

GEOSIGMA


Dagvattenutredning för Årsta Innovationsförskola



GRAP 19 433

Geosigma AB

2020-04-01

Uppdragsnummer 605 873	Grap nr 19 433	Datum 2020-04-01	Antal sidor 35	Antal bilagor ---
Uppdragsledare J. Lundh		Beställares referens Åsa Bexelius		Beställares ref nr
Beställare Tengbom				
Rubrik Dagvattenutredning för Årsta innovationsförskola				
Författad av L. de Jonge Aiste Girleviciute				Datum 2019-12-17 2020-04-01
Granskad av K. Gokall-Norman				Datum 2019-12-17
Godkänd av J. Lundh				Datum 2019-12-17 2020-04-01
Status GRANSKNINGSHANDLING V 1.0 – 2020-04-01				
GEOSIGMA AB www.geosigma.se info@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 – 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

Geosigma har utrett hur dagvatten kan hanteras i planområdet för Årsta innovationsförskola som är del av detaljplaneområdet för Årstafältet Etapp 4A. Aktuellt planområdet omfattar en areal på cirka 0,54 ha.

I dagsläget utgörs markanvändning av en körbana, GC-bana och några grönytor. Befintliga marknivåer varierar mellan cirka +16,4 och cirka +17,6. Dagvattnet avrinner huvudsakligen mot Valla Damm och därefter leds dagvattnet vidare mot Årstaviken.

Vid planerad exploatering kommer planområdet bebyggas med en skolbyggnad och angränsande öppna samt täta hårdgjorda ytor, grönområden och regnbäddar. Planerad exploatering medför en förtätning jämfört med dagens situation och det leder till en förväntad ökning av dagvattenflödet från cirka 64 l/s till cirka 101 l/s vid ett regn med återkomsttiden 10 år.

Enligt Stockholm Stads åtgärdsnivå (Stockholm Stad, 2016) bör 20 mm nederbörd omhändertas inom kvartersmarken. Det innebär att den totala kapaciteten för de planerade dagvattenanläggningarna bör vara cirka 71 m³. En sådan volym kan uppnås genom en kombination av dagvattenåtgärder:

- Skolbyggnaden kan förses med intensivt sedumtak. Det innebär att cirka 20 mm nederbörd kan omhändertas redan på taket vilket motsvarar en volym på 26,6 m³.
- Regnbäddar kan utformas med ett filtrerande jordlager på cirka 400 mm vilket innebär att cirka 38,9 m³ dagvatten kan omhändertas.
- Gräsytor kan utformas med ett jordlager på cirka 300 mm så att cirka 18 m³ dagvatten kan omhändertas där.

Om skolbyggnaden inte förses med ett intensivt sedumtak behöver kapaciteten i regnbäddarna utökas och det filtrerande jordlager behöver i så fall ha en tjocklek mellan cirka 500 och 700 mm.

Omhändertagande av 20 mm nederbörd i kvartersmark medför att flödena vid ett 10-års regn dämpas till cirka 46 l/s vilket motsvarar en minskning på cirka 28% jämfört med dagens situation. Utöver en minskad flödesbelastning medför föreslagna åtgärder även en minskning i årsmedelbelastning för förorenande ämnen vilket är fördelaktigt med hänsyn till den ekologiska och kemiska statusen i Årstaviken.

Innehåll

1	Inledning	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte	6
1.3	Förutsättningar	7
1.3.1	Dagvattenstrategi	7
1.3.2	Åtgärdsnivå	7
1.3.3	Tidigare utredningar	7
2	Befintliga förhållanden	8
2.1	Befintlig markanvändning	8
2.2	Topografiska förhållande och lågpunkter	8
2.3	Geotekniska förhållande	9
2.4	Grundvatten	11
2.5	Recipientbeskrivning	11
2.6	Skyfall	13
3	Blivande förhållanden	14
3.1	Planerad markanvändning	14
3.2	Ytavrinning och delavrinningsområden	14
3.3	Anslutning till kommunala dagvattenledningar	15
4	Flödesberäkningar	17
4.1	Dimensionerande förutsättningar	17
4.1.1	Avrinningskoefficient	17
4.1.2	Reducerad area	17
4.1.3	Rationella metoden	18
4.1.4	Regnintensitet	18
4.2	Areor	19
4.3	Flödesberäkningar	19
4.3.1	Befintliga dagvattenflöden	20
4.3.2	Blivande dagvattenflöden	20
4.3.3	Blivande dagvattenflöden med planerad dagvattenhantering	20
4.3.4	Flödesjämförelse	21
4.4	Utjämningsvolym	21
4.5	Extrem nederbörd	22
5	Föroreningsberäkningar	23
5.1	Indata	23
5.2	Reningsåtgärder	23

5.3	Föroreningshalter och årsmedelsmängder	24
6	Lösningsförslag	26
6.1	Generella rekommendationer	26
6.2	Principlösningar för dagvattenhantering	26
6.2.1	Gröna tak	26
6.2.2	Växtbäddar/Regnbäddar	27
6.2.3	Infiltration i grönytor	27
6.2.4	Underjordiskt magasin	27
6.2.5	Genomsläpplig beläggning	28
6.2.6	Dagvattenrännor	28
6.3	Lösningsförslag alternativ 1 – gröna tak	29
6.3.1	Gröna tak	30
6.3.2	Grönytor	31
6.3.3	Regnbäddar	31
6.4	Lösningsförslag alternativ 2 - konventionella tak	32
6.4.1	Grönytor	33
6.4.2	Regnbäddar	33
7	Skyfall	34
8	Slutsats	35
9	Referenser	36

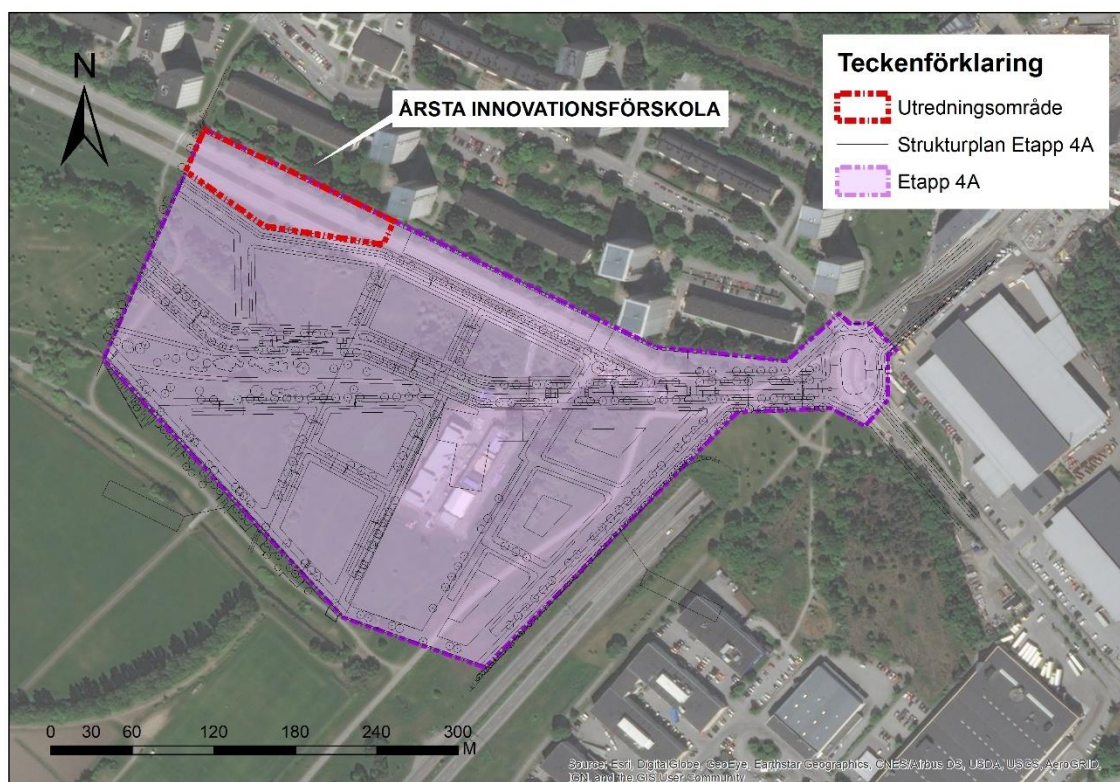
1 Inledning

1.1 Bakgrund

Stockholm Stad planerar att utveckla Årstafältet som en ny stadsdel med bostäder, kontor och verksamheter. Arbetet har delats upp i flera etapper och i Etapp 4A ingår bland annat att utveckla en innovativ förskola som ska byggas av SISAB.

En översikt av ungefärligt läge för Etapp 4A framgår av Figur 1-1. I figuren återges även det utredningsområde som är aktuellt i föreliggande utredning.

I samband med utveckling av markplaneringsplanen som tas fram av Tengbom har Geosigma utrett hur dagvatten kan hanteras i planområdet för Årsta innovationsskola.



Figur 1-1. Aktuellt utredningsområde.

1.2 Syfte

Syftet med denna dagvattenutredning är att utreda lämpliga lösningar för hantering av dagvatten för den del av Årstafältet Etapp 4 som omfattar den planerade innovationsförskola.

I utredningar ingår att:

- Beräkna dagvattenflödet för både den befintliga och den blivande situationen.
- Beräkna föroreningsgrad för både den befintliga och den blivande situationen.
- Ta fram ett förslag till hållbar dagvattenhantering inom aktuellt kvarter.

1.3 Förutsättningar

1.3.1 Dagvattenstrategi

Stockholm Stads dagvattenstrategi antogs av kommunfullmäktige den 9 mars år 2015 och syftet med strategin är att utveckla stadens dagvattenhantering mot en mer hållbar riktning (Stockholm Stad, 2015a). Det innebär att dagvattenhanteringen bör ta hänsyn till både vattenkvalitet och vattenkvantitet samt att utmaningen som uppstår genom klimatförändringar i ett allt tätare stad lyfts fram.

Målet för hållbar dagvattenhantering kan således beskrivas med 4 övergripande riktlinjer (Stockholm Stad, 2015a):

1. Dagvattenhantering ska bidra till en förbättrad vattenkvalitet av stadens yt- och grundvattenkvalitet så att god status eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås i stadens samtliga vattenområden.
2. Dagvattenhantering ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och höjda vattennivåer i sjöar, kustvatten och vattendrag.
3. Dagvatten är en del av vattnets kretslopp i staden och ska återanvändas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
4. För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver frågan beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden parallellt med en systematisk åtgärdsplanering. En viktig förutsättning är samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning mellan stadens förvaltning och bolag.

1.3.2 Åtgärdsnivå

Enligt Stockholm Stads (2016) åtgärdsnivå för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd omhändertas inom kvartersmarken. Detta motsvarar att cirka 90 % av årsnederbörden omhändertas och renas innan vidare transport till recipient.

1.3.3 Tidigare utredningar

Sweco (2012) har utrett hur dagvatten ska omhändertas vid utbyggnad av hela Årstafältet och hur Valla damm kan utformas så att dammen uppnår både renings- och gestaltningskrav.

Dessutom har systemkrav för omhändertagande av dagvatten i gatumiljön samt kvartersmark tagits fram och det innebär att dagvatten bör omhändertas i lokala anläggningar för hållbar dagvattenhantering. Lämpliga lösningar för dagvattenhantering i kvartersmark omfattar bland annat:

- Gröna tak
- Regnträdgårdar, planteringar där regnvatten tillfällig tillåts stiga för att sedan sjunka undan när regnet upphör
- Torra dammar, till exempel lekytor och sittplatser där vattnet tillfälligt får stiga vid regn
- Gröna fasader
- Vattencisterner för att lagra vatten
- Mindre dammar eller våtmarken (mer platskrävande, men ofta uppskattat inslag i bostadsområden)
- Magasin (kräver plats under mark).

2 Befintliga förhållanden

2.1 Befintlig markanvändning

Totalt omfattar utredningsområdet en areal på cirka 0,54 ha. Befintlig markanvändning återges i Figur 2-1 och utgörs främst av körbana, GC-bana och grönytor.

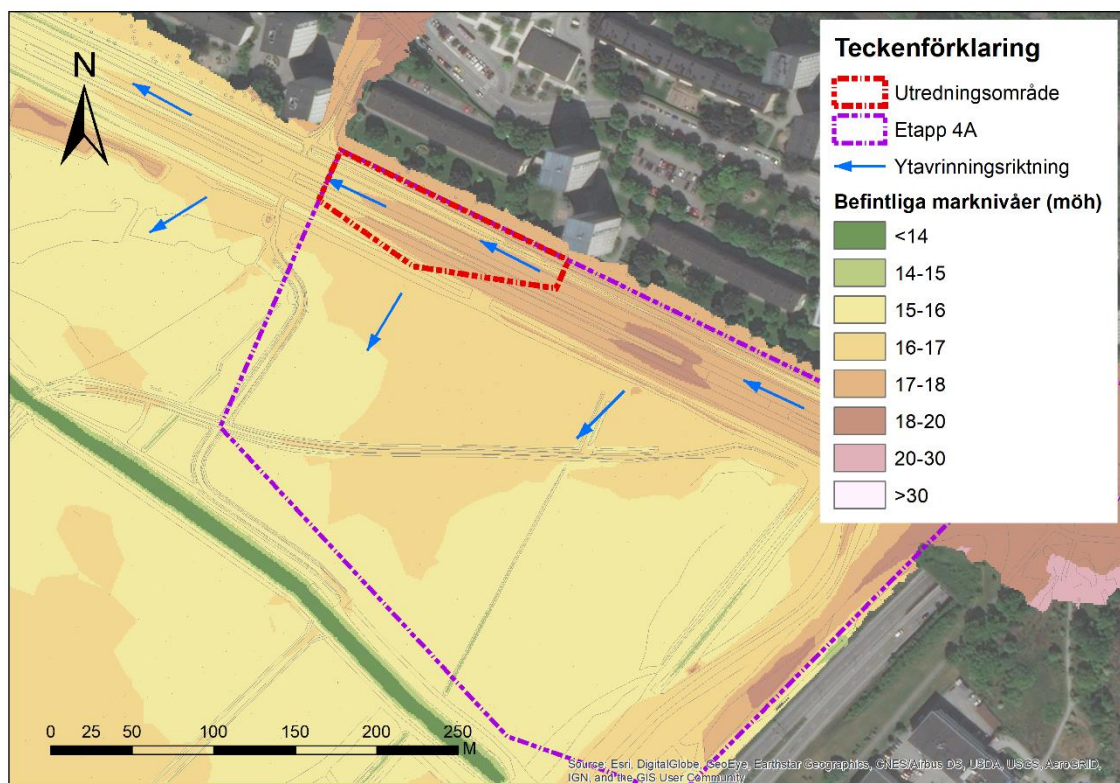


Figur 2-1. *Befintlig markanvändning i aktuellt utredningsområde.*

2.2 Topografiska förhållande och lågpunkter

Befintliga marknivåer (RH2000) i utredningsområde varierar mellan cirka +16,4 i västra delen av utredningsområdet och +17,6 i östra delen av utredningsområdet.

I dagsläget lutar största delen av detaljplaneområdet för Etapp 4A i sydlig riktning och ytavrinning sker mot Valla Å som utgör en lågpunkt i dess närområde. En översikt ges i Figur 2-2, där Valla å visas i mörkgrönt (marknivå <14 möh). Inom det aktuella utredningsområdet sker ytavrinning främst åt nordväst, utmed den befintliga vägen.

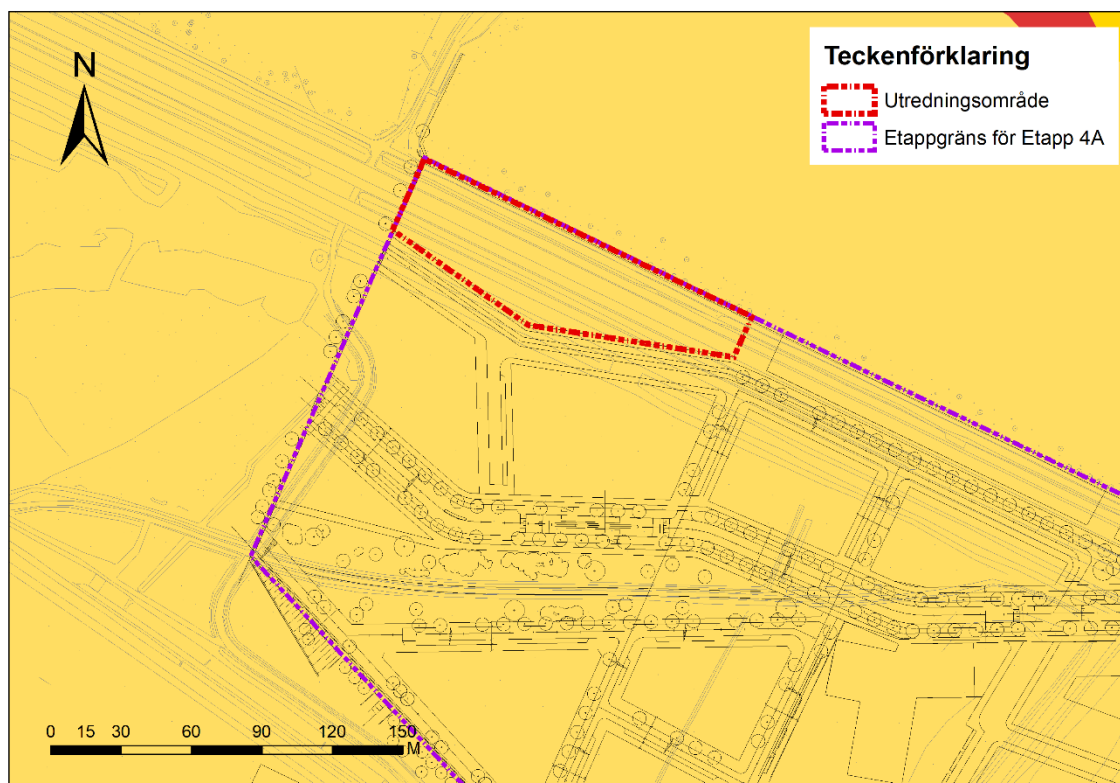


Figur 2-2. Befintliga topografiska förhållanden i utredningsområdet.

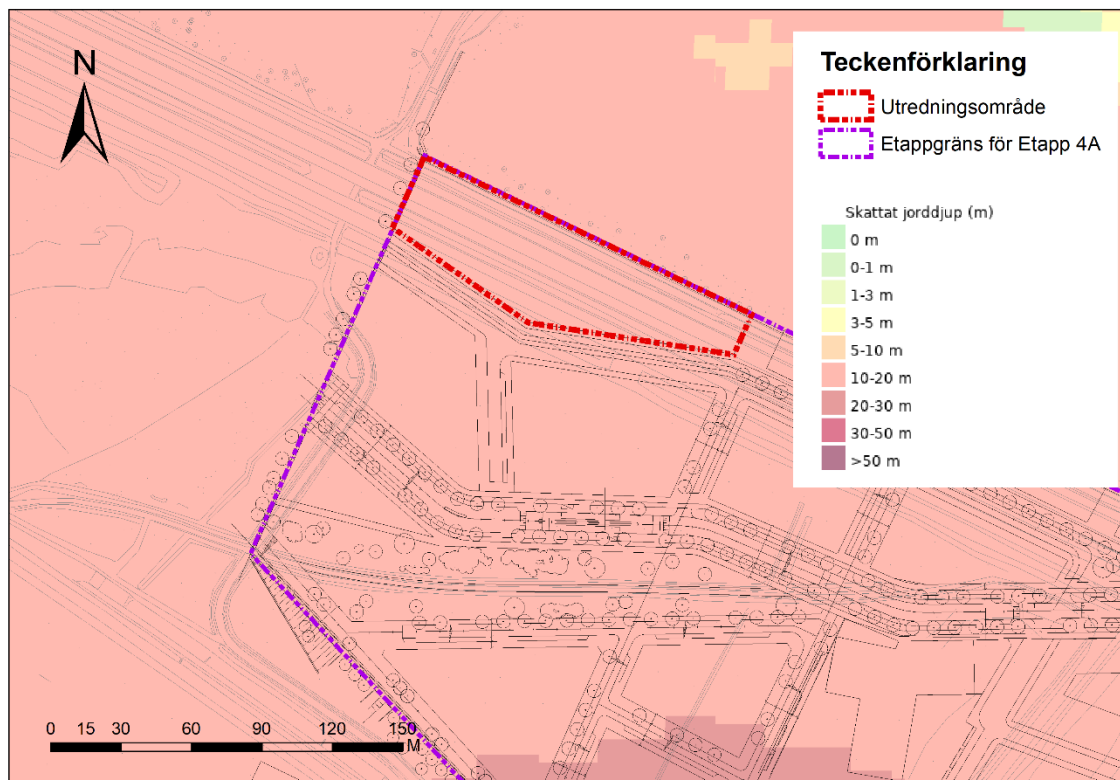
2.3 Geotekniska förhållande

I Figur 2-3 illustreras jordarter, enligt SGU, inom och omkring utredningsområdet. Jordarter i utredningsområdet utgörs av postglacial lera.

Enligt uppgifter från SGU (2019) varierar djupet till berg mellan cirka 10-20 m i utredningsområdet. Skattat djup till berg återges i Figur 2-4.



Figur 2-3. Förekomst av jordarter i utredningsområdet. Data har erhållits från SGU (2019). Gulmarkerade områden består av glacial lera.



Figur 2-4. Skattat jorddjup till berg. Data har erhållits från SGU (2019).

2.4 Grundvatten

Grundvattennivåer varierar med årstid och nederbörd. Enligt den geotekniska utredningen som WSP har gjort för Årstafältet, Etapp 4 (2016) ligger grundvattnets trycknivå normalt ca 2-3 m under markytan och faller inom Etapp 4 mot syd-sydväst.

2.5 Recipientbeskrivning

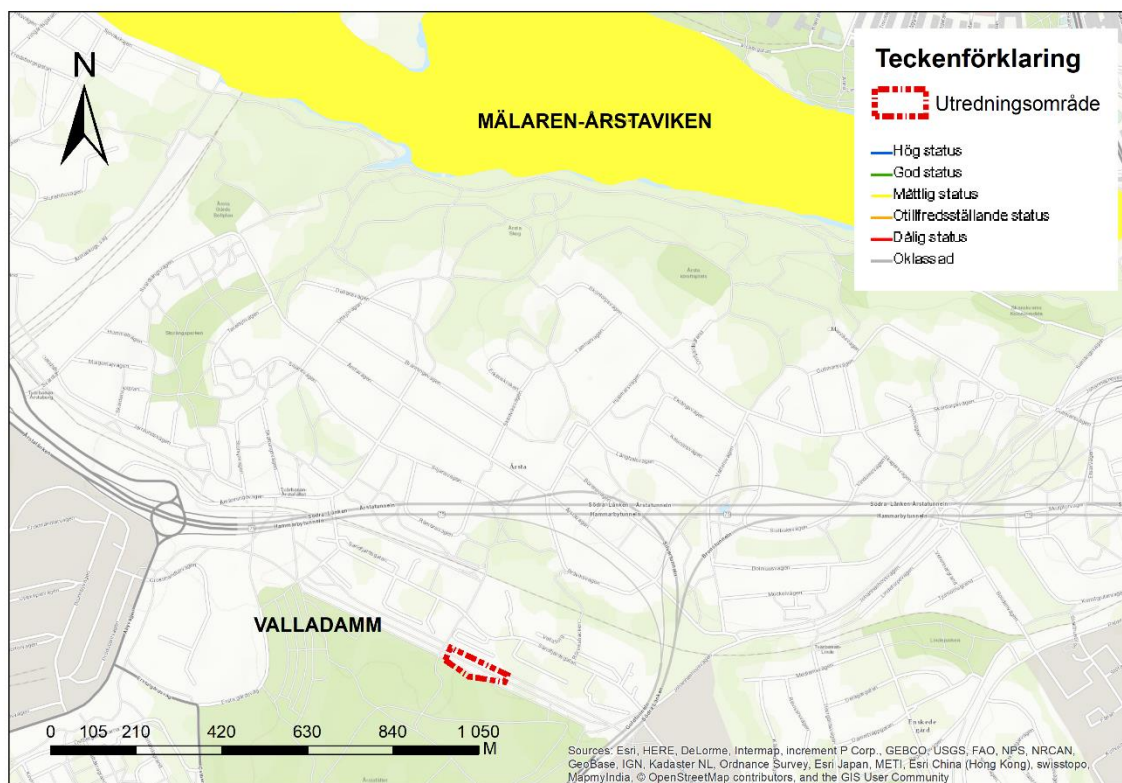
Dagvattnet från det aktuella avrinningsområdet leds till Valla Å som mynnar ut i Valladammen och därefter rinner vidare ut i Årstaviken. I dagsläget har den ekologiska statusen för Årstaviken klasserats som måttlig och Årstaviken uppnår ej god kemiska status. Den utslagsgivande miljökonsekvestyp vid bedömningen av den ekologiska statusen har varit förhöjda halter av särskilt förorenande ämnen koppar och icke-dioxinlika PBC'er. Den kemiska statusen uppnår ej god status på grund av överskridande värden av PFOS, kadmium, bly, antracen, tributyltenn, kvicksilver samt polybromerade definyleterar.

Detta sammanfattas i Tabell 2-1 och visualiseras i Figur 2-5, där också läget för utredningsområdet i förhållande till Årstaviken framgår.

Tabell 2-1. Ekologisk och Kemisk status för Mälaren-Årstaviken (VISS EU_CD: SE657834-162783).

	Status	Kvalitetskrav
Ekologisk status	Måttlig	God ekologisk status
Kemisk status	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus ¹

¹ Undantag – Mindre stränga krav för Bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar.

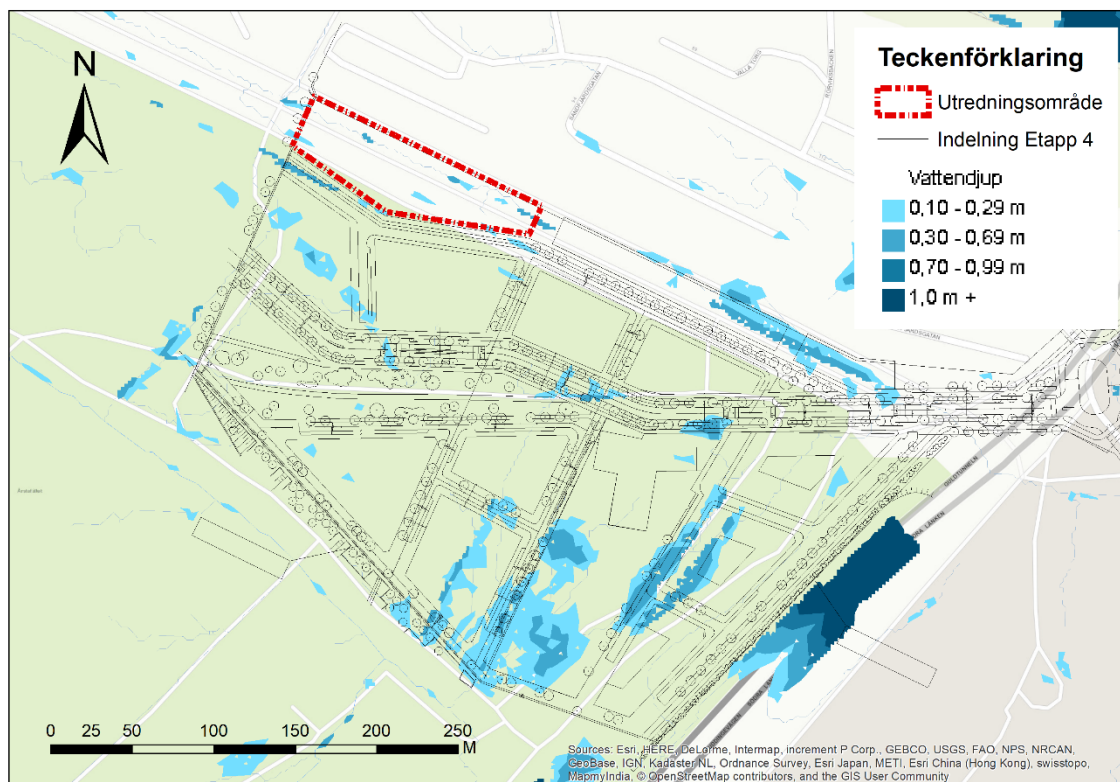


Figur 2-5. Ekologisk status för Mälaren-Årstaviken som är recipient för dagvatten från utredningsområdet.

2.6 Skyfall

Förväntade vattendjup vid skyfall återges i Figur 2-6. Eftersom utredningsområdet inte är instängt förväntas det endast några mindre vattensamlingar i utredningsområdet.

Det bör dock noteras att den redovisade kartan gäller för befintliga förhållanden och att avrinning kan komma att påverkas av planerad exploatering.

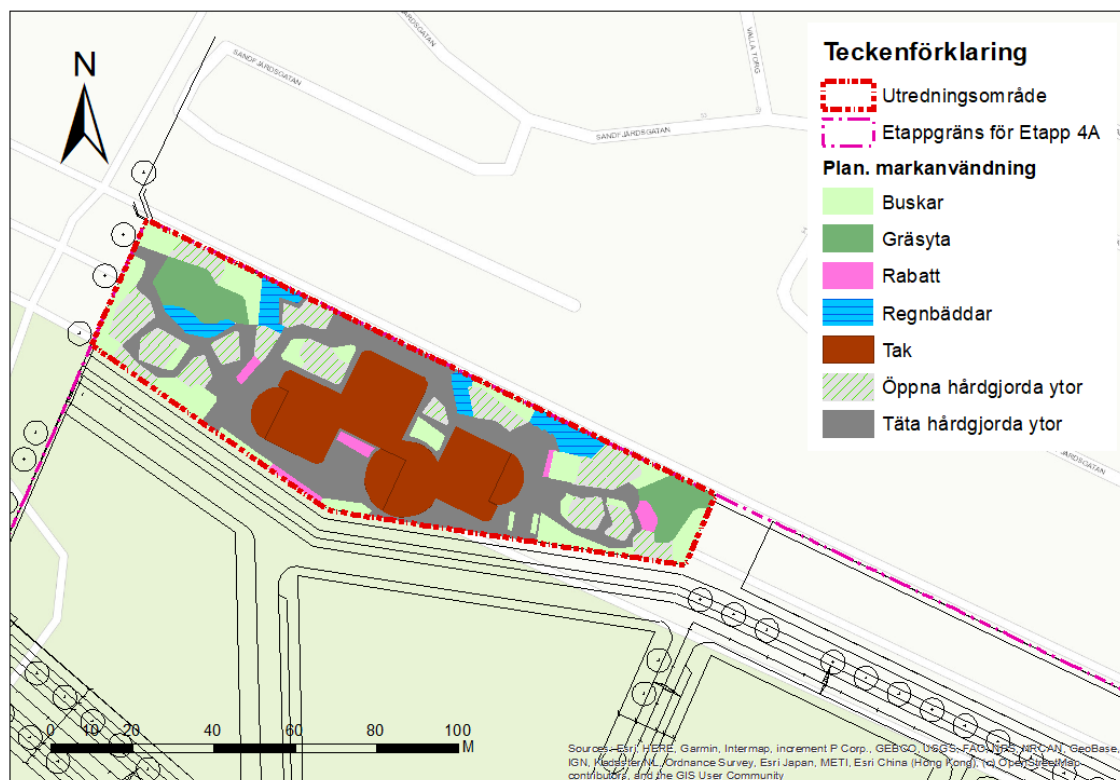


Figur 2-6. Översvämningsrisk i utredningsområdet samt Etapp 4A för befintliga förhållanden. Data har erhållits från Länsstyrelsen (2019).

3 Blivande förhållanden

3.1 Planerad markanvändning

I aktuellt utredningsområdet planeras det för en förskola och marken planeras med bland annat hårdgjorda ytor och grönytor. En översikt av planerad markanvändning enligt markplaneringsplanen (Tengbom, 2019) framgår av Figur 3-1.



Figur 3-1. Planerad markanvändning i utredningsområde.

3.2 Ytavrinning och delavrinningsområden

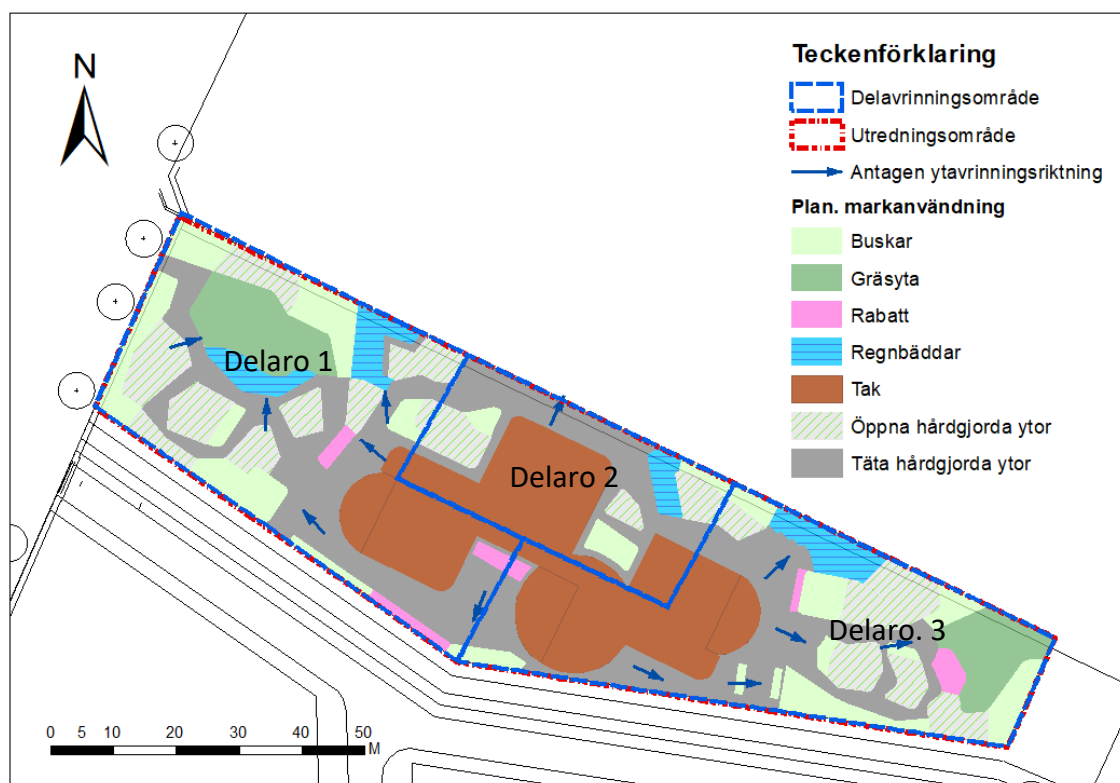
I skrivande stund finns det inga aktuella uppgifter kring framtida höjdsättning, utformning av taket eller stuprörspacering. Ytavrinningsriktningar i aktuellt utredningsområde har estimerats med hänsyn till läge av grönytor samt byggnaden.

Det har antagits att marken lutar iväg från den planerade byggnaden och att dagvattnet från hårdgjorda ytor leds mot planerade grönytor. Dessutom har det antagits att det placeras flera stuprör så att takvattnet leds åt flera håll. Det innebär att utredningsområdet kan delas upp i tre mindre delavrinningsområden:

- Delavrinningsområde 1: Dagvattnet leds till grönyterna och regnbäddar väster om planerad byggnad.
- Delavrinningsområde 2: Dagvattnet leds till grönyterna och regnbäddar norr om planerad byggnad.
- Delavrinningsområde 3: Dagvattnet leds till grönyterna och regnbäddar öster om planerad byggnad.

En indelning av dessa 3 delavrinningsområden samt ungefärliga ytavrinningsriktningar framgår av Figur 3-2.

Se avsnitt 6 för en detaljerad beskrivning av föreslagna lösningar för omhändertagande av dagvatten. I samband med detaljprojektering bör antagandena kring ytavrinning kontrolleras och eventuellt justeras.



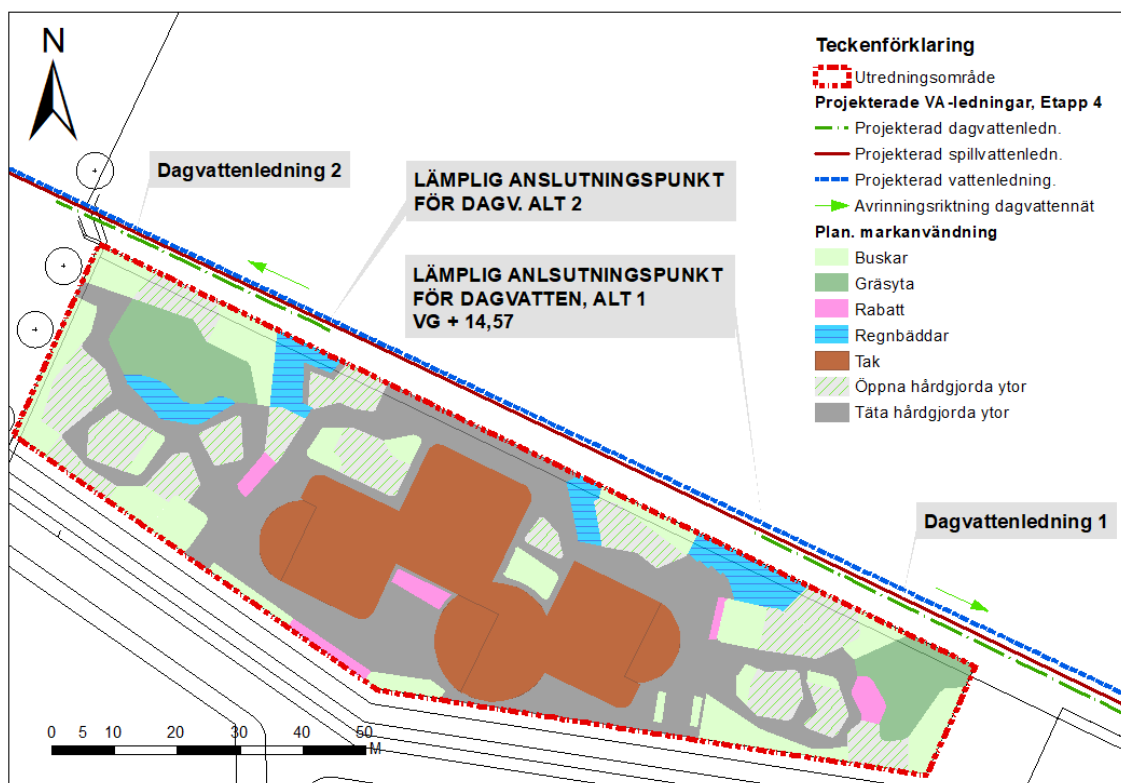
Figur 3-2. Ungefärliga ytavrinningsriktningar och indelning av delavrinningsområden.

3.3 Anslutning till kommunala dagvattenledningar

Nya dagvatten- och VA-ledningar planeras norr om utredningsområdet (Tyréns, 2019). Här planeras två dagvattenledningar som avrinner i motsatta riktningar. I dagvattenledning 1 leds dagvattnet österut medan dagvattenledning 2 rinner västerut och det återges i Figur 3-3. Det innebär att det finns två möjliga anslutningspunkter till det kommunala dagvattennätet:

- Alternativ 1: Anslutnings sker till dagvattenledning 1 och dagvattnet leds österut via de kommunala dagvattenledningarna.
- Alternativ 2: Anslutnings sker till dagvattenledning 2 och dagvattnet leds västerut via det kommunala dagvattensystemet.

Lämpligaste anslutningspunkt beror på framtida höjdsättning i utredningsområdet och innan beslut tas krävs vidare avstämning med Stockholm Vatten och Avlopp.



Figur 3-3. Lämpliga anslutningspunkter till kommunens dagvattennät.

4 Flödesberäkningar

4.1 Dimensionerande förutsättningar

Enligt Stockholm Vatten och Avloppts riktlinjer för dagvattenhantering är det lämpligt att beräkna dagvattenflödena för ett regn med en återkomsttid på 10 år (2017) och det bör kunna omhändertas cirka 20 mm nederbörd inom kvartersmarken.

Planerad bebyggelse i aktuellt kvarter klassificeras dock som tät bebyggelse och enligt Svenskt Vattens riktlinjer (2016) bör förväntat dagvattenflöde beräknas för ett regn med en återkomsttid på 20 år.

Således finns en skillnad mellan Svenskt Vattens och Stockholm Vatten och Avloppts riktlinjer och därmed har dagvattenflödena beräknats för både ett regn med återkomsttid 10 år och ett regn med återkomsttid 20 år.

4.1.1 Avrinningskoefficient

Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som rinner av en yta efter förluster på grund av avdunstning, infiltration och upptag av växlighet (Svenskt Vatten, 2016)

I Tabell 4–1 redovisas vilka avrinningskoefficienter som har använts i denna utredning. För regnbäddar som ska användas för dagvattenhantering, har det antagits en avrinningskoefficient på 1,0 då dagvattenavrinningen som ska omhändertas härstammar från själva ytan (Stockholm Stad, 2017).

Tabell 4-1. Avrinningskoefficienter (Svenskt Vatten, 2016; Stormtac, 2017)

Markanvändning	Avrinningskoefficient, φ
GC-bana	0,8
Körbana	0,8
Grönyta	0,1
Buskar	0,1
Gräsyta	0,1
Rabatt	0,1
Regnbäddar	1
Tak	0,9
Hårdgjorda ytor - Täta	0,8
Hårdgjorda ytor - Öppna	0,7

4.1.2 Reducerad area

I vissa fall används begreppet reducerad area, vilket är en funktion av area och avrinningskoefficient. Sambandet kan beskrivas matematisk enligt ekvation 4–1.

$$A_{red} = A * \varphi \quad \text{(ekvation 4-1)}$$

där:

A_{red} = reducerad area i ha_{red}

A = arean i ha

φ = avrinningskoefficient

4.1.3 Rationella metoden

Beräkningen av dimensionerande flöden med den rationella metoden har utförts enligt ekvation 4-2. (Svenskt Vatten, 2016).

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i$$

(ekvation 4-2)

där:

Q_{dim} = dimensionerande flöde i l/s

A = arean i ha

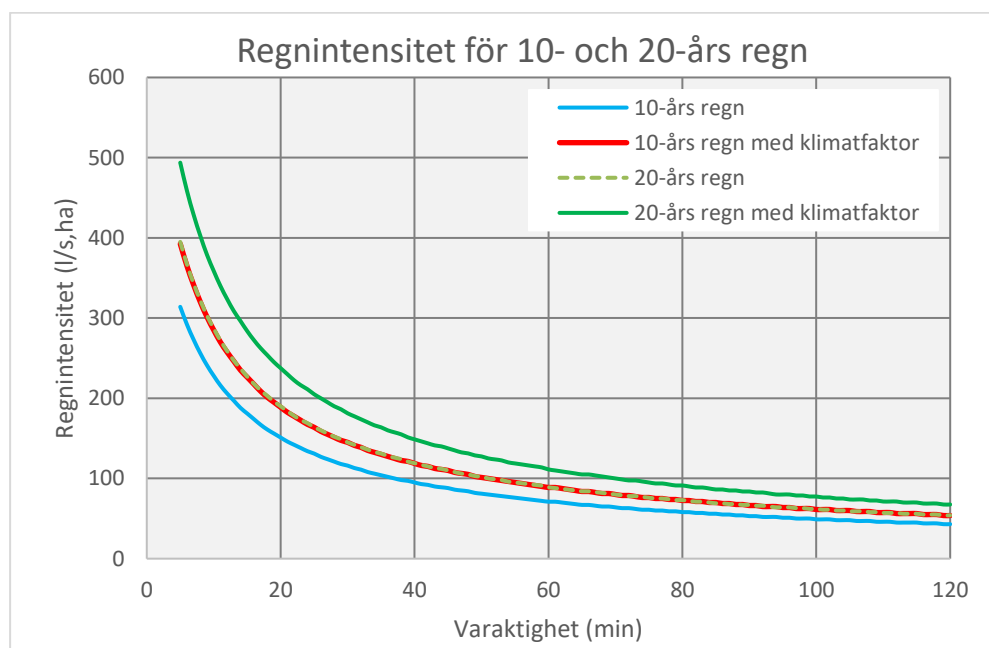
φ = avrinningskoefficient

i = regnintensitet i l/s, ha

4.1.4 Regnintensitet

Regnintensitet har beräknats enligt Dahlströms formel (Svenskt Vatten, 2016) med en återkomsttid på 10 år samt 20 år. För framtida scenario har en klimatfaktor på 1,25 använts.

Om dagvattenanläggningar uppnår fördröjningskravet, innebär det en viss uppehållstid i anläggningarna och därmed ökar rinntiden. Upphållstid i en dagvattenanläggning som har dimensionerats för en nederbördsvolym på 20 mm är cirka 25 minuter för ett regn med återkomsttid på 10-år och cirka 15 minuter för ett regn med återkomsttid på 20-år (Svenskt Vatten, 2016). Rinntid till aktuell dagvattenanläggning har estimerats till cirka 10 minuter. Det medför att den dimensionerande regnintensiteten ska beräknas för en regnvaraktighet på 35 minuter för ett 10-års regn och en regnvaraktighet på 25 minuter för ett 20-års regn. Om dagvattnet inte utjämnas i dagvattenanläggningar, då beräknas regnintensiteten för en regnvaraktighet på 10-minuter. I Figur 4-1 visualiseras sambandet mellan regnintensitet och regnvaraktighet. Notera att ett 10-års regn med klimatfaktor på 1,25 motsvarar ett regn med återkomsttid 20 år.



Figur 4-1. Regnintensitet, beräknats med Dahlströms formel.

4.2 Areor

Med hänsyn till de planerade förhållandena har utredningsområdet uppdelats i tre mindre delavrinningsområden (se Figur 3-2).

I tabellerna nedan återges, för respektive delavrinningsområde, areor för de förkommande typerna av befintlig (Tabell 4-2) och planerad (Tabell 4-3) markanvändning samt reducerad area.

Tabell 4-2. Areor och reducerad area för befintlig markanvändning i utredningsområde.

Markanvändning	φ	Delavrinningsområde			Summa
		1	2	3	
		m ²	m ²	m ²	m ²
GC-bana	0,8	126	113	123	362
Körbana	0,8	1234	497	1117	2848
Grönyta	0,1	909	458	867	2234
Summa Reducerad Area (m_{red})		1179	534	1079	2792
Summa Area (m²)		2269	1068	2107	5444

Tabell 4-3. Areor och reducerad area för planerad markanvändning i utredningsområde.

Markanvändning	φ	Delavrinningsområde			Summa
		1	2	3	
		m ²	m ²	m ²	m ²
Buskar	0,1	388	72	338	798
Gräsyta	0,1	229	0	169	398
Rabatt	0,1	54	0	45	99
Regnbäddar	1	134	93	97	324
Tak	0,9	310	469	548	1327
Hårdgjorda ytor - Täta	0,8	723	303	613	1639
Hårdgjorda ytor - Öppna	0,7	431	131	297	859
Summa Reducerad Area (m_{red})		1360	856	1344	3560
Summa Area (m²)		2269	1068	2107	5444

4.3 Flödesberäkningar

Dagvattenflödena har beräknats enligt den rationella metoden för både ett 10-årsregn och ett 20-årsregn. Flödena har beräknats för tre scenarion:

- Befintlig markanvändning
- Planerad markanvändning
- Planerad markanvändning med dagvattenåtgärder.

4.3.1 Befintliga dagvattenflöden

Flöden har beräknats för den befintliga markanvändningen och beräknade flöden återges i Tabell 4–4. För ett 10-års regn uppstår ett flöde på cirka 64 l/s.

Tabell 4-4. Dagvattenflöden för befintlig markanvändning. Å = Återkomsttid.

Delavrinningsområde	Flöden	
	Å = 10 år	Å = 20 år
	l/s	l/s
1	27	34
2	12	15
3	25	31
Summa	64	80

4.3.2 Blivande dagvattenflöden

Vid planerad exploatering ökar andelen hårdgjorda ytor vilket medför en ökad flödesbelastning. Beräkningar visar att flödena ökar till cirka 101 l/s för ett regn med återkomsttiden 10 år och till cirka 128 l/s för ett regn med återkomsttiden 20 år.

Tabell 4-5. Dagvattenflödena för den planerade markanvändningen, med klimatfaktor på 1,25. Å = Återkomsttid

Delavrinningsområde	Flöden	
	Å = 10 år	Å = 20 år
	l/s	l/s
1	39	49
2	24	31
3	38	48
Summa	101	128

4.3.3 Blivande dagvattenflöden med planerad dagvattenhantering

Vid planerad exploatering med dagvattenanläggningar som kan omhänderta cirka 20 mm nederbörd, fördröjs flödet. Beräknade flöden för ett 10-årsregn blir då cirka 47 l/s och för ett regn med återkomsttiden 20 år förväntas en flödesbelastning på cirka 68 l/s. I Tabell 4–6 återges en översiktlig beräkning.

Tabell 4-6. Dagvattenflöden för den planerade markanvändning, med åtgärder. Flödena för ett 10-års regn har beräknats för en regnvaraktighet på 35 minuter. Flödena för ett 20-års regn har beräknats för en regnvaraktighet på 25 minuter.

Delavrinningsområde	Flöden	
	Å = 10 år	Å = 20 år
	l/s	l/s
1	18	28
2	11	18
3	18	28
Summa	46	73

4.3.4 Flödesjämförelse

Vid planerad exploatering kommer flödesbelastning att öka avsevärt om dagvattnet inte fördröjs inom kvarteret. I så fall förväntas flödena att öka från cirka 64 l/s till cirka 101 l/s för ett regn med återkomsttid 10 år, vilken motsvarar en ökning på cirka 58 %.

Om däremot kravet följs att 20 mm nederbörd måste fördröjas i dagvattenanläggningar så medför det att flödena utjämnas. Flödena kommer då istället att minska med 28 % vilket motsvarar en minskning från cirka 64 l/s till cirka 46 l/s för ett regn med återkomsttid 10 år jämfört med en situation utan dagvattenåtgärder. En översikt av förändringar i flödesbelastning framgår av Tabell 4–7.

Tabell 4-7. Jämförelse av flödesbelastning.

Markanvändning	Flöde (l/s)		Förändring i dagvattenflöde ¹
	Å = 10 år	Å = 20 år	
Befintlig markanvändning	64	80	
Planerad markanvändning	101	128	58%
Planerad med dagvattenlösning	46	73	-28%

¹ Skillnad i dagvattenflöde för ett 10-års regn mellan befintlig markanvändning och planerad markanvändning utan respektive planerad markanvändning med dagvattenlösningar.

4.4 Utjämningsvolym

Enligt Stockholm Stads riktlinjer för dagvattenhantering (2016) ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna omhändertas lokalt. För aktuellt utredningsområde innebär det att dagvattenanläggningar bör ha en effektiv volym på cirka 71 m³. En översikt återges i Tabell 4-8.

Tabell 4-8. Effektiv utjämningsvolym för omhändertagande av dagvatten i aktuellt utredningsområde.

Delavrinningsområde	Area	Reducerad areal	Effektiv utjämningsvolym
	m ²	m ²	m ³
1	2269	1360	27,2
2	1068	856	17,1
3	2107	1344	26,9
Summa	5444	3560	71,2

4.5 Extrem nederbörd

Dagvattenflödena för ett regn med återkomsttiden 100 år har beräknats med rationella metoden och resultaten återges i Tabell 4-9.

För blivande markanvändning har en klimatfaktor på 1,25 använts. Det bör noteras att beräkningar för ett regn med återkomsttid 100 år troligen ger en underskattning av det flöde som uppstår, eftersom regn med en sådan kraftig intensitet med största sannolikhet leder till att infiltrationskapaciteten överskrids i alla ytor, även i grönområden och regnbäddar. I praktiken kommer därför alla ytor sannolikt att fungerar som hårdgjorda ytor och ge en betydligt större avrinning än vad deras avrinningskoefficienter gör gällande.

Tabell 4-9. Beräknade dagvattenflöden för ett regn med återkomsttid 100 år.

	Flöde (l/s)
Befintlig markanvändning	136
Blivande markanvändning	218

5 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvattnet har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.18.2.1 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Beräkningar har gjorts för tre scenarier:

1. Befintlig markanvändning
2. Planerad markanvändning utan åtgärder
3. Planerad markanvändning med åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten.

5.1 Indata

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvatten, har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.18.2.1 använts. En översikt av markanvändningskategorier som har använts för föroreningsberäkningarna återges i Tabell 5–1. Observera att kategorien 'blandade grönytor' avser en kombination av buskar, rabatter och regnbäddar. För befintlig körbaneyta har 'väg 10' används i StormTac.

Tabell 5-1. Indata till föroreningsberäkning

Markanvändning	Befintlig (ha)	Planerad (ha)
Körbana ¹	0,28	0
Grönyta	0,22	0
GC-bana / Hårdgjorda täta ytor	0,036	0,16
Tak	0	0,13
Blandade grönytor ²	0	0,12
Hårdgjorda yta, öppna	0	0,086
Gräsyta	0	0,040
Total	0,54	0,54

¹ För befintlig körbanyta har väg 10 används i StormTac.

² Buskar, rabatter och regnbäddar ingår i markanvändningskategori 'blandade grönytor'.

5.2 Reningsåtgärder

En detaljerad beskrivning av lösningsförslaget för dagvattenhantering återges i avsnitt 6 men kort sammanfattat innebär det att dagvatten ska samlas i grönområden där det genomgår rening i växtbäddar.

Enligt lösningsförslaget ska det filtrerande jordlager varierar mellan cirka 400 och 700 mm, beroende på alternativet. Eftersom reningsgrad varierar endast minimalt mellan olika filtrerande jordlager har ett filterdjup på 500 mm antagit i föroreningsberäkningar. Därför anses redovisade föroreningsberäkningar aktuellt för både lösningsförslag alternativ 1 och alternativ 2.

Eftersom regnvatten är förhållandevis rent (Stockholm Stad, 2016) har eventuell effekt av gröna tak inte tagits med i föroreningsberäkningar.

5.3 Föroreningshalter och årsmedelsmängder

Föroreningshalterna och årsmedelsmängder återges i tabellerna 5–2 och 5–3. I dagsläget utgörs utredningsområdet till viss del av en gata. Det medför att det avrinnande dagvattnet innehåller relativt höga halter tungmetaller som bly, koppar, zink, kadmium och nickel samt suspenderat material.

Tabell 5-2. Föroreningshalter. Röda halter över RTK förslag till riktvärden i dagvatten.

Ämne	Enhet	1-Befintlig	2-Planerad	3-Planerad med åtgärder
P	ug/l	390	100	61
N	ug/l	3600	1500	1000
Pb	ug/l	82	2,8	1
Cu	ug/l	120	14	8,1
Zn	ug/l	850	24	7,1
Cd	ug/l	1	0,4	0,077
Cr	ug/l	32	4,3	2,4
Ni	ug/l	22	3,2	1,5
Hg	ug/l	0,18	0,025	0,013
SS	ug/l	24 0000	15 000	7600
Oil	ug/l	2900	330	130
PAH16	ug/l	8	0,43	0,085
BaP	ug/l	0,16	0,009	0,0029
Antracen	ug/l	0,20	0,01	0,01
Tibutyltenn	ug/l	0,002	0,002	0,001
PCB'er:				
28	ug/l	0,02	0,02	0,01
52	ug/l	0,03	0,03	0,02
101	ug/l	0,009	0,009	0,005
138	ug/l	0,002	0,002	0,001
153	ug/l	0,002	0,002	0,001
180	ug/l	0,002	0,002	0,001

Tabell 5-3. Årsmedelmängder. Röda mängder överskrider befintliga mängder.

Ämne	Enhet	1-Befintlig	2-Planerad	3-Planerad med åtgärder	Reningsgrad (%) ¹
P	Kg/år	0,80	0,23	0,14	83%
N	Kg/år	7,3	3,4	2,3	68%
Pb	Kg/år	0,17	0,0064	0,0023	99%
Cu	Kg/år	0,24	0,032	0,018	93%
Zn	Kg/år	1,7	0,053	0,016	99%
Cd	Kg/år	0,002	0,00091	0,00018	91%
Cr	Kg/år	0,065	0,0097	0,0055	92%
Ni	Kg/år	0,045	0,0073	0,0034	92%
Hg	Kg/år	0,00037	0,000056	0,000029	92%
SS	Kg/år	490	33	17	97%
Oil	Kg/år	5,8	0,74	0,29	95%
PAH16	Kg/år	0,016	0,00097	0,00019	99%
BaP	Kg/år	0,00032	0,00002	0,0000066	98%
Antracen	Kg/år	0,00040	0,00003	0,00002	48%
Tibutyltenn	Kg/år	0,000003	0,000004	0,000002	48%
PCB'er:					
28	Kg/år	0,00004	0,00005	0,00002	48%
52	Kg/år	0,00006	0,00006	0,00003	48%
101	Kg/år	0,00002	0,00002	0,00001	48%
138	Kg/år	0,000004	0,000005	0,000002	48%
153	Kg/år	0,000004	0,000004	0,000002	48%
180	Kg/år	0,000004	0,000004	0,000002	48%

¹ Reningsgrad återger skillnaden mellan den befintliga situationen (1) och den planerade situationen med åtgärder för omhändertagande av dagvatten (3).

Eftersom planerad exploatering omfattar en förskola, hårdgjorda ytor för gående och grönytor minskar utsläppen av de flesta förorenande ämnen efter exploateringen. Om dagvattnet genomgår rening i växtbäddar så minskar både förväntade föroreningshalter och föroreningsmängder för samtliga ämnen. Jämfört med dagens situation medför det en reningsgrad mellan cirka 48-90%. Det bör noteras att en avsevärd förbättring i förväntade föroreningshalter och årsmedelmängder för förorenande ämnen kan förväntas även utan reningsåtgärder.

6 Lösningsförslag

6.1 Generella rekommendationer

Grundprincipen är att dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvarteret. Enligt Stockholm Vatten och Avfalls riktlinjer (2016) ska dagvattenanläggningar dimensioneras för en våtvolum på 20 mm och en mer långtgående rening än sedimentation bör eftersträvas.

Det innebär att dagvattnet i första hand bör omhändertas i dagvattendammar eller anläggningar där den våta volymen avtappas under cirka 12 timmar via ett filtrerande material (Stockholm Stad, 2017b).

För att säkerställa att anläggningar kan hantera flödena som överskrider en dimensionerande nederbördsvolym på 20 mm bör dagvattenanläggningar förses med en bräddfunktion.

6.2 Principlösningar för dagvattenhantering

6.2.1 Gröna tak

Grönt tak definieras som vegetationstäckta tak. Fördelen med gröna tak är att flödet dämpas redan på taket, vilket leder till en lägre flödesbelastning än konventionella tak.

Ett grönt tak med en viss tjocklek har en viss inbyggd kapacitet att lagra nederbörd. Eftersom en del av dagvattnet utjämnas redan på taket, minskar även den erforderliga utjämningsvolymen nedströms. Det innebär att det inte förkommer någon avrinning alls från taket under den första delen av ett regn, men när taket väl blir vattenmättat så ökar avrinningen snabbt. Övriga fördelar är att gröna tak kan isolera, har en bullerdämpande effekt och ger nya möjligheter till flora och fauna. Ett exempel på en byggnad med grönt tak återges i Figur 6–1.

Det finns olika typer av gröna tak med varierande vegetationstjocklek, vilket också till stor del styr takets funktion. Exempelvis kan *intensiva gröna tak*, med en mäktighet på över 15 cm, fördröja och magasinera cirka 20 mm nederbörd.

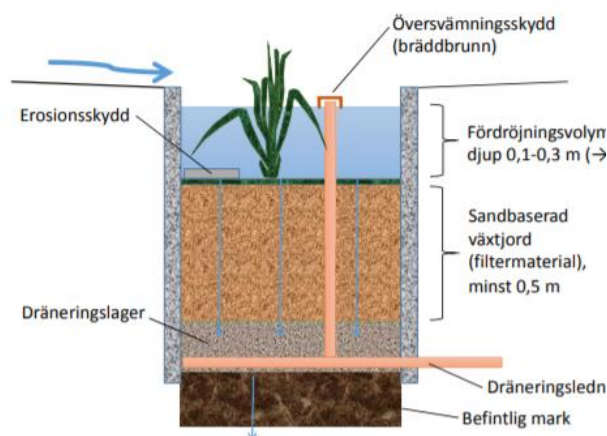


Figur 6-1. Exempel på grönt tak (byggteknikförlaget, 2017).

6.2.2 Växtbäddar/Regnbäddar

Växtbäddar kan utformas som planteringsytor där dagvattnet leds via ytavrinning eller via brunnar och ledningar. Eventuellt kan växtbäddar anläggas något nedsänkt så att det uppstår en magasinsvolym ovanpå bädden.

En principskiss återges i Figur 6–2 och ett exempel på utformning framgår av Figur 6–3. Enligt anvisningar av Stockholm Vatten och Avlopp bör minsta anläggningsdjup vara cirka 1 m och filterdjupet ska vara cirka 0,5m.



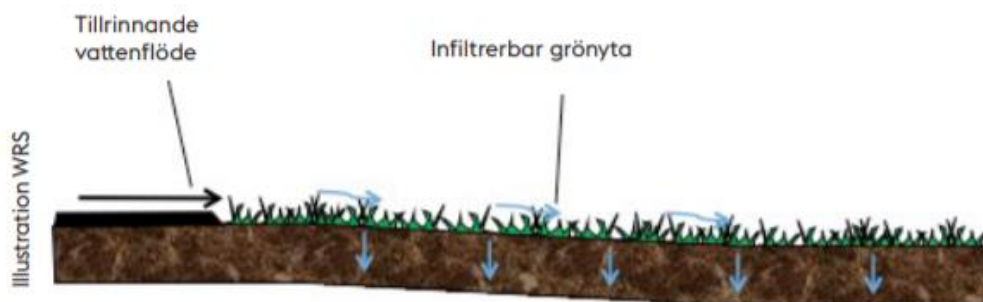
Figur 6-2. Principskiss för nedsänkt växtbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden (SVOA, 2017).



Figur 6-3. Exempel på växtbädd intill parkering (Vegtech, 2019).

6.2.3 Infiltration i grönytor

Dagvattnet kan renas, fördröjas och avledas via grönytor som planeras i anslutning till vägar, gator, parkeringsytor, bostadsgårdar och hustak. Ett principexempel framgår av Figur 6–4.



Figur 6-4. Principskiss för infiltration i en grönyta (SVOA, 2017).

6.2.4 Underjordiskt magasin

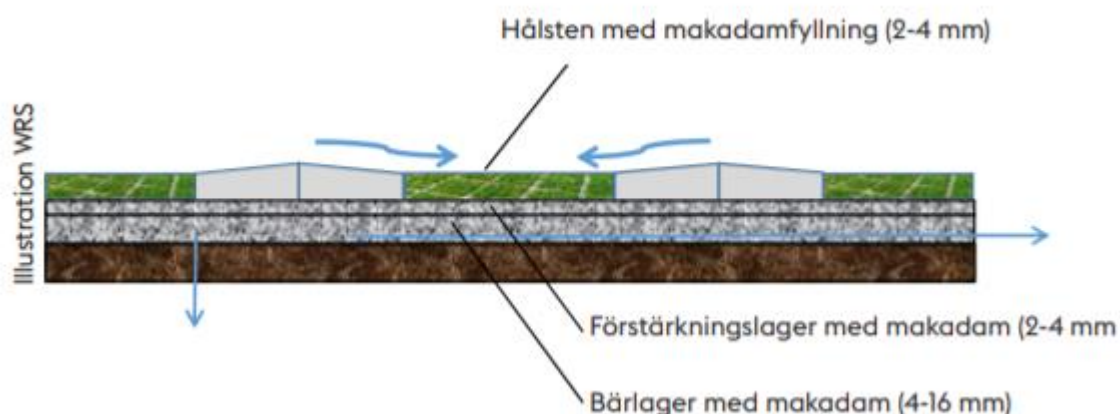
Dagvattenflödena kan utjämnas i ett underjordiskt magasin som kan anläggas med makadam, plastkassetter eller som ett rörmagasin. Plastkassetter och rörmagasin har större effektiv volym och tar därför mindre yta i anspråk än ett makadammagasin men reningsgraden är mindre än för ett makadammagasin. Eventuellt kan reningsgraden i ett

underjordiskt utjämningsmagasin utökas något genom att komplettera systemet med ett brunnsfilter eller oljeavskiljare.

6.2.5 Genomsläpplig beläggning

Det avrinnande dagvattenflödet kan minskas om hårdgjorda ytor ersätts med permeabla beläggningar som ökar infiltrationsmöjligheter. Permeabla beläggningar kan vara ett lämpligt alternativ för asfaltbeläggningar och kan användas för till exempel lokalgator, parkeringsytor, gårdar och lekplatser.

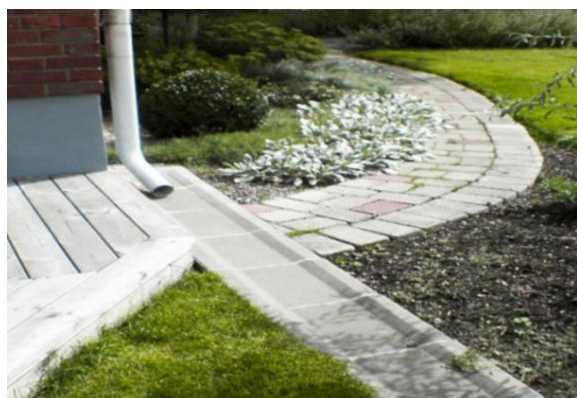
Det kan vara möjligt att utföra de planerade hårdgjorda ytorna med genomsläpplig beläggning så volymerna som behöver omhändertas i närliggande växtbäddar kan minskas något. En principskiss framgår av Figur 6-5.



Figur 6-5. Principskiss för genomsläpplig beläggning (SVOA, 2016).

6.2.6 Dagvattenrännor

Dagvattnet från byggnader kan ledas via ytavrinning till närbelägna grönområdena via rännor. Stuprör ska förses av en utkastare och sen leds vattnet kontrollerat till önskad uppsamlingsyta. En principritning framgår av Figur 6-6.



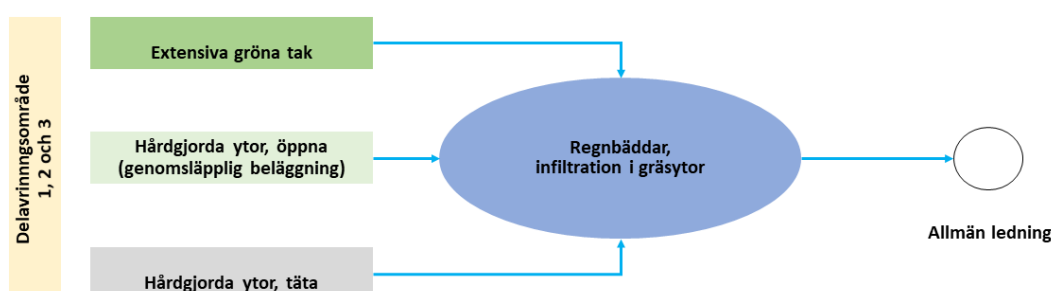
Figur 6-6. Exempel på stuprörutkastare och dagvattenränna (SVU, 2014).

6.3 Lösningsförslag alternativ 1 – gröna tak

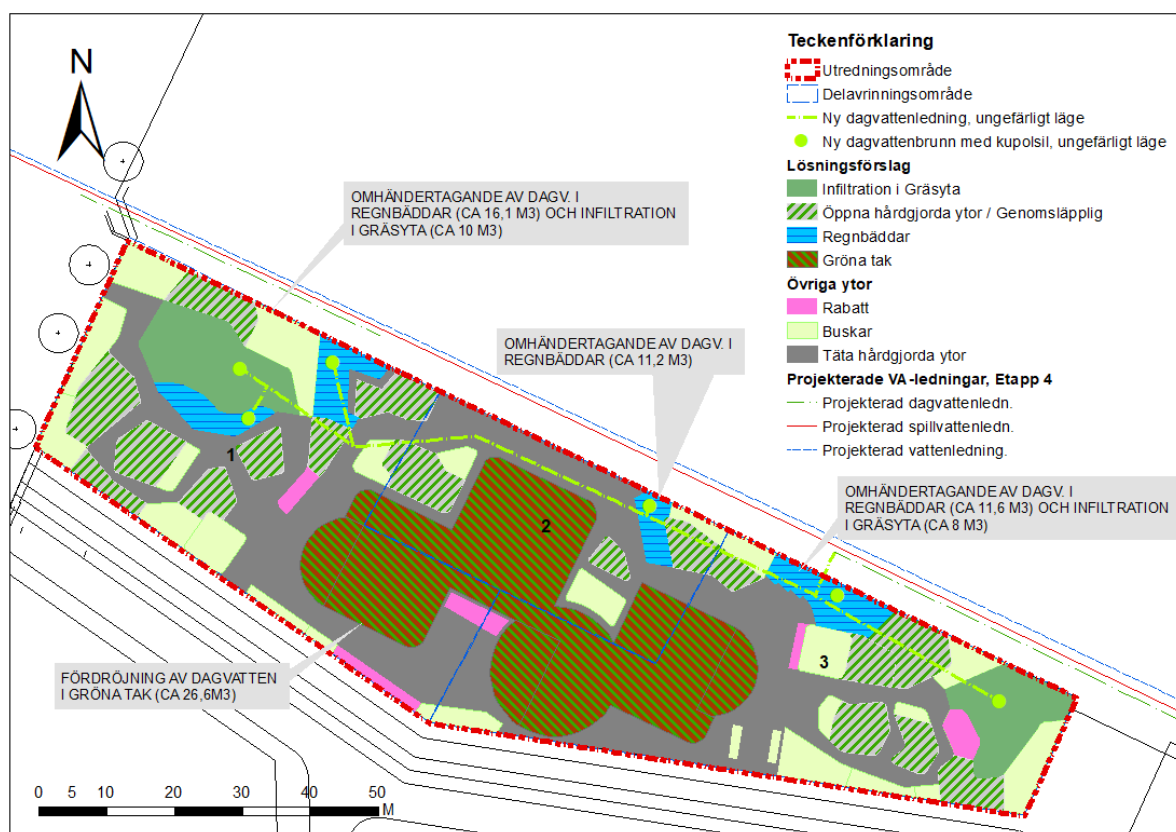
Utförda beräkningar visar att den planerade byggnation i utredningsområde medför ökade dagvattenflöden men minskad föroreningsbelastning jämfört med dagens situation.

Enligt Stockholm Stads dagvattenpolicy ska 20 mm nederbörd omhändertas i utredningsområdet. Det medför att den totala effektiva volymen i de planerade dagvattenanläggningen ska vara cirka 71 m³.

Det föreslår att de nya byggnaderna ska förses med gröna tak och att dagvattnet från de övriga ytorna samlas upp i regnbäddar och gräsytor, vilka förses med dräneringsledningar för att säkerställa att anläggningarna är tomma efter cirka 12-24 timmar. Efter utjämning och rening leds dagvattnet vidare via det allmänna dagvattennätet. Principlösningen redovisas schematiskt i Figur 6-7 och illustreras även i Figur 6-8.



Figur 6-7. Principlösning för hållbar dagvattenhantering i utredningsområde.



Figur 6-8. Lösningförslag för hållbar dagvattenhantering i utredningsområde, alternativ 1.

Om växtbäddar anläggs med ett infiltrerande jordlager med ett djup på 400 mm, grönytorna med ett djup på 300 mm och gröna tak utformas som intensivt sedumtak kan cirka 83 m³ nederbörd omhändertas i aktuellt planområde. En specifikation återges i Tabell 6-1.

Tabell 6-1. Tillgängliga volymer i föreslagna anläggningar för omhändertagande av dagvatten i utredningsområde.

		DELARO 1	DELARO 2	DELARO 3	Summa
Tillgängliga volymer					
Gröna tak	m ³	6,2	9,4	11,0	26,6
Regnbäddar, tjocklek 400 mm	m ³	16,1	11,2	11,6	38,9
Grönytor	m ³	10,3	0	7,6	17,9
Summa		32,6	20,6	30,2	83,4
Nödvändiga volymer för att uppnå 20 mm krav	m ³	27,2	17,1	26,9	71,2

6.3.1 Gröna tak

Gröna tak kan byggas med en sedummatta ovanpå en dräneringsmatta. Taket förväntas ha en svag lutning och i så fall kan taket byggas upp enligt principritningen som visas i Figur 6-9 eller liknande.

Enligt uppgifter från VegTech har ett sedumtak en vattenhållande förmåga på cirka 20 l/m². Det innebär att i totalt cirka 27 m³ vatten kan omhändertas i gröna tak. En specifikation återges i Tabell 6-2.

Veg Tech XMS moss-sedum 0-4°

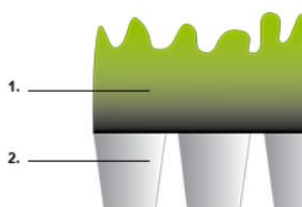
Vikt vattenmättad: 50 kg/m²

Vattenhållande förmåga: 20 l/m²

Bygghöjd: 55 mm

1. 30 mm Veg Techs moss-sedummatta

2. 25 mm ND 5+1



Figur 6-9. Principritning för utformning av gröna tak (VegTech, 2019).

Tabell 6-2. Tillgängliga volymer i gröna tak.

		DELARO 1	DELARO 2	DELARO 3	Summa
Gröna tak	m ²	310	469	548	1327
Vattenhållande förmåga	l/m ²	20			
Fördröjningsvolym	m ³	6,2	9,4	11	26,6

6.3.2 Grönytor

Dagvatten kan omhändertas i grönytor. Utformningen för planerade grönytor är okänd och i utförda beräkningar har det därför antagits en tjocklek på 300 mm och porositet på 0,15 för dessa. Det resulterar i en total fördröjningsvolym på cirka 18 m³ för hela utredningsområdet. En specifikation framgår av Tabell 6-4.

Tabell 6-3. Tillgängliga volymer i grönytor (tjocklek 300 mm och porositet 0,15).

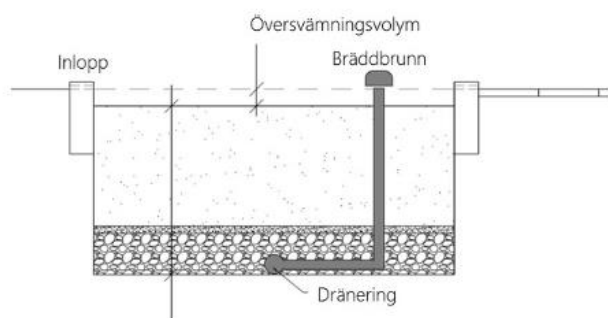
		DELARO 1	DELARO 2	DELARO 3	Summa
Area grönytor	m ²	229	0	169	398
Total volym i grönyta	m ³	69	0	51	119,4
Total fördröjningsvolym	m ³	10	0	8	18

6.3.3 Regnbäddar

Regnbäddar kan utformas som nedsänkta växtbäddar så att det uppstår en översvämningsvolym ovanpå markytan och en utjämnings- samt reningsvolym i en bädd med infiltrerande jordlager. En principskiss framgår av Figur 6-10.

Eftersom blivande höjdsättningen inte är känd har den tillgängliga volymen endast beräknats för bädden med infiltrerande jordlager. Tillgängliga volymer beror på porositeten för det infiltrerande jordlagret.

Eftersom den exakta utformningen av regnbäddarna är okänd så har en porositet på 0,3 använts i beräkningarna, tillsammans med en tjocklek på 400 mm för det infiltrerande jordlagret. Totalt kan cirka 39 m³ dagvatten omhändertas i regnbäddar med en tjocklek på cirka 400 mm. En översikt återges i Tabell 6-4.



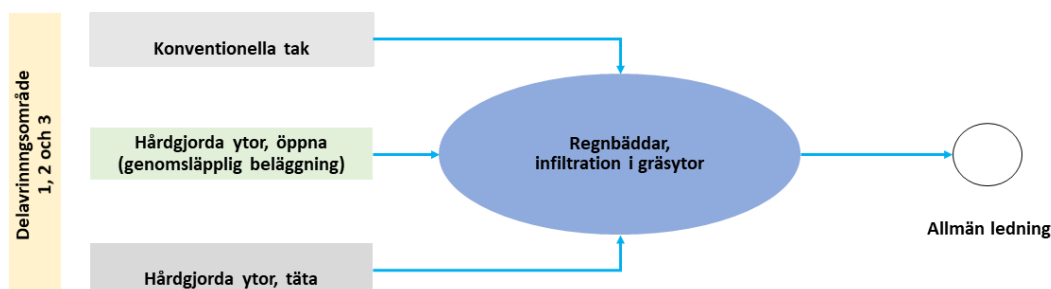
Figur 6-10. Principskiss för nedsänkt regnbädd.

Tabell 6-4. Tillgängliga volymer i regnbäddar (tjocklek 400 mm).

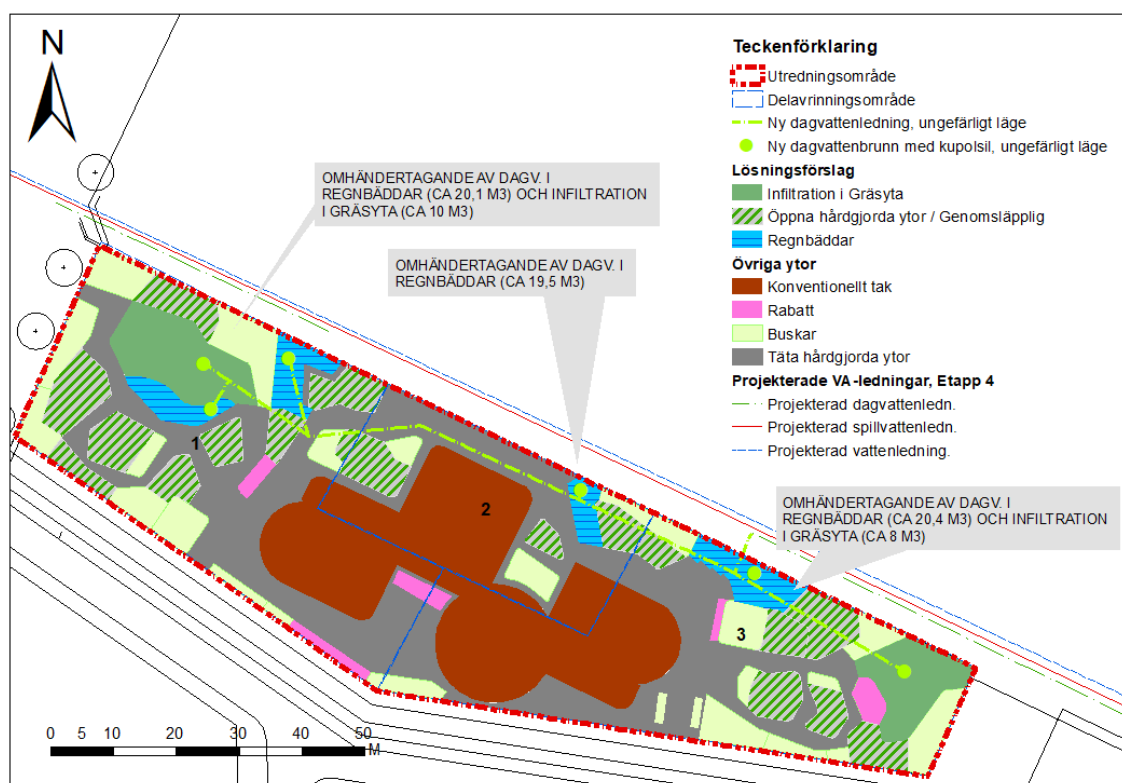
		DELARO 1	DELARO 2	DELARO 3	Summa
Area regnbädd	m ²	134	93	97	324
Total volym i regnbädd	m ³	53,6	37,2	38,8	129,6
Total fördröjningsvolym	m ³	16,1	11,2	11,6	38,9

6.4 Lösningsförslag alternativ 2 - konventionella tak

Eftersom det är okänt om taket kan utformas som ett sedumtak har ett alternativt lösningssförslag tagits fram där taket utformas som ett konventionellt tak. Det innebär att även dagvatten från taket behöver omhändertas i regnbäddar och gräsytor innan vidare avledning till kommunens dagvattennätt. Ett boxdiagram över "lösningssförslag alternativ 2" visas i Figur 6-11.



Figur 6-11. Boxdiagram – lösningssförslag alternativ 2.



Figur 6-12. Lösningssförslag för hållbar dagvattenhantering i utredningsområde, alternativ 2.

Om växtbäddar ska ha infiltrerande jordlager med en djup mellan cirka 500 och 700 mm, grönytorna djup på 300 mm och gröna tak utformas som intensivt sedumtak kan cirka 80 m³ nederbörd omhändertas i aktuellt planområdet. En specifikation återges i Tabell 6-5.

Tabell 6-5. Tillgängliga volymer för omhändertagande av dagvatten i regnbäddar och grönytor.

		DELARO 1	DELARO 2	DELARO 3	Summa
Volymer i anläggningar för omhändertagande av dagvatten					
Gröna tak	m ³	0,0	0,0	0,0	0,0
Regnbäddar	m ³	20,1	19,5	20,4	60,0
Grönytor	m ³	10,3	0,0	7,6	17,9
Summa Tillgängliga volymer		30,4	19,5	28,0	77,9
Nödvändiga volymer	m ³	27,2	17,1	26,9	71,2

6.4.1 Grönytor

Grönytor utformas på liknade sätt som enligt lösningsförslag alternativ 1 och det medför en total volym för omhändertagande av dagvatten på cirka 18m³.

6.4.2 Regnbäddar

Eftersom kapaciteten i grönytorna inte kan ökas och dagvattnet inte fördröjs i gröna tak behöver volymerna för omhändertagande av dagvatten i regnbäddar utökas jämfört med lösningsförslag alternativ 1.

Därför föreslås att de infiltrerande jordlagren för regnbäddarna i delavrinningsområde 1 ska utformas med en tjocklek på 500 mm och för regnbäddarna i delavrinningsområde 2 och 3 med en tjocklek på 700 mm. Detta skulle medföra en total volym på cirka 60 m³.

Det bör noteras att skillnaden i den filtrerande jordlager beror på den tillgängliga areor i respektive delavrinningsområden. I delavrinningsområde 1 behöver större volymer nederbörd omhändertas än i delavrinningsområde 2 men tillgängliga areor i regnbäddar är större vilket medför att nödvändiga tjockleken för det filtrerande jordlagret i delavrinningsområde 1 ska vara cirka 500 mm medan den nödvändiga tjockleken för det filtrerande jordlagret delavrinningsområde 2 ska vara cirka 700 mm.

Tabell 6-6. Dimensionering av regnbäddar för lösningsförslag alternativ 2 (porositet 0,3).

		DELARO 1	DELARO 2	DELARO 3	Summa
Area växtbäddar	m ²	134	93	97	324
Tjocklek	mm	500	700	700	
Total volym i växtbädd	m ³	67	65	68	200
Total fördröjningsvolym	m ³	20	20	20	60

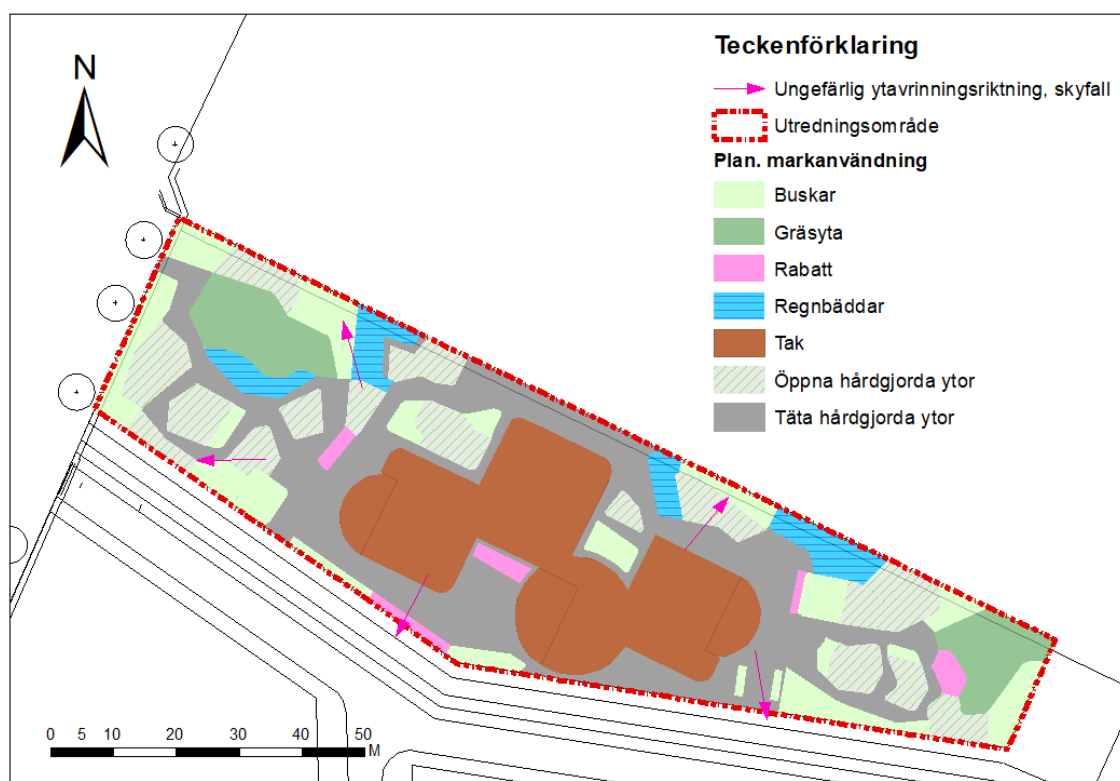
7 Skyfall

SMHI definierar skyfall som ett regn där det faller cirka 50 mm inom en timme (SMHI, 2017). Vid användandet av en klimatfaktor på 1,25 leder det till en nederbördsvolym på 68 mm. Eftersom planerade dagvattenanläggningar kan omhänderta cirka 20 mm nederbörd, innebär det att en stor del av de förväntade nederbördsvolymerna kommer att ledas nedströms.

Därför är det av stor vikt att kvarteret inte är instängt och att dagvattnet kan ledas nedströms via de närliggande gatorna. En översikt av de ungefärliga rinnvägarna vid extrem nederbörd framgår av Figur 7–1. Exakta rinnvägar bör utredas vidare efter höjdsättning är känd.

Vid antagen höjdsättning och utformning, är det först planteringsytorna och regnbäddar som fylls upp. Därefter leds vattnet via ytavrinning till närliggande gator. Det innebär att risken för översvämningar inom kvartersmarken är begränsad.

Det innebär att dagvattnet från utredningsområde bör ledas till den längsgående gata söder om utredningsområdet som användas som sekundär avrinningsväg för den hela etappen. Beroende av vad som planeras norr om utredningsområde kan även en del av dagvattnet ledas dit i samband med skyfall.



Figur 7-1. Ungefärlig yt-avrinningsriktning vid skyfall.

8 Slutsats

Syftet med denna utredning var att studera lösningar för hållbar dagvattenhantering för kvarteret där Årsta innovationsförskola planeras så att Stockholm Stads åtgärdsnivå uppnås. Det innebär att cirka 20 mm nederbörd behöver omhändertas inom aktuellt utredningsområde vilket motsvarar en effektiv utjämningsvolym på cirka 71 m³.

Eftersom det är oklart om den planerade förskolan kan utformas med sedumtak har två lösningsförslag tagits fram. Enligt alternativ 1 ska taket utformas med intensivt sedumtak vilket innebär att cirka 20 l/m² kan fördröjas på taket. Dagvattnet från de övriga ytorna föreslås omhändertas i grässyror och i regnbäddar innan vidare avledning till det kommunala dagvattenätet. Den totala effektiva volymen i gräsytor och regnbäddar bör i så fall vara cirka 56 m³ medan cirka 26 m³ kan fördröjas i gröna tak.

Enligt alternativt 2 ska taket utformas som ett konventionellt tak. Det innebär att en större mängd dagvatten måste omhändertas i gräsytor och regnbäddar. Jämfört med alternativ 1 innebär det enligt förslaget att växtbäddarna ska ha ett djupare filtrerande jordlager för att uppnå nödvändig effektiv fördröjningsvolym. Totalt kan cirka 78 m³ dagvatten omhändertas i de planerade växtbäddarna om dessa utformas med ett djup på 500 mm i delavrinningsområde 1 och cirka 700 mm i delavrinningsområden 2 och 3.

I samband med omhändertagande av dagvatten i de föreslagna lösningarna förväntas dagvattenflödena för ett regn med en återkomsttid på 10 år att minska från cirka 64 l/s till cirka 46 l/s. Dessutom förväntas årsmedelsmängder för förorenande ämnen minska, vilket kommer att ha positiv inverkan på det nedströms belägna Årstaviken.

9 Referenser

Byggteknikföretag, 2017, bild hämtat från byggteknikföretag.se

Stockholm stad, 2015, Dagvattenstrategi, Stockholm väg till en hållbar dagvattenhantering

Stockholm Stad, 2016, Dagvattenhantering, åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation

Stockholm stad, 2017, Dagvatten – PM beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport, version 1.0.

SGU, 2019, data hämtat från WMS tjänst: <https://www.sgu.se/>

Svenskt Vatten, 2016, Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, publikation 110.

SVOA, 2017, bild hämtat från <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/>.

Sweco, 2012, Årstafältet – dagvattenutredning.

StormTac, 2019, version v19.4.1.

SVU, 2014, Juridisk och ekonomisk hantering av tillskottsvatten som sker till spillvattenförande ledning innanför förbindelsepunkt, rapport nr. 2014-11.

SMHI, 2019, information hämtat från <https://www.smhi.se/data/meteorologi/nederbord>.

Tengbom, 2019, Markplaneringsplan för Årsta Innovationsförskola.

Tyréns, 2019, Projekterade VA-ledningar för Årsta

Vegtech, 2019, information hämtat från www.vegtech.se

WSP, 2016, PM Geoteknik – Årstafältet Etapp 4.