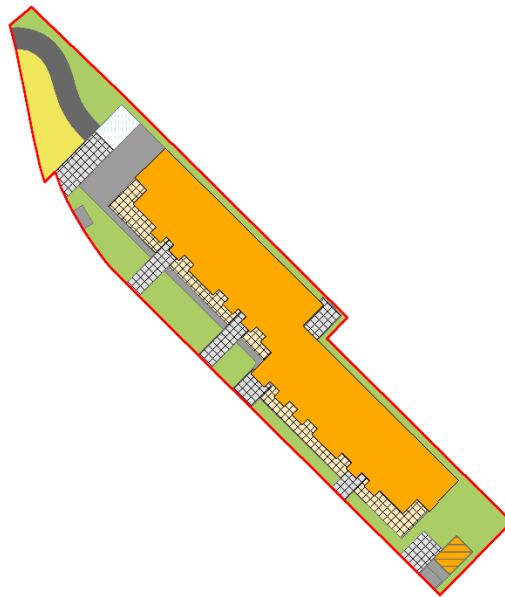



Dagvattenutredning Grimstagatan 1:2, Grimsta



Geosigma AB

2018-05-08

<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: Sofia Föhlinger	Uppdragsnr: 605158	Grän nr: 17191	Version: 1.1	Antal Sidor: 29	Antal Bilagor: 1	
Beställare: AB Borätt	Beställares referens: Martin Tonder		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Grimstagan 1:2, Grimsta						
Författad av: Sofia Föhlinger, Johan Lundh					Datum: 2018-05-08	
Granskad av: Lianne de Jonge					Datum: 2018-03-21	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala St Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 133 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

Borätt AB planerar att bygga ca 70 lägenheter i Grimsta, Stockholm. Marken utgörs idag av gräsbevuxen mark med enstaka träd. I samband med detaljplanarbetet har Geosigma fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för att studera hur ombyggnationen påverkar dagvattenbildningen, samt vilka åtgärder för fördröjning och rening som bör tillämpas i samband med detta.

Jordarterna inom utredningsområdet består av morän och glacial lera av liten mäktighet samtidigt som ungefär halva området består av urberg. Dagvattnet leds via dagvattenledningar och kombinät till Brommas reningverk och sedan vidare till recipienten Strömmen.

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 325 %. För att skapa en fungerande dagvattenhantering som uppfyller reningskraven enligt Stockholms stads åtgärdsåtgärdsmål för dagvatten och inte leder till en ökad belastning på dagvattennätet föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från hårdgjorda ytor leds till växtbäddar, regnbäddar och underjordiska utjämningsmagasin. Växtbäddarna kan beskrivas som en växtplantering med ett underliggande magasin. Regnbäddarna definieras genom att på toppen ha en ogenomsläpplig vägg på 1 dm vilket skapar en bassäng ovan planteringarna.
- Sammanlagd erforderlig fördröjningsvolym i dessa anläggningar ska uppgå till 76 m³ för att säkerställa att utflödet från utredningsområdet inte ökar i och med nybyggnationen för ett dimensionerande 20-årsregn.
- För att uppfylla Stockholms stad reningskrav för 20 mm nederbörd ska reningsvolymen uppgå till 33 m³ av den totala volymen på 75 m³. Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. Anläggningar som föreslås i syfte att uppnå reningsvolymen är växtbäddar och reningsbäddar.
- Den resterande fördröjande, men inte nödvändigtvis renande, erforderliga volymen blir då 42 m³. Denna volym kan fördröjas med ytterligare växtbäddar och regnbäddar eller med underjordiska magasin.
- Utredningsområdet höjdsätts så att avrinning från takyta leds bort från byggnader. Avledningen av vattnet från takytan ska också fördelas i området på ett balanserat sätt.

Innehåll

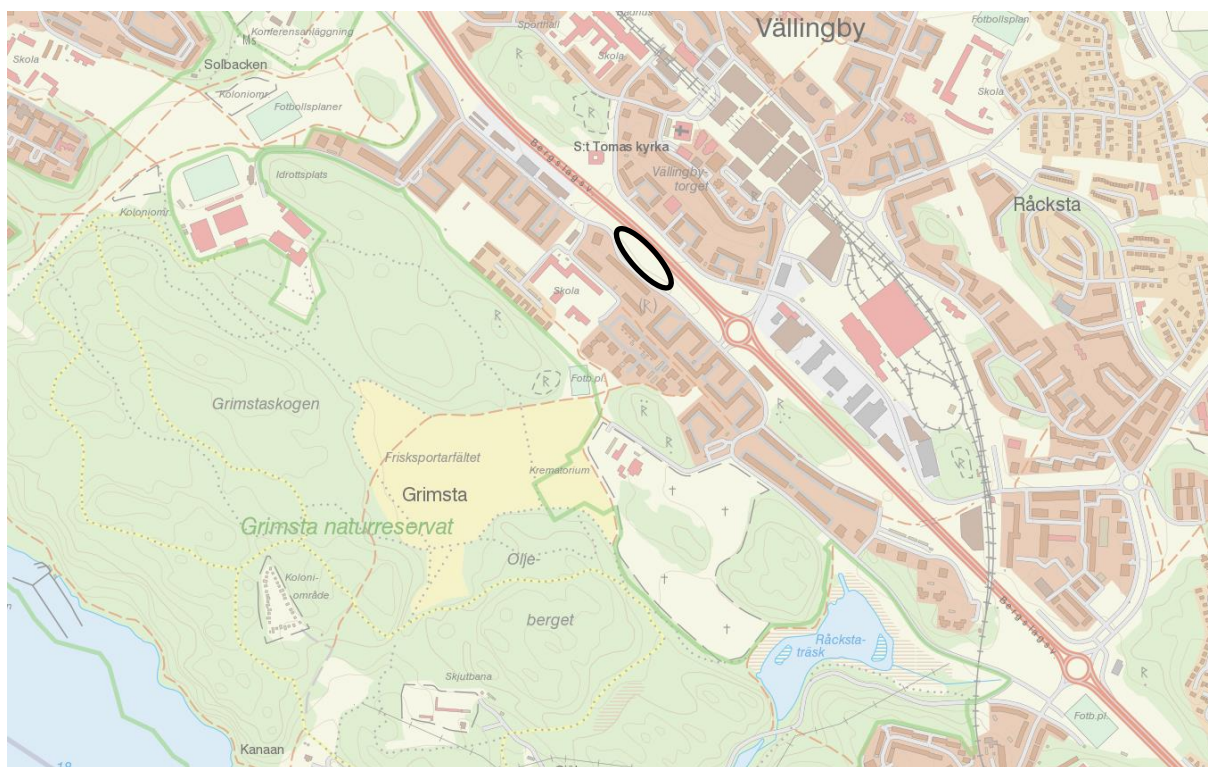
1	Inledning och syfte	4
1.1	Syfte	4
1.2	Allmänt om dagvatten	5
2	Material och metod.....	6
2.1	Material och datainsamling	6
2.2	Flödesberäkning	6
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	7
2.4	Föroreningsberäkning.....	7
3	Områdesbeskrivning och avgränsning	8
3.1	Hydrogeologi	8
3.1.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	8
3.1.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.	9
3.2	Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN).....	11
3.3	Vattenskyddsområden och markavvattningsföretag	12
3.4	Befintlig markanvändning.....	13
3.5	Planerad markanvändning.....	14
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	15
4.1	Markanvändning.....	15
4.2	Erforderlig utjämningsvolym för rening	15
4.3	Flödesberäkningar	15
4.4	Dimensionerande utjämningsvolym.....	16
4.5	Föroreningsbelastning	16
4.6	100-årsregn och skyfallsmodell	18
5	Lösningförslag för dagvattenhantering	20
5.1	Generella rekommendationer	20
5.2	Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten	20
5.2.1	Planteringar, skelettjord och rännदार	20
5.2.2	Regnbäddar	22
5.2.3	Underjordiska fördröjningsmagasin.....	23
5.3	Lösningar för dagvattenhantering	24
5.4	Extremregn	27
6	Slutsats	28
7	Referenser	29

1 Inledning och syfte

Borätt AB planerar att bygga ca 70 lägenheter i Grimsta i norra Stockholm, se Figur 1-1. Utredningsområdet ligger mellan Grimstagatan och den större Bergslagsvägen. Marken utgörs idag av gräsbeväxt slänt med enstaka träd. I och med att nybyggnationen leder till en förändringen av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning, se Figur 1-2.

1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilken påverkan den planerade byggnationen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att vid behov dimensionera nödvändig utjämningsvolym för dagvattnet i syfte att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet.



Figur 1-1. Översiktskarta där utredningsområdets ungefärliga position markerats med en svart oval. Källa: Viss



Figur 1-2 . Flygfoto över utredningsområdet, som är markerat med svart ellips. Foto från Stockholm stads geoarkiv.

1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare grönområde leder till större areal av hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

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

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare).
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator.
- Planritningar daterad 2018-02-05.
- Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015).
- Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten (Stockholms stad, 2016).

2.2 Flödesberäkning

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

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

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

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

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

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

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 (2016) rekommenderar att klimatfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatfaktorn har i detta fall satts till 1,25.

2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Stockholm stads nya mått på åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnationer (Stockholms stad, 2016), som antagits av stadens tekniska nämnder. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.

Utöver detta beräknas också erforderlig fördröjningsvolym för att det dimensionerande flödet som uppstår vid ett 20-årsregn inte ska öka efter planerad exploatering. Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Svenskt Vatten, 2016):

$$V = 0,06 \cdot \left(i(t_{regn}) \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} - K \cdot t_{regn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_{regn})} \right) \quad (\text{Ekvation 2})$$

V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ($\text{m}^3/\text{ha}_{red}$), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($\text{l/s} \cdot \text{ha}_{red}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor 2/3.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 20-årsregn till 20 mm efter 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Stockholms stads åtgärdsnivå. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till utredningsområdets rinntid.

2.4 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.18.1.1 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera beroende på flödet och lokala förhållanden.

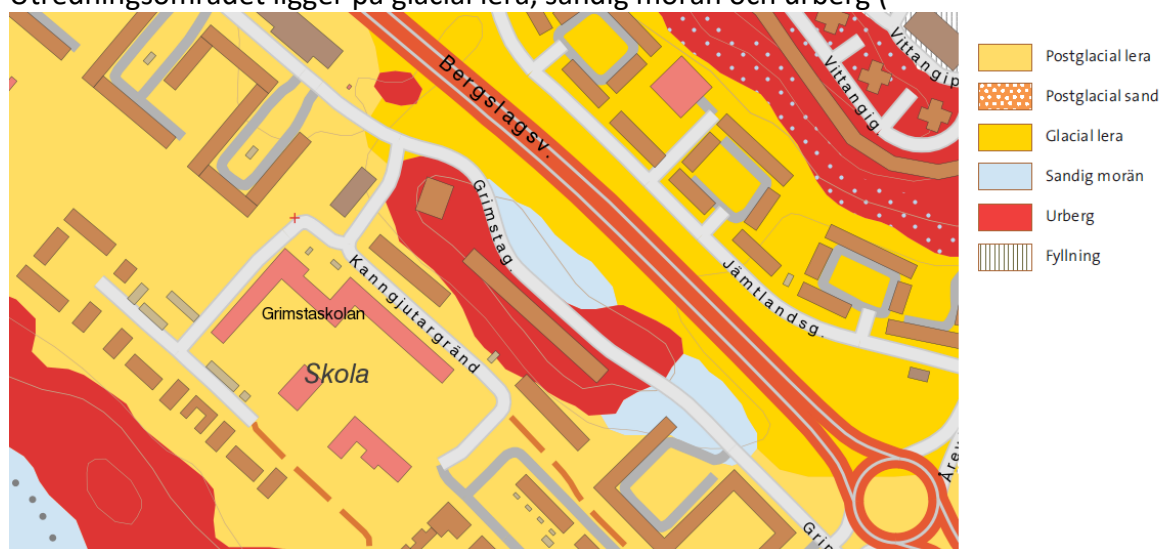
3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Det aktuella utredningsområdet utgörs av en yta på cirka 2750 m² (0,275 hektar) och är beläget på gränsen mellan stadsdelarna Grimsta och Vällingby. Området är beläget mellan Grimstagatan och Bergslagsvägen och utgörs idag av gräsmark med några enstaka träd. Utredningsområdet ligger i en slänt med fem meter höjdskillnad mellan högst och lägst belägna punkt.

3.1 Hydrogeologi

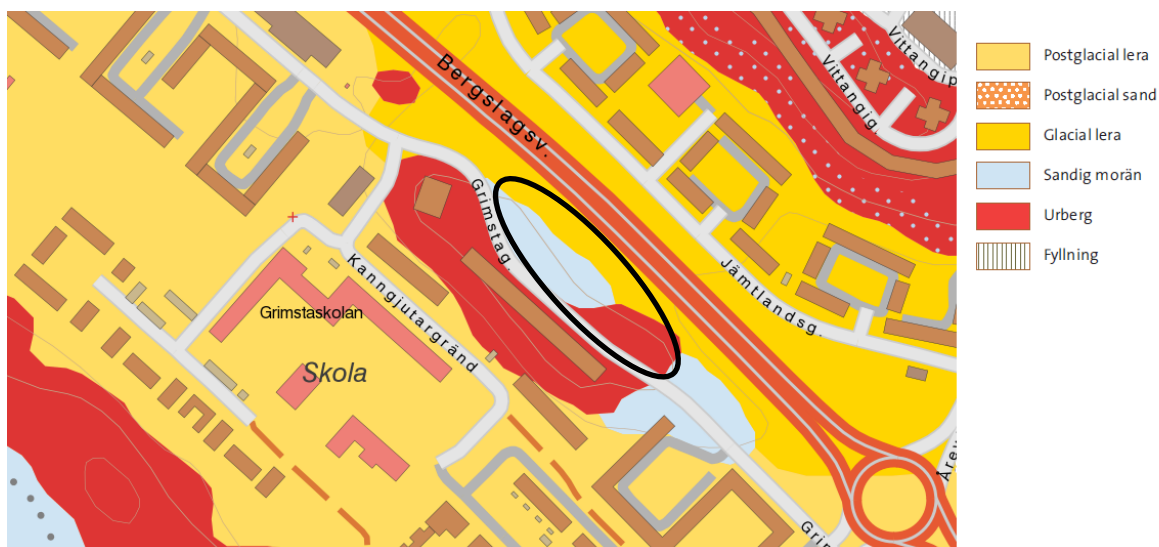
3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Utredningsområdet ligger på glacial lera, sandig morän och urberg (

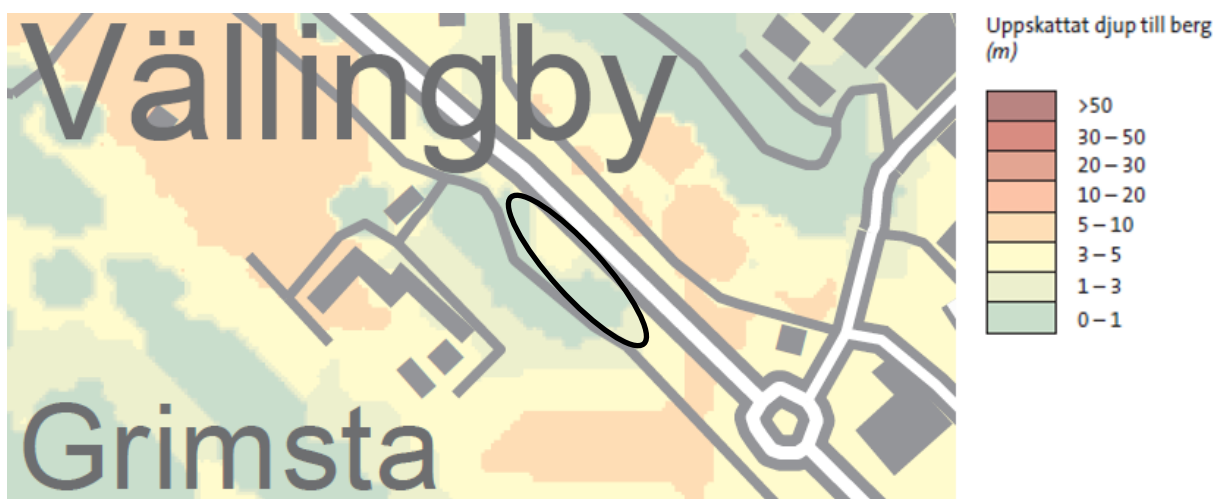


Figur 3-1). Jorddjupet är enligt SGUs jorrdjupskarta (Figur 3-2) i stora delar under en meter men ner mot Bergslagsvägen i de centrala delarna av utredningsområdet är jorddjupet större (3-5 m). Enligt SGU består berggrunden i området av metamorf intrusiv- och ytbergart och det förekommer inga större sprickzoner.

Baserat på denna information bedöms infiltrationsmöjligheterna i de naturliga jordlagren inom delar av utredningsområdet vara begränsade. Bäst möjligheter för infiltration finns sannolikt i områdets centrala delar där det förekommer moränlager med något större mäktighet.



Figur 3-1. Jordartskarta framtagen med SGUs kartvisare (SGU, 2018). Svart ellips visar utredningsområdets ungefärliga utbredning

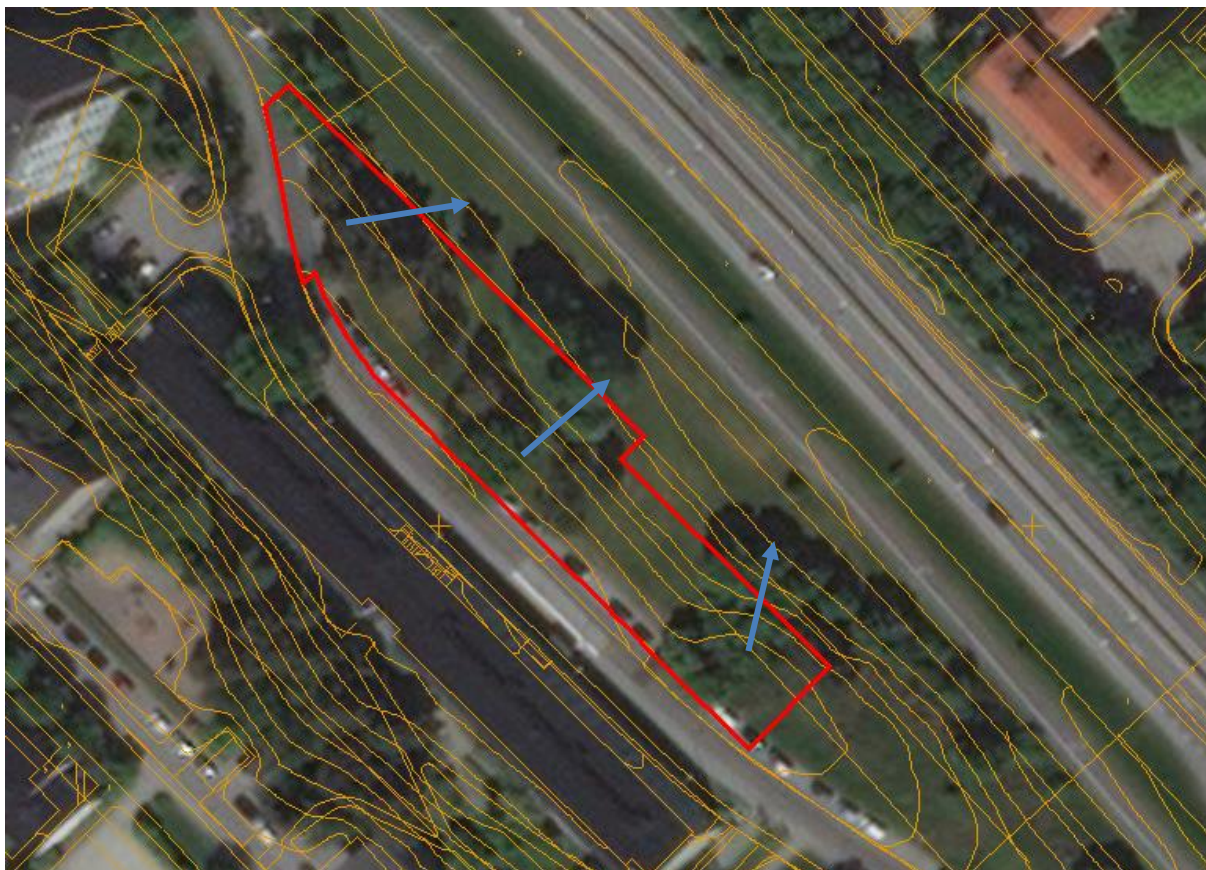


Figur 3-2. Jorrdjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator (SGU, 2018). Svart ellips visar utredningsområdets ungefärliga utbredning.

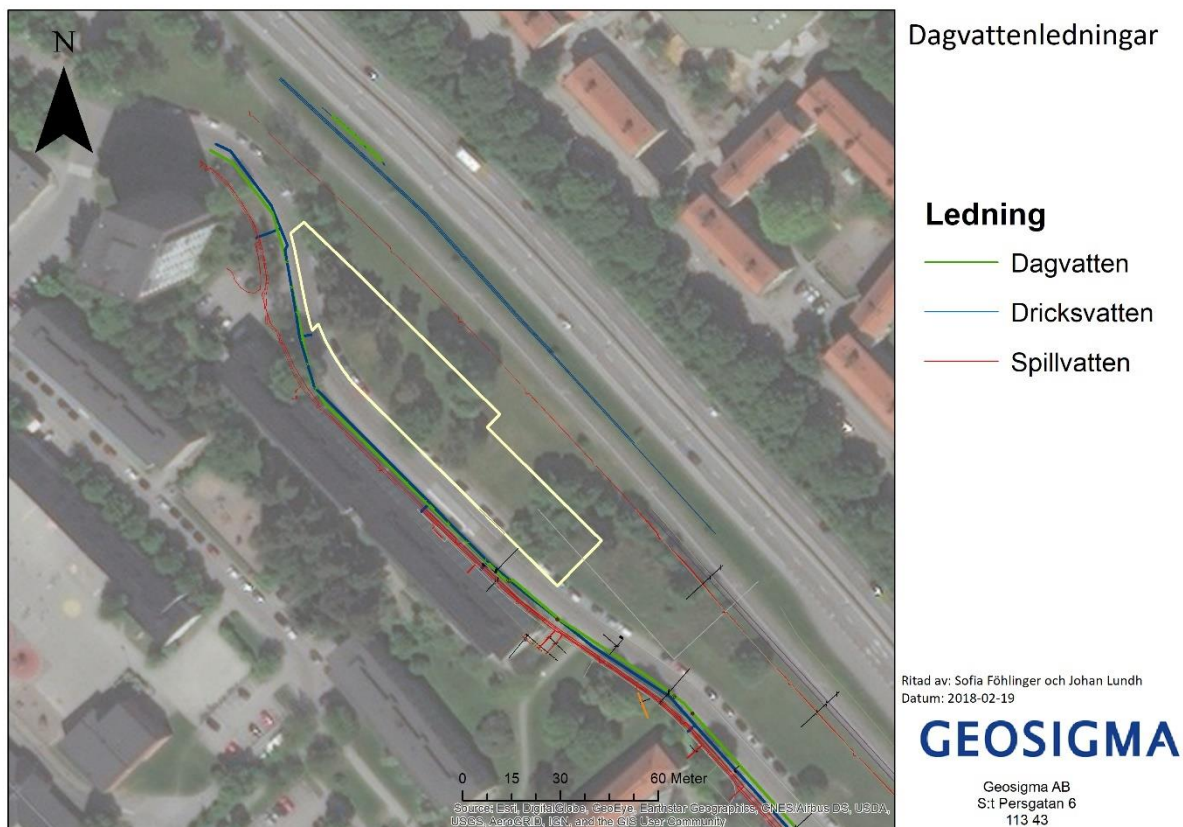
Enligt Stockholm stads geoarkiv finns närmaste grundvattenrör på andra sidan Bergslagsvägen. Grundvattennivån som är mätt vid flertal tillfällen tjugor års tid varierar mellan 2-3 meter under markytan.

3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.

Området sluttar ner mot Bergslagsvägen, med en höjdskillnad på 5 meter mellan högst och lägst belägna punkt inom utredningsområdet. Figur 3-3 visar ungefärliga, befintliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på de topografiska förhållandena inom utredningsområdet.



Figur 3-3. Översiktskarta över utredningsområdet, markerat med röd polygon, där blå pilar visar naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på topografin i området. Orangelinjer visar konturer i baskartan, dvs väg- och huskonturer samt höjdkurvor. Observera att ortofotot ligger något förskjutet i bilden.



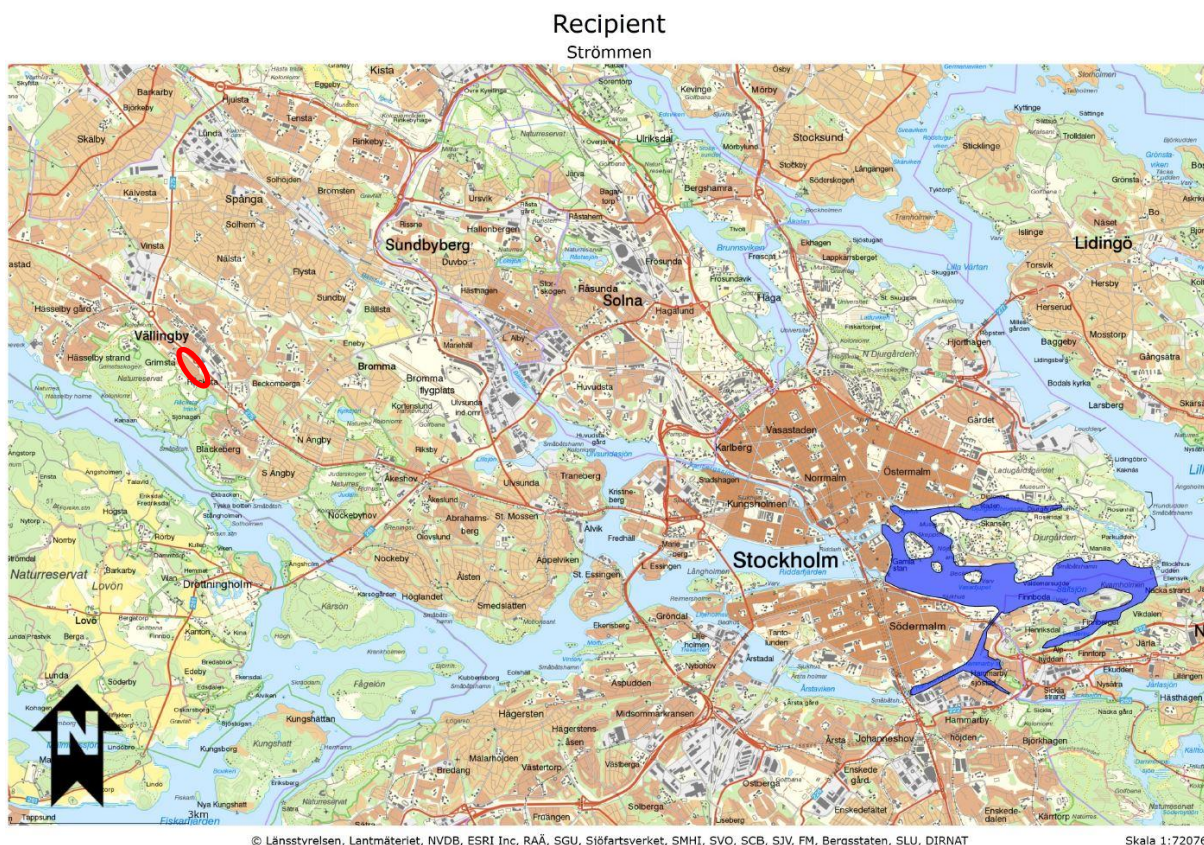
Figur 3-4. Utredningsområdets befintliga dagvattenledningar (Källa lednings- och samlingskarta erhållen från beställaren). Observera att ortofotot ligger något förskjutet i bilden.

3.2 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Dagvatten från utredningsområdet avleds via dagvattenledningar i duplikatsystem, som ansluter till ett kombinät längre nedströms. Via kombinädet leds vattnet vidare till Bromma reningsverk, där det genomgår rening innan det släpps ut i recipienten Saltsjön som i VISS benämns Strömmen (SE591920-180800), se Figur 3-4. Vattendirektivet säger att ”inga vatten får försämrats”, vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (Havs- och vattenmyndighete, 2016).

Strömmen klassas i VISS (2017) som otillfredsställande ekologisk status, på grund av bland annat näringsinnehåll och bottenfaunans status. Flera andra kvalitetsfaktorer klassas som måttlig status. Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status då gränsvärdena överskrids för kvicksilver, PBDE, PFOS, bly, antracen och tributyltenn. Miljökvalitetsnormen anges till måttlig ekologisk status 2027 eftersom den pågående hamnverksamheten, som har en påverkan på de hydromorfologiska förhållandena, utgör ett så stort samhällsintresse att ett mindre strängt krav än god status är motiverat. För kemisk status gäller miljökvalitetsnormen god kemisk status, med tidsfrist till 2027 för antracen, bly och tributyltenn samt mindre stränga krav för kvicksilver och PBDE som överskrider gränsvärdena i nästan alla svenska ytvattenförekomster.

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



Figur 3-4. Utredningsområdets ungefärliga läge (markerat med röd cirkel) i förhållande till recipienten Strömmen markerat i blått. Kartutsnitt från VISS.

3.3 Vattenskyddsområden och markavvattningsföretag

Det aktuella utredningsområdet ligger inte inom något vattenskyddsområde och omfattas inte av något markavvattningsföretag.

3.4 Befintlig markanvändning

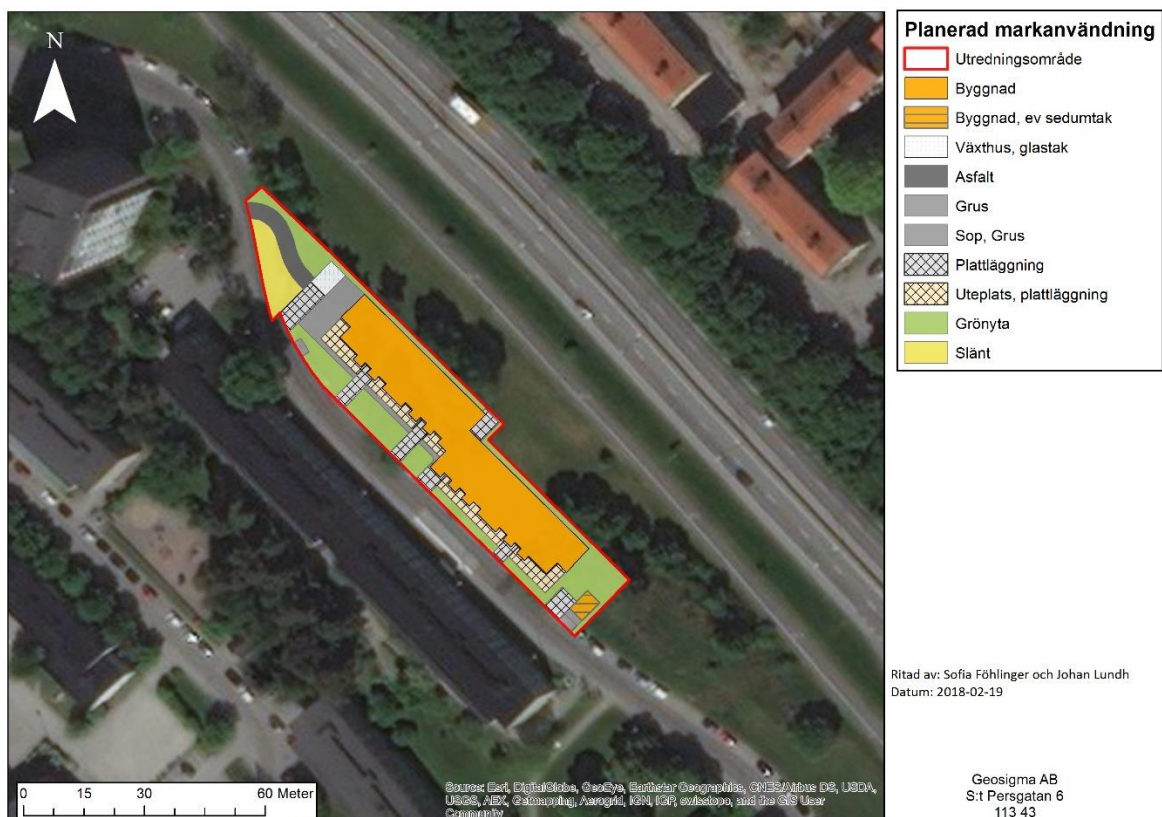
Utredningsområdet består idag av en gräsbevuxen slänt med enstaka träd. En karta över befintlig markanvändning presenteras i Figur 3-5.



Figur 3-5. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet. Observera att ortofotot ligger något förskjutet i bilden

3.5 Planerad markanvändning

Det planerade flerbostadshuset kommer att uppföras parallellt med Grimstagatan. Taket utförs i plåt med cirka 10 % lutning med avvattnings genom hängrännor/stuprör längs långsidorna. Eventuellt kan sedumtak uppföras på miljörumbyggnaden. Marken runt huset kommer utgöras av plattbelagda ytor (entréer och uteplatser), grusytor samt grönytor. Ner till garaget leder en asfaltsbelagd väg, ovanför denna anläggs en slänt med växtlighet. Garaget ligger till största del under huset men ca 420 m² ligger utanför den överliggande huskroppen. En karta över planerad markanvändning presenteras i Figur 3-6.



Figur 3-6. Planerad markanvändning inom utredningsområdet. Observera att ortofotot ligger något förskjutet i bilden

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

Den totala volymen dagvatten som behöver omhändertas på utredningsområdet vid ett 20-årsregn är 75 m³. För att uppfylla Stockholms stad reningskrav för ett 20 mm-regn behövs en erforderlig utjämningsvolym på 33 m³ genomgå renig. Stockholm vatten har ett krav på ett det planerade flödet vid ett 20-årsregn inte får öka från det befintliga. Därför behövs en ytterligare utjämningsvolym på 42 m³.

4.1 Markanvändning

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter, enligt Svenskt Vatten P110 använts. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändningsområde, samt areor för befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet presenteras i Tabell 4-1. Dessa areor är baserade på erhållen situationsplan daterad 2018-02-21. Om den slutgiltiga markanvändningen ser annorlunda ut påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna eftersom små förändringar i avrinningskoefficienterna kan ge relativt stora skillnader i dimensionerande flöde. De redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter, samt befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet.

Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig		Planerad	
		area [m ²]	red.area [m ²]	area [m ²]	red. area [m ²]
Asfaltsyta	0.8	0	0	102	82
Grus	0.7	0	0	180	126
Gröna tak	0.5	0	0	27	14
Grönyta	0.1	2745	274.5	897	90
Plattläggning	0.8	0	0	461	369
Tak	0.9	0	0	1078	970
Summa	Medel: 0.6	2745	274.5	2745	1650

4.2 Erforderlig utjämningsvolym för rening

Enligt krav i Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna fördröjas via ett filtrerande material där avtappningshastigheten medför en effektiv avskiljning av föroreningar. För det aktuella utredningsområdet med planerad markanvändning skulle 20 mm nederbörd generera en dagvattenvolym med reningskrav på cirka 33 m³, beräknat utifrån areor hos grönytor, tak, plattläggning, grus och asfalt.

4.3 Flödesberäkningar

I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 har ett återkommande 20-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden. Rinntiden har för befintlig markanvändning satts till 10 minuter, som är den lägsta rinntiden som bör användas enligt P110. Rinntiden för planerad markanvändning har satts till 25 minuter, eftersom utjämningsanläggningarna som konstrueras enligt Stockholms stads åtgärdsnivå kommer att vara fyllda efter denna tid. Dimensionerande regnintensiteter blir då 286,6

liter/sekund·hektar (befintlig) respektive 164,1 liter/sekund·hektar (planerad). Klimatfaktorn har för planerad markanvändning satts till 1,25. Dagvattenflöden från utredningsområdet vid ett återkommande 20-årsregn, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och redovisas i Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning och procentuell förändring med planerad markanvändning

	Flöde 20- årsregn (l/s)	Förändring dagvattenflöde (%)	Årsmedelflöde (l/s)
Befintlig	8	+ 325	0,013
Planerad	34		0,14*

*Årsmedelflöde för planerad markanvändning utan dagvattenlösningar.

De förändringar som föreslås kommer, givet att Stockholms stads krav på 20 mm fördröjning följs, öka det dimensionerande dagvattenflödet med 325 %.

4.4 Dimensionerande utjämningsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen för ett 20-årsregn har beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt ekvation 2 i kapitel 2.4. För att fördröja det dimensionerande flödet så att belastningen på dagvattennätet inte ökar för planerad markanvändning vid ett 20-årsregn krävs, baserat på att rinntiden då uppgår till 25 minuter, behövs en ytterligare fördröjningsvolym på 42 m³, med ett tillåtet maximalt utflöde på 31 l/s.

4.5 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten, se Tabell 4-3 från olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v.18.1.1 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten. Eftersom utredningsområdet exploateras från grönyta så är det rimligt att det sker en ökning i merparten av föroreningshalterna i den planerade markanvändningen utan dagvattenlösningar. Vid införandet av föreslagna dagvattenlösningar i beräkningarna sänks föroreningshalterna till nivåer lägre än för befintlig markanvändning medan nivån för den årliga belastningen fortfarande ligger på en högre nivå.

Beräkningen av den årliga belastningen överensstämmer dock inte med de praktiska dagvattenåtgärder för vattenrening som Stockholms stad kräver. Stockholms stad fördröjande reningsvolym för ett 20 mm-regn är speciellt framtagen med hänsyn till att recipienternas miljö kvalitetsnormer (MKN) ska uppnå god status. Om dagvattenåtgärder införs som uppfyller reningskravet vid ett 20 mm-regn så försvårar belastningen från berört område sannolikt inte att recipienten kan uppnå god status.

Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorin "Gräsyta" använts. Markanvändningskategorin "Gräsyta" har en avrinningskoefficient på 0,1 i StormTac eftersom gräsytan bedöms ha kapaciteten att hantera ett medelregn. Vid beräkningarna för planerad markanvändning har markanvändningskategorierna "Asfalt", "Grusyta", "Gång & Cykelväg", "Gräsyta", "Grusyta", "Grönt tak" samt "Marksten med fogar" använts.

Tabell 4-3. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Plan. - utan dagvattenlösning	Plan. - med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	130	81	40
Kväve	µg/l	1000	1600	950
Bly	µg/l	2.90	2.50	0.72
Koppar	µg/l	10.0	11.0	4.4
Zink	µg/l	20.0	26.0	5.9
Kadmium	µg/l	0.150	0.230	0.038
Krom	µg/l	1.7	2.1	1.2
Nickel	µg/l	1.1	1.7	1.0
Kvicksilver	µg/l	0.0087	0.0170	0.0079
Suspenderad substans	µg/l	24 000	15 000	7 200
Olja (mg/l)	µg/l	130	140	100
PAH (µg/l)	µg/l	0	0.77	0.12
Benso(a)pyren	µg/l	0	0.0062	0.005

Förändringen av utredningsområdet beräknas innebära en ökning av dagvattnets föroreningsinnehåll. Vidtas de föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärderna, se vidare Kapitel 5, beräknas föroreningshalter och därmed också recipientpåverkan, minska för samtliga studerade ämnen.

I Tabell 4-4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en ökad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder. Dessa utgår dock framtagna utifrån riktlinjer som åsyftar till att skapa förutsättningar för recipienten att uppnå god status

Tabell 4-4. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning		
		Befintlig	Efter- utan dagvattenlösning	Efter- med dagvattenlösning
Fosfor	kg/år	0.053	0.350	0.170
Kväve	kg/år	0.44	7.00	4.2
Bly	kg/år	0.0012	0.011	0.0032
Koppar	kg/år	0.0043	0.048	0.019
Zink	kg/år	0.0083	0.120	0.026
Kadmium	kg/år	0.000061	0.0010	0.00017
Krom	kg/år	0.00069	0.0091	0.0053
Nickel	kg/år	0.00047	0.0075	0.0044
Kvicksilver	kg/år	0.0000037	0.000074	0.000035
Suspenderad substans	kg/år	9.9	67.0	32
Olja (mg/l)	kg/år	0.056	0.630	0.44
PAH (µg/l)	kg/år	0	0.0034	0.00053
Benso(a)pyren	kg/år	0	0.000027	0.000022

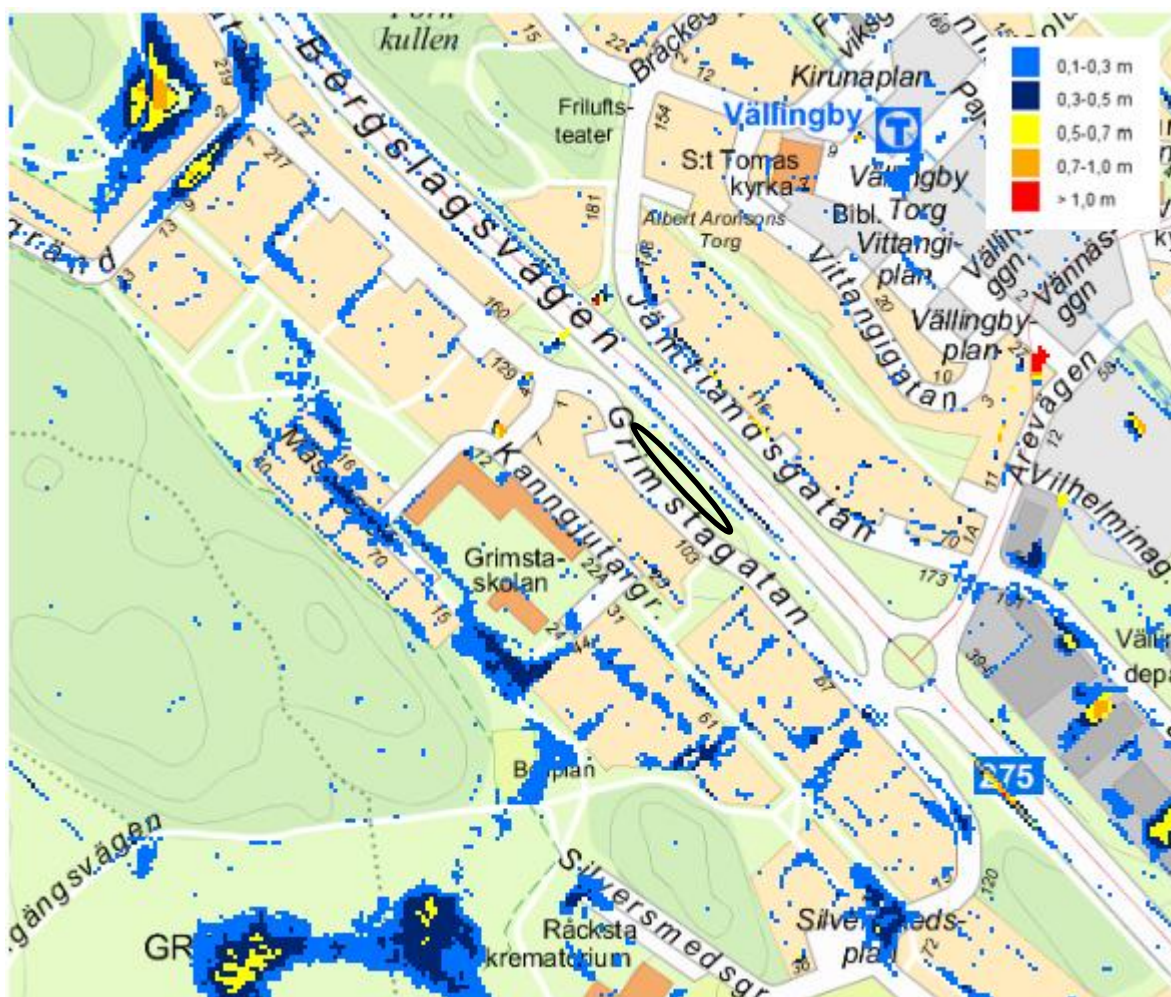
Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror, de i StormTac redovisade osäkerheterna i schablonhalter för respektive markanvändningstyp redovisas i Bilaga 1.

4.6 100-årsregn och skyfallsmodell

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som utredningsområdets dagvattenlösning inte är dimensionerad för att klara. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna via sekundära avrinningsvägar längs utredningsområdets gångvägar och öppna ytor, och vidare ut på närliggande lokalgator.

Stockholm Vatten har i samarbete med Stockholms stads miljöförvaltning och WSP tagit fram en översiktlig skyfallsmodell för kommunen (Pramsten, 2015). Modelleringen baseras på ett 100-årsregn i det klimat som förväntas råda i Stockholmsområdet år 2100. Modellen bygger på ett antal förenklingar och antaganden och resultaten ska därför ses som indikationer och inte som exakta förutsägelser om vilka områden som riskerar att översvämmas vid ett extremregn. Ett utdrag över maximala översvämningsdjup inom och omkring det aktuella utredningsområdet för skyfallsmodellens scenario c, en typ av worst case-scenario som utgår från ogynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten, visas i Figur 4-1.

I utredningsområdets östra del mot Borgslagsvägen vägen finns enligt modellen en liten risk för måttliga översvämningsdjup: 0,1-0,3 meter.



Figur 4-1. Maximala översvämningsdjup från Stockholms stads skyfallsmodell, scenario c, inom och omkring utredningsområdet. Data är hämtat från Stockholms stad genom deras WMS-tjänst (Stockholm stad, 2018).

5 Lösningförslag för dagvattenhantering

Vid den planerade bebyggelsen i Grimsta föreslås att växtbäddar och regnbäddar anläggs på de planerade grönytorna inom området för att klara reningskravet. I syfte att uppnå den dimensionerande utjämningsvolymen som krävs för att flödet från området inte ska öka från befintlig markanvändning föreslås antingen ytterligare växtbäddar eller underjordisk magasinering. Därigenom kan en långsiktigt hållbar dagvattenhantering uppnås.

5.1 Generella rekommendationer

För att skapa en långsiktigt hållbar hantering av dagvattnet i Stockholm med hänsyn till både kvalitet och kvantitet har Stockholms stad tagit fram en dagvattenstrategi med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras. Strategin anger fyra övergripande mål för dagvattenhanteringen:

- Dagvattenhanteringen ska medverka till förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- Dagvattenhanteringen ska vara resurs- och värdeskapande för staden
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Den föreslagna exploateringen i utredningsområdet enligt gällande planskiss beräknas medföra en ökning av årsmedelflödet med 325 %, se Tabell 4-2. Målet med de lösningar för LOD som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därmed reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten.

5.2 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten

I följande kapitel ges exempel på olika typer av anläggningar som bedöms vara lämpliga för att omhänderta dagvatten inom det aktuella utredningsområdet.

5.2.1 Planteringar, skelettjord och rännalor

Denna lösningsmetodik kan sammanfattas under namnet växtbädd som har uppgetts som lösningsförslag i rapporten. Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter. Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande planteringar. Stuprör kan förses med utkastare som ansluter till rännalor, anlagda med exempelvis gatsten eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalor visas i Figur 5-1 och Figur 5-2. Ett annat sätt är att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar som leder vattnet till dagvattenlösningarna. I både öppen och stängd avledning av dagvattnet från huset är höjdsättningen av ytorna runt husen viktiga att beakta så att dagvattnet inte ansamlas vid husgrunden.

Inom planteringarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och avledas vidare. Avledningen kan exempelvis ske till en underliggande skelettjord som ökar den vattenhållande förmågan och förbättrar reningseffekten. I Figur 5-3 visas ett exempel på

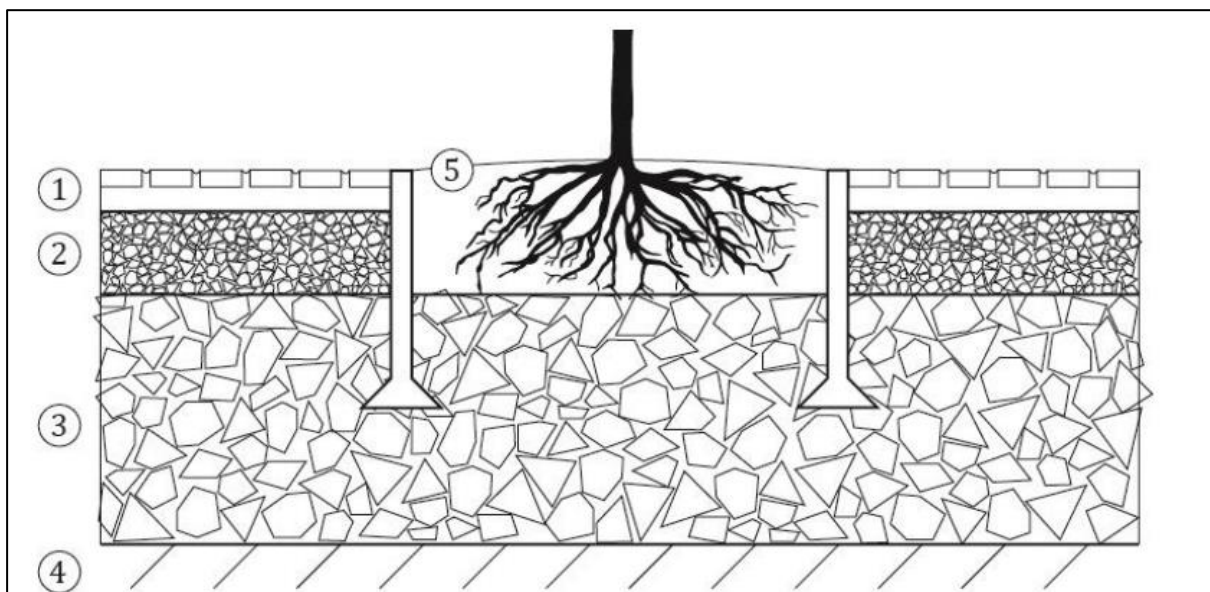
uppbyggnaden hos en skelettjord, men skelettjordar kan utformas på många sätt. Planteringsytan anläggs vanligen med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord på 20 – 100 centimeter. Skelettjorden antas vanligen ha cirka 30 % porositet och kan anläggas med makadam, singel eller mer porösa och lätta material såsom lecakulor. Fördelen med porösa och lätta material är att dessa ger en större fördröjande och renande effekt, samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder.



Figur 5-1. Avledning av takvatten till planteringar via rännalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem, år).



Figur 5-2. Exempel på avledning av takvatten via rännदार anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



Figur 5-3. Principskiss på en överbyggnad med skelettjord. 1, slitlager 2, luftigt bärlager, 3 skelettjord 4, befintligt luckrad terrass 5, planteringsgrop med växtjord. Illustration André Olsson (2014-06-19)

5.2.2 Regnbäddar

Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon ovanpå jordlagret, där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn, och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande boendemiljö med rik och varierad växtlighet. Regnbädden byggs upp av

ett dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan det för växtligheten i de flesta fall är fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädd kan konstrueras visas i Figur 5-4.

Regnbäddarna förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till ledningsnätet.

Regnbäddar är lämpliga att anlägga på innergårdar och gårdsmark, då de ger en frodigare grönska, och därmed lummigare innergårdar, än vad som annars skulle vara möjligt ovanpå exempelvis bjälklag. Regnbäddar kan antingen anläggas som upphöjda "lådor" eller något nedsänkta i marken. I det senare fallet utgörs fördröjningszonen av höjden mellan växtbäddens jordyta och den omkringliggande marknivån.



Figur 5-4. Exempelillustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).

5.2.3 Underjordiska fördröjningsmagasin

I områden med begränsade markutrymmen är underjordiska fördröjningsmagasin en lämplig lösning. Underjordiska magasin kan byggas upp med plastkassetter/rörmagasin eller med makadam, stenkross med välsorterade fraktioner som vanligen varierar mellan cirka 4 – 80 mm. Plastkassetter och rörmagasin har fördelen att ca 95 % av volymen kan utnyttjas för magasinering, medan det i makadammagasinen enbart är polvolymen, normalt ca 30 %, som kan utnyttjas. Den totala volymen kan alltså minska betydligt med rörmagasin. Flera plastkassetter kan byggas samman för att få en större volym. Exempelbilder på rörmagasin och plastkassetter visas i Figur 5-5.

Det är viktigt att fördröjningsmagasinet avskiljs från omgivande material med en geotextil för att inte riskera att magasinets funktion försämras över tid genom att det sätts igen av finmaterial. De kan göras genomsläppliga för att möjliggöra infiltration, vilket bidrar till att upprätthålla grundvattennivåerna. Magasinet bör även förses med bräddavlopp och möjlighet till ytlig bräddning till gatumark vid extrema regn. Fördröjningsmagasin behöver underhållas vid behov (ungefär någon gång per år, men det beror på de platsspecifika förutsättningarna) där det ingår rensning av in- och utlopp till magasinen, samt rensning av eventuella brunnar och ledningar. En fördel med rörmagasin är att det är enkelt att utföra rensning och underhåll eftersom de är öppna tankar som enkelt nås via servicebrunnar.



Figur 5-5. Fördröjningsmagasin i plast, i form av rörmagasin (vänster) och plastkassetter (höger).

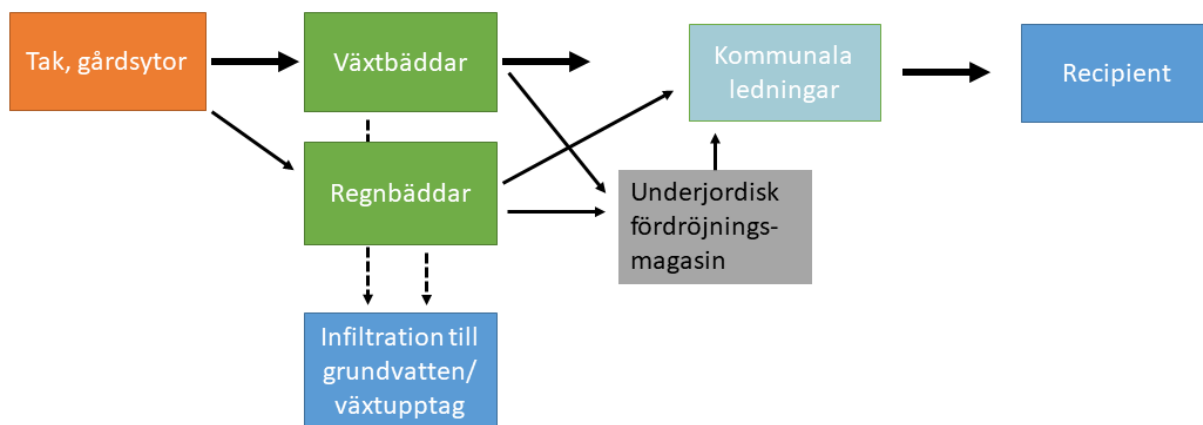
5.3 Lösningar för dagvattenhantering

För att fördröja och rena det dagvatten som bildas inom utredningsområdets hårdgjorda ytor så att Stockholms stads åtgärdsgränsmått för dagvatten uppfylls krävs en effektiv utjämningsvolym på cirka 33 m³. För att åstadkomma rening och fördröjning av denna volym föreslås en kombination av regnbäddar och växtbäddar. Alternativt kan en typ av lösning väljas för att omhänderta hela den erforderliga volymen. Utöver denna volym krävs en fördröjningsvolym på ytterligare 42 m³ för att säkerställa att det dimensionerande flödet inte ökar vid ett dimensionerande 20-årsregn. Denna fördröjningsvolym kan förslagsvis åstadkommas med ytterligare växtbäddar och regnbäddar eller ett underjordiskt fördröjningsmagasin. Den totala erforderliga volymen som behöver omhändertas blir således 75m³. Dagvattenanläggningar som föreslås i syfte att fördröja hela den erforderliga volymen är växtbäddar och regnbäddar med underjordiska magasin som alternativ. En schematisk skiss över föreslagen dagvattenhantering ges i Figur 5-6.

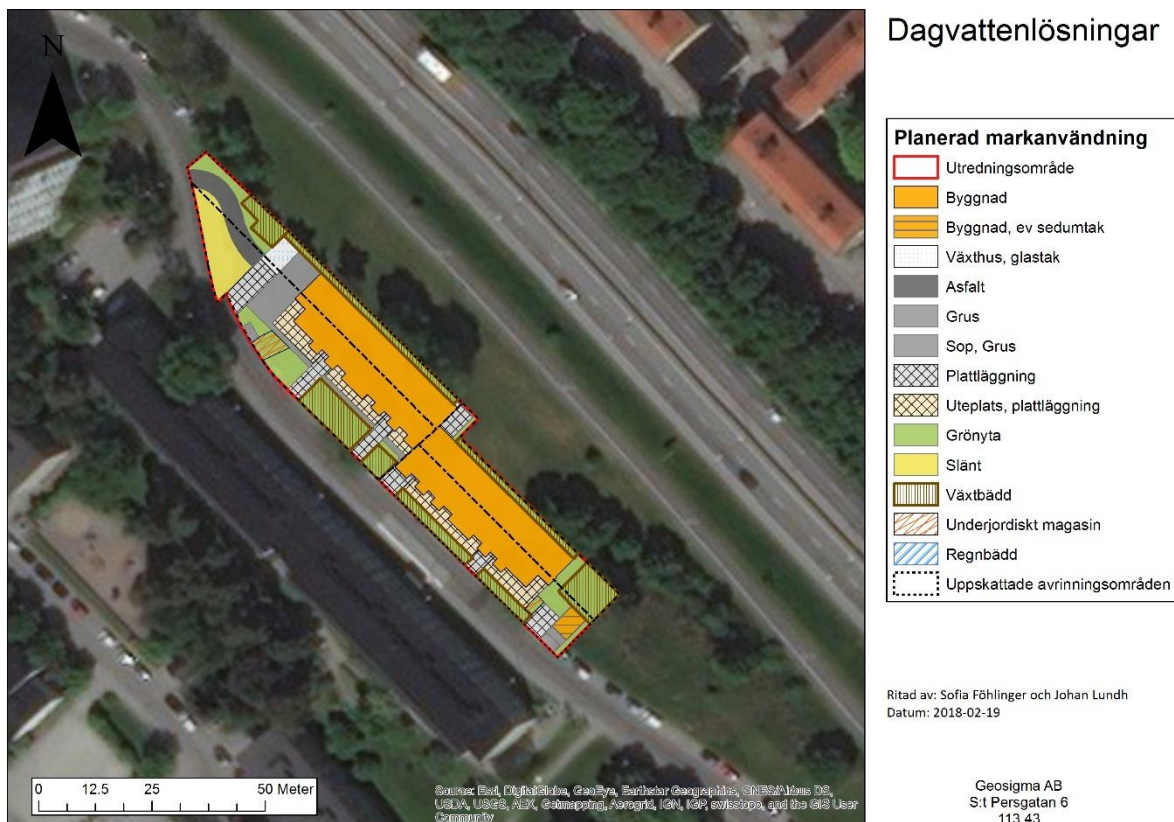
Avledning till anläggningarna bör, där höjdsättningen så tillåter, ske i öppna dagvattenrännor som ger en naturlig fördröjning av dagvatten och möjliggör infiltration i ett tidigt skede. Där det inte är möjligt att anlägga ytliga avrinningsvägar kan dagvattnet istället ledas till anläggningarna via markförlagda ledningar. På den östra sidan av huset bör dagvattnet ledas

till anläggningar längs långsidan men också till anläggningar på de båda kortsidorna i norr och söder. Eftersom utredningsområdet lutar västerut blir höjdsättningen nära byggnaden viktig för att vattnet inte ska ansamlas vid husgrunden. På den östra sidan av huset bör höjdsättningen vid byggnationen särskilt beaktas för att avrinningen, antingen genom ytliga avrinningsvägar eller markförlagda ledningar ska nå dagvattenanläggningarna. Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av utredningsområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, så att de inte blir över- eller underdimensionerade. I Figur 5-8 visas därför grovt uppskattade avrinningsområden på utredningsområdet som korreleras med areaexemplet med dagvattenlösningar.

Förslag till placering av anläggningarna ges i Figur 5-7, där också areor anges för att illustrera vilka ytor som finns tillgängliga. De areor som presenteras i figuren är **inte** förslag på anläggningarnas storlek utan tjänar endast som exempel.



Figur 5-6. Boxmodell över föreslagen dagvattenhantering inom utredningsområdet.



Figur 5-7. Principskiss med ungefärlig placering av föreslagna lösningar för dagvattenhantering. Observera att ortofotot ligger något förskjutet i bilden. Utritade areor är endast exempel och motsvarar inte erforderliga areor.

Beroende på vilket djup anläggningarna anläggs med fås olika tillgängliga volymer. Ett exempel på utformning som ger total erforderlig volym med hjälp av växt- och regnbäddar anges i Tabell 5-1 och i Tabell 5-2 visas alternativet med underjordiskt utjämningsmagasin. Areor och djup kan varieras och någon av anläggningarna kan utelämnas så länge den totala volymen uppgår till 75 m³ och den erforderliga reningsvolymen är 33 m³. Anläggningarnas utlopp konstrueras så att de från fyllt tillstånd avtappas med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.

Tabell 5-1. Exempel på utformning av dagvattenåtgärder genom växtbäddar och regnbäddar som ger tillräcklig total erforderlig fördröjningsvolym för ett dimensionerade 20-årsregn.

Lösningar	Area [m ²]	Måktighet [m]	Porositet	Volym [m ³]
Regnbädd	50	0.2	1	10
Växtbädd	450	0.5	0.3	68
Summa	500			78

Tabell 5-2. Exempel på utformning av anläggningar som ger erforderlig fördröjningsvolym för rening enligt Stockholms stads åtgärdsåtgärder med hjälp av växt- och regnbäddar i kombination med underjordiska vattenmagasin med enbart fördröjande effekt för att uppfylla den totala utjämningsvolymen för ett dimensionerande 20-årsregn.

Lösningar	Area [m ²]	Måktighet [m ²]	Porositet	Volym [m ³]
Regnbädd	17	0.2	1	3.4
Växtbädd	200	0.5	0.3	30
Summa	217			33
Kassetter/ Rörmagasin	44	1	0.95	42
Makadammagasin	140	1	0.3	42
Summa				76

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom utredningsområdet är utformade enligt riktlinjer i Stockholms stads åtgärdsåtgärder för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att stadens vattenförekomster på sikt ska uppnå god status.

5.4 Extremregn

Stockholms stads skyfallsmodell för ett 100-årsregn (Pramsten, 2015) visar på en risk för måttliga översvämningsdjup (0,1-0,3 m) längs utredningsområdets nordvästra gräns. Det är viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet vid extrem regn kan avrinna via sekundära avrinningsvägar längs utredningsområdets gångvägar och öppna ytor, och vidare ut på närliggande lokalator. Markytan närmast huskroppen bör höjdsättas så att den lutar bort från husväggen för att förhindra att vatten tränger in i byggnaden. Detta medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas.

7 Referenser

Dahlström, B. 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse, SVU-rapport 2010-05.

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

Länstyrelsen i Stockholms län, 2018. Vattenskyddsområden.

<http://www.lansstyrelsen.se/Stockholm/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenskyddsomr%C3%A5den/Pages/default.aspx>, hämtat 2018-02-21

Pramsten, J. 2015. Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Stockholm Vatten AB

SGU, 2018. Sveriges Geologiska undersökning, <http://sgu.se/>, hämtat 2018-03-07.

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

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

Stockholms stad, 2016. Dagvattenhantering – Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation.

Stockholm stad, 2018. Dataportalen. <http://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/>
Hämtat 2018-03-08

Stockholm Vatten AB, n.d., Ta hand om ditt vatten.

Stockholm vatten, 2000. Klassificering av dagvatten samt riktlinjer för regningskrav, del 1. Recipientklassificering.

<http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/rapporter/dagvatten/recipientklassificering.pdf>

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

Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

VAV, 1983. P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen

VISS, 2018. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2018-02-21.