

Dagvattenutredning

Gubbängen Bordsvägen

2022-05-02

Reviderad -

Structor

Beställare: Wallenstam AB
Konsultbolag: Structor Uppsala AB
Uppdragsnamn: Gubbängen Bordsvägen
Uppdragsnummer: 2330
Datum: 2022-05-02
Senast reviderad: -
Uppdragsledare: Niclas Lekeby
Handläggare: Ingela Filipsson, Sandra Zaff
Granskare: Anna Thorsell, 2022-04-28

Status: Under arbete

Versionshistorik:

Datum	Version	Typ av förändring	Utförd av	Förändring på sida/sidor

SAMMANFATTNING

Wallenstam AB utför ett detaljplanearbete med avseende att exploatera en del av fastigheten Gubbängen 1:1. Utredningsområdet ligger söder om Bordsvägen och väster om Herrhagsvägen och består i dagsläget av en lekplats, ett dagvattenmagasin, GC-vägar, naturmark och en bergsslutning. Den planerade utformningen består av tre flerfamiljshus med garage i källarplan, uteplatser och annan hårdgjord kvartersmark. Viss affärsverksamhet planeras för huskroppen närmast korsningen Bordsvägen - Herrhagsvägen.

Områdets recipient är Strömmen genom Henriksdals Avloppsreningsverk. Strömmen har *Otillfredsställande* ekologisk status till följd av övergödning, fysiska förändringar och miljögifter. Kemisk status bedöms som *Uppnår ej god* till följd av överskridande värden hos flera prioriterade ämnen.

Utredningsområdets dimensionerande dagvattenflöde vid ett 5-årsregn utan klimatfaktor beräknas till 24 l/s för befintlig situation. För den planerade situationen beräknas det dimensionerande flödet till 58 l/s utan fördröjning och 27 l/s med fördröjning av 20 mm vid ett 5-årsregn (klimatfaktor 1,25). För att uppnå Stockholms stads krav på dagvattenfördröjning krävs en erforderlig fördröjningsvolym på 51 m³. En kombination av regnbäddar, infiltrationsstråk och skelettjordar/makadammagasin föreslås som för att uppnå kravet på fördröjning.

Föroreningsberäkningar utförs med dagvattenåtgärd liknande det föreslagna infiltrationsstråket. Föroreningsbelastningen till recipienten beräknas minska efter att dagvattnet gått igenom beräknat reningssteg. Minskningen är i genomsnitt 66 % för föroreningshalten (µg/l) och 61 % för föroreningsmängden (kg/år). Ingen av de beräknade föroreningsämnen ökar efter rening.

Vid skyfallsanalys av huskropparnas placering i Scalgos befintliga höjdmodell syns en del stående vatten vid fasad. Detta då närområdet är kuperat och utredningsområdet ligger i ett område med många större avrinningsvägar. Översvämningsrisken minskar genom att skapa säkra avrinningsvägar och god lutning från fasad.

INNEHÅLL

1. Inledning	6
2. Förutsättningar	7
2.1. Områdesbeskrivning.....	7
2.1.1. Avrinningsområden.....	7
2.1.2. Befintlig dagvattenhantering och ledningar	8
2.1.3. Planerad exploatering	9
2.2. Recipient	9
2.2.1. Recipienter och miljökvalitetsnormer	9
2.2.2. Lokala åtgärdsprogram	10
2.2.3. Vattenskyddsområden	10
2.2.4. Markavvattningsföretag och vattendomar	10
2.3. Geologi och hydrogeologi.....	10
2.3.1. Jordarter och jorddjup.....	10
2.3.2. Föroreningar i mark och grundvatten	11
2.3.3. Grundvatten.....	11
3. Riktlinjer för dagvattenhantering	12
3.1. Kommunens dagvattenstrategi.....	12
3.2. Åtgärdsnivåer vid ny- och större ombyggnationer	12
3.3. Riktvärden för dagvattenutsläpp.....	12
3.4. Rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall	13
4. Dagvattenberäkningar	13
4.1. Markanvändning	13
4.2. Dagvattenflöden och erforderlig fördröjningsvolym.....	13
4.3. Erforderlig fördröjningsvolym.....	14
4.4. Principlösningar	15
4.4.1. Regnbädd	15
4.4.2. Infiltrationsstråk	15
4.4.3. Skelettjord	16
4.5. Makadammagasin	17
4.6. Systemlösning	18
4.7. Dimensionering.....	20
4.7.1. Dimensionering Delområde 1	20
4.7.2. Dimensionering Delområde 2	20
4.8. Servisanslutning.....	21

5. Föroreningar i dagvatten	22
6. Översvämningsrisker	24
6.1. Ytvatten	24
6.2. Extrema regn	24
6.2.1. Skyfall i befintlig situation	24
6.2.2. Skyfall i planerad situation.....	25
7. Slutsats.....	27
8. Bilagor	28

1. INLEDNING

Ett arbete pågår för att ta fram en detaljplan för området inom fastigheten Gubbängen 1:1 som skulle möjliggöra för bostäder vid korsningen Bordsvägen-Herrhagsvägen. Structor Uppsala AB har fått i uppdrag av Wallenstam AB att utreda situationen för dagvattenhantering i och med den planerade exploateringen. Utredningsområdet består av två delområden, där det ena innefattar en ensam huskropp vid Bordsvägen och det andra innefattar två huskroppar längs Herrhagsvägen.

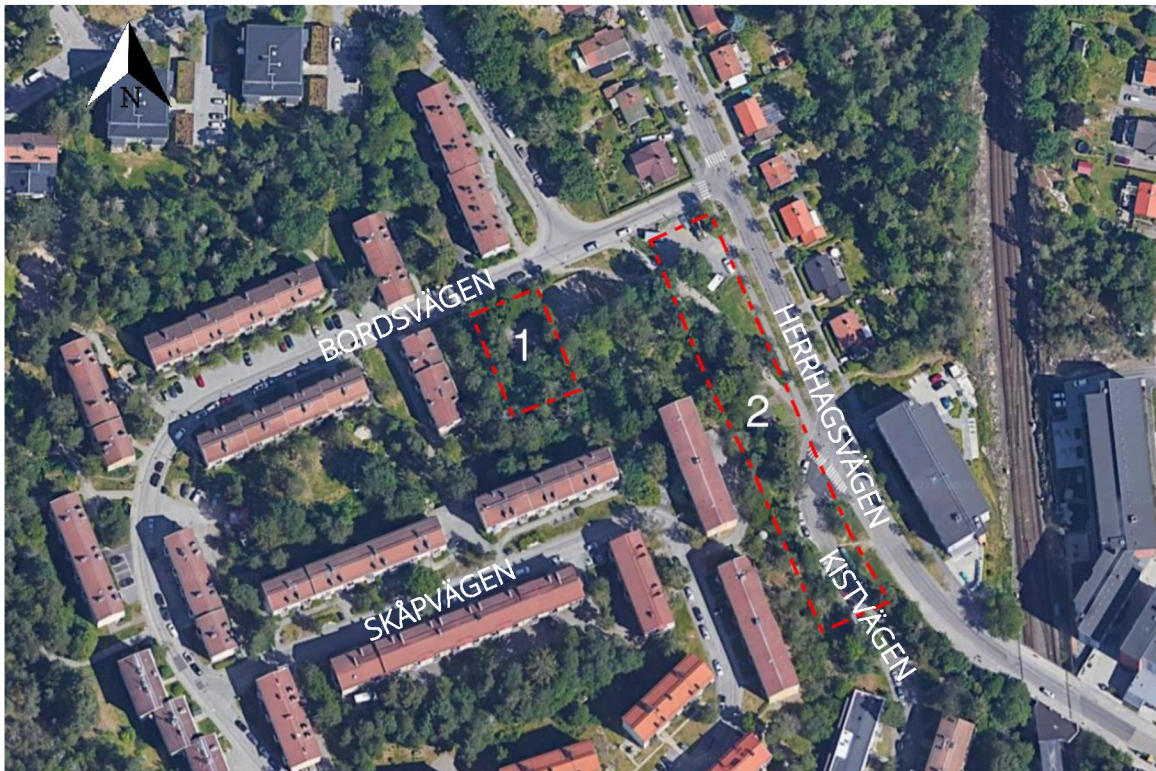


Figur 1-1. Karta över utredningsområdets placering (röd cirkel). Källa: Lantmäteriet.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1. OMRÅDESBESKRIVNING

Utredningsområdet ligger i Gubbängen, Stockholm, längs med Bordsvägen och Herrhagsvägen. Området är uppdelat i två delområden som i dagsläget består av vegetation, lekplats, en elstation, gångvägar och del av Kistvägen (Figur 2-1). Utredningsområdet har en total area på 3800 m² där Delområde 1 är ungefär 810 m² stort och Delområde 2 ungefär 2990 m². Markytan sluttar från den högre belägna Skåpvägen mot Bordsvägen och Herrhagsvägen. Marknivåer varierar mellan +42 och +37.



Figur 2-1. Utredningsområdet i befintlig situation, gränser markerade ungefärligt med röd streckad linje. Bild från Google Maps hämtad 2022-03-28.

2.1.1. AVRINNINGSSOMRÅDEN

För utredningsområdet skiljer sig det naturliga avrinningsområdet från det tekniska avrinningsområdet, dvs det dagvatten som avrinner via ledningsnät. Utredningsområdets tekniska avrinningsområde leder dagvatten via ett kombinerat ledningssystem till Henriksdals avloppsreningsverk (Henriksdals ARV)¹. Recipient för reningsverket är Strömmen.

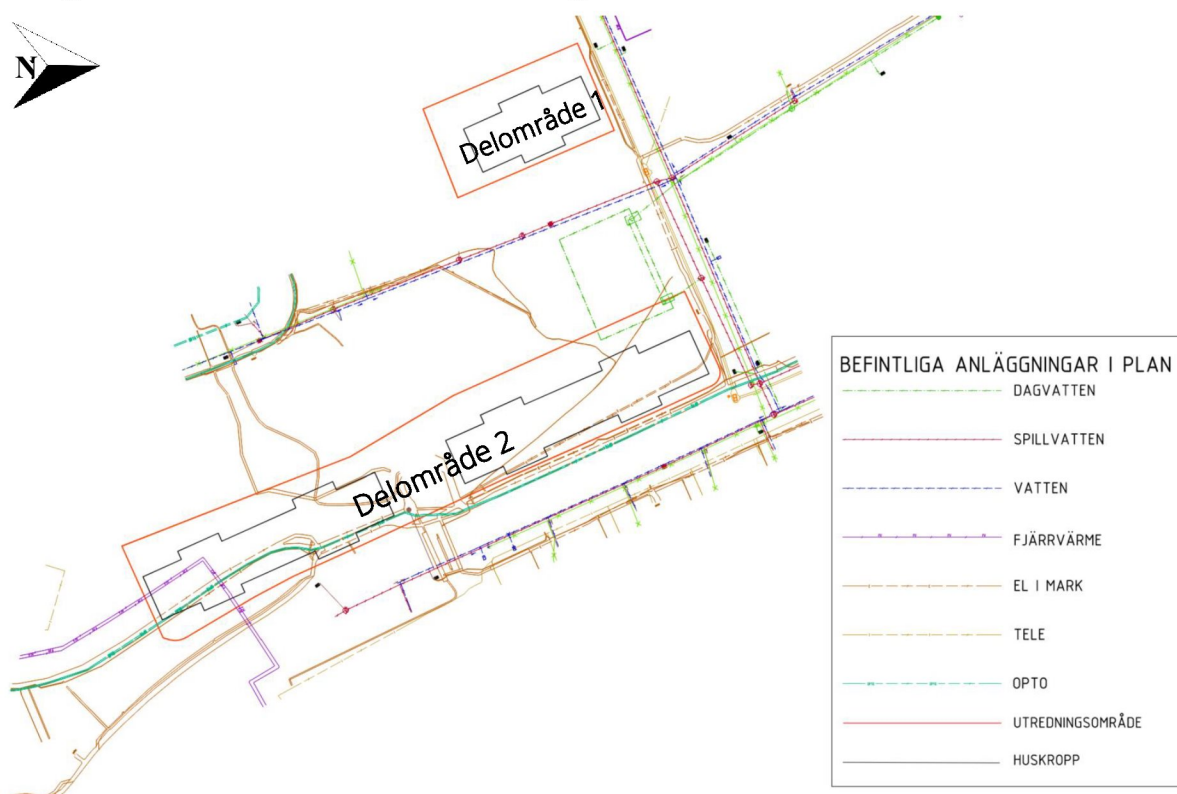
¹ Tekniska avrinningsområden dagvatten (recipient), Stockholm Vatten och Avfall – Öppna data. Hämtat 2021-11-05

Utredningsområdet ligger på gränsen mellan två naturliga avrinningsområden, Mälaren – Årstaviken norrut och Dreviken söderut. Vattendelaren för avrinningsområdena går över Kistvägen i södra delen av Delområde 2. Vid dimensionerande flöden kommer utredningsområdet endast avvattnas via det kombinerade ledningsnätet till Henriksdals ARV. Ytlig avrinning sker vid större regn och skyfall och då bedöms avrinningen bestå av relativt rent vatten eftersom föroreningar från framförallt markytorna sköljs bort med det s.k. "first flush". Därmed bedöms Strömmen vara huvudsaklig recipient för utredningsområdets dagvatten.

2.1.2. BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING OCH LEDNINGAR

I dagsläget finns ett dagvattenmagasin mellan de två delområdena, se grön rektangel i Figur 2-2. Dagvattenmagasinet är ett makadammagasin och består av två platsgjutna brunnar samt ett stensatt utrymme med fördröjning och viss infiltration av dagvatten. Avrinningsområdet för magasinet är ungefär 3,5 hektar stort, där 3,1 hektar avrinner tekniskt och 0,4 hektar avrinner ytligt. Dagvattenmagasinet är i dagsläget under utredning och kommer eventuellt att göras om i framtiden.

Andra ledningar och anläggningar inom utredningsområdet presenteras också i Figur 2-2. Viktigt att notera är att det allmänna ledningsnätet är kombinerat.



Figur 2-2. Befintliga ledningar inom utredningsområdet och dess närområde. Befintligt dagvattenmagasin redovisas med grön rektangel mellan Delområde 1 och 2.

2.1.3. PLANERAD EXPLOATERING

Planerad bebyggelse består av två byggnader längs med Herrhagsvägen och en mindre byggnad mot Bordsvägen, se Figur 2-3. Kistvägens anslutning mot Herrhagsvägen planeras att dras om och elstationen planeras flyttas söderut i och med den planerade exploateringen.



Figur 2-3. Illustrationsplan för utredningsområdet. Källa: Varg Arkitekter AB, erhållen 2022-03-17.

2.2. RECIPIENT

2.2.1. RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Recipient för utredningsområdet är Strömmen via kombinerat ledningssystem och Henriksdals avloppsreningsverk. Strömmen har *Otillfredsställande* ekologisk status och *Uppnår ej god* kemisk status. Miljökvalitetsnormer och statusklassning redovisas i Tabell 2-1. Strömmen har flera problemområden såsom övergödning, för höga halter av miljögifter och fysisk påverkan. På grund av fysisk påverkan av hamnanläggning har recipienten undantagits kravet att nå god ekologisk status. Andra påverkanskällor är bland annat utlopp från avloppsreningsverk, dagvatten från urban markanvändning, båttrafik, enskilda avlopp och belastning från omgivande vatten.

Den kemiska statusen orsakas av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena perfluoroktansulfon (PFOS), antracen, fluoranten, kadmium (Cd), bly (Pb), tributyltenn (TBT), kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrider i vattenförekomsten.

Tabell 2-1. Statusklassning och miljö kvalitetsnormer för Strömmen² SE591920-180800.

Ekologisk statusklassning	Dålig	Otillfredsställande	Måttlig	God	Hög
Status		X			
Kvalitetskrav		X (2039)			
Kemisk statusklassning	Uppnår ej god		God		
Status		X			
Status utan överallt överskridande ämnen		X			
Kvalitetskrav				X (2027)	

2.2.2. LOKALA ÅTGÄRDSPROGRAM

Lokalt åtgärdsprogram för Strömmen är planerat men ej påbörjat.

2.2.3. VATTENSKYDDSSOMRÅDEN

Utredningsområdet ligger ej inom Östra Mälarens vattenskyddsområde³.

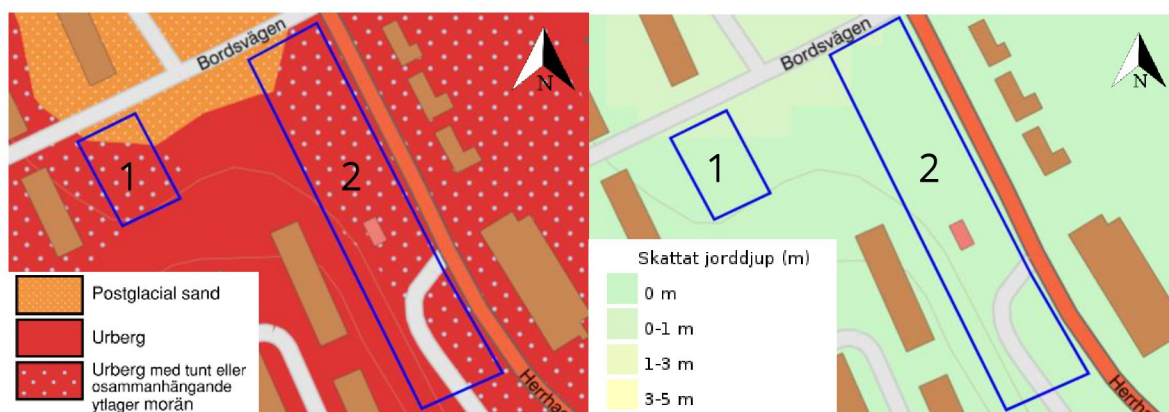
2.2.4. MARKAVVATTNINGSFÖRETAG OCH VATTENDOMAR

Utredningsområdet innefattar inga markavvattningsföretag och påverkas inte av några vattendomar.

2.3. GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI

2.3.1. JORDARTER OCH JORDDJUP

Enligt SGU:s karttjänst består utredningsområdet av urberg med inslag av tunnare lager av morän och sand. Infiltrationskapaciteten i marken antas vara begränsad men beror stort av omfattningen av sprickor i berget.



Figur 2-4. T.V. Jordartskarta från SGU:s kartvisare skala 1:25 000 – 1:100 000. T.H. Jorddjupskarta från SGU. Hämtade 2022-04-10. Ungefärliga avgränsningar för utredningsområdet i blå polygoner.

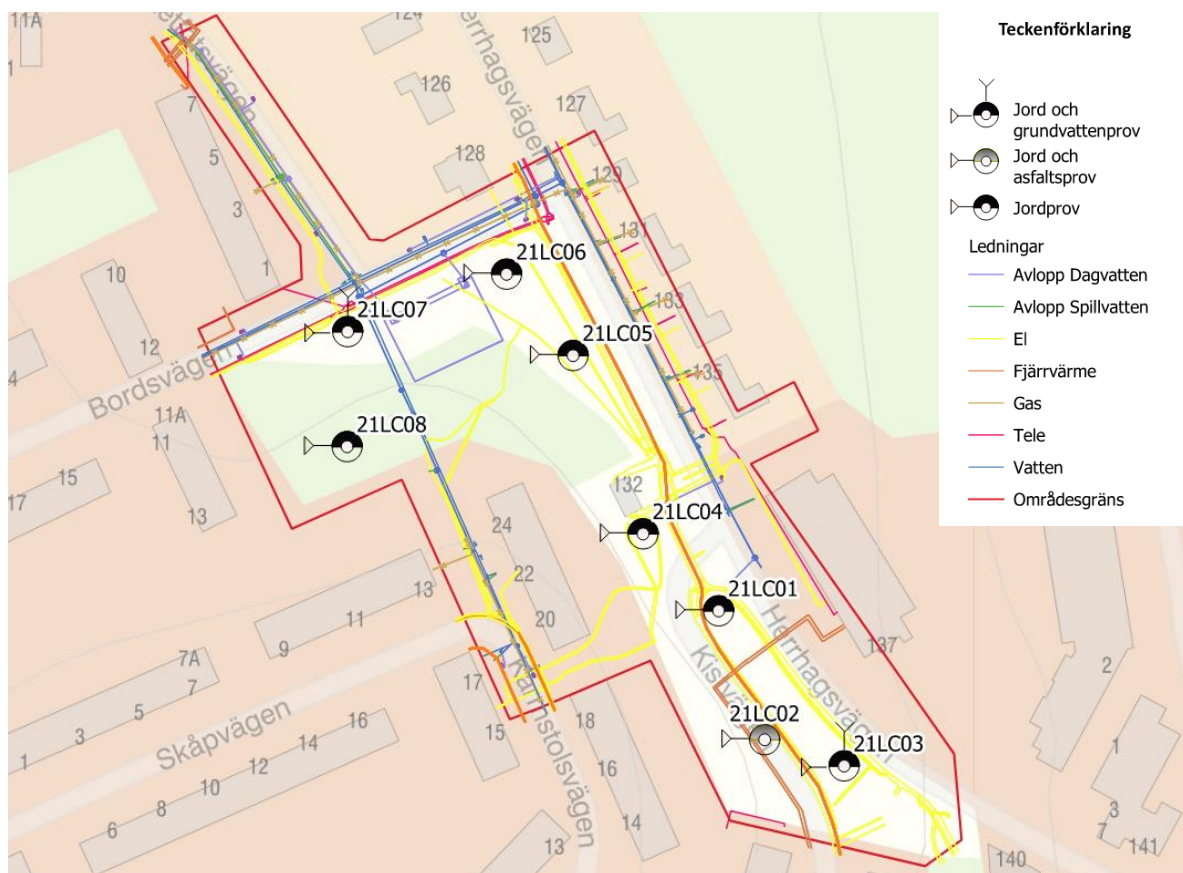
² Strömmen - Kust - VISS - VattenInformationsSystem för Sverige (lansstyrelsen.se)

³ Karta över östra Mälarens vattenskyddsområde (stockholm.vattenochavfall.se) Hämtat 2021-11-05

2.3.2. FÖRORENINGAR I MARK OCH GRUNDVATTEN

En översiktlig miljöteknisk markundersökning med provtagningar sammanställdes under hösten 2021⁴. Provtagningar av jord och asfalt samt installation av grundvattenrör utfördes i augusti 2021, med provtagning av grundvatten i september. I Figur 2-5 syns provtagningspunkter för respektive prov. Analys av markproverna visar halter av krom, PAH-M, PAH-H över det generella riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM) och halter över riktvärdet för känslig markanvändning (KM) för kobolt, nickel, och flertalet polycykliska aromatiska kolväten (PAH).

Endast en provtagning av grundvatten gav utläsning, denna vid provtagningspunkt 21LC07. Måttliga halter av nickel och zink och halter under SGI:s preliminära riktvärden för PFAS i grundvatten.



Figur 2-5. Karta över provtagningsplatser för jord-, asfalt- och grundvattenprov.

2.3.3. GRUNDVATTEN

I samband med provtagning av jord installerades två grundvattenrör inom utredningsområdet, 21LC03 och 21LC07, se Figur 2-5. Grundvattennivån uppmättes till 2,5

⁴ Bordsvägen – Herrhagsvägen Översiktlig miljöteknisk markundersökning. Liljemark Consulting. Datum: 2021-09-16. Senast reviderad 2021-12-08.

meter under markytan i rör 21LC07. Grundvattenrör 21LC03 var torrt vid provtagningstillfället.

För att kunna ange en dimensionerande grundvattennivå krävs fler mätningar under en längre tidsperiod som även täcker olika säsongsvariationer.

3. RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

3.1. KOMMUNENS DAGVATTENSTRATEGI

Stockholm stads dagvattenstrategi⁵ beskriver kommunens mål med dagvattenhanteringen och ger riktlinjer för plan- och projekteringsarbetet. Målen kretsar kring fyra delar

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

Denna dagvattenutredning följer den checklista för dagvattenutredningar som upprättats av Stockholms stad⁶.

3.2. ÅTGÄRDSNIVÅER VID NY- OCH STÖRRE OMBYGGNINGER

Stockholms stad har tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall AB tagit fram en åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnationer för att nå miljökvalitetsnormerna för stadens vatten⁷. Åtgärdsnivån innebär att dagvatten från hårdgjorda ytor ska ledas till dagvattenanläggningar som ska kunna fördröja motsvarande 20 mm. Åtgärdsnivån innebär att över 90% av dagens årsmedelnederbörd fördröjs och renas.

3.3. RIKTVÄRDEN FÖR DAGVATTENUTSLÄPP

Förutom de krav som ställs på fördröjning av Stockholms stad ska det vid varje exploatering anläggas tillräckligt med dagvattenanläggningar för att dess recipient inte ska försämrats avseende någon kvalitetsfaktor i statusklassningen enligt miljökvalitetsnormerna. Tidigare har krav på dagvatten ofta ställts avseende halt, men för att vara säker på att man ej försämrar en vattenförekomst så bör föroreningsbelastningen (kg per år) beräknas så att den ej ökar efter exploateringen jämfört med föroreningsbelastningen i befintlig situation.

⁵ Dagvattenstrategi, Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering, antagen av kommunfullmäktige 2015-03-09.

⁶ Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen, Stockholms stad, 2015-06-03.

⁷ Åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnation, Version 1.1, Stockholm stad 2016

3.4. REKOMMENDATIONER FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGAR TILL FÖLJD AV

SKYFALL

Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram rekommendationer för hantering av skyfall⁸ som beskriver att risken för översvämningar till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner. Där framgår att Länsstyrelsen rekommenderar bland annat att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn. Risken från ett 100-årsregn med tanke på framkomligheten till och från detaljplaneområdet ska också bedömas och vid behov säkerställas.

4. DAGVATTENBERÄKNINGAR

4.1. MARKANVÄNDNING

Befintlig markanvändning består av blandad naturmark med en bevuxen bergssluttning, berg i dagen och gräsmatta, några hårdgjorda GC-vägar och del av Kistvägen samt en grusplan och lekplats. Den planerade markanvändningen består i sin tur av tre flerfamiljshus, hårdgjord kvartersmark, uteplatser och grönyta. Samtliga avrinningskoefficienter baseras på Svenskt Vatten P110.

Tabell 4-1. Markanvändning med tillhörande areor och avrinningskoefficienter.

Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Area [m ²]	
		Befintlig situation	Planerad situation
Takyta	0,9	40	1760
Hårdgjord yta	0,8	680	600
Uteplats	0,8	-	340
Grönyta / Naturmark	0,1	1560	710
Bergigt parkområde	0,4	840	390
Lekplats / Grusyta	0,4	680	-
Total area [m ²]		3800	3800
Sammanvägd avrinningskoefficient ⁽¹⁾		0,35	0,67
Total reducerad area [m ²]		1345	2560

⁽¹⁾ Sammanvägd avrinningskoefficient = total reducerad area / total area

4.2. DAGVATTENFLÖDEN OCH ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Beräkningar för dagvattenflöden utförs för befintlig och planerad situation med och utan dagvattenåtgärder. Beräkningarna baseras på en metod från Svenskt Vatten P110 där rationella metoden (Ekvation 1) används.

⁸ Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall, Länsstyrelsen Stockholm 2018.

$$Q_{dim} = A \cdot \phi \cdot i \cdot Kf$$

Ekvation 1

där Q_{dim} är dimensionerande dagvattenflöde (l/s), A är area (ha), ϕ är avrinningskoefficient (-), i är regnintensitet (l/s ha) och Kf är klimatfaktor (-).

Dagvattenflöden för respektive situation presenteras i Tabell 4-2. Den planerade situationen bedöms vara tät bostadsbebyggelse. Tät bostadsbebyggelse har en återkomsttid på 5 år för fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå enligt Svenskt Vatten P110. Beräkning av dimensionerande flöde utförs med 10 minuters rinntid utan fördröjning och med en rinntid på 25 min + 10 min för flöde med fördröjande åtgärder. För planerad situation används även en klimatfaktor på 1,25 för framtida ökande nederbördsmängder.

Tabell 4-2. Beräknade dagvattenflöden för befintlig respektive planerad situation med och utan klimatfaktor för hela utredningsområdet.

Dagvattenflöde	Q _{dim} 5-årsregn (l/s)		Q _{dim} 10-årsregn (l/s)	
	Exklusive klimatfaktor	Inklusive klimatfaktor	Exklusive klimatfaktor	Inklusive klimatfaktor
Befintlig situation	24	31	31	38
Planerad situation utan dagvattenåtgärder	47	58	58	73
Planerad situation med dagvattenåtgärder	14	27	27	33

Vid ett skyfall med 100 års återkomsttid går alla dagvattenanläggningar fulla och därmed fördröjs inte dagvattnet även med dagvattenåtgärder. Flöden vid skyfall presenteras i Tabell 4-3.

Tabell 4-3. Beräknade dagvattenflöden vid skyfall för befintlig respektive planerad situation. Återkomsttid 100 år.

	Q 100-årsregn (l/s)
Befintlig situation	66
Planerad situation	125

4.3. ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

För att uppnå Stockholm stads åtgärdsnivå på 20 mm fördröjning av dagvatten behövs en erforderlig fördröjningsvolym på ca 51 m³ för hela utredningsområdet. Denna fördröjningsvolym beräknas genom att multiplicera hela utredningsområdets reducerade area med åtgärdsnivån, se Ekvation 2.

$$V \text{ m}^3 = A_{Red} [\text{m}^2] * V [\text{m}] = 2560 \text{ m}^2 * 0,02 \text{ m} = 51 \text{ m}^3$$

Ekvation 2

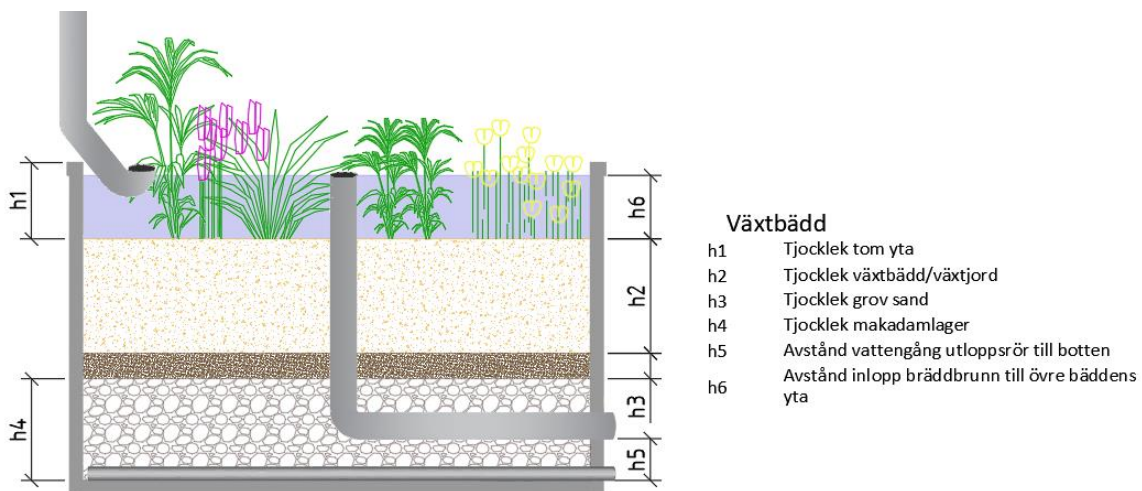
Delområde 1 har en reducerad area på 550 m² och behöver fördröja 11 m³ av den totala erforderliga fördröjningsvolymen. Delområde 2 är större med en reducerad area på 2020 m² och behöver därför fördröja 40 m³.

4.4. PRINCIPLÖSNINGAR

4.4.1. REGNBÄDD

Regnbäddar liknar vanliga planteringsytor, dock med skillnaden att de anläggs med en ytlig fördröjningszon där dagvatten kan fördröjas tillfälligt innan det infiltrerar vidare ner i jorden. Regnbäddar kan utformas på en rad olika sätt och anläggs antingen upphöjda eller nedsänkta. Upphöjda regnbäddar kan omhänderta dagvatten från takytor eller andra högre liggande ytor genom att stuprör med utkastare leds direkt ned i regnbädden. Om regnbäddarna i stället anläggs nedsänkta kan de även utformas för att ta emot ytlig avrinning från närliggande markytor.

Rening av dagvattnet sker via sedimentation, upptag av växter, fastläggning på jordpartiklar samt mikrobiell nedbrytning. Reningseffekten i regnbäddar är generellt hög. Om marken är underbyggd, alternativt har en låg genomsläpplighet, ska regnbädden anläggas med en dräneringsledning i botten för att leda bort det överskottsvatten som inte tas upp av växterna. En bräddfunktion ska också finnas. Principskiss för regnbäddar presenteras i Figur 4-1.



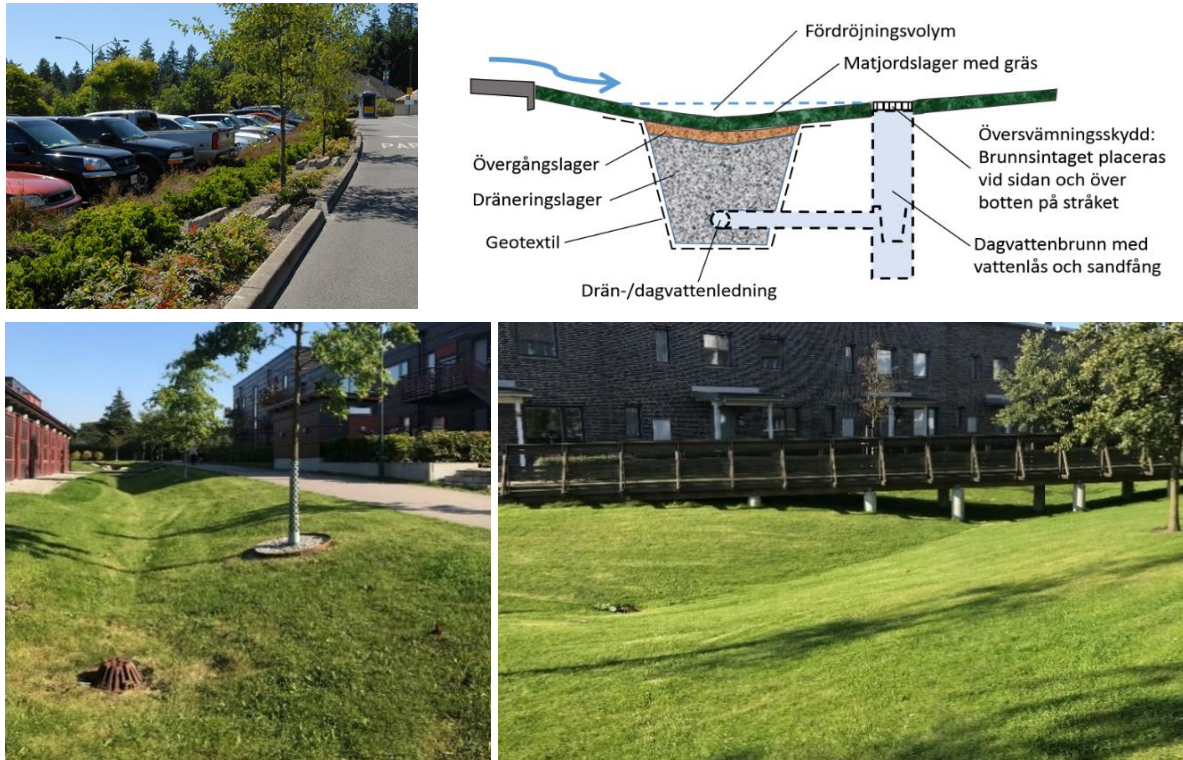
Figur 4-1: Principuppbyggnad av en regnbädd avsedd för rening och fördröjning av dagvatten från takytor.

4.4.2. INFILTRATIONSSTRÅK

Infiltrationsstråk kan användas på samma sätt som regnbäddar då de kan både fördröja och rena dagvatten. Infiltrationsstråk kan anläggas som ett svackdike med ett makadamdike undertill. Då fås både en reningseffekt från vegetation och makadam samt fördröjning i makadammen och på ytan. Den ytliga fördröjningen fås genom att utforma det översta skiktet med svagt sluttande slänter. Under vegetationsskiktet läggs växtjord, sand och makadam, där en geotextilduk sätts runt makadamlagret för att undvika att mindre partiklar sätter igen porerna. I makadamlagret anläggs också en dräneringsledning

som leder bort vattnet till områdets dagvattensystem. En dagvattenbrunn med kupolsil där betäckningen anläggs högre än infiltrationsstråkets botten utgör bräddfunktion.

Infiltrationsstråket bör dimensioneras med en minsta bottenbredd 0,5 m och vegetationsytan bör ligga minst 5 cm under den hårdgjorda ytans markhöjd. Exempel och principskiss på infiltrationsstråk presenteras i Figur 4-2.



Figur 4-2. Exempel och principskiss på infiltrationsstråk. Foto Structor Uppsala AB samt greenworkspc.com (2018-01-18). Principskiss av WRS (2017).

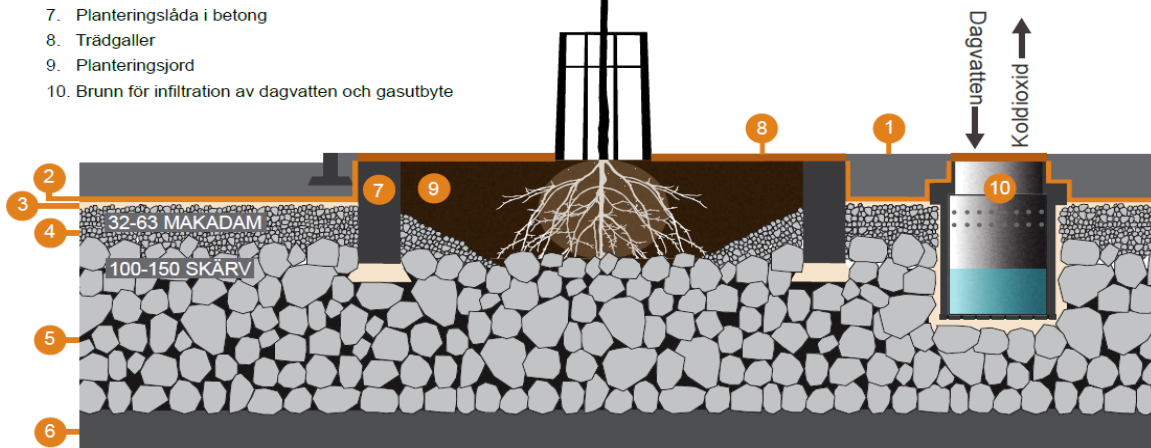
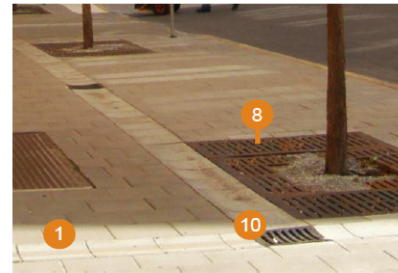
4.4.3. SKELETTJORD

Skelettjordar passar bra att användas vid trädplantering i stadsmiljö då de tillgodoser trädens behov av syre, vatten, utrymme för rötter och fungerar som en dagvattenlösning. Skelettjordar både fördröjer och renar dagvattnet genom att låta det infiltrera skelettjordens material. En skelettjord kan bestå av makadam av mycket grov fraktion med eller utan nedspolad växtjord i hålrummen eller makadam blandad med biokol. Över skelettjorden läggs ett luftigt bärlager med makadam samt ett avjämningslager med geotextil som avskiljare mot marköverbyggnaden ovanför. Marken ovan skelettjorden kan vara hårdgjord, öppen med växtlighet eller genomsläpplig beläggning. Vid rotklumpen läggs finare material med näring. Luftningsbrunnar med perforering i höjd med det luftiga bärlagret säkerställer lufttillförsel och är även ett inlopp för dagvattnet om de placeras i lågpunkter. Dränering kan läggas under skelettjorden för att vatten inte ska bli stående om infiltrationskapaciteten i området är dålig. En principskiss för skelettjordar presenteras i Figur 4-3.

Skelettjord

Ett sätt att bygga stabilt och skapa goda växtbetingelser för gatuträd med hjälp av dagvatten och samtidigt minska risken för rotinträngning i avloppssystem

1. Beläggning med dagvattenränna
2. Geotextil
3. Avjämningslager (8-16 makadam) – även under planteringslåda och runt infiltrationsbrunn
4. Infiltration och luftningslager (32-63 makadam)
5. Skelettjord av granitssten (100-150 skärv) med jord nerspolad i hålrummen
6. Terrass
7. Planteringslåda i betong
8. Trädgaller
9. Planteringsjord
10. Brunn för infiltration av dagvatten och gasutbyte

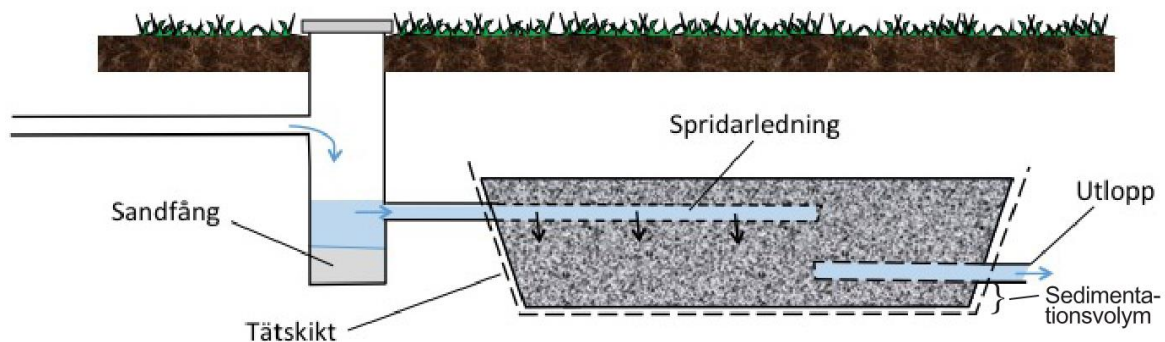


Figur 4-3. Principskiss för skelettjord (Stockholms stad, 2017).

4.5. MAKADAMMAGASIN

Inom kvarter som inte underbyggs av bjälklag på gårdsytorna kan underjordiska makadammagasin anläggas för att tillgodose både rening och fördröjning av dagvatten. Makadam utan nollfraktioner kan uppnå en dränerbar porositet på 30 % vilket innebär att 300 liter dagvatten per kubikmeter makadammagasin kan nyttjas som magasin.

Underjordiska magasin är en bra lösning i täta urbana områden eftersom fördröjning och rening av dagvatten kan ske under mark vilket gör att ytan ovan mark fortfarande kan nyttjas till annat. Makadammagasin kan utformas på många olika sätt för att anpassas till de förhållanden som gäller på platsen. I Figur 4-4 visas en typskiss på utformning av ett tätt underjordiskt makadammagasin med inloppsbrunn och spridarledning samt sedimentationsvolym och strypt utlopp.



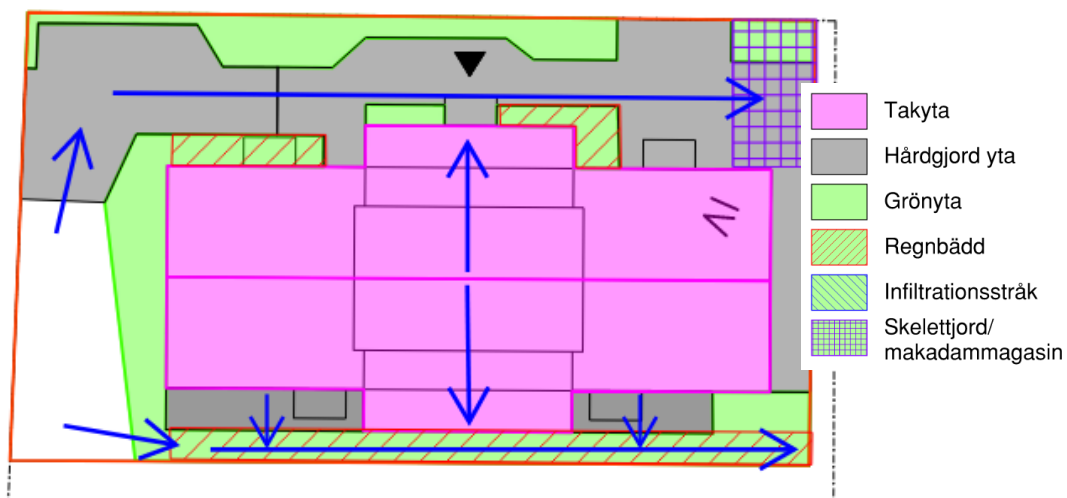
Figur 4-4: Typillustration av makadammagasin (Stockholm Vatten och Avfall, 2019).

4.6. SYSTEMLÖSNING

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom utredningsområdet är regnbäddar, skelettjord/makadammagasin och infiltrationsstråk. I Figur 4-5, Figur 4-6 och Figur 4-7 presenteras de föreslagna lösningarna uppdelade för respektive delområde. För helhetsbild över hela utredningsområdet finns större bild i Bilaga 1.

Delområde 1

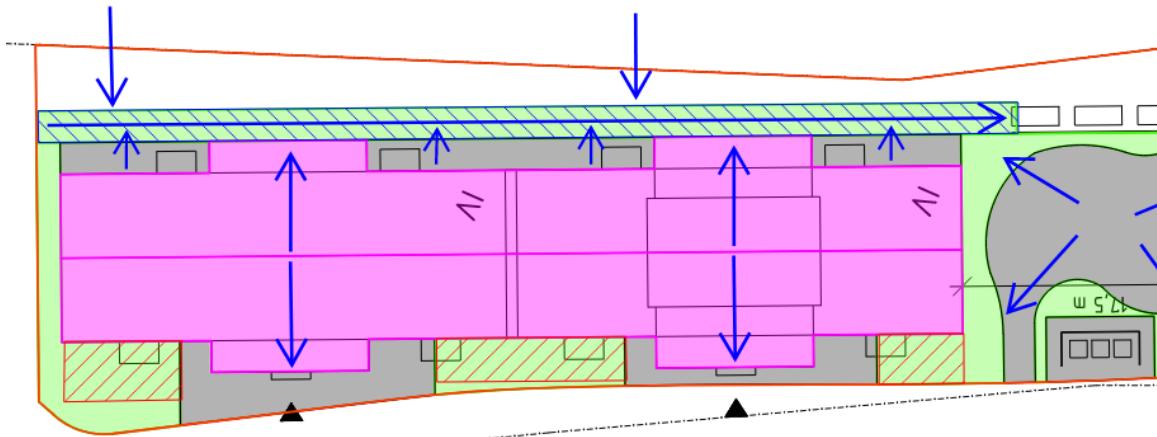
- Regnbäddar (röd skraffering) i anslutning till fasad/uteplats med möjlighet för anslutning av takvatten genom stuprör med utkastare.
- En skelettjord (lila skraffering) alternativt ett makadammagasin föreslås i nordvästra hörnet för att tillåta avvattningen av den hårdgjorda markytan.
 - Den befintliga markens lutning går ungefärligt från syd till norr (vänster till höger i Figur 4-5).
 - Ny höjdsättning bör avvattna den hårdgjorda ytan mot den lilla planteringen. Planteringen kan med fördel vara nedsänkt minst 5 cm från omkringliggande hårdgjord yta.
 - För att uppnå tillräcklig kapacitet behöver det underjordiska magasinet sträcka sig under den hårdgjorda ytan.



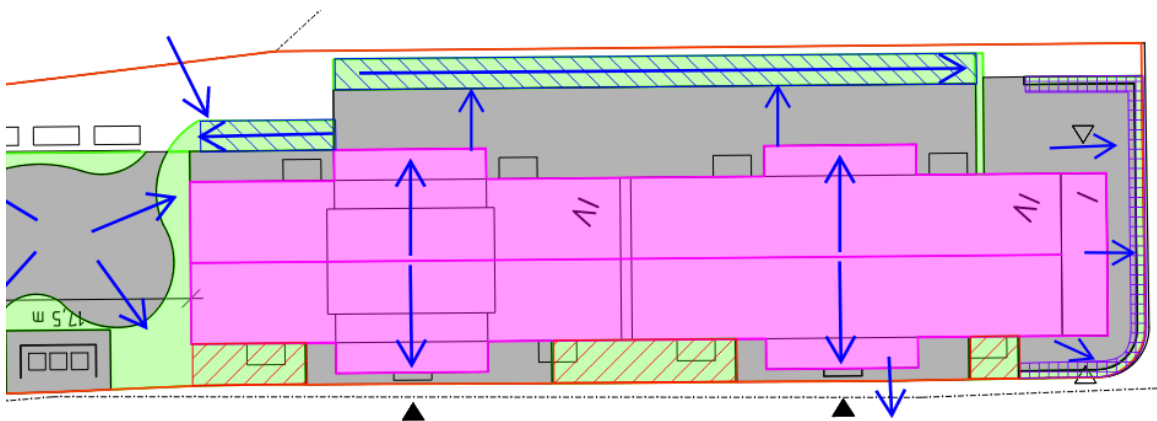
Figur 4-5. Systemlösning för Delområde 1. Röd linje visar delområdets gränser, blå pilar visar avrinningsvägar.

Delområde 2

- Regnbäddarna (röd skraffering) anläggs i anslutning till fasad för effektivt omhändertagande av takvatten.
- Dagvatten från "baksidan" av Delområde 2 (från tak och uteplatser på den västra sidan) avleds till infiltrationsstråket (blå skraffering) placerad i kant med fasad och uteplatser. Till infiltrationsstråket avrinner även ytligt avrinnande vatten från bergssluttningen utanför utredningsområdet.
- Den hårdgjorda gårdsytan mellan huskropparna föreslås höjdsättas så att vattnet rinner ut mot den omkringliggande grönytan och hårdgjord förgårdsmark föreslås avvattnas mot samma regnbäddar (röd skraffering) som takytan.
- Uteplats och takterrass/lågt tak vid korsningen Bordsvägen-Herrhagsvägen avvattnas till en skelettjord (lila skraffering) som anläggs i den avgränsande planteringsytan mot gatan samt under uteplatsen för att uppnå åtgärdsnivån.



Figur 4-6. Systemlösning för vänstra halvan av Delområde 2. Röd linje visar delområdets gräns, blå pilar visar avrinningsvägar.



Figur 4-7. Systemlösning för högra halvan av Delområde 2. Röd linje visar delområdets gräns, blå pilar visar avrinningsvägar.

4.7. DIMENSIONERING

Vid dimensionering beräknas regnbäddarnas fördröjningsvolym genom att endast se till den ytliga fördröjningen i regnbäddarna, vilket ger frihet i dimensionering av substratdjup.

För skelettjordarna/makadammagasinen beräknas fördröjningen i stället med porvolymen, detta då delar av skelettjordarna och makadammagasin läggs under markytan utan ytlig fördröjning. Grönytor i anslutning till hårdgjorda ytor kan däremot med fördel anläggas med ytlig fördröjning för att öka fördröjningskapaciteten. Skelettjordar/makadammagasin beräknas med djup 0,6 m och porositet 0,3 (för makadam utan nollfraktioner).

Vid dimensionering av infiltrationsstråken varierar både substratdjupet och bottenbredd mellan de två delområdena, släntlutningen beräknas till 1:1,5. Även här används porositet 0,3 (makadam utan nollfraktioner) för beräkningen av fördröjningsvolym.

Nedan följer beskrivningar för respektive delområde med beräknade fördröjningsvolym och erforderliga areor.

4.7.1. DIMENSIONERING DELOMRÅDE 1

Delområde 1 behöver fördröja totalt 11 m³ för att uppnå åtgärdsnivån. Drygt hälften av dagvattnet som ska fördröjas kommer från takytorna. Beräknade areor som krävs för respektive yta presenteras i Tabell 4-4.

Tabell 4-4. Dimensionering av dagvattenanläggningar för Delområde 1.

Område	Fördröjningsvolym (m ³)	Substratdjup (m)	Ytlig fördröjning (m)	Area (m ²)
Takyta till regnbädd	6,3	-	0,15	42
Uteplatser och bergsslutning till regnbädd	0,9	-	0,15	6
Yta till skelettjord/makadammagasin	4,0	0,5	-	23

Skelettjordens area kan minskas om substratdjupet ökas, till exempel om substratdjupet sätts till 1 m räcker det med 14 m².

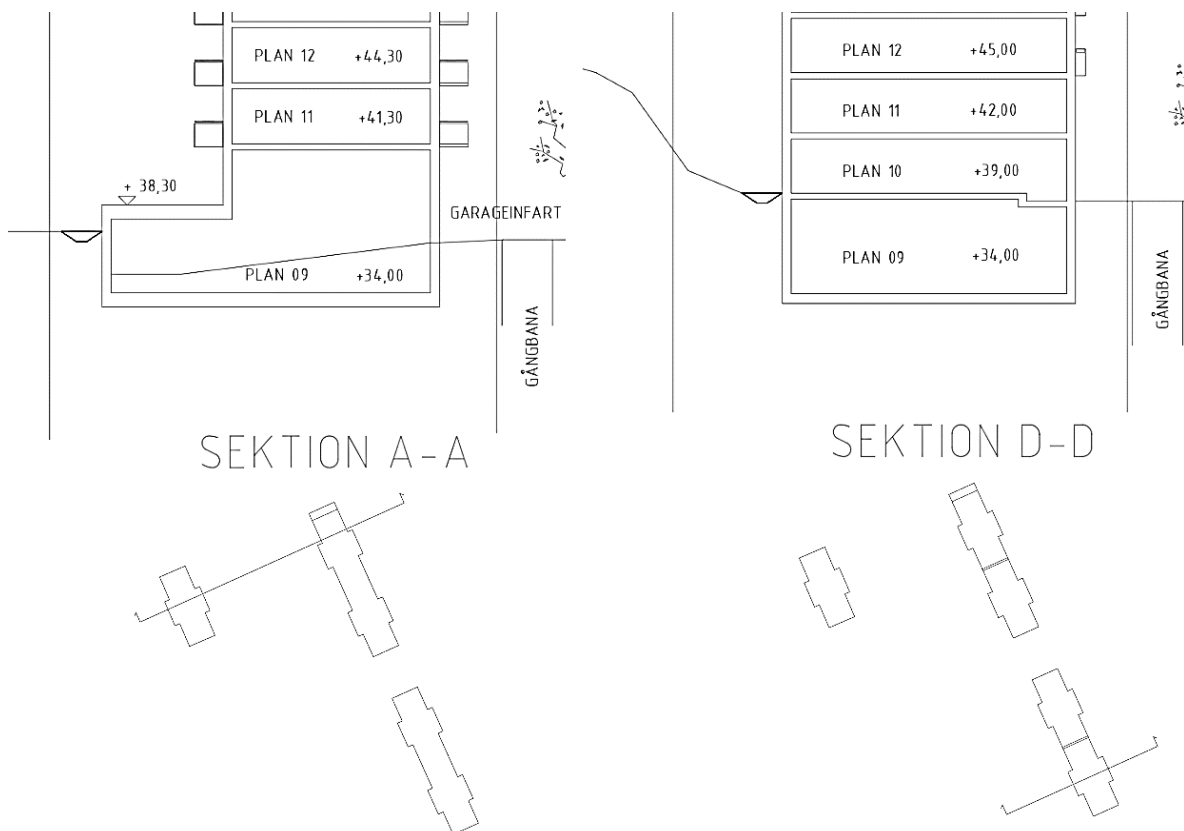
4.7.2. DIMENSIONERING DELOMRÅDE 2

För Delområde 2 krävs ca 40 m³ fördröjningsvolym varav ca 25 m³ kommer från takytorna. Skelettjord, infiltrationsstråk och regnbäddar föreslås med dimensioner enligt Tabell 4-5. I "Ytor till infiltrationsstråk" tillkommer ca 7 m³ fördröjningsvolym för bergsslutningen utanför utredningsområdet.

Tabell 4-5. Dimensionering av dagvattenanläggningar för Delområde 2.

Område	Fördröjningsvolym (m ³)	Substratdjup (m)	Ytlig fördröjning (m)	Area (m ²)
Ytor till regnbäddar	17,2	-	0,15	115
Ytor till infiltrationsstråk (inklusive bergsvägg utanför utredningsområde)	27,4	0,5	-	230
Yta till skeletjord	2,1	0,5	-	20

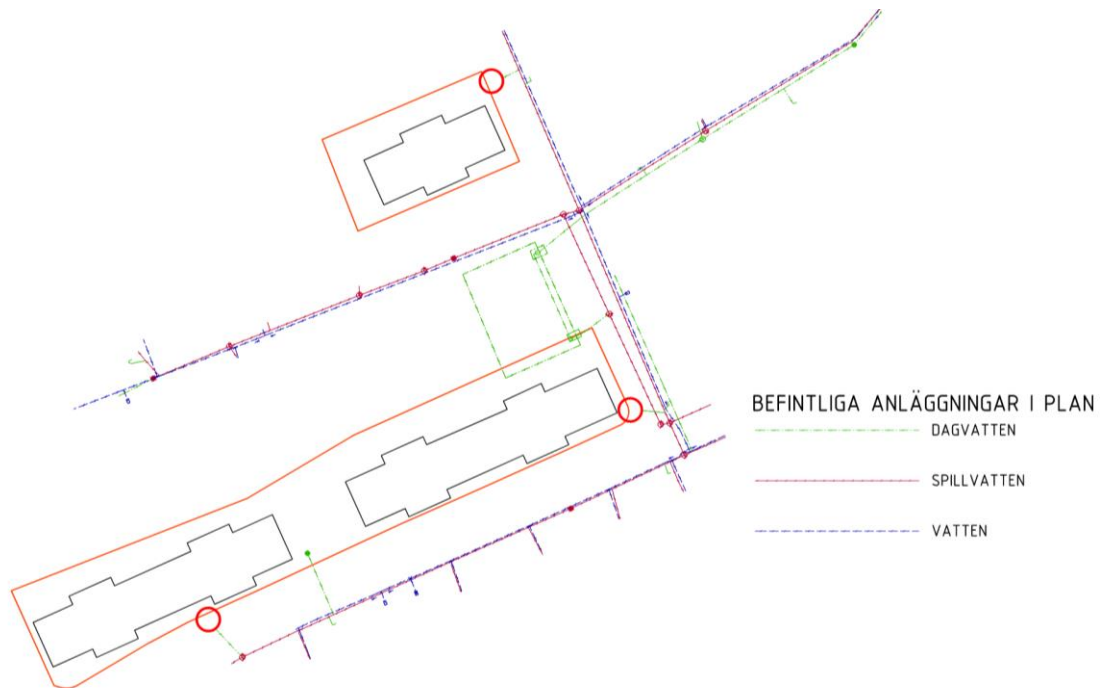
Infiltrationsstråket är dimensionerat med en längd på ca 115 m och en genomsnittlig bredd på 2 m. Tänkt placering av stråket presenteras i sektionsritningarna i Figur 4-8.



Figur 4-8. Sektionsritningar för infiltrationsstråk.

4.8. SERVISANSLUTNING

För utredningsområdet föreslås tre servisanslutningar för att undvika problem med att korsa sokkassuner mellan huskropparna i Delområde 2. Föreslagna anslutningspunkter presenteras i Figur 4-9 och är lokaliserade vid befintliga dagvattenledningar kopplade till rännstensbrunnar i befintlig gata.



Figur 4-9. Föreslagna anslutningspunkter för dagvatten till det kommunala ledningsnätet (kombinerat).

5. FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Föroreningsbelastningen från utredningsområdet vid befintlig och planerad situation beräknas i dagvatten- och recipientmodellen StormTac web (Webbversion v22.2.1). StormTac använder schablonhalter av föroreningar som baseras på resultat från flödesproportionella flödesprovtagningar från olika typer av markanvändningar. Föroreningshalter i dagvatten har stor variation mellan olika platser och tidpunkter vilket också påverkar schablonhalterna. Detta gör att beräkningarna inte blir exakta utan i stället får ses som uppskattningar.

För beräkningarna används ett makadamdike som reningsanläggning. Reningsanläggningen speglar ungefärligt sammansättningen i infiltrationsstråket som planeras på "baksidorna" av båda delområdena.

Tabell 5-1. Förväntad föroreningshalt i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och planerad situation innan och efter rening. Celler färglagda med grönt har en ökning med minst 15 %, gult ligger inom intervallet ± 15 % och rött har en minskning med minst 15 %. Reningseffekt visar skillnaden mellan befintlig situation och planerad situation efter reningsåtgärder.

Ämne	Halt	Befintlig situation	Planerad situation innan rening	Planerad situation efter rening	Riktvärden	Reningseffekt (%)
P	[$\mu\text{g/l}$]	77	120	39	160	50
N	[$\mu\text{g/l}$]	1400	1300	610	2000	55
Pb	[$\mu\text{g/l}$]	4	2,8	0,8	8	80
Cu	[$\mu\text{g/l}$]	13	11	3,6	18	70
Zn	[$\mu\text{g/l}$]	23	24	5,2	75	75
Cd	[$\mu\text{g/l}$]	0,24	0,52	0,1	0,4	60
Cr	[$\mu\text{g/l}$]	4,5	4,2	2	10	55
Ni	[$\mu\text{g/l}$]	2,8	3,6	1,1	15	60
SS	[$\mu\text{g/l}$]	27 000	19 000	7 300	40 000	75
BaP	[$\mu\text{g/l}$]	0,014	0,012	0,0035	0,03	75

Tabell 5-2. Förväntad årlig föroreningsbelastning i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och planerad situation innan och efter rening. Celler färglagda med grönt har en ökning med minst 15 %, gult ligger inom intervallet ± 15 % och rött har en minskning med minst 15 %.

Ämne	Mängd	Befintlig situation	Planerad situation innan rening	Planerad situation efter rening	Reningseffekt (%)
P	[kg/år]	0,09	0,22	0,071	20
N	[kg/år]	1,6	2,4	1,1	30
Pb	[g/år]	4,7	5,0	1,4	70
Cu	[kg/år]	0,015	0,02	0,0065	55
Zn	[kg/år]	0,027	0,043	0,0093	65
Cd	[g/år]	0,28	0,94	0,18	35
Cr	[g/år]	5,3	7,5	3,6	30
Ni	[g/år]	3,2	6,5	2,0	40
SS	[kg/år]	31	34	13	60
BaP	[g/år]	17	22	6,3	65

I den planerade situationen innan rening beräknas samtliga ämnen öka i den förväntade årliga föroreningsbelastningen. För den förväntade föroreningshalten beräknas endast fosfor (P), kadmium (Cd) och nickel (Ni) öka med mer än 15 % innan rening. Efter rening minskar alla ämnen i både mängd och halt. Detta indikerar att ett infiltrationsstråk med samma dimensionering som i beräkningarna kan medföra en förbättring för recipienternas ekologiska och kemiska status och därmed en förbättrad möjlighet att uppnå MKN för recipient Strömmen.

6. ÖVERSVÄMNINGSRISKER

6.1. YTVATTEN

Ingen risk för översvämning från närliggande ytvatten.

6.2. EXTREMA REGN

Vid extrema regn kommer ledningssystemen vara fulla och avledning av dagvatten kommer i stället behöva ske ytledes via sekundära avrinningsvägar. För att minska risken att byggnader och känsliga anläggningar skadas vid extrema regn är det viktigt att byggnader placeras högre än omkringliggande grönytor och gator. Sekundära avrinningsvägar måste finnas så att vattnet rinner på platser där översvämning kan tillåtas. Motsvarande 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 ska kunna avledas på ytan på ett säkert sätt.

6.2.1. SKYFALL I BEFINTLIG SITUATION

Översvämningsrisker vid extrema regn utvärderas utifrån befintlig skyfallskartering (Figur 6-1) och med Scalgo Live (Figur 6-2). Utredningsområdet innefattar inte någon lågpunkt som riskerar att översvämmas vid extrema regn. Avrinningen sker naturligt norrut mot korsningen Bordsvägen - Herrhagsvägen. Avrinning från en liten yta uppströms, som utgörs av de närmsta kvarteren söder om utredningsområdet, kommer ske via utredningsområdet. Avrinningen från utredningsområdet kommer rinna norrut längs Herrhagsvägen mot en större lågpunkt närmare Herrhagsvägens norra slutpunkt. Avrinningsområdet till denna lågpunkt är mer än tre kvadratkilometer. Utredningsområdet utgör därmed en mycket liten del av detta.



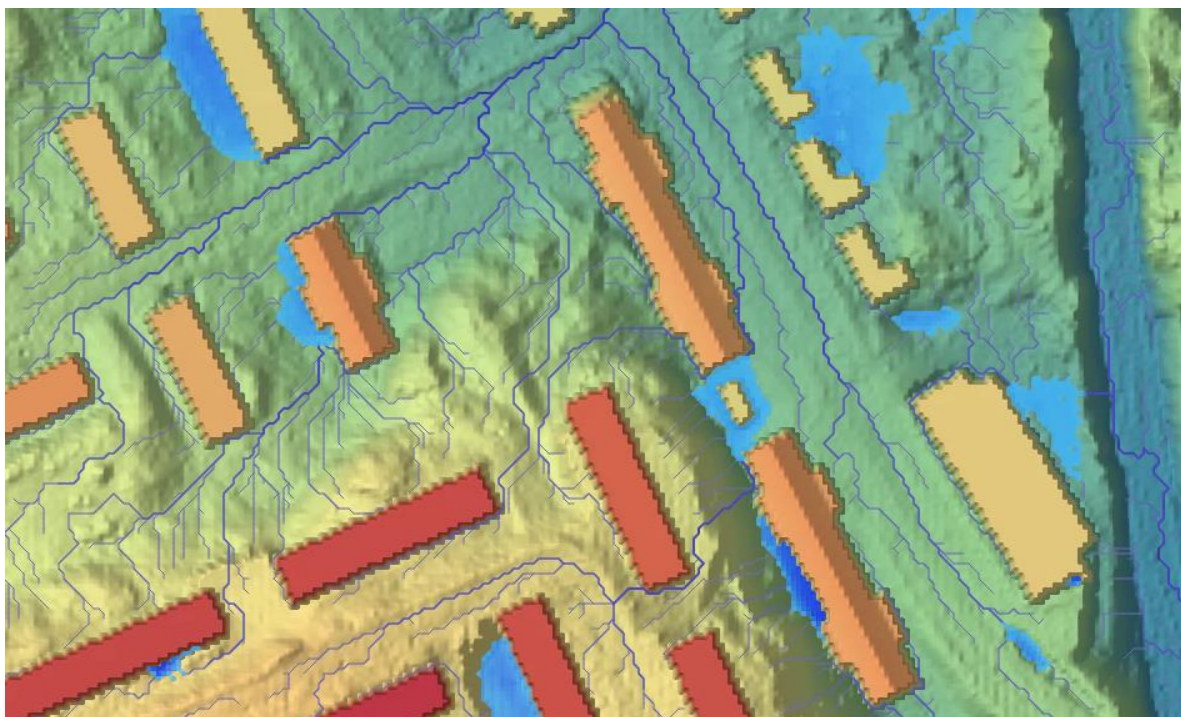
Figur 6-1. Bild från Stockholm vatten och avfall samt Stockholm stads skyfallsmodellering för 100-årsregn. Kartskikt Skyfall 2018, Maxdjup och Skyfall 2018, Flödesvägar. Utredningsområdet ungefärligt markerat med röda polygoner.



Figur 6-2. Analys över lågpunkter och rinnvägar vid 68 mm regn med Scalgo Live 2021-11-05. Utredningsområdet ungefärligt markerat med röda polygoner.

6.2.2. SKYFALL I PLANERAD SITUATION

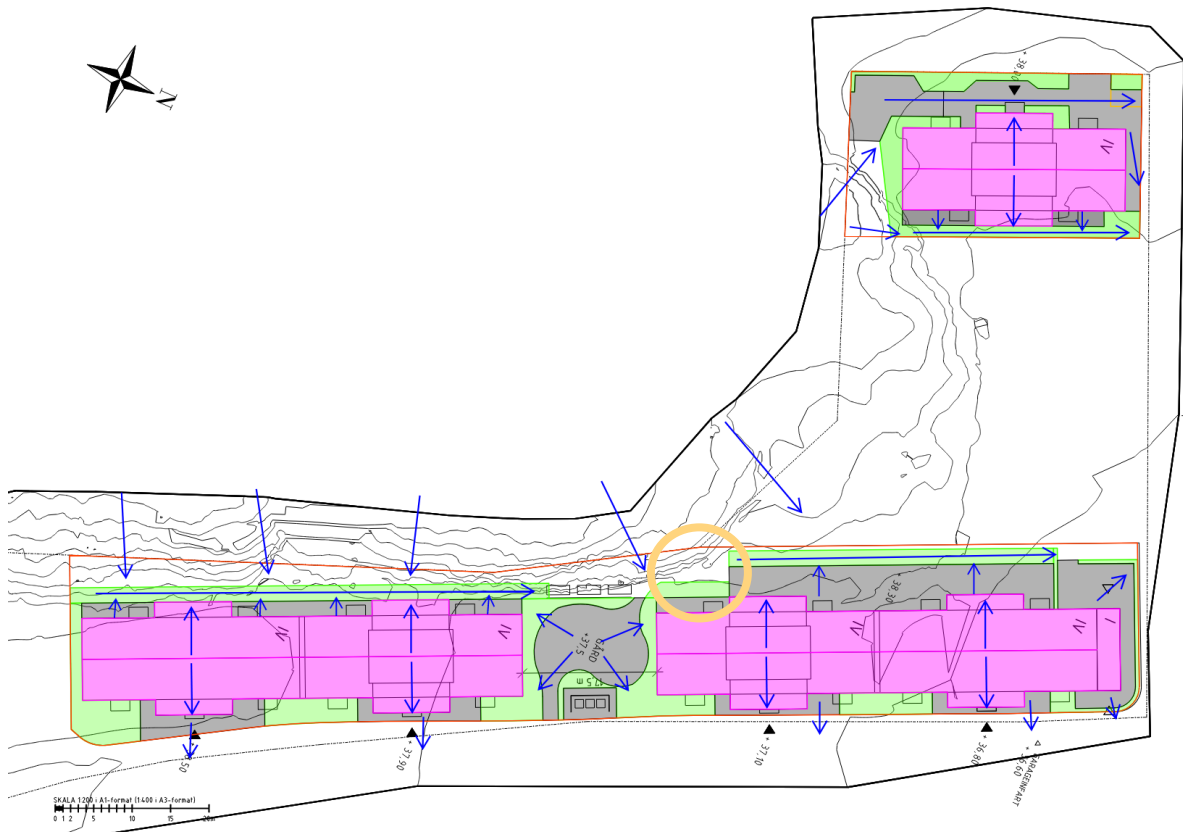
En skyfallsanalys i Scalgo med planerade nya huskroppar i terrängmodell för befintlig mark redovisas i Figur 6-3. Översvämningsproblem kan då identifieras mellan de två huskropparna i Delområde 2 samt längs fasad för huskroppen längst i söder i Delområde 2. Analysen visar vikten av att ny höjdsättning utförs på ett sådant vis att flödesvägarna från den högre liggande omgivningen kan ledas om genom utredningsområdet utan att orsaka skadlig översvämning även efter planerad exploatering.



Figur 6-3. Skyfallsanalys av planerade huskroppars placering i den befintliga situationens höjdmödel. Inga projekterade markhöjder finns med utan endast huskroppar.

Markytan mellan de två huskropparna planeras att jämnas ut i och med flytten av elstationen vilket kommer eliminera lågpunkten där stående vatten bildas i analysen. För att undvika stående vatten vid fasader gäller att höjsättningen säkerställer avrinning från fasad mot säkra avrinningsvägar. Förslag på nya avrinningsvägar presenteras i Figur 6-4. Figuren finns också i större format i Bilaga 3.

Då projekterade markhöjder inte är helt fastställda vid tidpunkten för denna utredning finns en del områden där risk för stående vatten kan uppkomma. Ett område är markerat med gul cirkel i Figur 6-4. Höjsättningen i detta område måste utredas vidare.



Figur 6-4. Avvattningsplan för skyfall. Avrinningsvägar illustreras med blå pilar.

7. SLUTSATS

- Dagvattenflödena kommer öka till följd av den ökande hårdgöringsgraden. Dimensionerande flöde vid ett 5-årsregn kommer öka från det befintliga 24 l/s (exklusive klimatfaktor) till framtida 58 l/s (inklusive klimatfaktor 1,25).
- För 20 mm fördröjning av dagvatten krävs en fördröjningsvolym på 51 m³ för hela utredningsområdet. Efter fördröjning minskar det framtida dimensionerande flödet till 27 l/s (inklusive klimatfaktor 1,25).
- En kombination av följande dagvattenlösningar föreslås för utredningsområdet:
 - Regnbäddar (Delområde 1 och 2)
 - Infiltrationsstråk (Delområde 2)
 - Skelettjord alternativt makadammagasin (Delområde 1 och 2)
- Föroreningsmängderna beräknas minska med ett genomsnitt på 66 % för föroreningshalten (µg/l) och 61 % för den årliga föroreningsmängden (kg/år). Beräkningarna är utförda med dagvattenåtgärd liknande det föreslagna infiltrationsstråket. Samtliga föroreningsämnen minskar i planerad situation efter rening.
- Från skyfallsanalys med de nya huskropparna syns att en del vatten riskerar bli stående mot fasad om inte god höjdsättningen säkerställs. Störst är risken för stående vatten vid fasad i Delområde 1 och i den södra delen av Delområde 2.

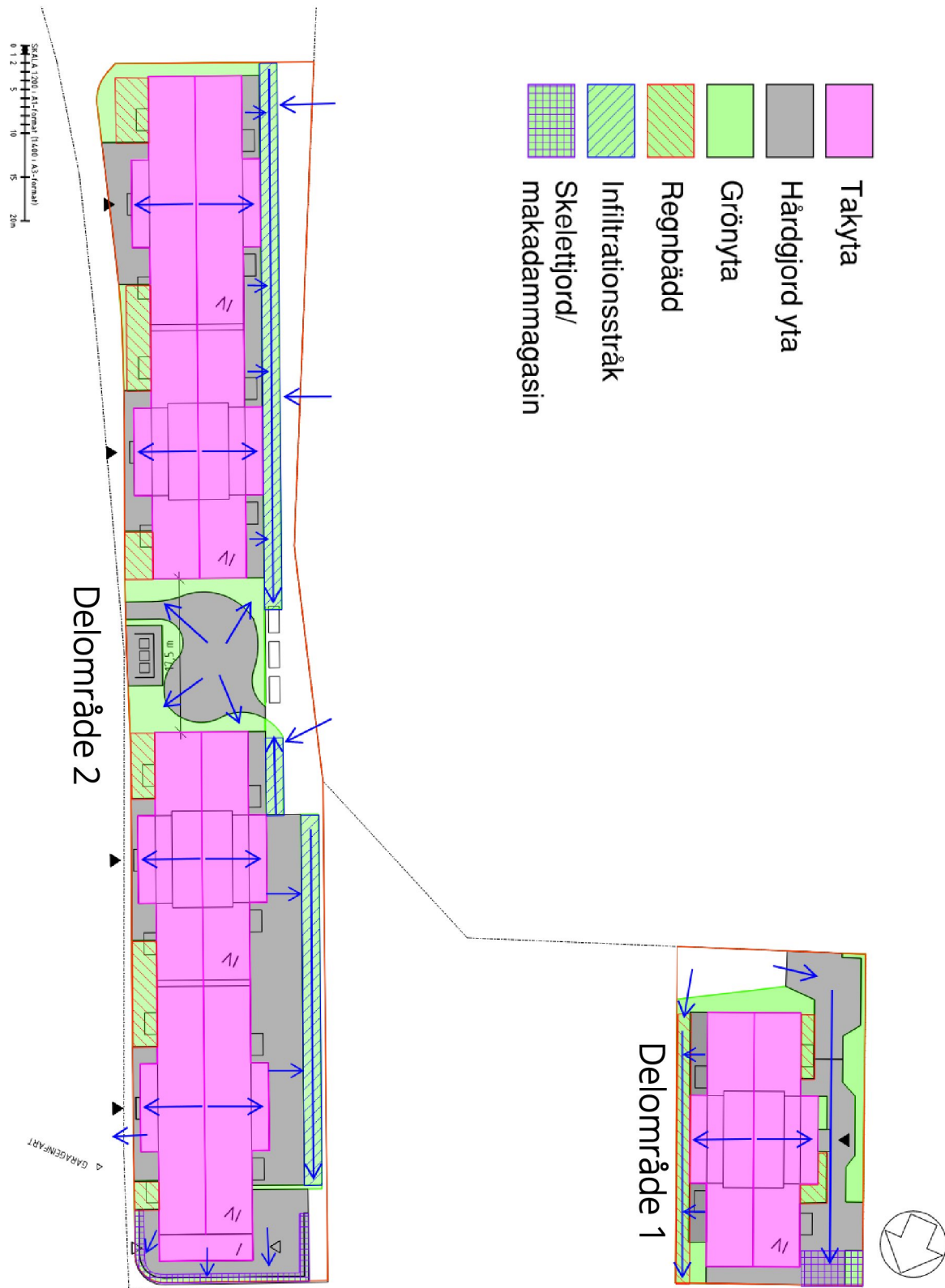
8. BILAGOR

Bilaga 1: Systemlösning för utredningsområdet.

Bilaga 2: StormTac-rapport för föroreningsberäkningar.

Bilaga 3: Awattningsplan vid skyfall.

Bilaga 1. Systemlösning och avvattningsplan för utredningsområdet. Blå pilar visar ungefärliga flödesvägar.



Bilaga 2. StormTac-rapport för föroreningsberäkningar.

StormTac Web v22.2.2

Filnamn: Gubbängen Bordsvägen

Datum: 2022-04-29

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A1 Befintlig situation hela utr.omr.	A2 Planerad situation hela utr.omr.
Väg 1 (Kistvägen)	0.80	0.80	0.039	0
Takyta	0.90	0.90	0.0043	0.18
Blandat grönområde	0.12	0.10	0.16	0.071
Grusyta med träd	0.30	0.40	0.068	0
Gång & cykelväg	0.80	0.80	0.030	0
Bergsyta	0.75	0.40	0.084	0.039
Asfaltsyta	0.80	0.80	0	0.094
Totalt	0.57	0.51	0.38	0.38
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.16	0.27
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.13	0.26

Övriga dimensionerande indata

		A1 Befintlig situation hela utr.omr.	A2 Planerad situation hela utr.omr.
Återkomsttid	år	10.0	10.0
Klimatfaktor	f_c	1.00	1.25
Rinnsträcka	m	100	2100
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	35

1.2 Utdata

Flöden

		A1 Befintlig situation hela utr.omr.	A2 Planerad situation hela utr.omr.
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	$m^3/år$	1200	1800
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.037	0.057
Medelavrinning	l/s	0.48	0.82
Dim. flöde	l/s	31	33

Dim. flöde total 52 l/s vid Dim. regnvaraktighet 10 min

Detta summerade flöde baseras på Rationella metoden där delflöden per varaktighet summerats för olika områden (samma flöden som visas i Dim. flödestabellen) och värdet gäller inte om funktionen för Naturmarksavrinning använts (anges i boxen Dim. flöde).

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A1	Befintlig situation hela utr.omr.	0.090	1.6	0.0047	0.015	0.027	0.00028	0.0053	0.0032	31	0.000017
A2	Planerad situation hela utr.omr.	0.22	2.4	0.0050	0.020	0.043	0.00094	0.0075	0.0065	34	0.000022

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.41	5.3	0.013	0.046	0.093	0.0016	0.017	0.013	85	0.000052

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot gränsvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A1	Befintlig situation hela utr.omr.	77	1400	4.0	13	23	0.24	4.5	2.8	27000	0.014
A2	Planerad situation hela utr.omr.	120	1300	2.8	11	24	0.52	4.2	3.6	19000	0.012
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Renings effekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Planerad situation hela utr.omr.	68	54	72	68	78	81	52	70	61	72

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Planerad situation hela utr.omr.	0.15	1.3	0.0036	0.014	0.034	0.00076	0.0039	0.0046	20	0.000016

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Planerad situation hela utr.omr.	0.071	1.1	0.0014	0.0065	0.0093	0.00018	0.0036	0.0020	13	0.0000063

Summa belastning kg/ha/år efter rening.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Planerad situation hela utr.omr.	0.19	2.9	0.0037	0.017	0.025	0.00048	0.0096	0.0052	34	0.000017

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Planerad situation hela utr.omr.	39	610	0.78	3.6	5.2	0.10	2.0	1.1	7300	0.0035
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030

Bilaga 3. Avvattningsplan för skyfall.

