

## Dagvattenutredning för del av Örby 4:1 vid kv. Brandbotten i stadsdelen Bandhagen, Stockholm

Wallenstam AB



RAPPORT nr 2019-1180-A

Författare: Jonas Andersson, Preetam C. Hernefeldt och  
Barbro Beck-Friis, WRS AB  
Granskning: Jonas Andersson, WRS AB

2019-04-26 (Reviderad version)

## Innehåll

1	Inledning och syfte .....	4
2	Förutsättningar .....	4
2.1	Topografi, geologi och hydrogeologi .....	6
2.2	Nuvarande och planerad markanvändning.....	7
2.3	Avrinning av yt- och dagvatten.....	8
2.4	Recipient .....	10
2.5	Risk för översvämning/skyfallsanalys .....	11
2.6	Lokal målsättning för dagvattenhanteringen.....	12
3	Dimensionerande flöden för befintlig situation och efter exploatering utan åtgärder.....	13
4	Exempel på tekniker för att klara uppställda krav på rening och fördröjning .....	14
4.1	Gröna tak .....	14
4.2	Gårdsmark, bjälklagsgårdar och förgårdsmark.....	15
5	Åtgärdsförslag .....	17
6	Effekter av föreslagen dagvattenhantering.....	22
6.1	Dimensionerande flöde .....	22
6.2	Belastning av näringsämnen och föroreningar .....	23

## Sammanfattning

Wallenstam AB planerar att exploatera ett markområde, här benämnt kv. Brandbottnen, på fastigheten Örby 4:1 i Bandhagen med cirka 75 lägenheter i form av bostadsrätter. Fastigheten ligger i Bandhagens Centrum, direkt väster om tunnelbanan.

Den planerade byggnaden har en ”V-form” med en fem våningar hög del mot Trollesundsvägen, och en sju våningar hög del längs med tunnelbanespåren. Byggnaden ligger i souterräng och i markplan inryms ett garage samt möjliga lokaler i bottenvåningen mot Trollesundsvägen. Ovanpå garaget föreslås en skyddad upphöjd bostadsgård med sol i västläge, öppen åt nordväst. Området där byggnaden planeras är idag park/naturmark; en lite skogsdunge samt gräsmatta.

I och med att grönyta omvandlas till hårdgjord mark så är risken stor för att både dagvattenflöde och föroreningsbelastningen ökar från området. För att minimera exploaterings negativa effekter på dagvattensituationen så ska Stockholms åtgärdsnivå och riktlinjer för dagvatten vid ny- och ombyggnation följas. Enligt åtgärdsnivån ska dagvattenanläggningar dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolyten utformas som en permanentvolum eller en volum som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.

För det aktuella kvarteret så föreslås att takdagvatten leds ner till infiltrationsstråk och nedsänkta växtbäddar på förgårdsmarken. Regn som faller på innergården (på bjälklag) fördröjs genom delvis permeabla ytskikt innan det leds vidare till nedsänkta växtbäddar på förgårdsmarken. Anläggningarna ska tillsammans klara att hantera 20 mm nederbörd. Enligt stadens riktlinjer ska infiltrationsanläggningar som växtbäddar och grönytor dimensioneras för att kunna hantera ett 2-årsregn (under förutsättning att de uppfyller uppställda krav i övrigt). Det innebär att anläggningarna vid mer intensiva regn behöver kunna brädda dagvatten på ett kontrollerat sätt.

Föreslagna dagvattenåtgärder kommer att minska det dimensionerande flödet ut från området, jämfört med en situation där inga lokal fördröjningsåtgärder vidtas. När det gäller närings- och föroreningsbelastningen från området så pekar beräkningen på en något ökad belastning i och med exploateringen. Det är dock viktigt att vara medveten om att beräkningsmodeller för dagvattenkvalitet innehåller osäkerheter och att det här handlar om små mängder. I detta fall avleds också dagvattnet i kombinerat system till Henriksdals reningsverk där det genomgår långtgående rening. Den nya planen kommer därför inte att innebära någon ökad belastning på recipienten.

Det är också viktigt att påpeka att åtgärdsförslagen för kv. Brandbottnen följer stadens åtgärdsnivå för dagvatten. Åtgärdsnivån är framtagen med syfte att den ny- och större ombyggnation som görs i staden inte ska försämra förutsättningarna för att klara miljökvalitetsnormerna i recipienterna. Åtgärdsnivå är generell och gäller oavsett om det är naturmark eller om det är redan exploaterad som bebyggs. I det första fallet kommer belastningen att kunna öka något i och med bebyggelsen, i det andra fallet kommer åtgärdsnivå att leda till att belastningen minskar påtagligt. Sammantaget ska åtgärdsnivå leda till att stadens vatten långsiktigt kan nå god status.

## 1 Inledning och syfte

Wallenstam AB planerar att exploatera ett markområde, här benämnt kv. Brandbotten, på fastigheten Örby 4:1 i Bandhagen med cirka 75 lägenheter i form av bostadsrätter. Fastigheten ligger i Bandhagens Centrum, direkt väster om tunnelbanan.

Den aktuella fastigheten ligger utmed Trollesundsvägen och i anslutning till tunnelbanespåren. Byggnaden har en ”V-form” med en fem våningar hög del mot Trollesundsvägen, och en sju våningar hög del längs med tunnelbanespåren. Läget bortvänt från vägen bedöms kunna vara lämplig för en något högre höjd. Byggnaden ligger i souterräng och i markplan inryms ett garage samt möjliga lokaler i bottenvåningen mot Trollesundsvägen. Ovanpå garaget föreslås en skyddad upphöjd bostadsgård med sol i västläge, öppen åt nordväst.

Utredningsområdet består idag av park- och naturmark.

Dagvattenutredningen har till syfte att visa hur dagvattenhantering kan lösas på fastigheten för att uppfylla de riktlinjer som Stockholms stad har utarbetat för nybyggnation och större ombyggnation.

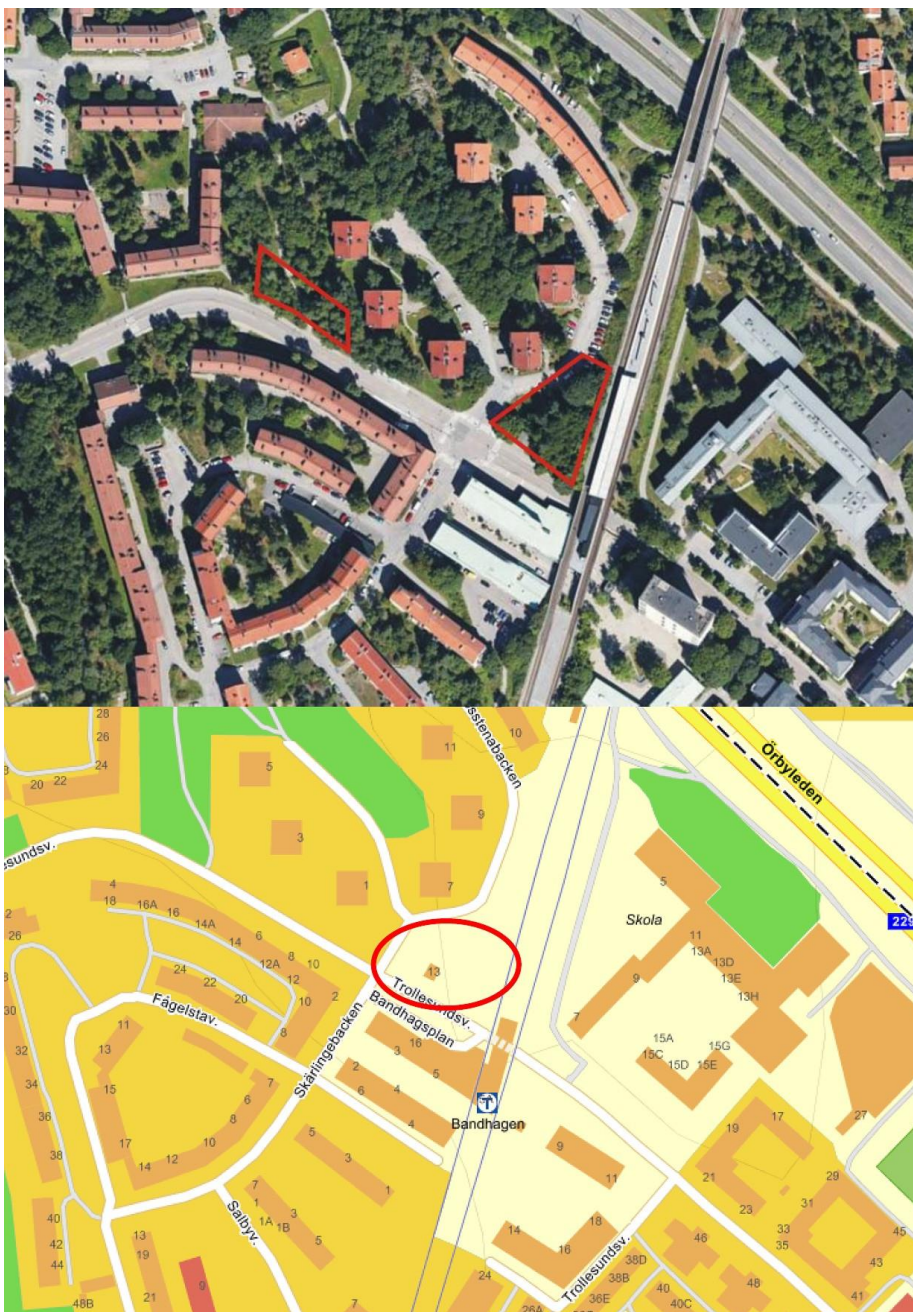
## 2 Förutsättningar

Projektet innefattade ursprungligen två flerbostadshus längs Trollesundsvägen. I november 2017 beslutades att det västra huset skulle strykas ur samrådsförslaget. Den första framtagna granskningsversion av dagvattenutredningen (2017-10-27) omfattade även detta hus, vilket togs bort till samrådsversionen (2017-12-15). Viss bakgrundsinformation om området där det västra huset planerades finns dock kvar i dagvattenutredningen. Efter samrådet har föreliggande reviderade dagvattenutredning arbetas fram, där föreslagna åtgärder för fördröjning och rening av dagvatten flyttats från tak till förgårdsmark.

Den nu aktuella delen av fastigheten ligger vid Bandhagens tunnelbanestation och angränsar till Örbyleden i nordöst samt till befintliga bostäder. Området utgörs av en skogsdunge och en gräsyta. I anslutning till Trollesundsvägen finns en elnätstation. Söder om utredningsområdet ligger Bandhagens centrum samt befintliga bostäder i sydväst. Marken i området lutar mot väst och sydväst.

Det västra markområdet som ströks från samrådsförslaget utgörs av parkmark och gränsar i norr mot naturmark och en förskola. I öster och väster gränsar området mot naturmark och befintliga bostäder. I söder angränsar området till Trollesundsvägen. Området lutar norrut.

Ett platsbesök gjordes den 29 september 2017.



Figur 1. Planområdet är beläget i Bandhagens centrum. Ringen på den nedre bilden och markeringen till höger på den övre bilden visar placeringen av det planerade flerbostadshuset. Markeringen till vänster på den övre bilden visar den tidigare tänkta placeringen av det hus som strukits från samrådsförslaget. Kartunderlag: Eniro.





Figur 2. Det aktuella markområdet. Trollesundsvägen och elnätstationen i förgrunden.

## 2.1 Topografi, geologi och hydrogeologi

Markområdet sluttar relativt brant mot väst och sydväst, se Figur 5. Marken faller från ca +33 m till +29,5 m (RH2000).

Områdets geologi och jordarter finns beskrivet i SGU:s jordartskarta och redovisas i Figur 3. Enligt jordartskartan domineras området av berg och tunna lager av morän. Den låglänta delen av marken i området består av postglacial lera. De naturliga förutsättningarna för infiltration i området är således begränsade och det är främst i moränlagret som infiltration kan förväntas ske.



### Legend

- Postglacial lera
- Urberg
- Tunt eller osammanhängande ytlager av morän

Figur 3. Jordartskarta för planområdet som är markerad med blå kontur. Källa: SGU<sup>1</sup>.

## 2.2 Nuvarande och planerad markanvändning

Området kommer i och med planen få en ny karaktär. I dagsläget utgörs det av natur- och parkmark. Omgivande mark inom fastigheten upptas av bostäder, vägar, parkeringsplatser och T-bana.

Enligt planförslaget kommer området att bebyggas med ett flerbostadshus med en gårdsmark på garagebjälklag. Flerbostadshuset är tänkt att byggas i V-form med en fem våningar hög del mot Trollesundsvägen och en sju våningar hög del mot tunnelbanespåren.

Se utformningsförslag i Figur 4.

<sup>1</sup> SGU, 2017. Kartvisare jordarter. [<http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100-tusen-sv.html>], hämtad 2017-09-22.



*Figur 4. Illustration upprättad 18-11-15 för kv. Brandbottnen. Den övre bilden visar fasaden mot öster och söder sett från tunnelbanan och den under bilden visar huset sett från nordväst med Mosstenabacken i förgrunden. Källa: Wallenstam och Sandell Sandberg.*

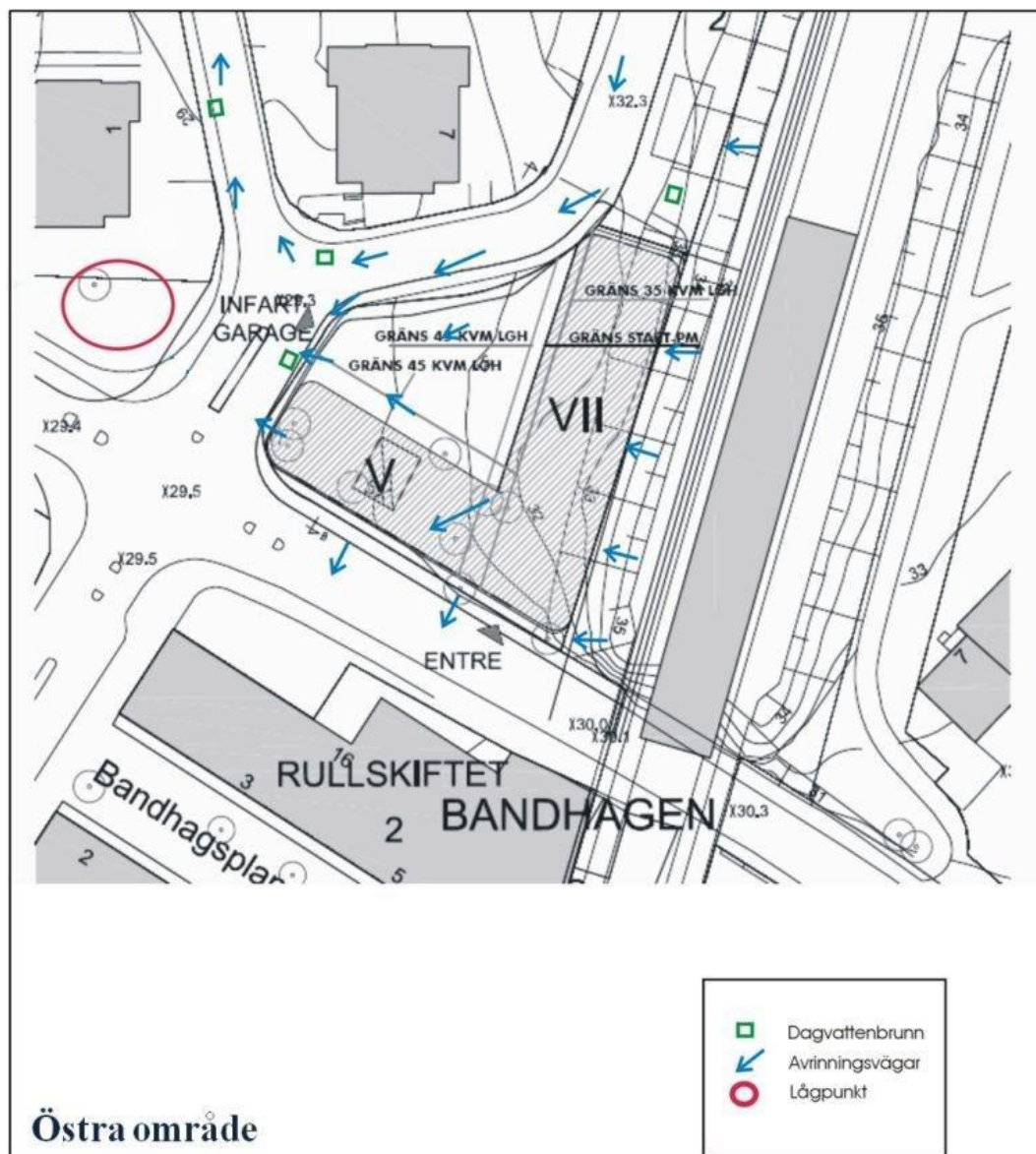
Området kommer i och med planen få en ny karaktär. I dagsläget består området av grönyta. Den nya planen innebär en ny typ av markanvändning där nuvarande grönyta till stor del ersätts av takyta och gårdsmark. I och med den förändrade markanvändningen förväntas dimensionerande flöden, årsavrinning samt föroreningsbelastningen från dagvattnet förändras.

## **2.3 Avrinning av yt- och dagvatten**

Det aktuella markområdet avvattnas idag ytleddes mot omgivande gator och rännstensbrunnar i Mosstenabacken och Trollesundsvägen (se Figur 5). Vid det bostadshus (Mosstenabacken 1) som ligger väster om det aktuella markområdet så finns en lågpunkt som bedöms vara åtminstone delvis instängd (se Figur 5 och Figur 6). Den finns också markerad i kartan från stadens skyfallsanalys i Figur 7.



Så länge rännstensbrunnar i Mosstenabacken och Trollesundsvägen har kapacitet att ta emot dagvatten och dagvatten inte bräddar över gatans kantsten, så kommer dagvatten från gatan inte att nå lågpunkten.



Figur 5. Ytavrinning från det aktuella området kv. Brandbotten.



Figur 6. Lågpunkt framför bostadshuset på Mosstenabacken 1.

Dagvatten från området avleds i dagsläget i ett kombinerat system till Henriksdals reningsverk. Enligt uppgift från Stockholm vatten finns ledningar i Örbyleden med god kapacitet.

## 2.4 Recipient

Dagvattnet avleds i ett kombinerat system till Henriksdals reningsverk och slutlig recipient är Saltsjön. Eftersom dagvattnet renas i reningsverket påverkas inte recipienten Saltsjön direkt av dagvattnet. Samtidigt är det viktigt att inte öka dagvattenflödet till det kombinerade ledningssystemet, då det kan leda till ökad bräddning av orenat vatten och sämre funktion i reningsverket. Det finns därför behov av lokalt hantering av dagvatten.

Saltsjön benämns av Länsstyrelsen som vattenförekomsten Strömmen (SE591920-180800). Strömmen står i direkt förbindelse med norra Östersjön som är utsatt för bl.a. övergödning och miljögifter. Strömmen har klassificerats med "Otillfredsställande" ekologisk status baserat på att bottenfauna uppvisar otillfredsställande status och växtplankton måttlig status. Bottenfaunan är därmed avgörande för statusbedömningen. Även gränsvärden för koppar och zink överskrids i vattnet. Förslag till miljö kvalitetsnorm för ekologisk status är måttlig ekologisk status år 2027 (arbetsmaterial 2017-09-06). Att målsättningen föreslås till måttlig och inte god status baseras på den omfattande hamnverksamheten som påverkar hydromorfologisk status. För de kvalitetsfaktorer som inte är direkt kopplade till hamnverksamhetens fysiska påverkan på vattenförekomsten, bedöms det vara möjligt att uppnå god status senast 2027.

Vidare har Strömmen klassificerats med "Uppnår ej god" kemisk ytvattenstatus, främst på grund av höga halter av kvicksilver, bly, bromerad difenyleter (PBDE), tributyltenn-föreningar samt antracen. På VISS hemsida<sup>2</sup> finns mer information om klassificeringen. År 2009 angavs att kvalitetskravet för miljö kvalitetsnormen för kemisk status exklusive kvicksilver sattes till "god kemisk ytvattenstatus" år 2015. I liggande arbetsmaterial föreslås kvalitetskravet "god kemisk ytvattenstatus" med mindre stränga krav för ovan angivna föreningar.

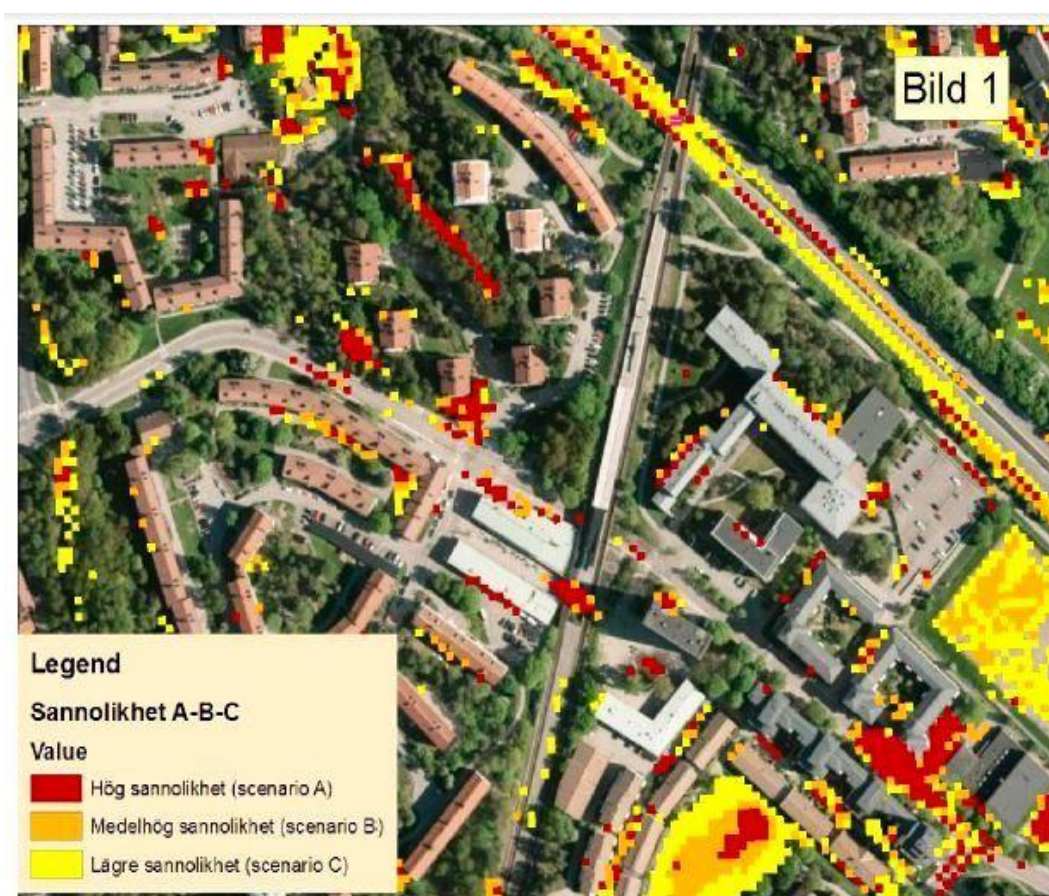
<sup>2</sup> <http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA79755821>



## 2.5 Risk för översvämning/skyfallsanalys

Stora och intensiva skyfall kan utgöra en potentiell översvämningssrisk eftersom kommunala avloppssystem dimensioneras för regn med upp till 10 års återkomsttid. Vid regn med längre återkomsttider finns det risk för att avloppssystemets kapacitet inte räcker till. Stockholm Vatten har därför i samarbete med miljöförvaltningen genomfört en skyfallsmodellering<sup>3</sup> som visar möjliga översvämningssrisker vid ett intensivt skyfall med 100-års återkomsttid. Hänsyn har då tagits till de klimatförändringar som kan inträffa till år 2100.

Inom det aktuella området bedöms det inte föreligga någon översvämningssrisk enligt skyfallsanalysen, se figur 7. Det är dock viktigt dels att skapa ett dagvattensystem som bidrar till flödeutjämning och dels att dagvattenhanteringen utformas så att vatten kan avbördas från innergården på ett säkert sätt även vid intensiva regn. Det är vidare viktigt att dagvatten vid flöden som överstiger ledningsnätets kapacitet kan avrinna utmed gator och andra lågstråk, utan att skada byggnader och anläggningar.



Figur 7. Maximalt vattendjup vid skyfall enligt skyfallsanalys för Bandhagens centrum.  
Källa: Stockholms stad

<sup>3</sup> Skyfallsmodellering för Stockholms stad. 2015. Stockholm Vatten.  
<http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/skyfallsmodellering/Skyfallsmodellering-Huvudrapport-SVAB-inkl-bilagor.pdf>

## 2.6 Lokal målsättning för dagvattenhanteringen

Stockholms stads dagvattenstrategi<sup>4</sup> håller fokus på vattenkvalitet och samtidigt att nyttiggöra dagvattnet samt att hantera de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat i en allt tätare stad. Strategin gäller vid all om- och nybyggnation, och för åtgärder i befintlig miljö. Utgångspunkten i dagvattenstrategin är att vattnet är en resurs. Växtlighet och mark har en naturlig förmåga att rena vatten och jämna ut vattenflöden. Genom att ta hand om dagvattnet nära platsen där det uppstått kan staden bli grönare, samtidigt som det gröna bidrar med rening och flödesutjämning.

I linje med Stockholms dagvattenstrategi har riktlinjer<sup>5</sup> för dagvattenhantering i kvartersmark tagits fram i samarbete mellan Stockholm Vatten och stadens tekniska förvaltningar. Grundprincipen är att dagvatten som uppstår på kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvartersmarken. Hanteringen ska vara fokuserad på enkla och småskaliga lösningar. Följande mål har satts upp för en hållbar dagvattenhantering:

- Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- Resurs och värdeskapande för staden
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

I dagvattenstrategin anges flertalet principer för att uppnå målen. Inom utredningsområdet anses följande principer vara relevanta:

- I första hand ska åtgärder vidtas vid källan så att dagvattnet inte förorenas.
- I andra hand ska dagvatten hanteras nära uppkomsten genom lokala dagvattenlösningar på kvartersmark och allmän mark.
- Maximera andelen genomsläppliga ytor och eftersträva infiltration.
- Fördröj och omhänderta dagvatten lokalt på kvartersmark och allmän mark så långt som möjligt innan det går vidare till samlad avledning från platsen.
- Vid nybyggnation, samt så långt som möjligt vid åtgärder i den befintliga miljön, ska sekundära avrinningsvägar identifieras. Plats ska ges för dagvattnet genom höjdsättning av mark och placering av byggnader och infrastruktur.
- Tillämpa enkla och kostnadseffektiva lösningar för dagvattenhantering på fastighetsmark i kvarter och bostadsgårdar, samt på allmän mark.

Målet är att minska föroreningsbelastningen från stadens dagvatten med i storleksordningen 70–80 procent. För att nå det målet måste en mycket stor andel, cirka 90 procent av dagvattnets årsvolym fördröjas och renas. Fördröjande steg som klarar att magasinera 20 mm nederbörd kan fånga den volymen och motsvarar åtgärdsnivån för dagvatten i Stockholms stad.

Enligt åtgärdsnivån ska dagvattenanläggningar dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolumen utformas som en permanentvolum eller en volum som

---

<sup>4</sup> Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering. 2015. Stockholms stad

<sup>5</sup> Dagvattenhantering - Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. 2016. Stockholms stad



avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. En mindre våtvolum kan accepteras i de fall anläggningen ändå kan uppnå syftet med åtgärdsnivån. Förväntad funktion och reningseffekt ska kunna redovisas.

Det är viktigt att dagvattenanläggningarna utrustas med bräddfunktion så att även flöden som överskrider 20 mm kan hanteras. Lokal fördröjning av dagvattnet bidrar med robusthet och viktiga säkerhetsmarginaler i stadens dagvattenförande system.

### 3 Dimensionerande flöden för befintlig situation och efter exploatering utan åtgärder

Avrinningsberäkningarna har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104<sup>6,7</sup>. För bestämning av dimensionerande flöden har den så kallade *rationella metoden* använts (Formel 1). Det är en statistisk överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 50 hektar) med liknande rinntider inom området.

**Formel 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.**

$q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid

$k_f$  = klimatfaktor [-]

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

Dimensionering görs utifrån ett 10-årsregn och i resultaten redovisas även dimensionerande flöden för 100-årsregn ( $Q_{100}$ ). Området före exploatering har klassats som naturmark och efter exploatering, om inga åtgärder för lokal fördröjning vidtas, som vanliga tak och delvis hårdgjord gårdsmark. Dimensionerande varaktighet är 10 minuter till följd av antagna rinntider mindre än 10 minuter. Under dessa förutsättningar gäller regnintensiteten 228 l/s enligt Dahlström 2010.

---

<sup>6</sup> Svenskt Vatten publikation P104: "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem", 2011

<sup>7</sup> Svenskt Vatten, 2016. *Avledning av dag-, drän- och spillvatten - Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. Publikation P110. ISSN 1651-4947.

**Tabell 1. Markanvändning och avrinningskoefficienter som använts vid flödesberäkningar i nuläge samt efter planerad exploatering utan lokalt omhändertagande.**

Markanvändning	Area (ha)	$\Phi$ (-)	Reducerad area (ha)
<b>Kv Brandbotten före exploatering</b>			
Naturmark	0,14	0,05	0,007
<b>Totalt före exploatering</b>	<b>0,14</b>	<b>0,05</b>	<b>0,007</b>
<b>Kv Brandbotten efter exploatering</b>			
Takyta	0,092	0,9	0,08
Gårdsyta (innergård)	0,035	0,4*	0,01
Förgårdsmark	0,011	0,8	0,009
<b>Totalt efter exploatering</b>	<b>0,14</b>	<b>0,8</b>	<b>0,11</b>

\*) Gårdsytan har antagits utformas med delvis genomsläppliga ytskikt.

**Tabell 2. Beräknade dagvattenflöden före och efter planerad exploatering utan LOD för 10-årsregn (med respektive utan klimatfaktor) samt 100-årsregn.**

Område	Q <sub>10</sub> (l/s)	Q <sub>10</sub> inkl kf (l/s)	Q <sub>100</sub> (l/s)
Kv Brandbotten område före exploatering	1,6	2,0	3,4
Kv Brandbottene efter exploatering	24	30	51

Resultaten av beräkningarna visar att de dimensionerande flödena i planområdet förväntas öka kraftigt om området exploateras med en stor andel hårdgjord yta, utan lokal fördröjning. Beräknade flöden med föreslagna fördröjningsåtgärder enligt Stockholms riktlinjer redovisas i avsnitt 6.1.

## 4 Exempel på tekniker för att klara uppställda krav på rening och fördröjning

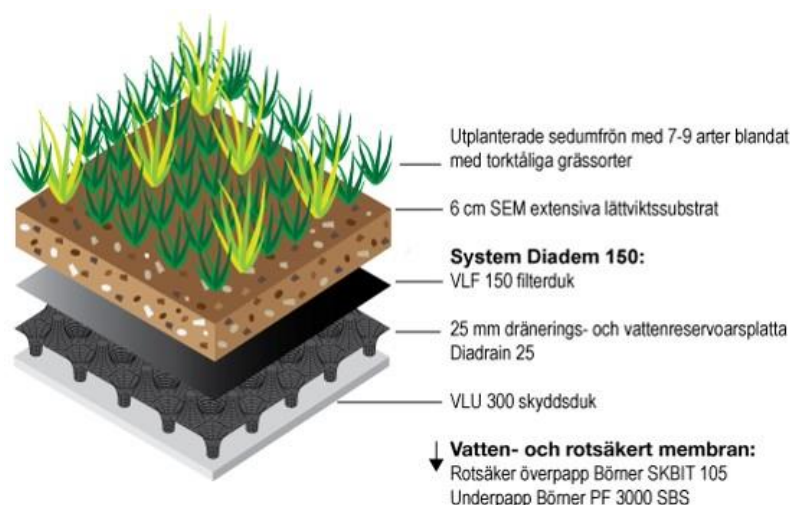
De förslag på dagvattenlösningar som används i Stockholms stad "Dagvattenhantering - Riktlinjer för kvartersmark i tät bebyggelse" är utvalda för att, rätt dimensionerade och utformade, klarar att fördröja och rena 20 mm nederbörd. Nedan beskrivs några av de teknikerna som i rätt kombination kan hantera dagvattnet inom det aktuella planområdet.

### 4.1 Gröna tak

I regel består alla gröna tak av ett vattentätt membran för att skydda det underliggande taket, ett dräneringslager, en rotbarriär, ett filtertyg, en jordvolym och vegetation, se Figur 8.

Genom lagring av vatten i växtbädden, avdunstning och växternas vattenförbrukning (evapotranspiration) minskar avrinningen från taket väsentligt jämfört med ett konventionellt tak. Nyanlagda gröna tak kan läcka näringsämnen, men förutsatt att de inte

underhållsgödselas bedöms effekten vara övergående. Gröna tak har också förmåga att fånga upp en del luftburna föroreningar.



Figur 8. Princip av uppbyggnad av ett grönt tak. (källa: [www.byggros.se](http://www.byggros.se)).

#### Tunna extensiva gröna tak

Traditionell sedummatta (3–6 cm tjockt) som klarar att fördröja cirka 5 mm nederbörd. I medeltal klarar taken att magasinera hälften av årsavrinningen.

#### Extensiva gröna tak

Ängstak (8–15 cm tjockt). Denna typ av gröna tak blir allt vanligare i Europa eftersom de ger en högre biologisk mångfald och fördröjer större volymer vatten. Ett tak med en mäktighet på 10 cm klarar att magasinera cirka 20 mm nederbörd, vilket möjliggör magasinering av 90 procent av årsnederbörden i Stockholm.

#### Semi-intensiva gröna tak

Tak som kräver mer skötsel i form av bland annat bevattning (>15 cm tjockt). Dessa tak klarar i de flesta fall att magasinera mer än 20 mm nederbörd.

## 4.2 Gårdsmark, bjälklagsgårdar och förgårdsmark

### Genomsläpplig beläggning

Istället för tät asfalt kan olika typer av vattengenomsläpplig beläggning väljas. Exempel på genomsläppliga beläggningar är grus, hålsten, plastraster, marksten med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt och genomsläpplig betong. Vatten kan infiltrera direkt i ytan och det är möjligt att skapa ett magasin i fyllningen under beläggningssytan (luftig överbyggnad och luftigt bärlager).

### Skelettjord

Skelettjord är en teknik för att ge trädens rötter utrymme och tillgång till både luft och vatten i stadsmiljön. Tekniken är utvecklad för att tillgodose trädens behov, men skelettjorden (grov makadam) kan också fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten. Vatten tillförs ofta via kombinerade luftnings- och dagvattenbrunnar. Det är viktigt att skilja på vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Vanlig skelettjord har ett

luftigt bärlager överst, men låg porositet i själva skelettjorden (cirka tio procent) eftersom den innehåller nedvattnad jord. Luftig skelettjord innehåller ingen nedvattnad jord och har en porositet på över 30 procent.

### **Nedsänkt växtbädd (regnbädd)**

Nedsänkt växtbädd är en planteringsyta dit dagvatten leds, antingen genom ytavrinning, eller via brunnar och ledningar. Nedsänkningen gör att det finns en magasinsvolym för vatten ovanpå bädden. Reningen uppstår när dagvatten infiltreras genom markbäddens jord- och sandlager. I botten av bädden ska det finnas ett lager makadam. Därifrån kan vattnet dräneras till underliggande mark (perkolation) eller via en dräneringsledning till dagvattennätet. Den nedsänkta växtbädden kan vara en rabatt där växtjorden ligger några centimeter under angränsande markyta, eller vara mer påtagligt nedsänkt. Den kan också anläggas i en upphöjd planteringslåda. Nedsänkta växtbäddar benämns ibland regnbäddar, regnträdgårdar (rain garden) eller biofilter. Det finns också exempel på nedsänkta växtbäddar med träd.



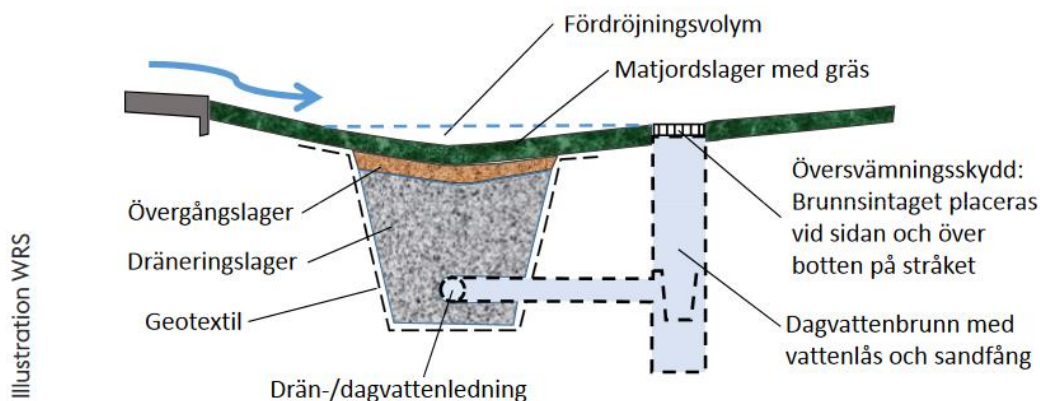
*Figur 9. Exempel på nedsänkt växtbädd, utformad som upphöjd planteringslåda.  
Foto WRS.*

### **Infiltrationsstråk**

Infiltrationsstråk kan användas för att fördröja, rena och avleda dagvatten. Stråken fungerar i flera avseende på samma sätt som nedsänkta växtbäddar. Både växtligheten (som regel gräs) och mark i stråket bidrar till att vattnet renas. Infiltrationsstråk anläggs



ofta i anslutning till vägar och gator. Dagvatten kan också ledas via rör från andra hårdgjorda ytor ut över infiltrationsstråket.



Figur 10. Principskiss av ett infiltrationsstråk. Stråket utformas som ett nedsänkt dike där vattnet kan infiltrera genom matjorden till ett dräneringslager. Ett dräneringsrör som ansluter till dagvattennätet kan placeras i botten.

## 5 Åtgärdsförslag

Med utgångspunkt från illustrationsskissen (2018-11-15), så har principiella förslag framarbetats för kv. Brandbottnen. Förslagen följer stadens riktlinjer för kvartersmark och ska fungera som stöd för utformning av dagvattenhantering.

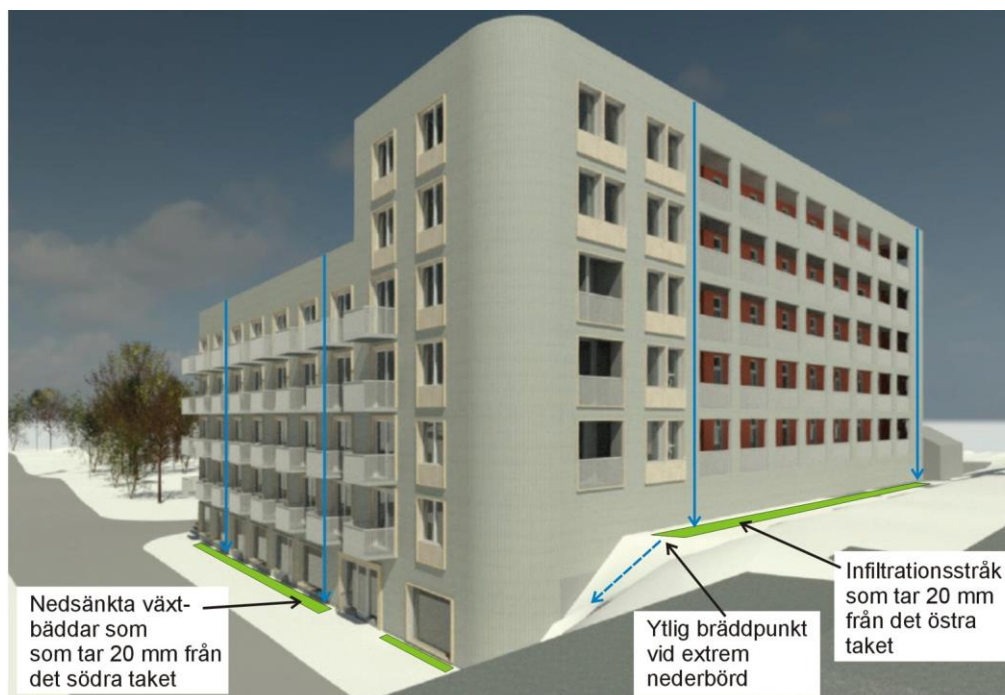
Medräknat förgårdsmark är området ca 1 375 m<sup>2</sup> varav 920 m<sup>2</sup> takyta, 350 m<sup>2</sup> gårdsyta på bjälklag och 105 m<sup>2</sup> förgårdsmark. Den totala fördröjningsvolym som krävs för området är ca 21 m<sup>3</sup> (Tabell 1) enligt beräkningsmetodik för Stockholm stad med fördröjningskrav på 20 mm.

Tabell 3. Erforderlig fördröjningsvolym utifrån planerad bebyggelse.

Yta	A <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	φ <sub>i</sub> (-)	Fördröjning (m)	Erforderlig magasinsvolym (m <sup>3</sup> )
Tak öster	520	0,9	0,02	9,4
Tak söder	400	0,9	0,02	7,2
Gårdsmark	350	0,4	0,02	2,8
Förgårdsmark söder	48(20)*	0,8	0,02	0,8
Förgårdsmark nordväst	57(10)*	0,8	0,02	0,9
<b>Totalt</b>	<b>1 375</b>			<b>21</b>

\*)Siffrorna inom parantes visar hur stor andel av ytan som föreslås utgöras av växtbäddar (se åtgärdsförslag nedan).

Det principiella förslaget för dagvattenhanteringen illustreras på nästa sida.



Figur 11. Principiella förslag för dagvattenhantering för fastigheten.

### Östra taket

Taket på sjukvårdsbyggnaden föreslås avvattnas mot öster till ett infiltrationsdike som anläggs på markområdet mellan byggnaden och spårvägen. Diket kan även ta emot dagvatten från grönytan mot spårområdet. Det är möjligt att anlägga ett ca 40 m långt infiltrationsdike längs med byggnaden. För att ett 40 m långt infiltrationsdike ska rymma  $9,4 \text{ m}^3$  dagvatten i det ytliga magasinet behöver dikets tvärsnittsarea vara  $0,24 \text{ m}^2$ .

Grönytan mellan huset och spåret är ca 5 m bred. Diket föreslås utformas med slänt på 1:5 från huset, på en bredd av 1,5 m. Dikesslätten mot t-banespåret föreslås vara ca 1:10.

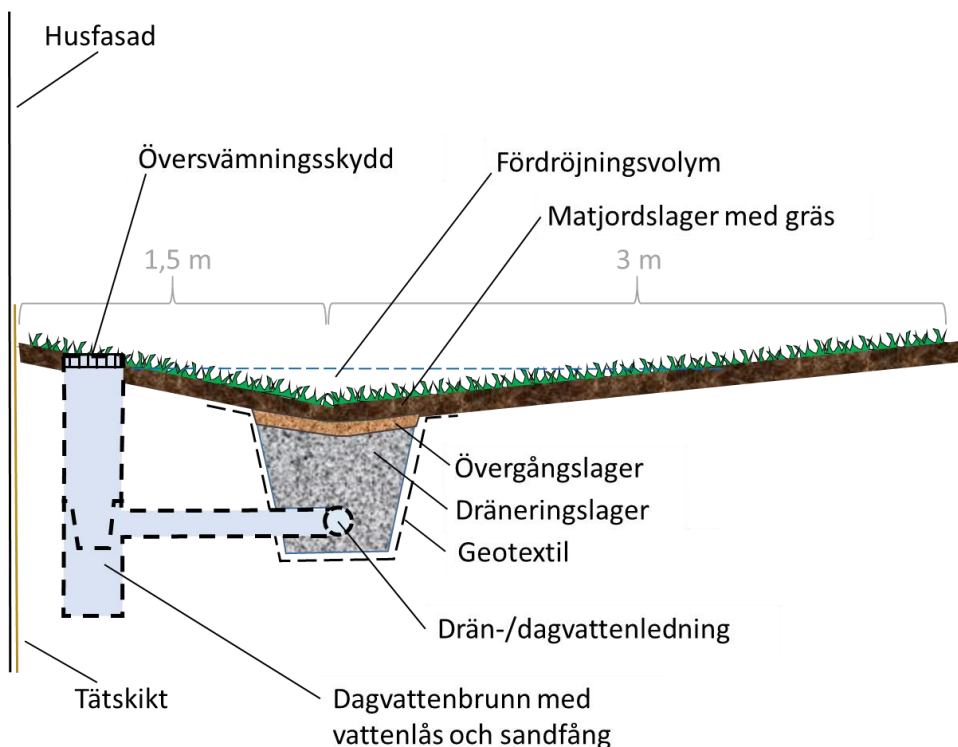
Diket görs 0,3 m djupt i centrum. Tvärsnittsarea blir då 0,65 m<sup>2</sup> vid fullt dike. För att rymma 9,4 m<sup>3</sup> så kommer det fyllas knappt 0,2 m (av 0,3 m).

Diket placeras i den nya fyllning som ska läggas ut mot och över den befintliga banunderbyggnaden. Det kommer då inte påverka banvallens stabilitet negativt.

Diket tillförs takdagvatten via stuprör med utkastare. Vid nederbörd upp till 20 mm kommer vattnet att tillfälligt lagras i det ytliga diket och därefter infiltrera ner genom markprofilen mot underliggande dränering. Dräneringen ansluts till det kombinerade ledningsnätet.

Diket förses vidare med bräddbrunnar som säkerställer att vatten inte kommer i kontakt med fasaden om nivån stiger för högt. Det förses även med en ytlig bräddpunkt i den södra änden så att vatten vid extrem nederbörd kan avrinna mot Trollesundsvägen utan att skada byggnader eller banvallen.

Se illustration nedan.



Figur 12. Principsektion för infiltrationsstråk i öster. Diket utförst med en ytlig bräddpunkt i den södra änden så att vatten vid extrem nederbörd kan avrinna mot Trollesundsvägen utan att skada byggnader/banvallen.

### Södra taket

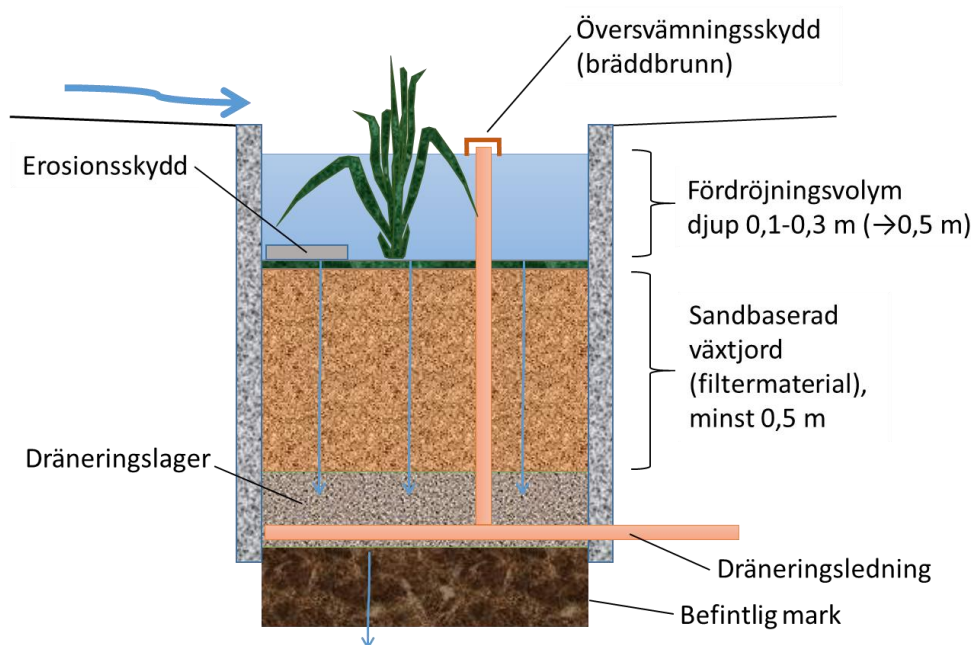
Taket på femvåningshuset föreslås avvattnas mot söder till nedsänkta växtbäddar i gatunivå. Bäddarna anläggs lämpligtvis med ett jordsubstrat (t.ex. sandig jord) som har en infiltrationskapacitet på 50 mm/tim. Det gör att en del av nederbörden hinner infiltrera under det dimensionerande 2-årsregnet och ytmagasinet behöver därför bara rymma en del av de 20 mm som ska hanteras (infiltrationsanläggningar som växtbäddar och grönytor dimensioneras för att kunna hantera ett 2-årsregn, under förutsättning att de

uppfyller av staden uppställda krav i övrigt). Bäddarna föreslås göras 20 m<sup>2</sup> stora. Antaget att bäddarna är har en bredd (från fasad mot gata) på 1 m så åtgår en längd utmed fasaden på 20 m.

Vi antar att tillförd mängd vatten från tak och förgårdsmark är 8 m<sup>3</sup> (7,2 + 0,8) som vid dimensionerande 2-årsregn faller på 2,5 timmar (8 mm/tim). På den tiden hinner 50 mm x 20 m<sup>2</sup> x 2,5 = 2,5 m<sup>3</sup> att infiltrera. Det innebär att växtbäddarna behöver rymma återstående 5,5 m<sup>3</sup> takdagvatten. Fördelat på 20 m<sup>2</sup> yta så innebär det att ytmagasinen behöver vara 28 cm djupa för att klara att rymma den återstående regnvolyten.

Växtbäddarna anläggs med dränering som ansluter till det kombinerande ledningssystemet i gatan. Det är också viktigt att de förses med bräddfunktion, så att regn med en intensitet och/eller varaktighet som överskrider dagvattenssystemens kapacitet kan avledas ytligt utan att skada byggnader.

Nedan illustreras principuppgbyggnad av en nedsänkt växtbädd.



Figur 13. Principskiss för nedsänkt växtbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden. Växtbädden kan dräneras till underliggande mark genom perkolation, eller via dräneringsledning till dagvattennätet. Illustration WRS.

### Gård på bjälklag

Gården planeras utföras med åtminstone delvis genomsläppliga material som ger fördröjning av dagvattnet innan det dräneras till nedsänkta växtbäddar på förgårdsmarken mot nordost.

Enligt tabell 3 så behöver 3,7 m<sup>3</sup> (2,8 + 0,9) dagvatten från bjälklagsgård och förgårdsmark hanteras i kompletterande system. Förslaget är att leda ut dränvatten från bjälklaget till nedsänkta växtbäddar på förgårdsmarken i nordost. I dessa växtbäddar kan bl.a. fasadvegetation etableras, av arter som tål det relativt skuggiga läget. Se illustration av fasadvegetation i figur 14.



Bäddarna föreslås anläggas med ett jordsubstrat som har en infiltrationskapacitet på 50 mm/tim. Det gör att en del av nederbörden hinner infiltrera under det dimensionerande regnet och ytmagasinet behöver därför bara rymma en del av de 20 mm som ska hanteras. Bäddarna föreslås göras 10 m<sup>2</sup> stora. Antaget att bäddarna är har en bredd (från fasad mot gata) på 1 m så åtgår en längd utmed fasaden på 10 m.

Vi antar att tillförd mängd vatten är 3,7 m<sup>3</sup> som vid dimensionerande 2-årsregn faller på 2,5 timmar (8 mm/tim). På den tiden hinner 50 mm x 10 m<sup>2</sup> x 2,5 = 1,3 m<sup>3</sup> att infiltrera. Det innebär att växtbäddarna behöver rymma återstående 2,4 m<sup>3</sup> dagvatten. Fördelat på 10 m<sup>2</sup> yta så innebär det att ytmagasinet behöver vara 24 cm djupa för att klara att rymma den återstående regnvolymen.



Figur 14. Olika typer av fasadvegetation i växtbädd. Foto WRS.

## 6 Effekter av föreslagen dagvattenhantering

Nedan beskrivs effekterna avseende flöde och föroreningsbelastning av föreslagen dagvattenhantering på kvartersmarken.

Beräkningar har utförts enligt de metoder som är beskrivna i ”PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport”<sup>8</sup>.

### 6.1 Dimensionerande flöde

Nedan redovisas beräknade dimensionerande flöden efter exploatering med föreslagna LOD-åtgärder.

Infiltrationsstråket i öster har dimensionerats för att rymma 20 mm nederbörd i det ytliga magasinet innan det bräddar. Vid det dimensionerande 10-årsregnet tar det 26 minuter innan det ytliga magasinet är fullt och bräddning inträffar. Medräknat klimatfaktor på 1,25 tar det 15 minuter innan magasinet är fullt och bräddar.

De nedsänkta växtbäddarna för det södra taket, förgårdsmarken och för dagvatten från bjälklagsgården har utformats som infiltrationsanläggningar (som uppfyller stadens krav) med en dimensionering för att kunna hantera ett 2-årsregn. Det gör att anläggningarna kommer att brädda vid det intensivare 10-årsregnet. Flödesreduktionen blir därför inte lika stor som för anläggningar med ytmagasin som är dimensionerade för att lagra 20 mm.

Växtbäddarna i söder rymmer 5,5 m<sup>3</sup> i det ytliga magasinet, motsvarande ca 14 mm nederbörd. Vid 10-årsregnet tar det 11 minuter innan det ytliga magasinet är fullt (utan hänsyn till att viss infiltration hinner ske under även detta regn). Med klimatfaktor 1,25 tar det 7 minuter.

Växtbäddarna i nordväst rymmer 2,4 m<sup>3</sup> i det ytliga magasinet, motsvarande ca 13 mm nederbörd. Vid 10-årsregnet tar det 9 minuter innan det ytliga magasinet är fullt (utan hänsyn till att viss infiltration hinner ske under även detta regn). Med klimatfaktor 1,25 tar det 6 minuter.

Det dimensionerande flödet beräknas till följande utan klimatfaktor:

$$q_{\text{dim,öster}} = A_{\text{red,öster}} \cdot i(t=10+26) = 0,0468 \cdot 102 = 4,8 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{dim,söder}} = A_{\text{red,söder}} \cdot i(t=10+11) = 0,0398 \cdot 146 = 5,8 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{dim,nv}} = A_{\text{red,nv}} \cdot i(t=10+9) = 0,0185 \cdot 156 = 2,9 \text{ l/s}$$

Dimensionerande flöde för hela kvarteret blir därmed:

$$q_{\text{dim}} = 4,8 + 5,8 + 2,9 = 13,5 \text{ l/s}$$

---

<sup>8</sup> [http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/pm\\_berakningsmetodik.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/pm_berakningsmetodik.pdf)

Det dimensionerande flödet beräknas till följande med klimatfaktor:

$$q_{\text{dim,öster}} = A_{\text{red,öster}} \cdot i(t=10+15) = 0,0468 \cdot 163 = 7,6 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{dim,söder}} = A_{\text{red,söder}} \cdot i(t=10+7) = 0,0398 \cdot 209 = 8,3 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{dim,nv}} = A_{\text{red,nv}} \cdot i(t=10+6) = 0,0185 \cdot 217 = 4,0 \text{ l/s}$$

Dimensionerande flöde för hela kvarteret blir därmed:

$$q_{\text{dim}} = 7,6 + 8,3 + 4,0 = 19,9 \text{ l/s}$$

Det dimensionerade flödet för ett 10-årsregn kommer att öka, även med vidtagna dagvattenåtgärder. Det beror på att marken idag utgörs av naturmark med mycket låg avrinning.

## 6.2 Belastning av näringsämnen och föroreningar

Nedan redovisas beräknade föroreningsmängder före exploatering samt efter exploatering, utan respektive med föreslagna LOD-åtgärder. Beräkningen är utförd med modellverket StomTac version 2018.3.2. StormTac är en statistisk modell som utifrån markanvändning och årsnederbörd beräknar förväntade halter och mängder av föroreningar i dagvattnet. Modellen använder sig av avrinningskoefficienter och schablonhalter som är markanvändningsspecifika.

För beräkningarna vars resultat presenteras i Tabell 4 har en årsnederbörd på 600 mm använts och markanvändningar har valts motsvarande de i flödesberäkningarna. För att beräkna belastning med LOD har de anläggningar som föreslås ovan lagts in som reningssteg i modellen.

**Tabell 4. Beräknade föroreningsmängder för kv Brandbotten före och efter exploatering (utan LOD) samt med LOD.**

Ämne	Enhet	Nuvarande belastning	Belastning efter tänkt exploatering	Belastning med LOD
P	kg/år	0,023	0,059	0,041
N	kg/år	0,31	0,89	0,56
Pb	g/år	1,3	1,8	0,77
Cu	g/år	2,6	6,4	3,7
Zn	g/år	5,9	18	6,6
Cd	g/år	0,057	0,43	0,17
Cr	g/år	0,68	2,6	1,4
Ni	g/år	0,69	2,7	1,2
SS	kg/år	6,1	17	6,7
Olja	kg/år	0,06	0,066	0,035
PAH16	g/år	0,0059	0,28	0,12

Sammanfattningsvis så pekar beräkningen på att närings- och föroreningstransporten ökar något från området i och med exploateringen, även efter att LOD-åtgärder vidtas. Det är dock viktigt att vara medveten om att beräkningsmodeller för dagvattenkvalitet innehåller osäkerheter och att det här handlar om mycket små mängder. I detta fall avleds också dagvattnet till Henriksdals reningsverk där det genomgår långtgående rening. Den nya planen kommer därför inte att innebära någon ökad belastning på recipienten.

Åtgärdsförslagen för kv. Brandbottnen följer stadens åtgärdsnivå för dagvatten. Åtgärdsnivån är framtagen med syfte att den ny- och större ombyggnation som görs i staden inte ska försämra förutsättningarna för att klara miljökvalitetsnormerna i recipienterna. Åtgärdsnivå är generell och gäller oavsett om det är naturmark eller om det är redan exploaterad som bebyggelse. I det första fallet kommer belastningen att kunna öka något i och med bebyggelsen, i det andra fallet kommer åtgärdsnivå att leda till att belastningen minskar påtagligt. Sammantaget ska åtgärdsnivå leda till att stadens vatten långsiktigt kan nå god status.