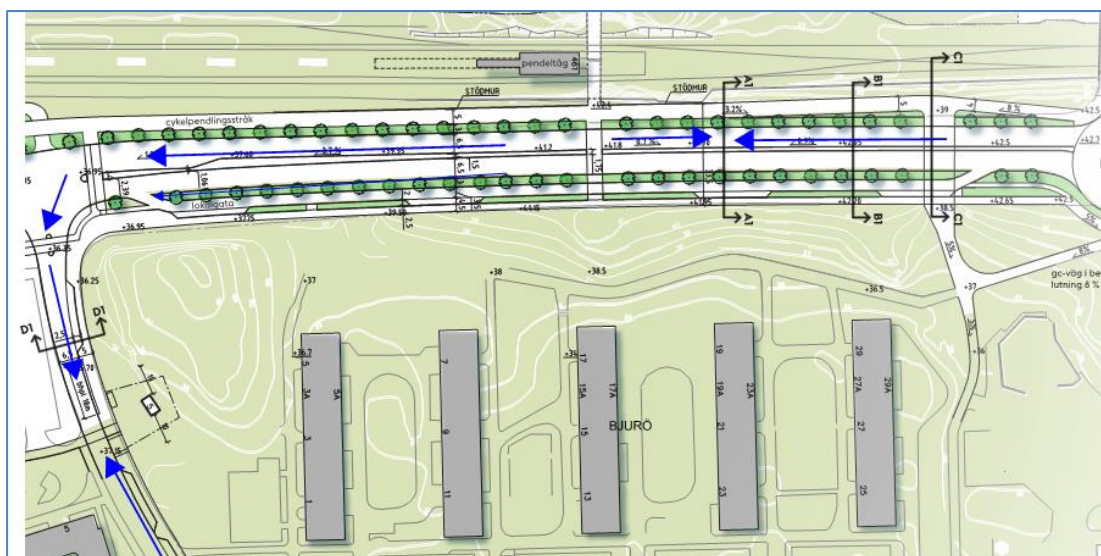
Ett mål enligt dagvattenstrategin för Stockholm Stad är att dagvattnet ska räcka för att bevattna föreslagna dagvattenlösningar för att undvika konstgjord bevattning av dessa. Genom att höjdsätta vägen så att dagvatten bevattnar alla trädplanteringar kan konstgjord bevattning, under normala förhållanden, sommartid undvikas.

### 8.1 Extremflöden och avrinningsvägar

De planerade växtbäddarna för delområde 3 och 4 uppskattas kunna fördröja ett extremregn med återkomsttid 100 år medan delområde 1 och 2 skulle bräddas. Detta under förutsättning att dräneringen har en kapacitet motsvarande 30 l/s.

Vid breddning av skelettjordarna, till följd av extremregn eller igensättning av ledningar sker avrinning längs Magelungsvägen, se Figur 5-3. Delområde 1 och 2 rinner av mot en lågpunkt strax öster om pendeltågsstationen enligt höjdsättningen i ritning T0201 (2018-05-17). När lågpunkten som är ca 10 cm djup fyllts avvattnas denna västerut. Delområde 3 och 4 rinner av västerut längs Magelungsvägen mot en lågpunkt på Ullerudsvägen strax söder om korsningen med Magelungsvägen, se Figur 8-1. Lågpunkten är även markerad i skyfallskarteringen från Stockholm stad, se kapitel 2.4.

I lågpunkten planeras enligt ritning för en busshållplats. Avrinning hit sker ifrån vägen och bostadsområdena i närheten. Storleken på avrinningsområdet är beroende av utformningen av Ullerudsvägen och dagvattenhanteringen i det nya kvarteret på Nordmarksvägen. Förutsättningarna för att tillåta lågpunkten att översvämmas vid extrema skyfall bör utredas vidare.



Figur 8-1 Avrinningsvägar vid breddning av skelettjordarna.

## 8.2 Utformning

Vid beräkningar har det antagits att dräneringsledningen är placerad i botten av växtbädden enligt typritning i Figur 5-4. Om dräneringsledningen istället placeras en bit över botten skapas ett sedimentationsmagasin vilket ökar reningsgraden.

Reningen kan också förbättras ytterligare genom att biokol placeras i skelettjorden.

Kanten mellan vägen och växtbäddarna kommer att utformas med bombering (se illustrationen i Figur 5-1) vilket innebär att brunnar med inlopp till varje träd bör finnas i vägkanten. Brunnarna bör utformas med bräddavlopp för att undvika översvämning av skelettjordarna vid extremregn eller eventuell igensättning av dräneringsledningen.

Den planerade ytan för varje träd längs parkeringen är ca 3x 10 m<sup>2</sup>. Minimikrav enligt teknisk handbok för den tillgängliga ytan är 25 m<sup>2</sup> för träd i hårdgjord yta. Det innebär att hela den tillgängliga ytan bör anläggas med skelettjord vilket angetts som förutsättning vid beräkningarna i utredningen.



## 9 Slutsats

Planerad utformning av Magelungsvägen som stadsgata uppfyller med god marginal Stockholms stads krav på en åtgärdsnivå på 20 mm. Vid extremregn sker avrinning längs Magelungsvägen vilken med planerad höjdsättning kommer nå en lågpunkt på Ullerudsvägen.

Växtbäddarna uppskattas reducera föroreningsmängderna i dagvattnet så att den nya utformningen ger ett renare dagvatten än befintlig situation. Planerad markanvändning kan därmed bidra till en förbättrad vattenkvalité för recipienten.

## 10 Referenser

### 10.1 Skriftliga

Dagvattenhantering, Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation, Stockholm Stad, 2016.

Dagvattenhantering, Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse, Stockholm Stad, 2016.

Dagvattenstrategi, Stockholm väg till en hållbar dagvattenhantering. Antagen av kommunfullmäktige 2015-03-09

Dahlström B. 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse. Rapport nr 2010-05, Svenskt Vatten Utveckling.

Havs och vattenmyndigheten, Följder av Weserdomen, Rapport 2016:30

Havs och vattenmyndigheten, Föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2015:4

Larm, T., Alm, H., 2014. Revised design criteria for stormwater facilities to meet pollution reduction and flow control requirements, also considering predicted climate effects. Water Practice & Technology Vol 9 No 1 pp 9–19.

Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10, VAV AB.

Magelungsvägen. Programhandling 2018-06-01. Andersson Jönsson Landskapsarkitekter, 2018-06-01

Teknisk handbok för Stockholm stad, del 2, 2015-04-22.

Åtgärdsprogram för Tyresån och Kalvfjärden 2016-2021, Tyresåns vattenvårdsförbund 2016.

Svenskt Vatten 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.

Svenskt Vatten 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.

Svenskt Vatten 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Växtbäddar i Stockholms stad – En handbok, 2009-02-23.

### 10.2 Internet

VISS – Vatteninformationssystem i Sverige ([www.viss.se](http://www.viss.se)), 2017-08-23

Dataportalen, Stockholm stad (<http://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/>), 2017-08-23