

# DAGVATTENUTREDNING

## MASUGNEN 5 OCH 7

OMARBETAD OCH KOMPLETTERAD UTREDNING  
SLUTRAPPORT

2018-06-04



Källa: eniro.se

wsp

# DAGVATTENUTREDNING

MASUGNEN 5 och 7

## KUND

**JM AB, Skanska**

## KONSULT

**WSP Samhällsbyggnad**  
Dragarbrunnsgatan 41  
WSP Sverige AB  
753 20 Uppsala  
Besök: Dragarbrunnsgatan 41  
Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Filippa Rydwick  
[filippa.rydwick@wsp.com](mailto:filippa.rydwick@wsp.com)  
010-722 69 43

UPPDRAGSNAMN  
Masugnen

UPPDRAGSNUMMER  
10219448

FÖRFATTARE  
Filippa Rydwick

DATUM  
2018-06-04

ÄNDRINGSDATUM  
2018-09-18

Granskad av  
Kristina Wilén

Godkänd av  
Karin Hassner

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b>	<b>6</b>
2.1	UNDERLAG	6
2.1.1	Underlag	6
<b>3</b>	<b>AVGRÄNSNING OCH RIKTLINJER</b>	<b>7</b>
3.1	STOCKHOLM STADS DAGVATTENPOLICY	7
3.1.1	Dagvattenstrategi	7
3.1.2	Åtgärdsnivå	7
<b>4</b>	<b>UTREDNINGSOMRÅDE OCH FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>8</b>
4.1	OMRÅDESBESKRIVNING	8
4.2	TOPOGRAFI	8
4.3	GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	9
4.4	AVRINNINGSOMRÅDE	9
4.5	RECIPIENT	10
4.5.1	Status	11
4.6	MARKMILJÖ	12
4.7	VATTENSKYDD SOMRÅDEN OCH MARKAVVATTNINGSFÖRETAG	12
4.8	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING OCH AVVATTNING	13
4.9	RISK FÖR ÖVERSVÄMNING	14
4.9.1	Höjda nivåer i Mälaren	14
4.9.2	Skyfallskartering	15
<b>5</b>	<b>FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>17</b>
5.1	PLANERADE FÖRÄNDRINGAR	17
<b>6</b>	<b>BERÄKNINGAR</b>	<b>17</b>
6.1	MARKANVÄNDNING	18
6.2	DIMENSIONERANDE FLÖDEN	19
6.2.1	Hela området	19
6.2.2	Masugnen 5	20
6.2.3	Masugnen 7	20
6.3	EXTREMA FLÖDEN	20
6.4	DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL	21
<b>7</b>	<b>FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING</b>	<b>22</b>
7.1	FÖRDRÖJNINGSKRAV	22
7.2	GENERELLA ÅTGÄRDSFÖRSLAG	23
7.2.1	Infiltration grönyta/nedsänkt grönyta	23
7.2.2	Gröna tak	23
7.2.3	Nedsänkt växtbädd	23

7.2.4	Genomsläpplig beläggning	24
7.2.5	Skelettjord	24
7.3	SYSTEMLÖSNING	25
7.4	KVARTERSMARK	26
7.4.1	Masugnen 5	26
7.4.2	Masugnen 7	27
7.5	LOKALGATOR	29
7.6	PARKOMRÅDET	30
7.7	INFILTRATION OCH MARKMILJÖ	30
7.8	DIMENSIONERANDE FLÖDEN EFTER ÅTGÄRDER	31
7.9	FÖRORENINGSBELASTNING EFTER ÅTGÄRDER	32
7.10	KOSTNADSUPPSKATTNING	33
7.11	EXTREMA FLÖDEN OCH AVRINNINGSVÄGAR	34
7.11.1	Norra utredningsområdet	34
7.11.2	Södra utredningsområdet	35
<b>8</b>	<b>KONSEKVENSER AV FÖRESLAGEN PLAN</b>	<b>36</b>
8.1	DAGVATTENSYSTEM	36
8.2	MILJÖKVALITETSNORMER	36
8.3	EXTREMA FLÖDEN	37
<b>9</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>38</b>

# 1 SAMMANFATTNING

En detaljplan för området Masugnen 5 och 7 i Bromma är under framtagande. Området ska omvandlas från industri- och kontorsområde till bostäder, lokaler, förskola och ett parkområde. Recipienten Mälaren-Ulvsundasjön har idag *måttlig* ekologisk status och den kemiska statusen *uppnår ej god*.

Flödesberäkningar visar att dagvattenflödet från utredningsområdet ökar med ca 10 % (inklusive klimatkraft) om inga åtgärder vidtas.

Föroreningsberäkningar visar att den nya markanvändningen leder till en avsevärd förbättring för samtliga föroreningar bortsett från kväve.

En systemlösning för dagvattenhantering är föreslagen för kvartersmark och allmän platsmark inom utredningsområdet. Dagvatten från lokalgatorna leds ytligt eller via dagvattenbrunnar till växtbäddar för fördröjning och rening.

Inom kvartersmark tillämpas LOD-lösningar i flera steg. Med dagvattenåtgärder enligt förslaget kan både fördröjning och rening åstadkommas. Samtliga föreslagna åtgärder är i linje med Stockholms stads dagvattenstrategi och åtgärdsnivå för dagvatten. Flödes- och föroreningsberäkningar visar att med föreslagna åtgärder minskar dagvattenflödet och föroreningstransporten från utredningsområdet.

En genomtänkt höjdsättning är viktig för att leda dagvattnet till de föreslagna dagvattenåtgärderna. Sekundära flödesvägar ska skapas för att leda ut vattnet från bebyggelsen vid extrema regn. Länsstyrelsen har tagit fram rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren. Sammanhållen bebyggelse bör placeras ovan nivå +2,7 m. För planerad bebyggelse inom utredningsområdet är färdigt golv för entréplanet över +2,7 m.

## 2 BAKGRUND OCH SYFTE

En detaljplan för området Masugnen 5 och 7 är under framtagande. Enligt förslaget ska befintliga kontorslokaler rivas och ersättas med framför allt bostäder, men även lokaler och förskola. I samband med detta har WSP fått i uppdrag att utföra en dagvattenutredning för de båda fastigheterna. Syftet är att undersöka de förändrade flödena och föroreningstransporten samt att ge förslag till framtida dagvattenhantering.

WSP utförde en dagvattenutredning för Masugnen 5 och 7 under 2015 samt en revidering 2016. Denna rapport är en mer omfattande revidering på grund av nya förutsättningar och ändringar i situationsplanen. Denna utredning tar även hänsyn till Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten.

### 2.1 UNDERLAG

#### 2.1.1 Underlag

Följande underlag ligger till grund för dagvattenutredningen

- Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen, Stockholm stad, 2017-06-16
- Stockholm stads dagvattenstrategi, 2015
- VISS, Vatteninformationssystem Sverige
- Jordartskarta, SGU
- Grundkarta
- Situationsplan, ÅWL arkitekter 2018-05-08
- Gatuprojektering, detaljplaneunderlag lokalgata, WSP arbetsmaterial 2018-03-07

## 3 AVGRÄNSNING OCH RIKTLINJER

### 3.1 STOCKHOLM STADS DAGVATTENPOLICY

#### 3.1.1 Dagvattenstrategi

Stockholms stad antog en ny dagvattenstrategi 2015. Strategin syftar till att utveckla stadens dagvattenhantering mot en mer hållbar inriktning. En hållbar dagvattenhantering ska skapa värden för stadsmiljön och minimera negativ påverkan på naturen och människors hälsa. Hanteringen ska vara fokuserad på enkla och småskaliga lösningar på allmän platsmark och kvartersmark.

Mål för dagvattenhanteringen är:

1. Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
2. Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
3. Resurs- och värdeskapande för staden
4. Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

För att uppnå målen används principerna att i första hand vidta åtgärder vid källan så att dagvattnet inte förorenas. I andra hand ska dagvattnet hanteras nära uppkomsten genom lokala dagvattenlösningar på kvartersmark och allmän mark. I tredje hand ska dagvatten renas i anläggningar som samlar vatten från flera källor (Stockholm stad, 2015).

#### 3.1.2 Åtgärdsnivå

Stockholms stad har beslutat om en åtgärdsnivå för dagvatten som ska tillämpas vid ny- och större ombyggnation för att se till att miljö kvalitetsnormerna i stadens vattenförekomster uppnås. Syftet är att konkretisera vilka dagvattenåtgärder som krävs för att uppfylla lagkrav och målen i stadens dagvattenstrategi.

För att uppnå miljö kvalitetsnormerna i stadens vattenvattenförekomster måste föroreningsbelastningen från dagvattnet generellt sett minska med 70-80 procent. Det innebär att 90 procent av dagvattnets årsvolym behöver fördröjas och renas. Kvantitativt bedöms 90 procent av årsnederbörden komma från nederbörd som är upp till 20 mm.

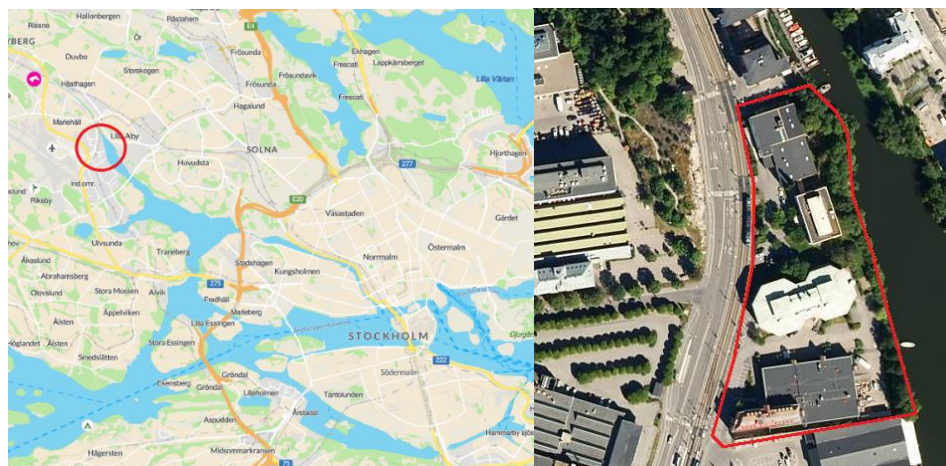
Enligt åtgärdsnivån ska systemen dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation (Stockholms stad, 2016).



## 4 UTREDNINGSSOMRÅDE OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

### 4.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Planområdet är beläget i stadsdelen Mariehäll, Bromma inom Stockholms stad. Området är ca 1,7 ha stort och gränsar till Bällstaviken som är en del av Mälaren. Väster om planområdet ligger Bromma Stockholm Airport, se Figur 1. Utredningsområdet omfattar två fastigheter, Masugnen 5 och Masugnen 7, som ska bebyggas av Skanska respektive JM. I dagsläget utgörs bebyggelsen av kontorslokaler med tillhörande parkeringsplatser, se Figur 1.



Figur 1. Vänster: Orienteringskarta (hitta.se, 2018). Höger: Utredningsområdet (röd linje) är beläget i Mariehäll intill Bällstaviken (eniro.se, 2018).

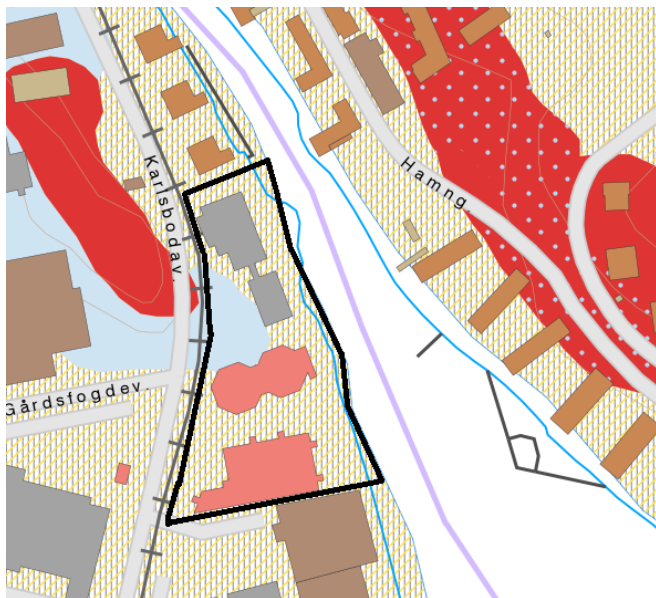
### 4.2 TOPOGRAFI

Marknivåerna inom utredningsområdet varierar mellan ca +5 m och +1 m. Området är flackt och sluttar svagt österut mot Bällstaviken. Den finns en högpunkt i mitten av området samt två lågpunkter i södra delen. Figur 6 visar avrinningsvägar och lågpunkter.



### 4.3 GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Structor har sammanställt geotekniska PM för båda fastigheterna. Markens översta lager (1-2 m) består av fyllning och därunder lera. Avstånd till berg varierar från 2 till 12 meter. Leran är sättningsbenägen inom hela området. Grundvattenytan ligger strax över vattennivån i Bällstaviken och varierar med denna (Structor, 2018). Mark- och grundvattenförhållanden inom fastigheten medger enligt den geotekniska utredningen inte LOD-anläggningar som bygger på infiltration av större volymer dagvatten.



Figur 2. Jordartskarta över utredningsområdet med omnejd, där rött är urberg, blått är morän och skrafferat är fyllning med underliggande lera och silt (SGU, 2018). Utredningsområdet är markerat med svart linje.

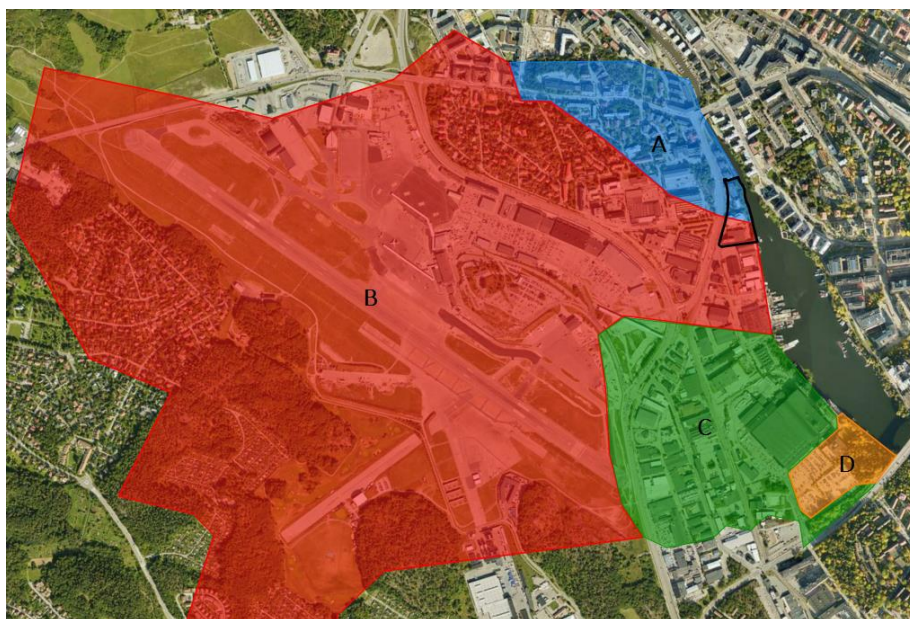
### 4.4 AVRINNINGSSOMRÅDE

Utredningsområdet tillhör delavrinningsområdet "Rinner till Mälaren-Ulvsundasjön". Huvudavrinningsområdet är 61 Norrström.



Figur 3. Aktuellt delavrinningsområde till vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön. Utredningsområdet markerat med röd cirkel. Omgivande delavrinningsområde utmarkerat som blå-skuggat. Kungsholmen är namngiven för orientering (källa: smhi.se, 2016).

Figur 4 visar lokala avrinningsområden i Mariehäll och Ulvsunda industriområde. Södra delen av utredningsområdet ingår i ett större avrinningsområde i vilket Bromma flygplats samt bostadsbebyggelse ingår. Norra delen av utredningsområdet ingår i ett mindre avrinningsområde som sträcker sig mot nordväst.



Figur 4. Lokala avrinningsområden kring utredningsområdet. Utredningsområdet för Masugnen 5 och 7 är markerat med svart linje. Ungefärliga avrinningsområden tolkat från Geosigma, 2012.

## 4.5 RECIPIENT

Recipient för planområdet är Bällstaviken, vilket är en del av Mälaren. Eftersom Mälaren är en stor sjö med varierande förhållanden är den uppdelad i flera vattenförekomster. Den aktuella vattenförekomsten är Mälaren-Ulvsundasjön (SE658229-162450), se Figur 5.



Figur 5. Vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön (VISS, 2018).

#### 4.5.1 Status

Det finns fastställda miljökvalitetsnormer, MKN, för samtliga vattenförekomster i Sverige. Inom vattenförvaltningen används miljökvalitetsnormer för att ange krav på vattnets kvalitet vid en viss tidpunkt. Statusklassificeringen beskriver den befintliga vattenkvaliteten i en vattenförekomst medan miljökvalitetsnormen beskriver den vattenkvalitet som ska uppnås och vid vilken tidpunkt det ska vara gjort.

Miljökvalitetsnormen är en miniminivå. Huvudregeln är att samtliga vattenförekomster ska uppnå normen god status eller potential till år 2015 och att statusen inte får försämrats. För vattenförekomster som ej uppnådde god status till 2015 kan undantag tillämpas. Ytvattenförekomsterna är statusklassade med avseende på ekologisk och kemisk status.

Den ekologiska statusen bedöms på en femgradig skala som *hög*, *god*, *måttlig*, *otillfredsställande* och *dålig*. Kemisk ytvattenstatus klassas som *god* eller *uppnår ej god*.

Den senaste statusklassningen (2017) för Mälaren-Ulvsundasjön sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1. Sammanställning av ekologisk och kemisk status för Mälaren-Ulvsundajön (VISS, 2018).

Status	Klassificering	MKN	Kommentar
Ekologisk status	Måttlig	God ekologisk status 2021	Morfologiska förändringar, övergödning. Tidsundantag till 2021.
Kemisk status	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus 2027	Överskridande PFOS Mindre stränga krav för bromerade difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar. Tidsfrist till 2027 för antracen, bly och blyföreningar, TBT.

Den ekologiska statusen är *måttlig* och den kemiska ytvattenstatusen *uppnår ej god* kvalitet enligt den senaste klassningen daterad 2017-02-23. Bedömningen grundar sig på mätperioden 2012-2017.

Den ekologiska statusen omfattar tre kvalitetsfaktorer som klassificeras i ordningen: *biologiska*, *fysikalisk-kemiska* och *hydromorfologiska* kvalitetsfaktorer. Den ekologiska statusen bedöms som *måttlig*, främst på grund av växtplankton- och näringsämnespåverkan (VISS, 2018).

Gällande de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna är statusen bedömd som *dålig* för kvalitetsfaktorn *morfologisk tillstånd i sjöar*. Avgörande parametrar är hög andel brukad mark och/eller anlagda ytor i närområdet samt svämplanets funktion och struktur. Detta behandlas mer ingående i

Miljökonsekvensbeskrivningen och Naturvärdesrapporten för utredningsområdet.

Den kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god på grund av överskridande av gränsvärden för prioriterade förorenade ämnena; kvicksilver, bly, tributyltennföreningar (TBT), bromerade difenyleter, PFOS samt antracen.

Ett undantag i form av mindre strängt krav har satts för bromerade difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar. Halterna bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige. Tidsfrist till 2027 anges för antracen, bly och blyföreningar samt TBT. Gällande övriga kemiska föreningar överskrider gränsvärdet för PFOS i biota.

Listade miljöproblem är övergödning på grund av belastning av näringsämnen och miljögifter. Bland möjliga åtgärder föreslår vattenmyndigheten bland annat dagvattenåtgärder i avrinningsområdet (VISS, 2018).

## 4.6 MARKMILJÖ

Flertalet markmiljöutredningar har utförts inom utredningsområdet för Masugnen 5 och 7. Marken har sedan tidigare förorenats av industriell verksamhet. Det har utförts riskbedömningar avseende klorerade lösningsmedel, sediment och förorenade fyllnadsmassor i strandremsan.

Markundersökningar för Masugnen 7 visar att det förekommer halter av metaller och PAH:er över *känslig markanvändning* (KM) i fyllnadsmassorna över hela fastigheten. I fastighetens östra del förekommer halter över *mindre känslig markanvändning* (MKM) av metaller och PAH i marken. I sydvästra delen av fastigheten har PCB påvisats, men i halter under MKM (Wescon, 2018).

Även inom Masugnen 5 förekommer höga halter av föreningar i fyllnadsmassorna. I flera av provresultaten överskrider halterna för MKM flera gånger eller mer. Det är främst bly, koppar och zink som påvisats i höga halter. Det förekommer även halter av PAH:er och petroleumprodukter inom Masugnen 5 (Wescon, 2018). Kompletterande provtagningar avseende klorerade ämnen ska utföras inom fastigheten.

Med avseende på recipienten bör stor hänsyn tas till markföreningarna vid exploatering för att minimera läckaget av oönskade ämnen till Bällstaviken. Åtgärder är nödvändiga för att omvandla fastigheterna till bostadsändamål.

## 4.7 VATTENSKYDDSSOMRÅDEN OCH MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Utredningsområdet ligger inte inom någon skyddszon för vattenskyddsområde och omfattas inte av något markavvattningsföretag (Länsstyrelsens webbGIS).



## 4.8 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING OCH AVVATTNING

Befintlig bebyggelse har ingen anslutning till Stockholm Vattens ledningsnät för dagvatten. De uppgifter som finns tyder på att dagvattnet från fastigheten idag samlas upp i ett lokalt ledningsnät som sedan leds direkt till recipienten. Detta befintliga ledningsnät kommer, på grund av de stora förändringar som planeras inom området, behöva rivas och kommer alltså inte kunna användas för framtida dagvattenavledning. Genom fastigheten finns dock en stor dagvattenkulvert (dit ledningsnätet på fastigheten alltså inte är anslutet) där Stockholm Vattens ledningsnät mynnar i recipienten, se Figur 6. Denna fråga bevakas av ledningssamordnare.

Figur 6 visar avrinningsvägar i och kring utredningsområdet utifrån befintlig topografi och bebyggelse. Det finns en vattendelare i mitten av utredningsområdet och två instängda områden (blå cirkel) i södra delen.



Figur 6. Avrinningsvägar i och kring utredningsområdet utifrån befintlig topografi och bebyggelse. Blå cirkel markerar instängda områden.

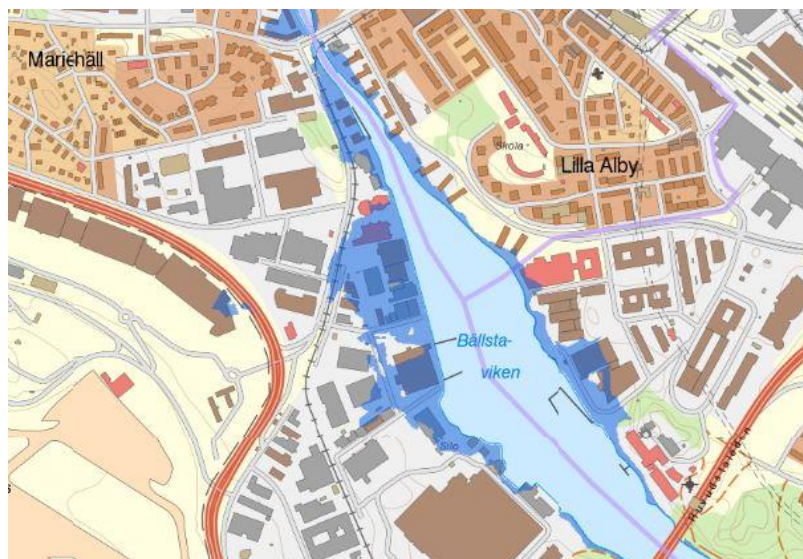
## 4.9 RISK FÖR ÖVERSVÄMNING

### 4.9.1 Höjda nivåer i Mälaren

Planområdet gränsar till Bällstaviken som är en del av Ulvsundasjön som i sin tur är en del av Mälaren. Normalvattenståndet är +0,85 m (RH2000) och den högsta höjd som någonsin uppmätts är +1,42 m.

En ny reglering av Mälaren ska införas i samband med ombyggnationen av Slussen. Syftet är att förhindra översvämning, höja lågvattenståndet till gagn för sjötrafiken och förhindra saltvatteninträngning från Saltsjön (Stockholms hamnar).

Höga nivåer förväntas dock bli vanligare i ett förändrat klimat och Länsstyrelsen i Stockholm, Södermanland, Uppsala och Västmanlands län har därför tagit fram rekommendationer (2015) för lägsta grundläggningsnivå för ny sammanhängande bebyggelse samt samhällsfunktioner av betydande vikt. Denna nivå är satt till +2,7 m. Delar av befintlig bebyggelse i detaljplaneområdet ligger under denna nivå, se Figur 7. Planerad bebyggelse inom utredningsområdet har färdigt golv för entréplanet över +2,7 m.

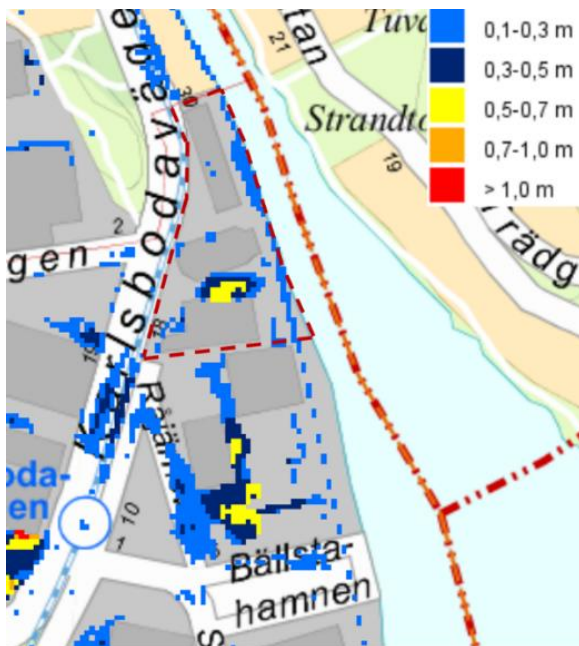


Figur 7. MSB Översvämningskartering (Mälaren) med beräknat högsta flöde. Blåskuggat område markerar höjder under +2,7 m (källa Länsstyrelsens WebbGIS, 2016).

#### 4.9.2 Skyfallskartering

Stockholm Vatten har i samarbete med miljöförvaltningen genomfört en skyfallsmodellering som visar möjliga översvämningsrisker vid ett 100-årsregn. Modellen tar hänsyn till befintliga markhöjder och belastas med ett 100-årsregn med anpassning till de klimatförändringar som kan inträffa till år 2100. Skyfallsmodellen simulerar avrinningen mot lågpunkter och ger en bild av var översvämningsrisker kan finnas. Modelleringen har genomförts av WSP med hjälp av den hydrauliska ytvanningsmodellen MIKE 21 utvecklat av DHI.

I Figur 8 visas resultat av skyfallsmodelleringen för "Scenario C", vilket beskriver ogynnsamma förhållanden där rännstensbrunnar och ledningar på fastigheter klarar 5-årsregn och markens infiltrationskapacitet är låg (Stockholm Vatten, 2015).



Figur 8. Maximalt vattendjup vid Scenario C, marköversvämning vid 100-årsregn enligt Stockholm Vattens skyfallsmodellering från 2015 (Stockholms stad, Dataportalen, Öppna data 2018-03-09).

Figur 8 visar på instängda områden inom utredningsområdet med risk för marköversvämning. För den framtida bebyggelsen är det viktigt med en genomtänkt höjdsättning för att säkra avrinningsvägar och undvika instängda områden.



Figur 9 visar maximalt vattenflöde och flödesriktning vid ett 100-årsregn. Skyfallskarteringen visar på vattenflöden från området kring Bromma flygplats och vidare till Karlsbodavägen i riktning mot utredningsområdet. Idag finns en avrinningsväg genom utredningsområdet mellan befintlig bebyggelse och vidare till slutrecipienten.

För den framtida bebyggelsen är det viktigt att en ny säker avrinningsväg skapas ut till Bällstaviken. Stadsdelen Ulvsunda och Mariehäll genomgår för närvarande en omvandling. Söder om utredningsområdet har planarbetet för Bällsta hamn påbörjats. Planarbetet för Bällsta hamn är fortfarande i tidigt skede men det är av stor vikt att hantering och avledning av stora mängder dagvatten säkerställs i planarbetet.



Figur 9. Maximalt vattenflöde vid marköversvämning vid ett 100-årsregn. Blå pilar visar flödesriktning. (Stockholms stad, Dataportalen, Öppna data 2018-08-22).

## 5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

### 5.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

Den nya planen innebär att befintliga byggnader kommer att rivas och ersättas med ett antal nya byggnader (Figur 10). Innergårdarna kommer underbyggas med garage och ligga högre än dagens marknivåer. Fastigheterna föreslås till största del bebyggas med bostadshus i halvsluten kvartersstruktur med lokaler i strategiska lägen. I Masugnen 7 föreslås även en förskola. Längs vattnet föreslås en strandpromenad i parkmiljö. Denna föreslås bli allmän platsmark. Mellan kvarteren reserveras mark för att i framtiden möjliggöra en gång- och cykelbro över Bällstaviken för att koppla samman området med Sundbyberg.



Figur 10. Situationsplan för Masugnen 5 och 7 (ÅWL, 2018).

## 6 BERÄKNINGAR

Utredningsområdet har delats in i delområden för att förenkla redovisningen. Beräkningsresultat redovisas för hela området, Masugnen 5 och 7. Åtgärdsförslag redovisas för Masugnen 5, Masugnen 7, lokalgator och parkområdet.

## 6.1 MARKANVÄNDNING

Markanvändningen har karterats med hjälp av flygfoto och illustrationsplan.

Markanvändningen före exploatering har bedömts som kontorsområde. Efter exploatering har markanvändningen bedömts som bostadsområde, parkområde och gatumark.



Figur 11. Markanvändning före exploatering.



Figur 12. Markanvändning efter exploatering.

## 6.2 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats utifrån markanvändningen före och efter exploatering. I beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Markanvändningen före exploatering valdes till kontorsområde. Avrinningskoefficienten valdes till 0,5, enligt Svenskt Vatten P110 för industri- och skolområden med planterade gårdar.
- Avrinningskoefficienten för bostadsområdet valdes till 0,4 för flerfamiljshus enligt Svenskt Vatten P110 (intervallet 0,4-0,6).

För att klimatanpassa dagvattenhanteringen rekommenderas att dimensionering görs utefter flöden beräknade med en klimatfaktor (Svenskt Vatten, P110). Nuvarande rekommenderade klimatfaktorn från SMHI är 1,25.

Det dimensionerande dagvattenflödet från området beräknas med rationella metoden:

$$q_d = A \cdot \varphi \cdot i(t_r)$$

där:

$q_d$  är det dimensionerande flödet (l/s)

$A$  är avrinningsområdets area (ha)

$\varphi$  är avrinningskoefficienten

$i(t_r)$  är den dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

$t_r$  är regnets varaktighet (min).

### 6.2.1 Hela området

Beräknade dimensionerande flöden för hela området före och efter exploatering utan åtgärder redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Flöden vid det dimensionerande regnet (10 min 10-årsregn) före och efter exploatering utan åtgärder. Klimatfaktor 1,25 har använts i beräkningarna för flöden efter exploatering.

Markanvändning	Area (ha)	Avr. koeff. $\varphi$	Red. area (ha)	$Q_{dim}$ (l/s)	$Q_{dim}$ (l/s) kf
<b>Före</b>					
Kontorsområde	1,7	0,5	0,83	190	-
<b>Totalt</b>	<b>1,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,83</b>	<b>190</b>	-
<b>Efter</b>					
Bostadsområde	0,88	0,40	0,35	80	100
Parkområde	0,40	0,10	0,04	9	11
Gatumark	0,39	0,80	0,33	75	94
<b>Totalt</b>	<b>1,7</b>	<b>0,43</b>	<b>0,72</b>	<b>164</b>	<b>205</b>

Beräkningarna visar en minskning av det dimensionerande dagvattenflödet med ca 15 %. Med hänsyn till klimatfaktor ökar det dimensionerande dagvattenflödet med ca 10 %. Beräkningar av årsmedelflödet visar på en minskning från 0,2 l/s före exploatering till 0,18 l/s efter exploatering.

### 6.2.2 Masugnen 5

Beräknade dimensionerande flöden för Masugnen 5 före och efter exploatering utan åtgärder redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Flöden vid det dimensionerande regnet (10 min 10-årsregn) före och efter exploatering utan åtgärder. Klimatfaktor 1,25 har använts i beräkningarna för flöden efter exploatering.

	Markanvändning	Area (ha)	Avr. koeff.φ	Red. area (ha)	Q <sub>dim</sub> (l/s)	Q <sub>dim</sub> (l/s) kf
<b>Före</b>						
	Kontorsområde	0,27	0,50	0,13	30	-
<b>Efter</b>						
	Bostadsområde	0,27	0,40	0,11	24	30

### 6.2.3 Masugnen 7

Beräknade dimensionerande flöden för Masugnen 7 före och efter exploatering utan åtgärder redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Flöden vid det dimensionerande regnet (10 min 10-årsregn) före och efter exploatering utan åtgärder. Klimatfaktor 1,25 har använts i beräkningarna för flöden efter exploatering.

	Markanvändning	Area (ha)	Avr. koeff.φ	Red. area (ha)	Q <sub>dim</sub> (l/s)	Q <sub>dim</sub> (l/s) kf
<b>Före</b>						
	Kontorsområde	0,61	0,50	0,31	70	-
<b>Efter</b>						
	Bostadsområde	0,61	0,40	0,24	56	70

## 6.3 EXTREMA FLÖDEN

All fysisk planering bör ske långsiktigt och det är därför relevant att redan idag ta hänsyn till de klimatförändringar som väntas. Det ändrade klimatet förväntas medföra ökad risk för högre dagvattenflöden till följd av extrema regn eller skyfall och därmed ökade risk för översvämningar oavsett dimensionering av dagvattensystemet.

Enligt PBL ska frågan om risk för översvämning hanteras i arbetet med att ta fram en detaljplan. Enligt P110 ska det även finnas en plan för hur avledningen av extrema regn ska ske. Med extrema regn menas ett regn större än ett 10-årsregn med klimatfaktor. I Tabell 5 visas de beräknade flöden för 10-, 20- samt 100-årsregn. Flödena är redovisade med och utan klimatfaktor. Värdena är avrundade till närmsta 10-tal.

Tabell 5. Beräknade flöden för 10-, 20- och 100-årsregn för totala utredningsområdet efter exploatering utan åtgärder. Samtliga flöden är avrundade till hela 10-tal.

Regn, varaktighet 10 min	Dagvattenflöde (l/s)	Dagvattenflöde med klimatfaktor (l/s)
10-årsregn	160	210
20-årsregn	210	260
100-årsregn	350	440

Se avsnitt 7.11 för hantering av extrema flöden inom utredningsområdet.

## 6.4 DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL

Dagvattnets teoretiska föroreningsinnehåll har beräknats med schablonhalter från StormTac (v18.1.1). Indata till StormTac är bl. a. utredningsområdets markanvändning. Enligt SMHI:s mätningar för normalperioden 1961-1990 är normalvärdet för den årliga nederbörden i Stockholm 636 mm/år.

De två scenarierna, före respektive efter exploatering, beskriver nuläget samt den planerade ombyggnaden. Ombyggnaden innebär att kontorsområde omvandlas till bostadsområde, parkmark och en lokalgata. I föroreningsberäkningarna har lokalgatan beräknats efter schablonvärden för "Väg 1" i StormTac. "Väg 1" ska motsvara en väg med upp till 1000 fordon/dygn. Enligt uppgifter från trafik-PM (WSP, 2018) bedöms trafikmängden på lokalgatan uppgå till 600 fordon/dygn.

Tabell 6 visar beräknade föroreningshalter före och efter exploatering utan åtgärder.

Tabell 6. Beräknade föroreningshalter (µg/l) i dagvattnet från hela utredningsområdet, före och efter exploatering utan åtgärder.

Förorening	Före expl. (µg/l)	Efter expl. (µg/l)	Förändring
<b>P</b>	220	190	-14 %
<b>N</b>	1500	1800	20 %
<b>Pb</b>	26	7,5	-71 %
<b>Cu</b>	26	22	-15 %
<b>Zn</b>	120	57	-53 %
<b>Cd</b>	0,76	0,39	-49 %
<b>Cr</b>	11	7,8	-29 %
<b>Ni</b>	6,5	5,8	-11 %
<b>Hg</b>	0,09	0,042	-53 %
<b>SS</b>	87000	55000	-37 %
<b>Olja</b>	1100	590	-46 %



Tabell 7 visar föroreningstransporten före och efter exploatering utan åtgärder. Den ändrade markanvändningen leder till minskad föroreningstransport för samtliga föroreningar med undantag för kväve.

Tabell 7. Masstransport av föroreningar (kg/år) före och efter exploatering utan åtgärder.

Förorening	Före expl. (kg/år)	Efter expl. (kg/år)	Förändring
<b>P</b>	1,4	1,1	-21 %
<b>N</b>	9,4	11	17 %
<b>Pb</b>	0,16	0,043	-73 %
<b>Cu</b>	0,17	0,12	-29 %
<b>Zn</b>	0,79	0,33	-58 %
<b>Cd</b>	0,0049	0,0023	-53 %
<b>Cr</b>	0,071	0,045	-37 %
<b>Ni</b>	0,041	0,033	-20 %
<b>Hg</b>	0,00057	0,00024	-58 %
<b>SS</b>	560	320	-43 %
<b>Olja</b>	7,1	3,4	-52 %

## 7 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Åtgärderna är utformade för att fördröja och rena 20 mm nederbörd, vilket motsvarar 90 % av årsnederbörden.

### 7.1 FÖRDRÖJNINGSKRAV

Enligt Stockholms stads åtgärdsnivå ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem. Systemen dimensioneras med en våtvolum på 20 mm. Den nödvändiga magasinsvolymen för respektive delområde är beräknat i Tabell 8.

Tabell 8. Nödvändig magasinsvolym (m<sup>3</sup>) för hela området och respektive delområde.

Område	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Nödvändig magasinsvolym (m <sup>3</sup> )
Hela området	1,7	0,72	145
Masugnen 5	0,27	0,11	22
Masugnen 7	0,61	0,24	49
Lokalgator	0,39	0,33	66
Parkområdet	0,4	0,04	8

En systemlösning presenteras i avsnitt 7.3 med förslag till dagvattenåtgärder och nödvändig dimensionering.



## 7.2 GENERELLA ÅTGÄRDSFÖRSLAG

I detta avsnitt beskrivs ett antal metoder att fördröja och rena dagvatten, därefter beskrivs hur dessa metoder kan användas i utredningsområdet.

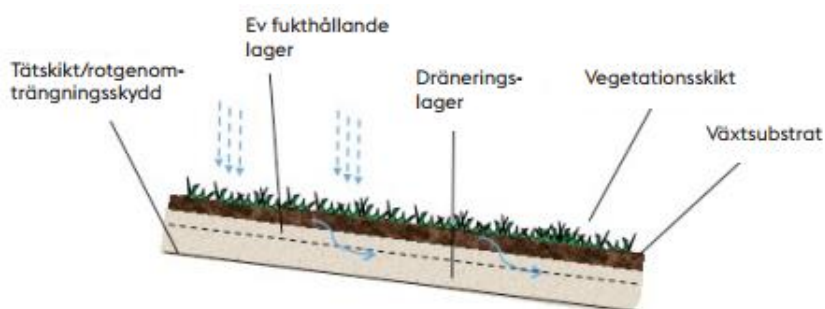
### 7.2.1 Infiltration grönyta/nedsänkt grönyta

Vatten från en hårdgjord yta avleds till gröna ytor där det kan infiltrera ner i marken och renas. Grönytorna kan minska metallföroreningar och näringsämnen. Vattnet bör rinna ut över grönytan på bred front och det är därför bäst om det inte finns någon kantsten mellan den hårdgjorda ytan och grönytan. Grönytan är mest effektiv om gräsväxten är tät och om ytlagret är genomsläppligt. Om genomsläppligheten på ytan är låg kan slitage uppstå och dessutom behövs större ytor.

Om gräsytan görs skålformad kan vatten tillfälligt stiga och översvämma ytan vid intensiva regn. Ytan fungerar då som ett utjämningsmagasin.

### 7.2.2 Gröna tak

Takytor bidrar i hög grad till dagvattenflödet. Ett grönt tak är ett tak med en matta av växtlighet som kan fördröja och minska mängden dagvatten. Takvattnet fångas upp av växterna och en del av vattnet avdunstar. Ett grönt tak bör anläggas med låg lutning eller vara platta då lutningen påverkar takets förmåga att magasinera regnvatten. Gröna tak fungerar bäst vid mindre regn. Vid större regn blir taket mättat och avrinningskoefficienten närmar sig 1,0. Eventuellt överskottsvatten som taket inte kan ta hand om kan ledas via hängrännor och stuprör. Beroende på vilka växter som väljs behöver taket olika mycket skötsel och underhåll. Det lokala klimatet och näringsbehovet bör beaktas vid valet av växter. Om växterna behöver gödsling kan detta bidra till utsläpp av näringsämnen. En principskiss över uppbyggnaden visas i Figur 13.

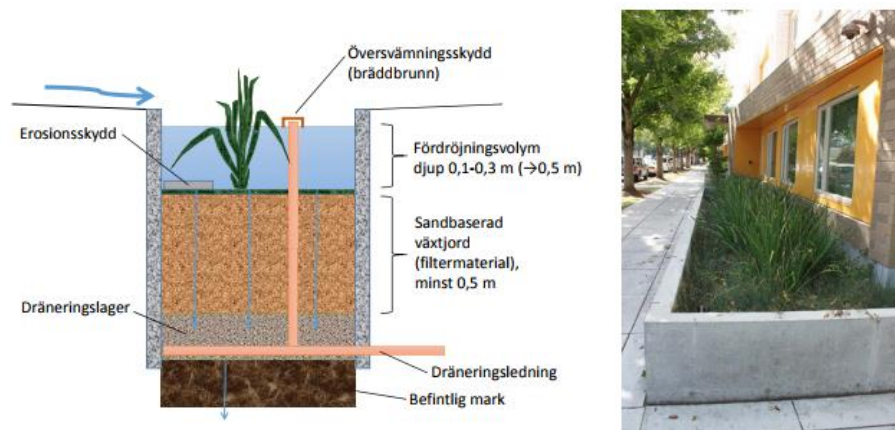


Figur 13. Principskiss för grönt tak. Mot taket läggs ett tätskikt, och ovanpå det ett dräneringslager. Om taket blir mättat leds överskottsvattnet via dräneringslagret till stuprör. Bildkälla: Stockholm Vatten och Avfall.

### 7.2.3 Nedsänkt växtbädd

En nedsänkt växtbädd är en planteringsyta som är till för att fördröja och rena dagvatten. Den nedsänkta växtbädden kan vara en rabatt där växtjorden ligger några centimeter under markytan, eller vara mer påtagligt nedsänkt. Ovanpå bädden skapas en fördröjningsvolym. Vattnet kan ledas till bädden genom ytavrinning, eller via brunnar och ledningar. Om vattnet kommer från en högre nivå, exempelvis från ett stuprör, kan växtbädden även anläggas i en upphöjd planteringslåda. Växterna tar upp vatten,

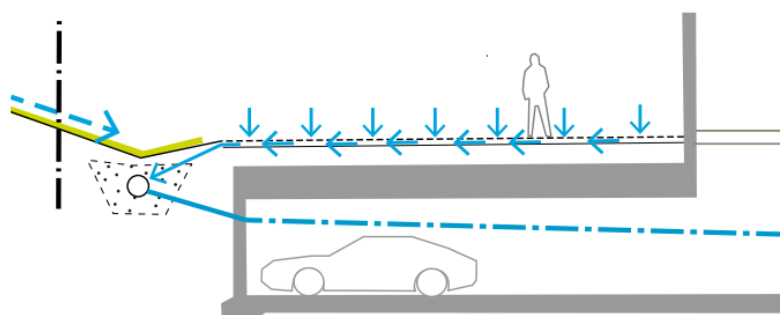
näringsämnen och tungmetaller, vilket bidrar med både en fördröjning och en renande förmåga. Lämpligt växtmaterial är till exempel starr, gräsväxter och örter som trivs i fuktängar. Det är även möjligt att plantera träd i nedsänkta växtbäddar. Under planteringen anläggs ett dräneringslager. Botten på växtbädden kan utformas som tät eller öppen. Oavsett val ska det alltid finnas en dräneringsledning under dräneringslagret. Uppbyggnaden av bädden visas i Figur 14.



Figur 14. T.v. Principskiss för nedsänkt växtbädd. Ovanpå bädden skapas en fördröjningsvolym. Växtbädden kan dräneras till befintlig mark eller via dräneringsledning till dagvattenssystemet. T.h. Växtbädd som tar hand om takdagvatten via stuprör. Bildkälla: Stockholm Vatten och Avfall.

#### 7.2.4 Genomsläpplig beläggning

Genom att anlägga ytor med genomsläpplig beläggning kan dagvattnet filtreras ner i marken och renas. Exempel på genomsläpplig beläggning kan vara grus, beläggning med genomsläppliga fogar eller genomsläpplig asfalt. Beläggningen läggs på ett bärlager i makadam. Vattnet kan antingen avledas med dräneringsrör under beläggningen eller till grundvattnet om markens infiltrationsförmåga är god. Figur 15 visar en typsektion med genomsläpplig beläggning.



Figur 15. Genomsläpplig beläggning med magasin i luftigt bärlager. Bildkälla: Stockholm Stad (2016).

#### 7.2.5 Skelettjord

En skelettjord anläggs under en trädplantering och har stor infiltrationskapacitet. Principen för uppbyggnaden av en skelettjord ses i Figur 16. En urgröpning i marken fylls med makadam, detta utgör själva

skelettet och skapar en god rotmiljö. På detta planteras sedan trädet i en låda fylld med jord. Lösningen förser trädet med vatten och luft samtidigt som dagvattnet renas när det rinner genom skelettjorden. Dagvatten kan ledas till skelettjorden via dagvattenbrunnar eller via ytavrinning.



Figur 16. Träd i skelettjord. Konceptskiss från Malmö stads tekniska handbok (t.v.).

### 7.3 SYSTEMLÖSNING

Den föreslagna systemlösningen bygger på åtgärder som både har en renande och fördröjande förmåga, se Figur 17. Samtliga föreslagna åtgärder är i linje med Stockholms stads dagvattenpolicy och åtgärdsnivå. Åtgärderna är dimensionerade för 20 mm nederbörd men bör anläggas så att regn som överskrider 20 mm kan bräddas till ledningssystem - direkt eller via ytavrinning vidare till brunn.

Fastigheterna saknar eller har mycket liten förgårdsmark, vilket innebär att dagvattenhanteringen måste ske på innergårdarna. En liten del hårdgjord förgårdsmark (ca 200 m<sup>2</sup>) kommer ej kunna hantera sitt eget dagvatten. Denna mark finns främst framför entréerna till Masugnen 5 och 7, se Figur 17. Fastigheternas takutformning är preliminär och stuprörsplaceringar är ej fastställda. Takvattnet leds i huvudsak till innergårdarna, men mindre takytor måste eventuellt luta ut mot gatan (ca 200 m<sup>2</sup>). Detta dagvatten, från förgårdsmark och begränsade takytor, leds förslagsvis till grönytor längs med fastigheterna eller till växtbäddar i gatan.

Innergårdarna är uppbyggda på bjälklag. Alla dagvattenåtgärder på innergårdarna ska utföras med tät botten, dräneringsledningar och bräddmöjligheter till dagvattennätet.

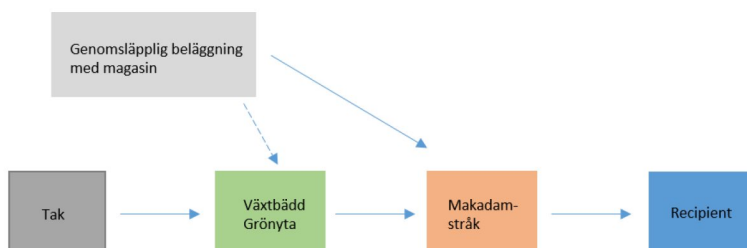
Dagvattenåtgärder på fastighetsmark förvaltas av fastighetsägaren och övriga åtgärder blir allmänna.



Figur 17. Systemlösning för utredningsområdet. Fastighetsgränser är markerade med röd linje. Se Bilaga 1 för större format.

## 7.4 KVARTERSMARK

I systemlösningen för kvartersmark tillämpas olika LOD-lösningar i flera steg. Enligt Stockholms stad åtgärdsnivån ska reningen vara mer långtgående än sedimentation. Takvatten från konventionella och gröna tak leds till gröna ytor och växtbäddar på innergårdarna. Gårdarna har beläggning med genomsläppliga fogar på luftigt bärlager. Det möjliggör fördröjning och rening. Slutligen leds dagvattnet till ett makadamstråk innan det leds ut i recipienten. Figur 18 visar en översiktlig bild över systemlösningen för kvartersmark.



Figur 18. Översikt systemlösning för kvartersmark.

### 7.4.1 Masugnen 5

En systemlösning för Masugnen 5 presenteras i Figur 19. Totalt krävs 22 m<sup>3</sup> magasinvolym för att omhänderta dagvattnet inom fastigheten. Enligt Stockholm vattens dimensioneringstabell motsvarar det 55 m<sup>2</sup> nedsänkta växtbäddar<sup>1</sup> eller 77 m<sup>2</sup> makadamdike<sup>2</sup>. Magasinvolymen fördelas mellan de föreslagna dagvattenåtgärderna inom fastigheten.

Takvattnet leds till växtbäddar och sedan till ett makadamstråk vid fastighetsgränsen. Där växtbäddar ej är möjliga leds takvatten direkt till makadamstråket. På innergårdarna föreslås genomsläpplig beläggning för att minska avrinningen, skapa fördröjning och rena dagvattnet. Under beläggningen anläggs ett bärlager med makadam. Ett dräneringsrör installeras i konstruktionens botten och leds mot makadamstråket. En typsektion hur konstruktionen kan se ut visas i Figur 15. För att magasinera 20 mm krävs ca 10 cm porös makadamfyllning under ytan (Stockholm Vatten, 2018).

<sup>1</sup> Nedsänkt växtbädd med 150 mm ytmagasin, 500 mm poröst lager med 15 % porositet

<sup>2</sup> Makadamdike 1 meter djup och 30 % porositet



Figur 19. Systemlösning för Masugnen. Se Bilaga 1 för större format.

Innergården höjdsätts så att dagvattnet avrinner mot samlingsytan med stenmjöl och planteringar/växtbäddar. Genom att sänka ner delar av planteringsytan och samlingsytan skapas volym för omhändertagande av större regn. Kuppelbrunnar placeras något upphöjda i planteringsytan för att kunna leda bort vattnet om vattennivån stiger över en viss nivå. Därefter kan dagvattnet ledas vidare till makadamstråket.

Ett 100-årsregn motsvarar en volym på ca 40 m<sup>3</sup> för hela fastigheten. Det är viktigt att flödesvägarna säkras och att innergården inte utgör ett instängt område. Höjdsättningen bör utföras så att dagvattnet kan flöda ut från innergården mot makadamstråket och slutligen Bällstaviken vid extrema regn.

#### 7.4.2 Masugnen 7

En systemlösning för Masugnen 7 presenteras i Figur 20. Totalt krävs ca 50 m<sup>3</sup> magasinvolym för att omhänderta dagvattnet inom fastigheten (Tabell 8). Fördröjning av 50 m<sup>3</sup> motsvarar enligt Stockholm vattens dimensioneringstabell 120 m<sup>2</sup> nedsänkta växtbäddar<sup>3</sup> eller 190 m<sup>2</sup> makadamdike<sup>4</sup>. Magasinvolymen fördelas mellan de föreslagna dagvattenåtgärderna inom fastigheten. Dagvattnet infiltrerar i första hand i den genomsläppliga beläggningen eller leds till grönytor och växtbäddar. Takvattnet från konventionella och gröna tak leds till växtbäddar. Därefter leds dagvattnet till ett makadamstråk/magasin vid fastighetsgränsen. Inom Masugnen 7 finns utrymme för makadammagasin under den del av förskolegården som ej är underbyggd, se Figur 20.

På innergårdarna föreslås genomsläpplig beläggning för att minska avrinningen, skapa fördröjning och rena dagvattnet. Under beläggningen anläggs ett bärlager med makadam. Ett dräneringsrör installeras i konstruktionens botten och leds mot makadamstråket. För att magasinera 20 mm krävs ca 10 cm porös makadamfyllning under ytan (Stockholm Vatten, 2018).

<sup>3</sup> Nedsänkt växtbädd med 150 mm ytmagasin, 500 mm poröst lager med 15 % porositet

<sup>4</sup> Makadamdike 1 meter djup och 30 % porositet





Figur 20. Systemlösning för Masugnen 7. Se Bilaga 1 för större format.

Innergården höjdsätts så att dagvattnet avrinner mot grönytor och växtbäddar. Kupolbrunnar placeras något upphöjda i planteringsytan för att kunna leda bort vattnet om vattennivån stiger över en viss nivå. Därefter kan dagvattnet ledas vidare till makadamstråket.

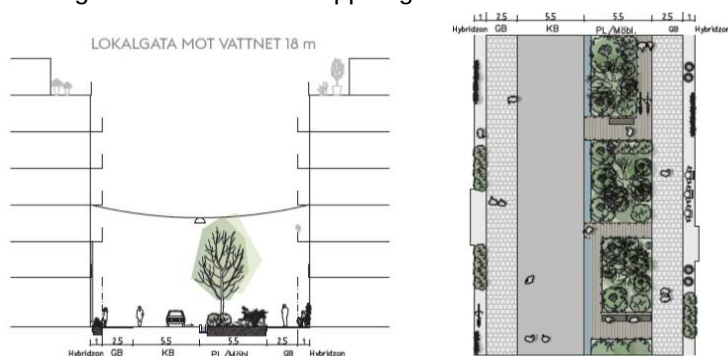
Ett 100-årsregn motsvarar en volym på ca 90 m<sup>3</sup> för hela fastigheten. Det är viktigt att flödesvägarna säkras och att innergården inte utgör ett instängt område. Höjdsättningen bör utföras så att dagvattnet kan flöda ut från innergården mot makadamstråket och slutligen Bällstaviken vid extrema regn.

## 7.5 LOKALGATOR

Gatuvattnet leds till växtbäddar med planteringar och träd för fördröjning och rening. Totalt krävs 66 m<sup>3</sup> magasinsvolym för att omhänderta gatuvattnet (Tabell 8), baserat på 20 mm fördröjning. Växtbäddarnas ytbehov beror på utformningen. Enligt Stockholm vattens dimensioneringstabell krävs 5 m<sup>2</sup> nedsänkt växtbädd<sup>5</sup> per 100 m<sup>2</sup> hårdgjord yta (Stockholm vatten, 2018). För den nya lokalgatan krävs ca 170 m<sup>2</sup> växtbädd för att fördröja och rena gatuvattnet.

Det pågår en gatuprojektering för lokalgatorna inom utredningsområdet. I en tidigare gatuprojektering fanns en lågpunkt i södra delen av utredningsområdet. Denna har bortarbetats i den nya höjdsättningen.

Figur 21 visar den föreslagna gatusektionen för kvartersgatan ner mot vattnet, mellan Masugnen 7 och 1. Gatan är enkelskevad och gatuvattnet leds till växtbäddar för fördröjning och rening. Förutom att skapa tillräckliga fördröjningsvolym i gaturummet krävs det att gatans höjdsättning möjliggör att gatuvattnet kan rinna till växtbäddarna. Gatuvattnet leds till växtbäddarna via dagvattenbrunnar eller öppning i kantsten.



Figur 21. Exempel på utformning för kvartersgatan mellan Masugnen 7 och 1 i plan och sektion. Gatuvattnet leds till växtbäddar för rening och fördröjning (Stockholms stad).

Lokalgatan längs med Karlsbodavägen och kvartersgatan mellan Masugnen 7 och 1 är inkluderade i den föreslagna systemlösningen. Bräddledningar från växtbäddarna ansluts till nya dagvattenledningar i gatan.

Dagvattenledningarna mynnar i ett makadamstråk innan avledning till Bällstaviken (Bilaga 1). I norra delen av området finns en lågpunkt. För att avleda dagvattnet behövs en dagvattenledning över kvartersmark, vilket innebär att ett u-område bör införas i planen, se Figur 22.



Figur 22. Norra delen av lokalgatan längs med Karlsbodavägen. Dagvattnet leds till växtbäddar för rening och fördröjning. Bräddledningar från växtbäddarna ansluts till nya dagvattenledningar i gatan. Se Bilaga 1 för större format.

<sup>5</sup> Nedsänkt växtbädd med 150 mm ytmagasin, 500 mm poröst lager med 15 % porositet enligt Stockholm Vattens dimensioneringstabell



## 7.6 PARKOMRÅDET

Parkområdet föreslås bli allmän platsmark och bestå av grönytor och gångstråk. Med en genomtänkt höjdsättning kan dagvattnet från gångstråket ledas ut mot gräsytor och planteringar, se Figur 23. Infiltration genom grönyta och genomsläpplig beläggning ger både flödesutjämning och hög rening (Stockholm Vatten, 2018). Vid större flöden rinner vattnet ner mot Bällstaviken. För att förhindra direkt ytavrinning över gångstråket vid stora flöden kan nedsänkta stråk skapas längs med gångbanan. De nedsänkta stråken kan förses med upphöjda kupolbrunnar som leder undan överskottsvatten.



Figur 23. Systemlösning för parkområdet. Gångstråket lutar ut mot grönytor för fördröjning och rening av dagvattnet. Se Bilaga 1 för större format.

Enligt Stockholm vattens dimensioneringstabell för omhändertagande av 20 mm nederbörd krävs 25 m<sup>2</sup> grönyta per 100 m<sup>2</sup> hårdgjord avrinningsyta. För parkområdet inom utredningsområdet krävs ca 350 m<sup>2</sup> grönyta för att fördröja och rena 20 mm nederbörd. Detta är beräknat för parkområde med avrinningskoefficient 0,1.

Ett annat synsätt är att grönytorna tar hand om sitt eget dagvatten. De hårdgjorda ytorna inom parkområdet är ca 1350 m<sup>2</sup>, vilket enligt dimensioneringstabellen ger att ca 300 m<sup>2</sup> grönyta krävs för omhändertagande av dagvatten från de hårdgjorda ytorna inom parken. Oavsett är grönytorna inom parken tillräckliga.

Det är även möjligt att gångstråket anläggs med genomsläpplig beläggning, vilket både ger rening och flödesutjämning. Fördröjningsvolymen i ytor med genomsläpplig beläggning skapas av själva beläggningen i kombination med den porvolym som finns i bärlagret. För att magasinera 20 mm nederbörd krävs ca 10 cm porös makadamfyllning under ytan (Stockholm Vatten, 2018). Gångstråket höjdsätts så att överskottsvatten kan avrinna ut mot grönytor.

## 7.7 INFILTRATION OCH MARKMILJÖ

Infiltration av dagvatten är positivt ur många aspekter. Växtlighet och mark har en naturlig förmåga att rena och fördröja vatten och infiltration bidrar till naturlig grundvattenbildning. På förorenad mark kan infiltration av dagvatten leda till att föroreningar sprids. Dagvattenhanteringen måste då anpassas efter förutsättningarna.

Eftersom det förekommer förorenad mark inom utredningsområdet ska infiltration av större volymer dagvatten undvikas. Det är olämpligt att samla dagvatten och leda till ytor med kända föroreningar. Till exempel bör inte stuprör som avvattnar stora hårdgjorda ytor ledas till förorenad mark.

I parkområdet föreslås att gångstråket lutar ut mot grönytor för viss infiltration. Anläggs gångstråket med genomsläpplig beläggning lutas det mot grönytor för att avleda överskottsvatten. Infiltrationen och eventuell avrinning från gångstråket är liten. Dagvattnet sprids på bred front och tas till stor del upp av gräs och växter. Saneringsåtgärder är aktuella för områden där gränsvärden överskrids. Dagvattnet från gångstråket bedöms inte ha en påverkan på utläckaget från utredningsområdet. Särskilt med tanke på att kraftigt förorenade massor troligtvis schaktas bort och ersätts med nytt material.

Inom kvartersmark byggs dagvattenåtgärder på bjälklag. Vattnet leds till gröna lösningarna, t ex växtbäddar, där avdunstning och växtupptag reducerar mängden. Överskottet leds vidare i täta konstruktioner. Är den föreslagna platsen för makadamstråket ej lämpligt för infiltration kan stråket tätas med fint material och geotextil i botten.

I projekteringen och anläggning av detaljplaneområdet ska miljökonserter rådfrågas. I det skedet är det klagtjort vilka områden som kräver åtgärder och vilka områden som kan tillåta viss infiltration.

## 7.8 DIMENSIONERANDE FLÖDEN EFTER ÅTGÄRDER

Beräkning av dimensionerande flöde före och efter exploatering med åtgärder redovisas i Tabell 9. Avrinningskoefficienter för markanvändningstyperna flerfamiljsområde och gatumark med LOD är hämtade från Stormtac (v.18.1.1).

Beräkningarna visar att dagvattenflödet från utredningsområdet minskar med ca 45 % efter exploatering med föreslagna åtgärder. Med hänsyn till klimatkraftorn sker en minskning med ca 30 %, se Tabell 9.

Tabell 9. Flöden vid det dimensionerande regnet (10 min 10-årsregn) före och efter exploatering med åtgärder. Klimatkraft 1,25 har använts i beräkningarna för flöden efter exploatering.

Markanvändning	Area (ha)	Avr. koeff.φ	Red. area (ha)	Q <sub>dim</sub> (l/s)	Q <sub>dim</sub> (l/s) kf
<b>Före</b>					
Kontorsområde	1,7	0,5	0,83	190	-
<b>Totalt</b>	<b>1,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,83</b>	<b>190</b>	<b>-</b>
<b>Efter med åtgärder</b>					
Flerfamiljsområde LOD	0,88	0,22	0,19	44	55
Parkområde	0,40	0,10	0,04	9	11
Gatumark med LOD	0,39	0,6	0,23	53	66
<b>Totalt</b>	<b>1,7</b>	<b>0,28</b>	<b>0,46</b>	<b>106</b>	<b>133</b>

## 7.9 FÖRORENINGSBELASTNING EFTER ÅTGÄRDER

I beräkningarna för föroreningar efter föreslagna åtgärder har schablonsiffrorna för gatumark ändrat från "gatumark" till "lokalgata efter reduktion i öppet dike". Det är en approximation av den rening som sker när gatuvattnet avleds till växtbäddar. Markanvändningen för bostadsområdena har ändrats från "flerfamiljshus" till "flerfamiljshus med total LOD".

Masstransporten av föroreningar (kg/år) efter föreslagna åtgärder är redovisade i Tabell 10.

Tabell 10. Masstransport av föroreningar (kg/år) före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder. Reningsgraden avser den procentuella förändringen med åtgärder jämfört med efter exploatering utan åtgärder.

Förorening	Före expl. (kg/år)	Efter expl. (kg/år)	Med åtgärder (kg/år)	Reningsgrad (%)
P	1,4	1,1	0,6	-45 %
N	9,4	11	5,2	-53 %
Pb	0,16	0,043	0,027	-37 %
Cu	0,17	0,12	0,073	-39 %
Zn	0,79	0,33	0,22	-33 %
Cd	0,0049	0,0023	0,00089	-61 %
Cr	0,071	0,045	0,014	-69 %
Ni	0,041	0,033	0,014	-58 %
Hg	0,00057	0,00024	0,00012	-50 %
SS	560	320	140	-56 %
Olja	7,1	3,4	0,93	-73 %

Enligt de schablonmässiga beräkningarna minskar samtliga föroreningar om de föreslagna åtgärderna införs. Med åtgärder föreslagna i denna utredning minskar dagvattenflödet jämfört med före exploatering. Ett minskat dagvattenflöde och ändrad markanvändning är orsaken till en minskad föroreningstransport.

## 7.10 KOSTNADSUPPSKATTNING

Tabell 11 visar en grov kostnadsuppskattning för de planerade dagvattenanläggningarna enligt föreslagen systemlösningen. Kostnaderna för anläggning av växtbäddar och makadammagasin kan variera beroende på konstruktion, behov av tätskikt och växtval. Det är möjligt att växtbäddar kombineras med skelettjordar för träd, därför är även kostnad för skelettjord per träd angiven.

Tabell 11. Kostnadsuppskattning av föreslagna dagvattenåtgärder.

Dagvattenanläggning	Kostnad	Kommentar	Källa
Växtbäddar	1 400-4000 kr/m <sup>2</sup>	Kostnad varierar. Nedsänkt ovan eller under mark. Magasin med kapacitet för 40 cm vatten.	WRS, 2016
Genomsläpplig beläggning	850 kr/m <sup>2</sup>	Plattor, sättgrus, bärlager samt anläggning.	WRS, 2016
Skelettjord träd	60 000 kr/träd	Inklusive material, träd och anläggning.	WRS, 2016
Makadammagasin	700 kr/m <sup>3</sup>	Schakt, dränledning, fyllning, geotextil, grässådd.	Egen uppgift

För att bibehålla anläggningarnas infiltrations-, fördröjnings- och reningsskapacitet krävs regelbundet underhåll.

Kostnaden för skötsel av en nedsänkt växtbädd bedöms vara jämförbar med kostnaden för att skötsel av en perennplantering. Den årliga kostnaden för att sköta en perennplantering i Stockholm ligger mellan 12-35 kr/m<sup>2</sup>. Genomsläppliga beläggningar sätts gradvis igen. För att bibehålla infiltrationskapaciteten behöver fogarna hållas rena genom spolning eller sopning (WRS, 2016).

Makadammagasin kräver ingen direkt skötsel. Underhållet består av bortspolning av sediment och att ytor som leds till magasinet renhålls regelbundet (t ex takrännor och stuprör). Dagvattenbrunnar till skelettjordar ska rensas en gång per år. På lång sikt kan materialet i magasin och skelettjord behöva bytas ut på grund av nedsatt funktion orsakad av igensättning.

## 7.11 EXTREMA FLÖDEN OCH AVRINNINGSVÄGAR

I systemlösningen för utredningsområdet har flödesvägar ritats ut. Primära flödesvägar visar dagvattnets väg i normalfallet. Dagvattnet leds då till växtbäddar i gatorna respektive grönytor och växtbäddar i parken och på innergårdarna. Vid extrema regn kan dagvattensystemet gå fullt. Avrinningen sker då ytligt mot lågpunkter via sekundära flödesvägar, se Bilaga 1. Generellt sett sker avrinningen längs med lokalgatorna och ut från innergårdarna till ett makadamstråk för att sedan avledas till Bällstaviken.

### 7.11.1 Norra utredningsområdet

I norra delen finns en befintlig lågpunkt utanför planområdet.

Grannfastigheten Masugnen 8 ligger lägre än Masugnen 5 och 7. I dagsläget kan dagvatten från spårövergången och Karlsbodavägen ohindrat rinna in på fastighetens parkering.

Det nya planförslaget innebär att den nya lokalgatan ansluter till grannfastigheten (Masugnen 8) och till spårområdet. En lågpunkt bildas i kurvan, se Figur 24. Lokalgatan förses med kantsten och en skevad trottoar. Lågpunkten i lokalgatan förses med en dagvattenbrunn. Kantstenen stoppar dagvattnet från att rinna in på Masugnen 8. Dagvattenbrunnen avleder sedan dagvattnet via en dagvattenledning till Bällstaviken.



Figur 24. Lokalgatan förses med kantsten och dagvattenbrunn som stoppar upp och avleder dagvattnet. Vid extrema regn kan dock vatten stiga i gatans lågpunkt. Vattnet breder ut sig i lokalgatan, som har en viss magasinvolym, innan det rinner över kantstenen (orange linje) mot Masugnen 8.

Skyfallskarteringen i Figur 9 visar inte på några större vattenflöden från norra delen av Karlsbodavägen, däremot lutar en del av den nya lokalgatan mot lågpunkten i gatan. Vid normala regn innebär anläggningen av den nya lokalgatan med kantsten en förbättring för grannfastigheten Masugnen 8. Vid extrem nederbörd kan dock vatten stiga i lokalgatans lågpunkt och brädda

över kantstenen. Eftersom det inte finns ett genomgående lågstråk på Masugnen 8 kan vatten bli stående i den befintliga lågpunkten.

Högsta punkten på parkeringen är lägre än entréhöjderna och marklutningen från fastigheten är minst fem procent. Inmätningar visar att om vatten ställer sig i lågpunkten på Masugnen 8 rinner vattnet ner mot Bällstaviken innan det stiger till byggnadens entré. Risken att skada bebyggelse är därför låg.

För att öka avledningskapaciteten i lokalgatans lågpunkt kan dubbla brunnar placeras i lågpunkten. Vid anläggning av lokalgatan och anslutningen till Masugnen 8 kan mindre åtgärder komma att behövas på grannfastighetens infart och parkering för att förbättra den sekundära avrinningsvägen mot Bällstaviken. Alternativt kan en ny avrinningsväg skapas inom detaljplanen. Utredning av alternativen pågår i samband med gatuprojekteringen och eventuella justeringar av höjdsättningen på kvartersmark.

### 7.11.2 Södra utredningsområdet

Skyfallskarteringen i Figur 9 visar på stora vattenflöden från sydväst. Införandet av planen innebär en ny höjdsättning där tidigare instängda områden försvinner. Med den nya höjdsättningen skapas en ny avrinningsväg längs med den nya kvartersgatan mellan Masugnen 7 och 1, utmärkt i grönt i Figur 25.

Enligt den senaste gatuprojekteringen blir den nya kvartersgatan ett lågstråk mot Bällstaviken. Det är viktigt att anslutningen mot Karlsbodavägen görs så att dagvattnet når kvartersgatan som en säker avrinningsväg. Det är även viktigt att omgivande planer planerar för dagvatten. Bällsta hamn, planen söder om utredningsområdet, påverkas också av stora vattenflöden vid skyfall. Säkra avrinningsvägar till recipienten måste skapas.



Figur 25. Ny avrinningsväg längs med nya kvartersgatan.

## 8 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGEN PLAN

### 8.1 DAGVATTENSYSTEM

Den föreslagna planen innebär att befintliga kontorslokaler och parkeringsytor ersätts med bostäder, lokaler, förskola och ett parkområde. Flödesberäkningarna visar att den nya exploateringen ger en ökning dagvattenflödet med ca 10 %. Med föreslagna dagvattenåtgärder sker en minskning med ca 30 %.

De befintliga dagvattenledningarna inom utredningsområdet kommer rivas. Ett nytt dagvattennät på allmän platsmark och kvartersmark krävs för att hantera dagvattnet och sammankoppla de föreslagna åtgärderna.

### 8.2 MILJÖKVALITETSNORMER

Den ekologiska statusen bedöms som *måttlig*, där kvalitetsfaktorerna för växtplankton och näringsämnen är avgörande. De schablonmässiga föroreningsberäkningarna visar att utan föreslagna dagvattenåtgärder ökar transporten av kväve till recipienten. Med föreslagna åtgärder sker en minskning av samtliga föroreningar.

Den kemiska statusen bedöms som *uppnår ej god* i dagsläget. Marken inom utredningsområdet är förorenat på grund av tidigare industriell verksamhet. Spridning av bland annat tungmetaller sker idag från området. Saneringsåtgärder blir aktuella i samband med exploateringen, vilket kan minska läckaget av föroreningar till recipienten. Det är möjligt att den faktiska minskningen av föroreningstransport är större än beräknat, eftersom beräkningarna inte tar hänsyn till de saneringsåtgärder som troligtvis är aktuella inom utredningsområdet.

Det är viktigt att föreslagen systemlösning införs i planområdet, där allt dagvatten leds till olika reningsåtgärder. Jämfört med tidigare markanvändning är en avsevärd förbättring gällande föroreningstransport möjlig.

Mälaren-Ulvsundasjön ska nå god vattenstatus 2027. Planområdet är en liten bidragande del i den totala tillrinningen till Bällstaviken och vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön. Det pågår ett arbete med ett lokalt åtgärdsprogram för Mälaren-Ulvsundasjön. Där tas övergripande åtgärder fram för hela avrinningsområdet, både gällande och näringsbelastning och miljögifter.

Sammantaget kommer inte detaljplaneförslaget försämra möjligheterna till att uppnå god vattenstatus i Mälaren-Ulvsundasjön.



### 8.3 EXTREMA FLÖDEN

Ett dagvattensystem kan aldrig dimensioneras för alla situationer och vid extrema regn kommer systemet inte att räcka till. Avrinningen sker då ytligt mot lågpunkter. I den pågående gatuprojekteringen skapas säkra avrinningsvägar längs med lokalgatorna och ut till Bällstaviken.

Ett litet delområde i norra delen av planområdet har dock sin avrinningsväg via ett instängt område på grannfastigheten. Vid normala regn innebär anläggningen av den nya lokalgatan med kantsten en förbättring för grannfastigheten Masugnen 8. Vid extrem nederbörd kan vatten, liksom idag, bli stående på parkeringen, eftersom det inte finns ett genomgående lågstråk på Masugnen 8. I samband med anläggandet av infarten finns möjligheter att göra mindre åtgärder på parkeringen som förbättrar avrinningen.

Utredningsområdet gränsar till Bällstaviken och Mälaren. Planerad bebyggelse inom utredningsområdet har lägsta entrénivå + 2,7 m.

Tvärbanan angränsar till planområdet och den nya lokalgatan längs med Karlsbodavägen. Lokalgatan är enkelskevad mot öster och leder dagvatten till växtbäddar. Vid extrema flöden finns sekundära avrinningsvägar mot Bällstaviken. Den nya exploateringen bedöms inte försämra förutsättningarna för Tvärbanan ur ett dagvattenperspektiv.

## 9 REFERENSER

Länsstyrelserna Stockholm, Södermanland, Uppsala, Västmanland, 2015. Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren.

Länsstyrelsens webbGIS. Tillgänglig: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>  
Hämtad: 2018-09-04

Geosigma, 2012. Förstudie – geoteknik, hydrologi, dagvatten och miljöföroreningar. Ulvsunda industriområde, programsamråd

SMHI. Dataserier med normalvärden för perioden 1961-1990. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/dataserier-med-normalvarden-1.7354> Hämtad 2018-03-06

Stockholms stad, 2015. Dagvattenstrategi. Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.

Stockholms stad, 2016. Dagvattenhantering. Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation. Tillgänglig: [http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva\\_v1-1\\_fi.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva_v1-1_fi.pdf) Hämtad 2018-03-02

Stockholms hamnar. Hämtad 2018-03-09.  
<http://www.stockholmshamnar.se/historia/organisation/malarens-reglering/>

Stockholm stad, Dataportalen, Öppna data. Skyfallsmodellering. Hämtad 2018-03-09

Stockholm Vatten och Avfall, u.å. Infiltration i grönyta  
[http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infigron\\_h.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infigron_h.pdf)

Stockholm Vatten och Avfall, u.å. Nedsänkt växtbädd. Tillgänglig: <http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>  
Hämtad 2018-03-12

Stockholm Vatten och Avfall, u.å. Genomsläpplig beläggning. Tillgänglig: <http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/gb.pdf>  
Hämtad 2018-03-14

Stockholm Vatten och Avfall, u.å. Gröna tak. Tillgänglig: [http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak\\_h2.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf) Hämtad 2018-03-12

Stockholm Vatten och Avfall, 2015. Metodrapport. Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Rapport 15 SV737.

Structor, 2018. Masugnen, Ulvsunda industriområde, Stockholms stad. Utrednings PM Geoteknik – markförhållanden och grundläggning.

VISS, 2018. Länsstyrelsernas vatteninformationssystem. Mälaren-Ulvsundasjön. <http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42470715>. Hämtad 2018-03-08.

Wescon, 2018-04-12. PM- sammanfattning av föroreningsituation i mark-, grundvatten och sediment samt dess risker för hälsa och miljö.

WRS, 2016. Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten.

WSP, 2018. PM Trafik Masugnen 5 och 7. Granskningshandling.

## 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

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

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





