

# Dagvattenutredning


## *Lillskogen, stadsdelen Bromma Kyrka*



Arkitekter, Ateljé Nord.

Geosigma AB

2022-11-01

Uppdragsledare: Tarannom Westling	Uppdragsnr: 606162	Grap nr: 20284	Version: 4	Antal Sidor: 48	Antal Bilagor: 1		
Beställare: Bromma Kyrkby ekonomisk förening	Beställares referens: Henrik Sagen			Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning, Lillskogen, stadsdelen Bromma Kyrka							
Författad av: Albin Nordström Reviderad av Emelie Stengård Emelie Stengård Emelie Stengård				Datum: 2020-12-08			
				2021-12-17 2022-05-31 2022-11-01			
Granskad av: Johan Lundh Lianne De Jonge Lianne De Jonge Anna Bachman				Datum:			
				2020-11-02			
				2021-12-15			
				2022-03-01			
2022-10-31							
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735		<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00		<b>Teknik &amp; Innovation</b> Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00		<b>Göteborg</b> Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00



## Sammanfattning

Enligt detaljplanen för planområdet "Lillskogen" (fastigheterna Lillskogen 45 och Lillskogen 46) i stadsdelen Bromma kyrka, Stockholm, planeras en småskalig bostadsbebyggelse där två befintliga villor ersätts med radhus, vilket förväntas att sammantaget resultera i tio nya bostäder.

Planområdet är beläget inom det tekniska delavrinningsområdet för det kombinerade avloppsnätet, som efter rening i Bromma avloppsreningsverk leds till Strömmen. Markytan inom planområdet uppgår till 0,25 ha och utgörs i huvudsak av lera och i mindre utsträckning av berg i dagen.

Beräkningar på dagvattenflöden för befintlig samt planerad markanvändning inom kvartersmark för planområdet, vidare kallat utredningsområdet, visar på att dagvattenflöden ökar enligt den projekterade exploateringen på grund av en ökad areal hårdgjord yta. Den erforderliga fördröjningsvolymen för utredningsområdet har beräknats uppgå till 24,8 m<sup>3</sup> vilket uppnås med föreslagen dagvattenlösning i form av regnbäddar och växtupptag inom övriga grönytor. Vidare visar simuleringar i StormTac att det sker en övergripande ökning i ämneshalter och ämnesbelastning från utredningsområdet enligt planerad markanvändning (utan rening av dagvatten) gentemot befintlig markanvändning. Med reningsåtgärder förbättras föroreningshalter och belastning för ett flertal ämnen men inte för alla. Föreslagna dagvattenåtgärder resulterar i att flertalet av ämnena renas till en nivå som är lika med eller underskrider de befintliga föroreningshalterna. Reningseffekten hos föreslagen dagvattenhantering uppgår till 54-89 % vilket visar på att föreslagen dagvattenhantering ökar reningseffekten av utgående dagvatten från planerad markanvändning. Beräkningarna av föroreningsbelastningen från området visar på en minskning för drygt hälften av de studerade ämnena och en ökning för knappt hälften. Genom införandet av fördröjningskrav om 20 mm renas och fördröjs ca 90 % av dagvattnets årsvolym.

Den samlade bedömningen av effekten på recipienten som görs, om föreslagna dagvattenåtgärder tillämpas, motsvarar en något höjd föroreningsbelastning än den befintliga belastningen från ett villaområde (utan vägar), vilket anses vara så lågt som det går att nå med åtgärder inom området.

Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och bör inte tolkas som exakta siffror utan som en indikation på föroreningsbelastningens storleksordning. Exploateringen av utredningsområdet bedöms sannolikt inte försämra recipientens möjligheter att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Enligt den miljötekniska markundersökningen är marken inom utredningsområdet till stor del förorenad och behöver saneras. För föreslagen dagvattenhantering är det viktigt att efter sanering säkerställa att marken är ren, detta för att dagvattnet inte ska riskera att sprida föroreningarna vidare. De föreslagna dagvattenlösningarnas placering och tekniska utformning kan behöva anpassas och kan byggas vattentäta om så behövs.

I dagsläget finns en känd översvämningssproblematik nedströms utredningsområdet. Flödesvägar med befintlig markanvändning som vid skyfall leder vatten till identifierade lågpunkter, både inom utredningsområdet och på grannfastigheten, har identifierats. Dagvattenutredningen föreslår att diken anläggs inom fastigheten för att fördröja och på ett säkert sätt avleda skyfallsvatten. Med

samtliga föreslagna fördröjningsåtgärder kan fastigheten fördröja mer vatten mot nedströms område till skillnad från befintlig situation utan planerad exploatering och fördröjningsåtgärder. Detta medför ett minskat flöde från utredningsområdet mot nedströms område samt kontrollerar identifierat flödesstråk och skapar säkrare avledning av skyfallsvatten från fastigheterna.

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	7
2	Underlag och tidigare utredningar .....	8
3	Gällande riktlinjer för dagvattenhantering .....	9
4	Material och metod .....	10
4.1	Beräkningar .....	10
4.1.1	Markanvändning .....	10
4.1.2	Dagvattenflöde .....	10
4.1.3	Dimensionerande fördröjningsvolym .....	11
4.1.4	Skyfallskartering .....	11
4.1.5	Ämneshalter och ämnesbelastning .....	12
5	Områdesbeskrivning .....	13
5.1	Befintlig och planerad markanvändning .....	13
5.2	Avrinningsområden och avvattningsvägar .....	14
5.2.1	Ytliga avrinningsområden .....	14
5.2.2	Tekniska avrinningsområden .....	16
5.3	Markförutsättningar .....	16
5.3.1	Miljöteknisk markundersökning .....	19
5.4	Recipient och miljö kvalitetsnormer .....	20
5.4.1	Strömmen .....	20
6	Flödesberäkningar och dimensionerande fördröjningsvolym .....	22
6.1	Dagvattenflöden utan fördröjning .....	22
6.2	Dimensionerande fördröjningsvolym .....	23
6.3	Dagvattenflöden med fördröjning .....	24
7	Ämneshalter och ämnesbelastning .....	25
7.1	Resultat föroreningsbelastning .....	25
8	Skyfallshantering .....	29
8.1	Sekundära avrinningsvägar .....	32
9	Förslag till dagvattenhantering .....	34
9.1	Åtgärd för nedströms områden .....	36
9.2	Uppskattning av ytanspråk .....	36
10	Principlösningar .....	38
10.1	Regnbäddar .....	38

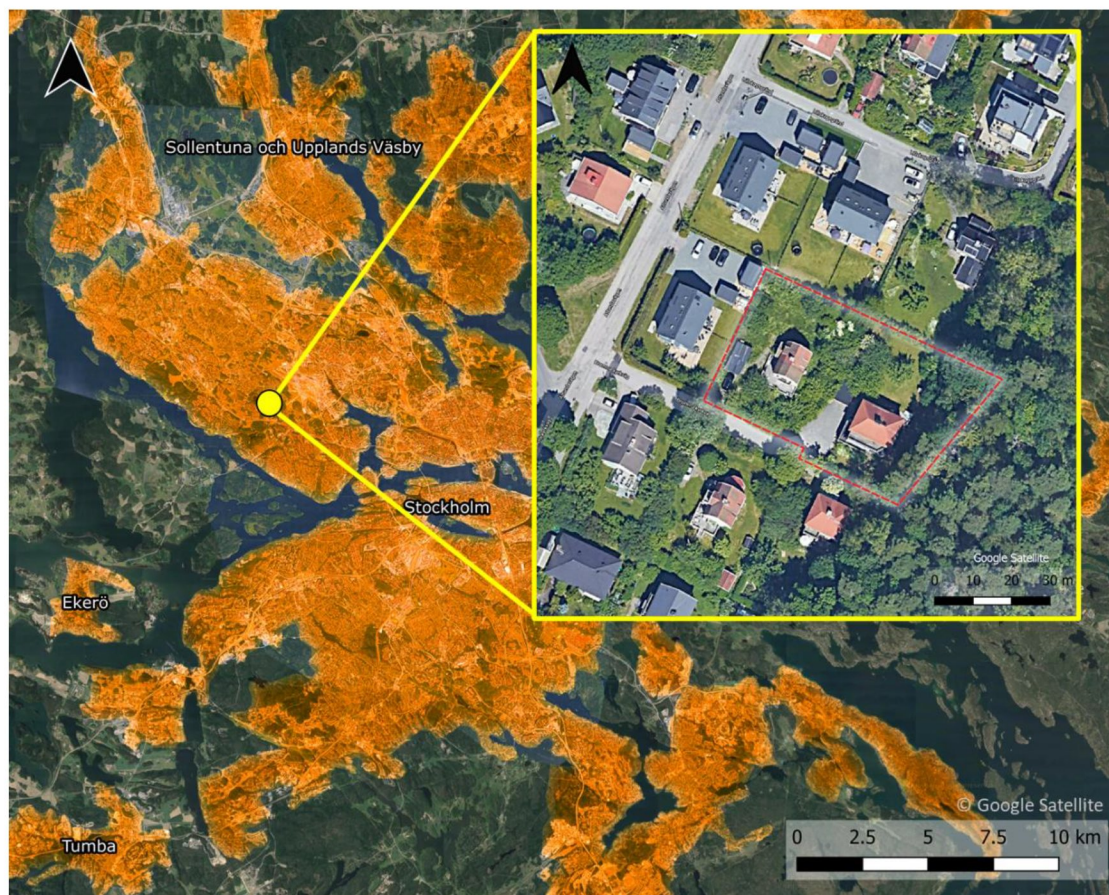
10.2	Svackdike .....	40
10.3	Infiltration på bostadstomt .....	41
10.4	Infiltration på parkering.....	43
11	Övriga relevanta förutsättningar .....	45
12	Sammanfattning av dagvattenhantering på kvartersmark.....	46
13	Referenser .....	47



## 1 Inledning

På uppdrag av Atelje Nord har Geosigma AB tagit fram en dagvattenutredning för fastigheterna Lillskogen 45 och Lillskogen 46 i Bromma Kyrkby, Stockholm (Figur 1-1). På fastigheterna planeras en småskalig bostadsbebyggelse där två befintliga villor ersätts med radhus, en längre radhuslänga med fem bostäder och två separerade radhus med sex respektive fyra bostäder. Om- och nyexploateringen förväntas att sammantaget resultera i tio nya bostäder. Utredningen görs som en del i detaljplanearbetet och syftet är att säkerställa ett hållbart omhändertagande av dagvatten på fastigheten, utifrån Stockholms Stads riktlinjer för dagvattenhantering (Stockholms stad, 2017). Föreliggande dagvattenutredning behandlar kvartersmark och inte allmän platsmark som utgörs av en del av Bromma kyrkväg och ett smalt parkstråk söder om kvartersmarken och öster om Bromma kyrkväg.

Lämpliga placeringar och dimensionering av eventuella fördröjningsanläggningar på kvartersmarken, vidare kallat utredningsområdet, kommer att föreslås. Översvämningsrisker i och runt utredningsområdet till följd av byggnationen kommer utredas. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden och utvärdering av föroreningstransporter, baserat på avrinningsförhållanden och geologiska, hydrologiska och topologiska förutsättningar.



**Figur 1-1.** Översiktsbild över utredningsområdet inom röd markering.

## 2 Underlag och tidigare utredningar

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Daterat/Tillhandahållet
Uppdragsbeskrivning och offert	2020-06
Strukturplan över planområdet	2022-02-18
Stockholms Stads riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark	2017 (version 1.1)
Checklista för dagvatten	2019-09-27

### 3 Gällande riktlinjer för dagvattenhantering

Det studerade utredningsområdet omfattas av Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering vilka, i stora drag, strävar efter att Stockholms vattenförekomster (sjöar, vattendrag och kustvatten) ska uppnå god status eller potential innan år 2027 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats (WRS, 2016). För ny- och större ombyggnation inom Stockholm stad så gäller mot bakgrund av ovanstående en åtgärdsnivå för dagvattenhantering i syfte att bidra till en relevant flödesfördröjning och att miljö kvalitetsnormerna i stadens vattenförekomster kan följas.

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering så gäller för ny- och större ombyggnation att (Stockholm stad, 2017; WRS, 2016):

1. Allt vatten från hårdgjorda ytor på kvartersmark och allmän [plats]mark<sup>1</sup> ska ledas till lokala dagvattenanläggningar med 20 mm fördröjning, vilket innebär att 90 % av årsnederbörden som faller inom ett område renas och fördröjs.
2. Dagvattensystemet ska ha en mer långtgående rening än sedimentation så att även lösta föroreningar kan avskiljas.

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering enligt ovanstående anses att en magasinering av 20 mm nederbörd bidrar med rening i nivå med identifierade behov (Stockholm stad, 2017; WRS, 2016). Det bör dock påpekas att det i princip krävs 100 % rening och fördröjning av årsnederbörden från ett givet område för att miljö kvalitetsnormer i recipienten för dagvatten ska kunna uppnås (WRS, 2016).

---

<sup>1</sup> Med allmän plats[mark] avses ett område som är avsett för ett gemensamt behov (t.ex. en gata, ett torg, eller en park; Boverket, 2020a). Med kvartersmark så avses all mark inom ett planområde som inte utgör allmän platsmark eller vattenområde (t.ex. bostäder, detaljhandel, eller industri; Boverket, 2020b).



## 4 Material och metod

### 4.1 Beräkningar

#### 4.1.1 Markanvändning

Befintlig respektive planerad markanvändning inom givet utredningsområde har utvärderats utifrån satellitbilder över området respektive erhållet underlag som beskriver framtida exploatering av utredningsområdet. Kategorisering av markanvändning inom utredningsområdet enligt befintlig och planerad exploatering har gjorts utifrån de markanvändningskategorier som hanteras i programvaran StormTac (2022). Detta med syfte att underlätta inför vidare beräkning av ämnesbelastning från området. Area för respektive markanvändning enligt befintlig samt planerad exploatering av utredningsområdet har beräknats i programvaran QGIS (2021).

#### 4.1.2 Dagvattenflöde

Flödesberäkningar för givet planområde har i denna utredning genomförts med den rationella metoden (ekvation 2-1) där...

$$Q = \sum_{i=1}^k i(t_r) \cdot A_i \cdot \varphi_i \cdot f \quad (4-1)$$

...Q är dagvattenflödet,  $i$  är nederbördsintensiteten (vilken beräknas som en funktion av varaktigheten för ett givet nederbördsevent,  $t_r$ ; Dahlström, 2010),  $A_i$  är arean för en given markanvändning inom utredningsområdet,  $\varphi_i$  är en markanvändningsspecifik avrinningskoefficient och  $f$  är en ansatt klimatfaktor. Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme används.

Dagvattenflöden har beräknats enligt befintlig markanvändning, samt för planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning, för ett nederbördsevent med en återkomsttid om 10, 20, respektive 100 år. Antagna värden för ovanstående parametrar redovisas i Tabell 4-1.

**Tabell 4-1.** Parametrar som används för att beräkna dagvattenflöden enligt den rationella metoden.

Parameter	Enhet	Värde/kommentar
Area ( $A_i$ )	ha	Se Tabell 5-1
Avrinningskoefficient ( $\varphi_i$ )	-	Se Tabell 5-1
Klimatfaktor ( $f$ )	-	1,25
Varaktighet ( $t_r$ )	min	10 (utan fördröjning)
Nederbördsintensitet ( $i$ )	L s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	(enligt Dahlström, 2010; $t_r = 10$ min)
– 5-årsregn		181.3
– 10-årsregn		227.9
– 20-årsregn		286.6



#### 4.1.3 Dimensionerande fördröjningsvolym

Beräkning av dimensionerande fördröjningsvolym har gjorts enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvatten vid nybyggnation och större ombyggnationer (Stockholms stad, 2017), som antagits av stadens tekniska nämnd. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom utredningsområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs. Beräkningarna av dimensionerande fördröjningsvolym utförs enligt ekvation (4-2) ...

$$V = \frac{20 \text{ mm}}{1000} \cdot A_{\text{red}} \quad (4-2)$$

... där V är den volym (m<sup>3</sup>) som ska fördröjas och renas, och A<sub>red</sub> är utredningsområdet reducerade area (m<sup>2</sup>) vilken beräknas som produkten av områdets area och sammanvägda avrinningskoefficient.

För ett 10, 20, respektive 100-årsregn så tar det cirka 15 min, 12 min, respektive 3 min att generera en nederbördsvolym/fylla en fördröjningsvolym om 20 mm, vilket således adderas till utredningsområdets antagna rinntid utan fördröjning (10 min) för att beräkna dagvattenflöden efter fördröjning vid ett 10, 20, respektive 100-års regn.

#### 4.1.4 Skyfallskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där kapaciteten på utredningsområdets dagvattensystem inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att området höjdsätts och utformas så att en eventuell vattenansamling inte skadar byggnader eller anläggningar. Instängda områden och lokala lågpunkter varifrån dagvatten inte kan avrinna bör på grund av ovanstående undvikas.

För att identifiera lokala lågpunkter inom utredningsområdet där markytan riskerar att översvämmas vid händelse av ett eventuellt skyfall, och närliggande byggnader riskerar att skadas, så har en skyfallskartering genomförts i SCALGO (2021). SCALGO är en plattform som med hjälp av höjddata från Lantmäteriet tillsammans med valda nederbördsuppgifter kan visualisera bland annat lågpunkter och flödesvägar för ytvatten. Vid skyfallskarteringen har ett regn om 100 mm ansatts på området, vilket innebär att 100 mm vatten ansätts på all terräng. Stockholms stads skyfallskartering (2018) har också tagits med som underlag för att identifiera lokala lågpunkter inom utredningsområdet. Att notera är att skyfallskarteringen inte tar hänsyn till exempelvis markytans infiltrationskapacitet, eller avrinning via eventuellt ledningsnät. Syftet med skyfallskarteringen är att identifiera de mest problematiska områdena vid händelse av ett skyfall.

För att få en ungefärlig bild av omfattningen av de vattenvolymer som kan behöva omhändertas ytligt inom det aktuella utredningsområdet vid extrem nederbörd har en översiktlig beräkning av översvämningsvolym utförts. Beräkningen utförs genom att ta den totala dagvattenbildningen från ett 100-årsregn. MSB (2017) anger att ett 100-årsregn med en varaktighet på 30 minuter motsvarar 44 mm regn. Ett regn motsvarande 44 mm multiplicerat med klimatfaktor 1,4 för att ta hänsyn till klimatförändringar ger en nederbörd på 62 mm som avrinner ytligt, infiltreras i marken och ansamlas

i diken, damm och andra lågpunkter. För att kompensera för klimatförändringar och inte underskatta effekterna av ett skyfall kan man översiktligt bedöma hur stora volymer som behöver magasineras på området vid skyfall genom att räkna på ett 62 mm regn enligt ekvation 4-3.

$$V = \frac{62 \text{ mm}}{1000} \cdot A_{red} \quad (4-3)$$

#### 4.1.5 Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvattnet från utredningsområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac (2021). I StormTac uppskattas ämnesbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet från respektive markanvändning (befintlig respektive planerad) och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier (Larm, 2001). För simuleringarna har en nederbördsmängd om 600 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Stockholm (Stockholms stad, 2017).

Om den slutliga markanvändningen ser annorlunda ut gällande utformning, än den markanvändning som beräkningarna är baserade på, påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna. Det bör också noteras att små förändringar i avrinningskoefficienterna kan ge relativt stora skillnader i dimensionerande flöde. De redovisade flödena bör därför endast ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen.

## 5 Områdesbeskrivning

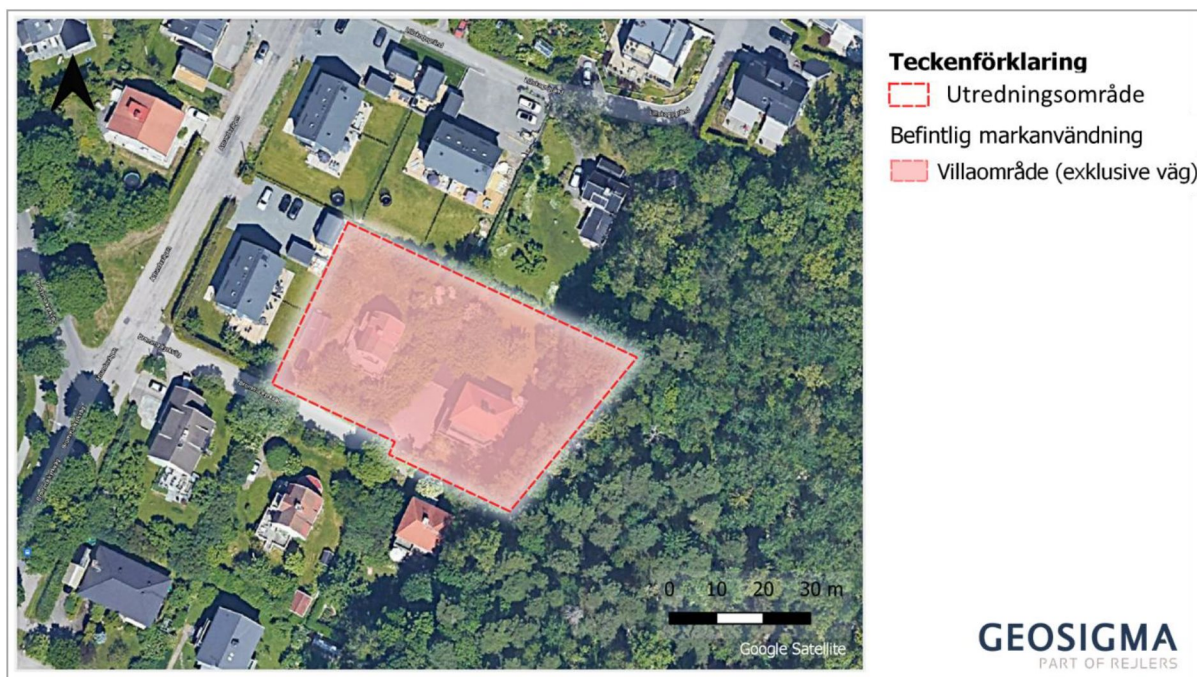
### 5.1 Befintlig och planerad markanvändning

Den befintliga markanvändningen inom utredningsområdet uppgår till 0,25 ha och utgörs uteslutande av ett villaområde utan vägar (Figur 5-1; Tabell 5-1). Enligt den projekterade exploatering av utredningsområdet planeras byggnation av ett radhusområde med tillhörande parkeringsytor (Figur 5-2; Tabell 5-1). Den planerade markanvändningen kommer i huvudsak utgöras av trädgårdsmark (46 %), följt av takyta (21 %), gata/parkering (21 %), samt uteplatser (12 %).

**Tabell 5-1.** Befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet "Lillskogen". Reducerad area beräknad som produkten av den markanvändningsspecifika avrinningskoefficienten ( $\varphi_i$ ) och den markanvändningsspecifika arean.

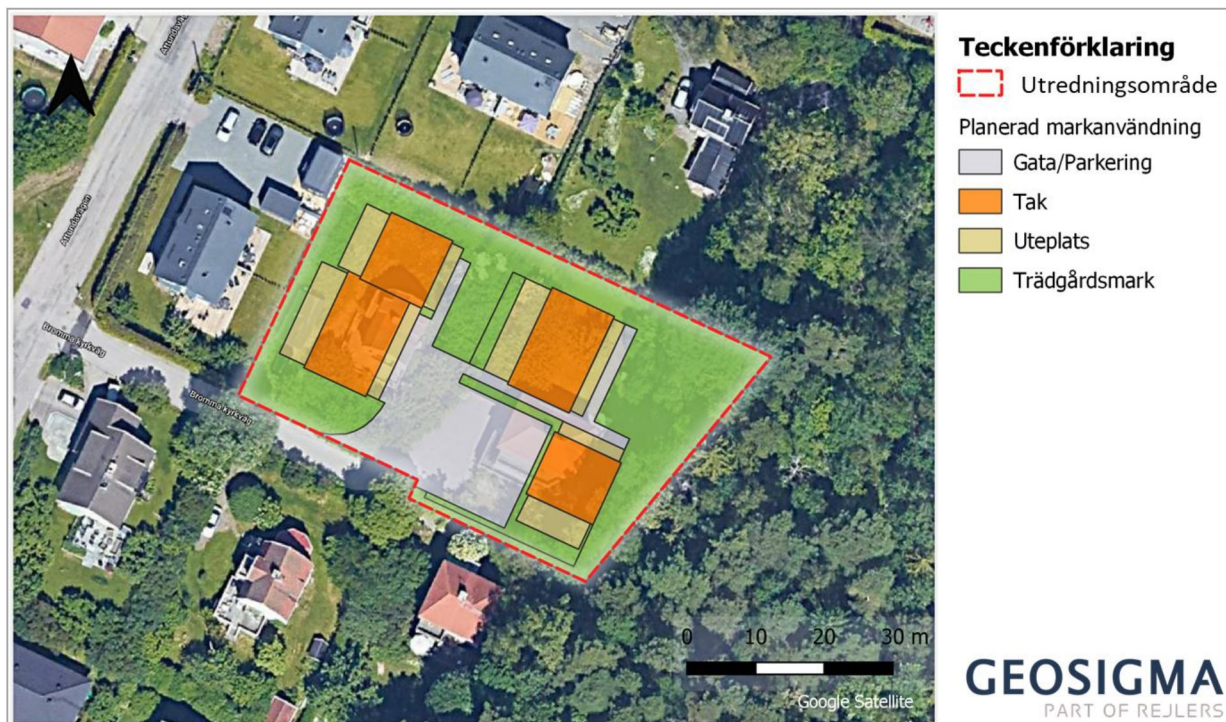
Detaljplan	Utredningsområde	Markanvändning	$\varphi_i$	Area (ha)	Reducerad area (ha)
Befintlig	Lillskogen	Villaområde, exklusive väg	0,15	0,25	0,04
		Hela utredningsområdet	0,15 <sup>a</sup>	0,25	0,04
		Gata/parkering	0,80	0,05	0,04
Planerad	Lillskogen	Uteplats	0,35	0,03	0,01
		Trädgårdsmark	0,10	0,11	0,01
		Takyta	0,90	0,05	0,05
		Hela utredningsområdet	0,45 <sup>a</sup>	0,25	0,11

<sup>a</sup>Medelvärde viktat till arean för respektive markanvändningskategori.



**Figur 5-1.** Befintlig markanvändning inom utredningsområdet "Lillskogen" tolkat utifrån satellitbilder över området.





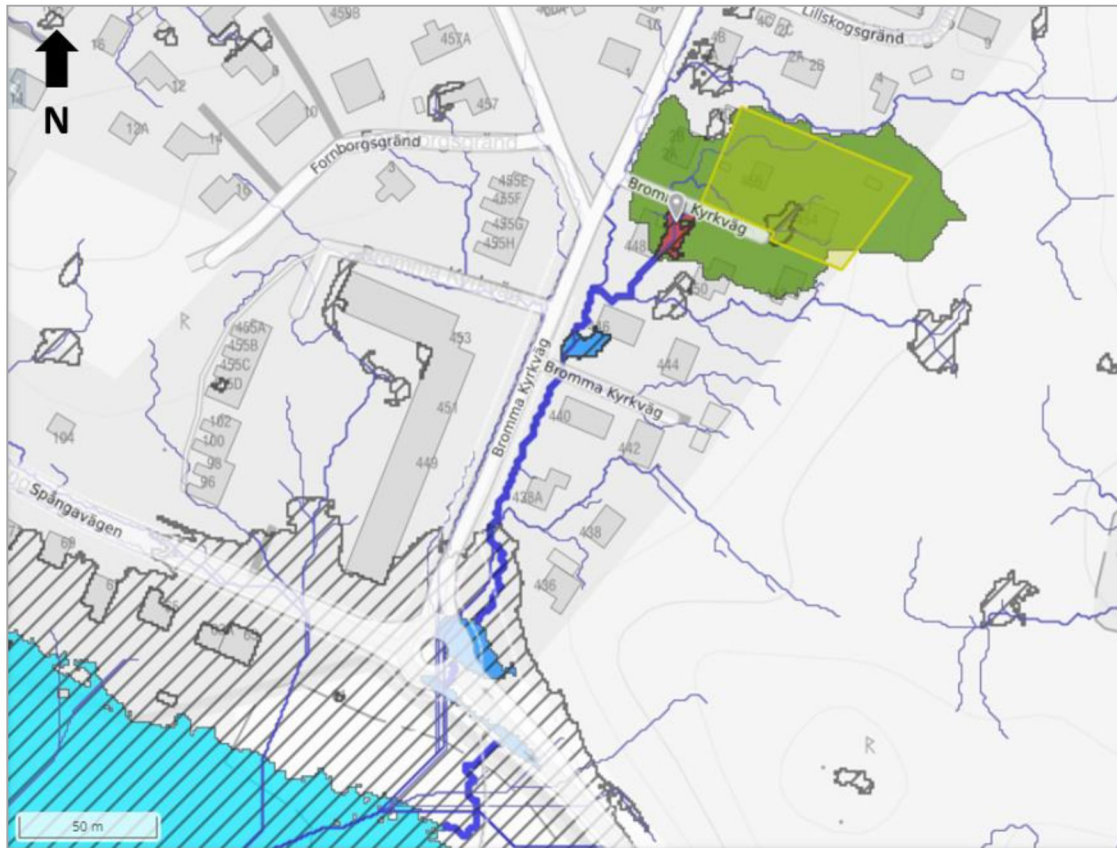
**Figur 5-2.** Planerad markanvändning inom utredningsområdet "Lillskogen".

## 5.2 Avrinningsområden och avvattningsvägar

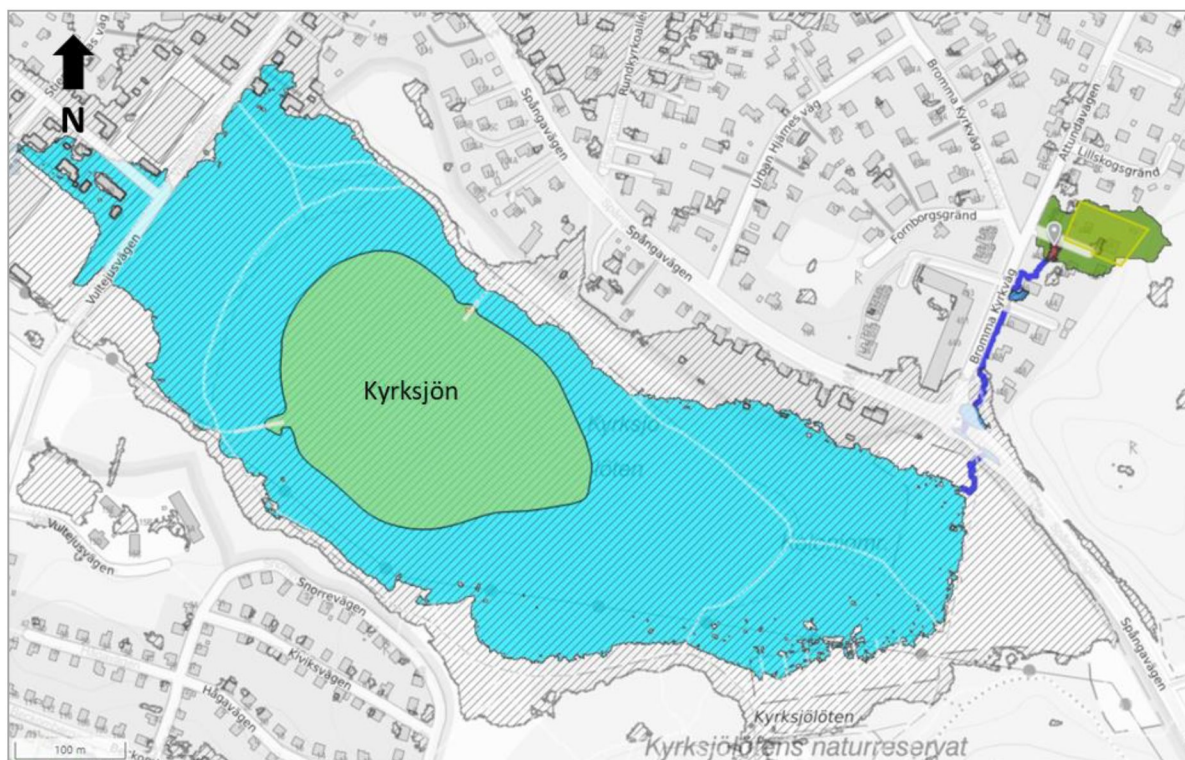
### 5.2.1 Ytliga avrinningsområden

Vid större regn än normalregn avrinner majoriteten av dagvattnet som genereras inom utredningsområdet först till en lokal lågpunkt, sydväst om utredningsområdet, via grannfastigheten i väst (Figur 5-3). När vattennivån i lågpunkten når ett visst tröskelvärde bräddar det mot fastigheter söderut och når sedan lågområdet som innefattar Kyrksjön (Figur 5-4). Enligt tillrinningsområdet till den identifierade lågpunkten närmast utredningsområdet tillkommer dagvatten från skogsmarken öster ifrån och rinner genom utredningsområdet innan det når lågpunkten.





**Figur 5-3.** Befintlig avrinning för området som innefattar planerad exploatering av "Lillskogen". Gul markering visar utredningsområdesgränsen. Grön markering illustrerar avrinningsområde för lågpunkten närmst utredningsområdet, lågpunkten ses i rött. Identifierade flödesvägar visas som mörkblå linjer. Lågpunkter illustreras som streckade areor.



**Figur 5-3.** Befintlig avrinning för området som innefattar planerad exploatering av "Lillskogen" samt lågområde med Kyrksjön som lägsta punkt. Gul markering visar utredningsområdesgränsen. Grön markering illustrerar avrinningsområde för lågpunkten närmst utredningsområdet, lågpunkten ses i rött. Identifierade flödesvägar visas som mörkblå linjer. Lågpunkter illustreras som streckade areor.

### 5.2.2 Tekniska avrinningsområden

Dagvatten från utredningsområdet ingår i det tekniska avrinningsområdet Bromma avloppsreningsverk dit vattnet leds via kombinerade ledningar (SVOA, 2022), vilket innebär att spillvatten och dagvatten avleds genom gemensam ledning. Ingen befintlig anlagd dagvattenhantering har identifierats inom fastigheterna. I dagsläget omhändertas det dagvatten som genereras av naturmarken genom infiltration och transpiration eller hamnar i lågpunkter för att infiltrera eller evaporera.

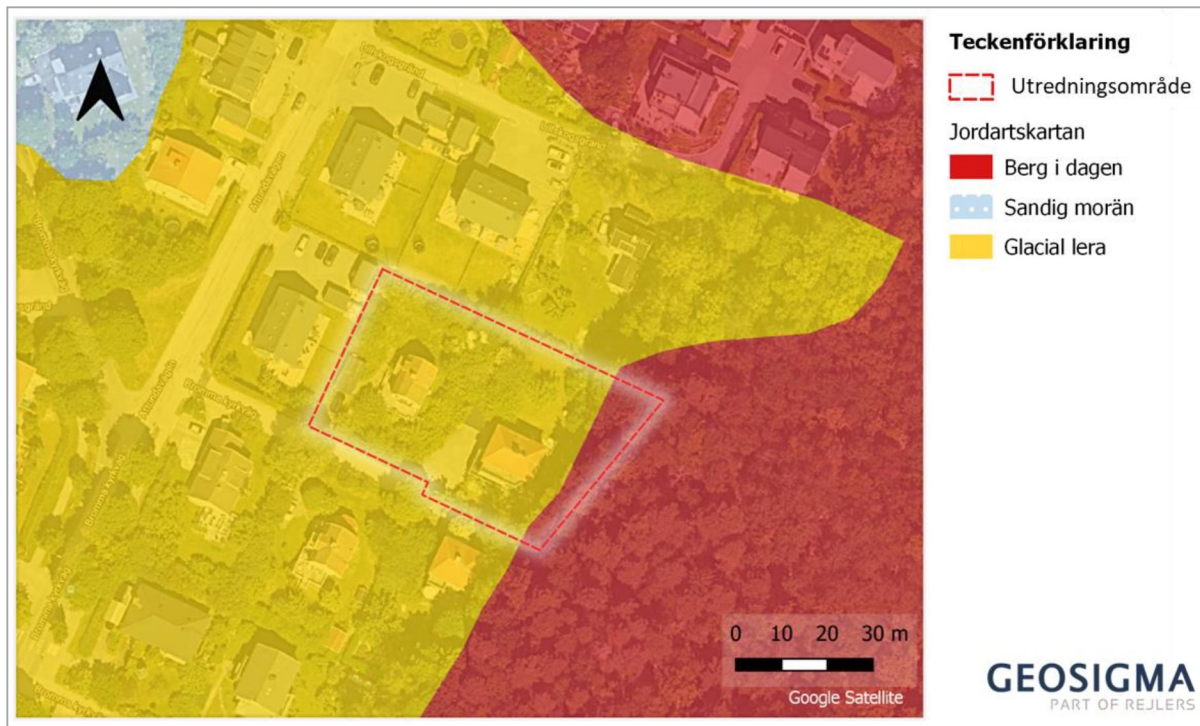
## 5.3 Markförutsättningar

Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) utgörs de ytliga jordarterna inom utredningsområdet till största del av glacial lera, och till en mindre del av berg i dagen (Figur 5-4). De ytliga jordarterna i utredningsområdets omnejd utgörs av berg i dagen, postglacial samt sandig morän. Jorddjupet till berg varierar mellan 0-10 m (Figur 5-5).

Enligt SGUs karta över markytans genomsläpplighet (SGU, 2020b) bedöms markytans genomsläpplighet inom utredningsområdet övergripande som låg (Figur 5-6). Vidare klassificeras grundvattnets sårbarhet inom utredningsområdet som måttlig, vilket innebär att risk föreligger för att föroreningar som infiltrerar i markytan når grundvattnet och sprids till närliggande vattenbrunnar (Figur 5-7; SGU, 2020c; 2009). Att notera här är att närmaste vattenbrunn återfinns ca. 415 m



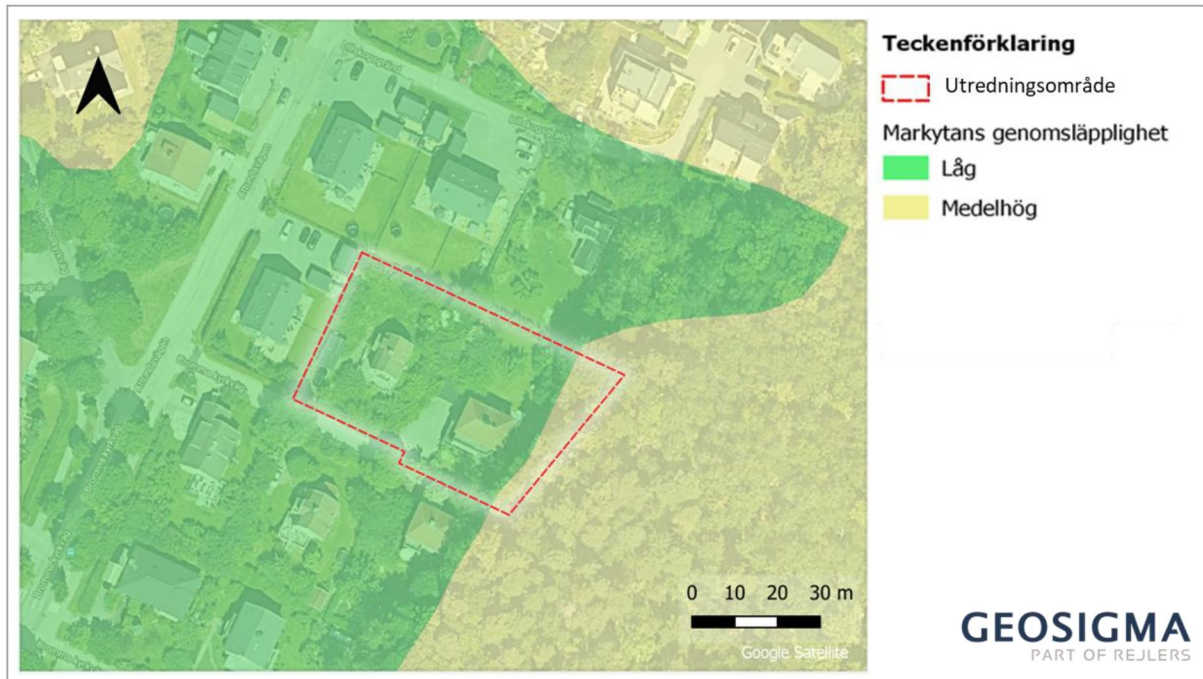
nordväst om aktuellt planområde enligt SGUs brunnsarkiv (SGU, 2020d); dock återfinns flertalet energibrunnar inom utredningsområdet med omnejd.



Figur 5-4. Ytliga jordarter inom utredningsområdet med omnejd enligt SGU (2020a).



Figur 5-5. Jordlagrens tjocklek till berg inom utredningsområdet med omnejd enligt SGU (2021).



**Figur 5-6.** Markytans genomsläpplighet inom utredningsområdet med omnejd enligt SGU (2020b).



**Figur 5-7.** Grundvattnets sårbarhet inom utredningsområdet med omnejd enligt SGU (2020c).



### 5.3.1 Miljöteknisk markundersökning

Geosigma (2022a) har utfört en översiktlig miljöteknisk markundersökning på fastigheterna Lillskogen 45 och Lillskogen 46. Nedan kommer utdrag ur utredningen:

*Analysresultatet från genomförd undersökning visar att det förekommer metallhalter samt PAH över riktvärdet för KM inom det undersökta området. Föroreningarna är heterogent utspridda över området och har inte gått att avgränsa i denna utredning. De flesta metaller binds hårt till partiklar och organiskt material i marken och sprids relativt långsamt. Den huvudsakliga spridningen sker oftast genom partikelbunden transport, antingen med grundvattnet eller vid damning och vinderosion. En del metaller kan även lösas i vatten och orsaka problem med förorening av grundvatten och vattendrag. Analysresultat av grundvatten tyder på att det förekommer spridning av metaller till grundvatten inom utredningsområdet.*

*Spridningsförutsättningarna inom det aktuella utredningsområdet bedöms vara måttliga till goda på grund av att grundvattenytan ligger relativt nära markytan och stora delar av markytorna är icke-hårdgjorda gröna ytor vilket ökar infiltration av vatten genom förorenad jord och därmed spridning av föroreningar till grundvatten. Grundvattenbildningen hämmas dock delvis på grund av att jordlagret inom utredningsområdet utgörs av lera som har en relativt låg infiltrationskapacitet. Utifrån analysresultatet går det inte utesluta att det kan föreligga risk för människors hälsa och miljö vid framtida ombyggnation.*

Miljötekniska markundersökningen rekommenderade att utföra en fördjupad riskbedömning och åtgärdsplan med plats specifika riktvärden (PSRV) för att avgränsa områden med höga föroreningshalter varpå en sådan utredning togs fram av Geosigma (2022b). Nedan presenteras de rekommendationer som presenterades i utredningen:

- Schaktsanering av marken ner till minst 0,5 m i rutorna A2 och B1 (F5-8)
- Schaktsanering av marken ner till minst 1 m i rutorna A1, B2 och B3 (Figur 5-8)
- Miljökontroll med provtagning av marken efter genomförd åtgärd
- Återfyllnad med rena massor där så bedöms lämpligt
- Provtagning av grundvatten efter åtgärd för att kontrollera eventuell påverkan från utförda åtgärder

*Inför efterbehandling ska en anmälan upprättas och lämnas in till tillsynsmyndigheten enligt §28 förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.*

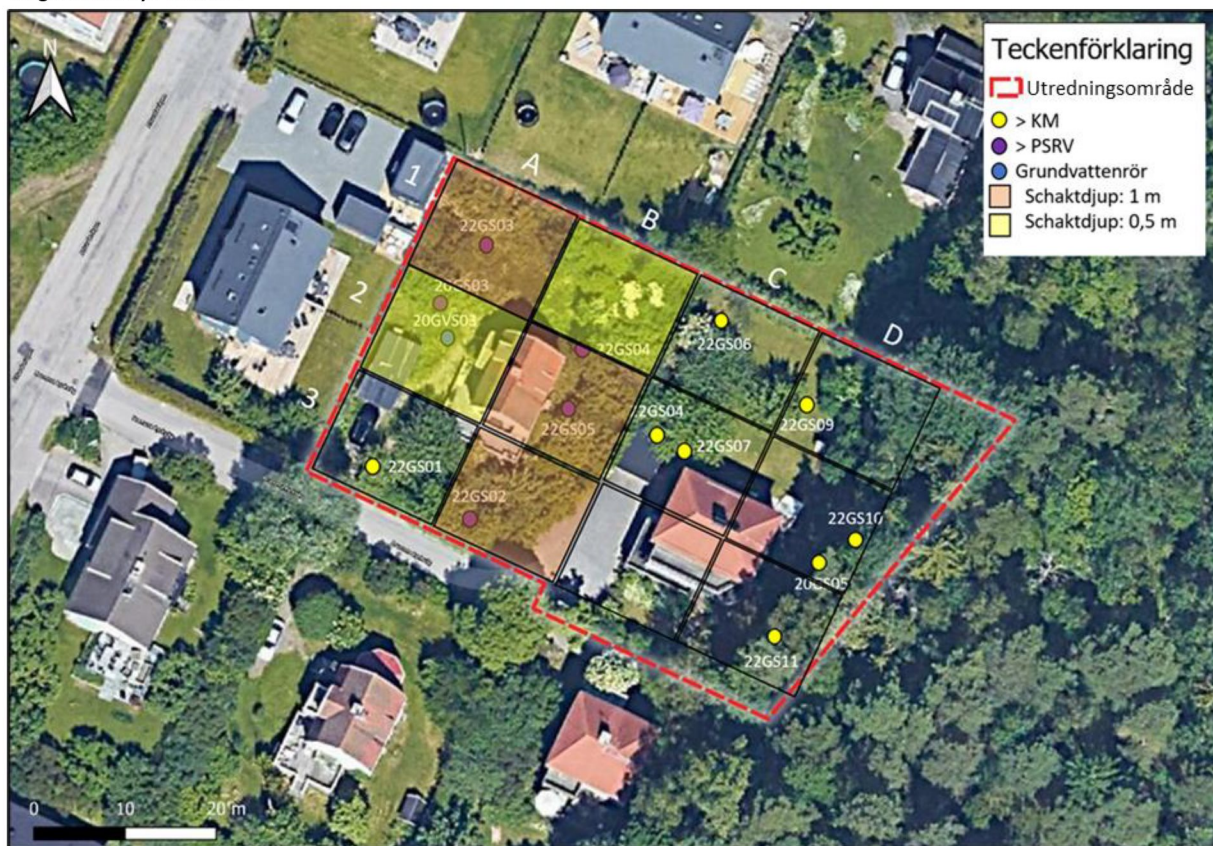
Nedan presenteras de rekommendationer som presenterades i den miljötekniska markundersökningen angående masshantering av förorenade massor.

*Vid schaktsaneringen bör förorenade massor ej mellanlagras direkt på marken inom området, för att minimera risken för kontaminering. Massorna bör i stället läggas direkt på flak och köras bort för att omhändertas på ett korrekt sätt. Är mellanlagring nödvändig, görs detta på presenning alternativt på hårdgjord yta.*

*Vid regn bör massorna även täckas med presenning för att förhindra att förorening sprids med regnvatten. Vid torra förhållande kan vattning av schaktmassor i stället bli aktuellt för att undvika damning.*

Vid grundvattenprovtagningen i rör 20G03GV uppmättes grundvattenytan på 3,4 m under markytan, vilket indikerar att grundvattennivån troligtvis ligger under föreslaget maximalt schaktdjup (1m), vilket i så fall minskar spridningsrisken via grundvatten vid schaktning av förorenade massor.

Även om grundvattennivån sannolikt kommer att ligga under planerade schaktdjup, kan läns pumpning bli nödvändig under schaktarbetet i samband med regn. Länsvatten bör då pumpas till och mellanlagras i en sedimentationscontainer. Provtagning av länsvattnet skall sedan utföras och godkännande från miljömyndigheten erhållas innan länsvatten kan släppas till exempelvis dagvattensystemet.



Figur 5-8. Föreslaget saneringsområde, indelat efter schaktdjup (Geosigma, 2022b).

## 5.4 Recipient och miljökvalitetsnormer

Området är beläget inom det tekniska delavrinningsområdet för det kombinerade avloppsnätet, som efter rening i Bromma avloppsreningsverk leds till Strömmen (Figur 5-7). Den ekologiska och kemiska statusen för recipient Strömmen presenteras i Tabell 5-2 och redogörs för i avsnitt 5.4.1

### 5.4.1 Strömmen

Enligt VISS (2020) är den ekologiska statusen i ytvattenförekomsten Strömmen otillfredsställande, mestadels baserat på miljökonsekvenstyperna övergödning och miljögifter, men också fysisk påverkan. Kvalitetsfaktorn växtplankton (klorofyll a) är utslagsgivande med avseende på miljökonsekvenstyp övergödning och resulterar i otillfredsställande status. Detta stöds av



kvalitetsfaktorn näringsämnen (totalhalter av kväve och fosfor sommartid) som har dålig status. Bedömningen har hög tillförlitlighet utifrån miljökonsekvenstyp. Miljökonsekvenstypen miljögifter uppnår inte god status, där har förhöjda halter av parametrarna icke-dioxinlika PCB:er, koppar och zink varit utslagsgivande. Miljökonsekvenstypen morfologiskt tillstånd och kontinuitet har enligt VISS (2020) vägledning bedömts till att uppnå måttlig status då kvalitetsfaktorerna konnektivitet och morfologi visar på dålig status.

Den kemiska statusen uppnår ej god, vilket 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. Det bör tas i beaktning att gränsvärdena för Hg och PBDE överskrider i Sveriges samtliga vattenförekomster på grund av långväga atmosfärisk deposition.

**Tabell 5-2.** Sammanfattning av ekologisk och kemisk status för recipienter av dagvatten från utredningsområdet, samt miljökvalitetsnormer (MKN) för Strömmen.

Recipient	MKN		MKN	
	Ekologisk status	Kemisk status	Ekologisk status	Kemisk status
Strömmen SE591920-180800	Otillfredsställande	Uppnår ej god	God ekologisk status 2027	God kemisk ytvattenstatus



**Figur 5-7.** Översiktsbild över recipient Strömmen i förhållande till utredningsområdet "Lillskogen" (VISS, 2021).

## 6 Flödesberäkningar och dimensionerande fördröjningsvolym

Flödesberäkningar för dagvatten har gjorts för ett 5-, 10- respektive 20-årsregn i syfte att dimensionera ett dagvattensystem för projekterad exploatering av utredningsområdet.

### 6.1 Dagvattenflöden utan fördröjning

Enligt flödesberäkningarna för befintlig samt planerad markanvändning kommer dagvattenflöden från utredningsområdet öka med 302 % enligt projekterad exploatering av utredningsområdet. Detta på grund av en ökad areal av hårdgjorda ytor i och med förändrad markanvändning (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet exklusive klimatfaktor; Tabell 6-1). (jmf. Figur 5-1 och Figur 5-2; Tabell 5-1).

Inklusive förväntade klimatförändringar inom utredningsområdet med omnejd förväntas dagvattenflödena öka med 378 % gentemot befintliga förhållanden och om utredningsområdet exploateras enligt erhållet underlag (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet, utan respektive med klimatfaktor; Tabell 6-1)

**Tabell 6-1.** Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor) för ett 5-, 10- respektive 20-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning utan fördröjning inom utredningsområdet.

Detaljplan	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
		Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	5-årsregn	6.7	8.4
	10-årsregn	8.5	10.6
	20-årsregn	10.7	13.3
Planerad	5-årsregn	20.4	25.5
	10-årsregn	25.7	32.1
	20-årsregn	32.3	40.3

## 6.2 Dimensionerande fördröjningsvolym

Med hänsyn till Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm fördröjning av dagvatten har den dimensionerande fördröjningsvolymen för den planerade markanvändningen inom utredningsområdet enligt projekterad exploatering beräknats till 22,5 m<sup>3</sup> (Tabell 6-2; Ekvation 4-2).

Enligt identifierade flödesvägar tillkommer dagvatten från viss omkringliggande mark till utredningsområdet. Främst tillkommer dagvatten, från bergsslänten i öster och villatomterna strax söder om utredningsområdet, från ett område på sammanlagt ca. 0,18 ha (Figur 6-1) och beräknas generera en dimensionerande fördröjningsvolym på 3,6 m<sup>3</sup> (Tabell 6-2). Genom att anlägga ett avskärande dike mot det östra skogspartiet minskar tillrinnande vatten från en area på ca 0,065 ha och reducerar där igenom den dimensionerande fördröjningsvolymen med 1,3 m<sup>3</sup>. Sammantaget med avskärande dike uppgår den totala dimensionerande fördröjningsvolymen som behöver tas omhand inom utredningsområdet till 24,8 m<sup>3</sup> (22,5 m<sup>3</sup> från utredningsområdet + 2,3 m<sup>3</sup> från tillrinnande område). Se avsnitt 9 för en mer detaljerad beskrivning av föreslagen dagvattenhantering inom utredningsområdet.

**Tabell 6-2.** Beräknad dimensionerande fördröjningsvolym (V) för utredningsområdet med projekterad exploatering enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm.

Utredningsområde	Markanvändning	$\varphi_i$	Area (ha)	Reducerad area (ha)	V (20 mm; m <sup>3</sup> )
Planerad	Gata/parkering	0.8	0.05	0.04	8.5
	Uteplats	0.4	0.03	0.01	2.4
	Trädgårdsmark	0.1	0.11	0.01	2.3
	Takyta	0.9	0.05	0.05	9.4
	<i>Utredningsområdet</i>	<i>0.45</i>	<i>0.25</i>	<i>0.11</i>	<i>22.5</i>
Tillrinnande område	Skogsmark	0.1	0.12	0.01	2.3
<i>Total dimensionerande fördröjningsvolym för utredningsområdet + tillrinnande område</i>					<i>24.8</i>



### 6.3 Dagvattenflöden med fördröjning

För beräkning av dagvattenflöden (Ekvation 2-1) inom utredningsområdet enligt projekterad exploatering med fördröjningskrav (enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm) vid ett 5-, 10-, respektive 20-årsregn ökar rinntiden med 25 min, 15 min respektive 12 min. Den totala rinntiden för att uppnå en nederbördsvolym om 20 mm för respektive nederbördsevent uppgår till 35 min, 25 min respektive 22 min.

För projekterad exploatering av utredningsområdet inklusive system för fördröjning av dagvatten förväntas dagvattenflöden att öka med cirka 169%, detta enbart på grund av en förändring i markanvändning (ökad areal hårdgjorda ytor; jmf. beräknade dagvattenflöden exklusive klimatfaktor för befintlig samt planerad detaljplan i Tabell 4-3).

Inklusive förväntade klimatförändringar inom utredningsområdet med omnejd förväntas dagvattenflödena öka med cirka 211 % vid projekterad exploatering av utredningsområdet, med fördröjning av dagvatten, gentemot befintliga förhållanden (jmf. beräknade dagvattenflöden exklusive samt inklusive klimatfaktor för befintlig respektive planerad detaljplan i Tabell 4-3).

**Tabell 6-3.** Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor) för ett 5-, 10-, respektive 20-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning och med fördröjning inom utredningsområdet för planerad situation.

Detaljplan	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
		Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	5-årsregn	6.7	8.4
	10-årsregn	8.5	10.6
	20-årsregn	10.7	13.3
Planerad	5-årsregn	19.9	24.9
	10-årsregn	14.4	18.0
	20-årsregn	19.6	24.5

## 7 Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten från utredningsområdet "Lillskogen" har beräknats enligt befintlig samt planerad markanvändning i programvaran StormTac, enligt de markanvändningskategorier och areor som redovisas i Tabell 5-1. I StormTac definieras de olika markanvändningskategorierna, varifrån schablonhalter för ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten baseras på, för befintlig samt planerad markanvändning (Tabell 5-1) enligt:

- **Parkering** är en "separat parkeringsyta som ligger utanför bebyggelse"
- **Gräsyta** "Enbart gräsyta utan gångvägar med mera". Används som markanvändning i StormTac för att representera trädgårdsmark
- **Takyta** är en "takyta utan specificering av takmaterial"
- **Grusyta**, ingen specificerad användning, används som markanvändning i StormTac för att representera uteplats
- **Villaområde, exklusive väg** är ett "område med villabebyggelse, inkluderande all markanvändning inom ett normalt villaområde, t.ex. tak, uppfartsvägar och gräsmattor [exklusive väg]"

I simuleringarna har ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten för standardämnen tillsammans med de prioriterade ämnena i recipienten (avsnitt 5.4.1) undersökts för befintlig samt planerad markanvändning inom utredningsområdet. I bilaga 1 redovisas en klassificering av osäkerheter i de beräknade ämneshalterna som erhålls från StormTac.

### 7.1 Resultat föroreningsbelastning

Simulering av ämneshalter i dagvatten från utredningsområdet indikerar att ämneshalter i regel förväntas att öka i dagvatten från utredningsområdet enligt projekterad exploatering (Tabell 7-1). Vidare förväntas ämnesbelastningen av samtliga studerade ämnen från utredningsområdet öka med projekterad exploatering av området (Tabell 7-2), vilket är väntat då projekterad exploatering leder till en ökad areal hårdgjorda ytor inom, och ökade dagvattenflöden från, utredningsområdet.

Notera att ämneshalter och ämnesbelastning har beräknats för kvartersmark och inte allmän platsmark som utgörs av en del av Bromma kyrkväg och ett smalt parkstråk söder om kvartersmarken och öster om Bromma kyrkväg. Bromma kyrkväg består idag av asfalt och kommer efter exploatering fortsatt bestå av asfalt, samma gäller för parkstråket som idag är grönyta och kommer förbli grönyta. Troligtvis kommer föroreningsbelastningen från allmän platsmark som utgörs av Bromma kyrkväg öka i och med att antalet boende och bilar blir fler än vad det är idag på området. Den del av allmän platsmark som utgörs av grönyta förväntas ha en oförändrad markanvändning med planerad exploatering.

Med implementation av föreslagna dagvattenlösningar bedöms projekterad exploatering av utredningsområdet uppfylla Stockholms stads åtgärdskrav om 20 mm fördröjning. Med reningsåtgärder förbättras föroreningshalter och belastning för ett flertal ämnen men inte för alla. Detta gäller i synnerhet för halter och belastning av kvicksilver men också kväve, kadmium, krom, antracen, flouranten, TBT och PBDE. Det bör påpekas att enligt Bilaga 1 förekommer det osäkerhet i föroreningsberäkningarna för främst markanvändningstyperna gräsyta och grusyta, detta på grund

av att det råder databrist i StormTac. Halter av kvicksilver och PBDE är ett nationellt problem och överskrids i Sveriges alla vattenförekomster och orsakas av långväga atmosfärisk deposition och går inte att reducera enbart inom detaljplan (VISS, 2021). Reningseffekten hos dagvattenlösningarna är däremot hög, mellan 54-89% (Tabell 7-3) vilket visar på att föreslagen dagvattenhantering ökar reningseffekten av utgående dagvatten från planerad markanvändning.

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom utredningsområdet är utformade enligt Stockholms stads åtgärdskrav för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att kommunens vattenförekomster på sikt ska uppnå god status. Eftersom utredningsområdet idag utgörs av ett villaområde (utan vägar) är den befintliga föroreningsbelastningen från området väldigt låg. Att uppnå den befintliga föroreningsbelastningen, och till och med understiga den, skulle innebära en förbättring på en redan väldigt låg påverkan. Beräkningarna av föroreningsbelastning från området visar på en minskning för drygt hälften av de studerade ämnena och en ökning för knappt hälften. För att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas i kommunens vattenförekomster bedöms att föroreningsbelastningen från dagvattnet totalt sett behöver minska med 70-80 %. Utifrån denna bedömning har åtgärdsnivåer om 20 mm tagits fram vilken innebär att ca 90 % av dagvattnets årsvolym renas och fördröjs. Eftersom en enskild fastighet eller ett enskilt planområde ensamt inte kan säkerställa att miljö kvalitetsnormerna i kommunens recipienter uppfylls är det viktigt att åtgärdsnivån uppfylls vid samtliga ny- och ombyggnationer. Vid omvandling av ett område som till stor del består av grönytor kommer en mindre förbättring ske jämfört med befintlig situation med åtgärdsnivån, medan det för till exempel ett industriområde som omvandlas leder till en större förbättring. Det viktiga för recipienten är att fördröjning och rening införs i hela tillrinningsområdet för att säkerställa att miljö kvalitetsnormerna kan uppfyllas. För recipient Strömmen arbetar Stockholm stad just nu med att ta fram ett lokalt åtgärdsprogram (LÅP), som ett steg i att uppnå god ekologisk och kemisk status enligt EUs vattendirektiv (Stockholm stad, 2021).

Vid exploatering av gröna områden är det vanligt att föroreningsbelastningen från området ökar för vissa ämnen även efter att åtgärdsnivån uppfyllts. Anledningen till detta är att den befintliga belastningen är väldigt låg, och i vissa fall i praktiken noll. Att försöka uppnå en väldigt låg föroreningsbelastning innebär att flera dagvattenåtgärder behöver anläggas i serie, vilka i varje steg ger en minskad reningseffekt (på grund av det ingående dagvattnets minskande föroreningshalt). Risken blir att stora resurser används vilka i praktiken ger väldigt liten effekt på recipienten eftersom föroreningsbelastningen är låg redan när åtgärdsnivån uppfyllts. Åtgärderna som skulle behövas för att uppnå bättre rening än vid befintlig markanvändning är inte ekonomisk försvarbara och anses inte vara rimliga i förhållande till utredningsområdets utbredning och planerade markanvändning.

Trots föreslagna dagvattenlösningar som uppfyller Stockholms stads fördröjningskrav visar resultat från föroreningsbelastningen att planerad exploatering av utredningsområdet kommer leda till att ett fåtal ämnen ökar i belastning från området. Samtidigt minskar belastningen för ett flertal ämnen med exploateringen och föreslagna dagvattenlösningar. I och med detta anses en exploatering av utredningsområdet sannolikt inte försämra recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.



**Tabell 7-1. Uppskattade ämneshalter i dagvatten från utredningsområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan respektive med rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämneshalt i dagvatten från utredningsområdet vid jämförelse mellan befintlig och planerad markanvändning (utan respektive med rening).**

Ämne	Enhet	Föroreningshalt			Förändring (%)
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	µg/l	140	130	50	-64
Kväve	µg/l	1400	1600	740	-47
Bly	µg/l	5.1	11	1	-80
Koppar	µg/l	15	18	4	-73
Zink	µg/l	65	61	7.2	-89
Kadmium	µg/l	0.17	0.46	0.074	-56
Krom	µg/l	2	6.6	2.4	20
Nickel	µg/l	4	6.7	1.7	-58
Kvicksilver	µg/l	0.0086	0.031	0.011	28
Suspenderad substans	µg/l	27000	58000	7900	-71
Olja (mg/l)	µg/l	230	290	75	-67
PAH (µg/l)	µg/l	0.49	1.4	0.13	-73
Benso(a)pyren	µg/l	0.013	0.024	0.0034	-74
Antracen	µg/l	0.0059	0.021	0.0079	34
Flouranten	µg/l	0.026	0.14	0.055	112
PBDE 47	µg/l	0.00014	0.00018	0.000072	-49
PBDE 99	µg/l	0.00017	0.00022	0.00009	-47
PBDE 209	µg/l	0.015	0.015	0.0062	-59
TBT	µg/l	0.0017	0.0019	0.00077	-55

**Tabell 7-2. Uppskattad ämnesbelastning i dagvatten från utredningsområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan respektive med rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämnesbelastning från dagvatten från utredningsområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan respektive med rening).**

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Förändring (%)
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0.054	0.11	0.04	-26
Kväve	kg/år	0.55	1.3	0.6	9
Bly	kg/år	0.002	0.0091	0.0008	-60
Koppar	kg/år	0.0057	0.015	0.0033	-42
Zink	kg/år	0.025	0.05	0.0058	-77
Kadmium	kg/år	0.000065	0.00037	0.00006	-8
Krom	kg/år	0.00076	0.0053	0.002	163
Nickel	kg/år	0.0016	0.0054	0.0013	-19
Kvicksilver	kg/år	0.0000033	0.000025	0.000009	173



Suspenderad substans	kg/år	11	47	6.4	-42
Olja (mg/l)	kg/år	0.089	0.24	0.06	-33
PAH (µg/l)	kg/år	0.00019	0.0012	0.0001	-47
Benso(a)pyren	kg/år	0.0000049	0.00002	0.0000027	-45
Antracen	kg/år	0.0000023	0.000017	0.0000064	178
Flouranten	kg/år	0.0000099	0.00011	0.000044	344
PBDE 47	kg/år	0.000000053	0.00000014	0.000000058	9
PBDE 99	kg/år	0.000000065	0.00000018	0.000000073	12
PBDE 209	kg/år	0.00000058	0.000012	0.000005	-14
TBT	kg/år	0.00000064	0.0000015	0.00000063	-2

**Tabell 7-3. Reningseffekten i procent för respektive ämne med föreslagna dagvattenlösningar.**

**Ämne Reningseffekt [%]**

Fosfor	65
Kväve	54
Bly	82
Koppar	71
Zink	85
Kadmium	84
Krom	59
Nickel	67
Kvicksilver	60
Suspenderad substans	78
Olja (mg/l)	66
PAH (µg/l)	89
Benso(a)pyren	79
Antracen	60
Flouranten	60
PBDE 47	60
PBDE 99	60
PBDE 209	60
TBT	60

## 8 Skyfallshantering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som utredningsområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara.

För att få en ungefärlig bild av omfattningen av de vattenvolymer som kan behöva omhändertas ytligt inom det aktuella utredningsområdet vid extrem nederbörd, har en översiktlig beräkning av översvämningsvolym utförts. Beräkningen har gjorts genom att ta den totala dagvattenbildningen vid ett 100-årsregn enligt Ekvation 4-3.

I Tabell 8-1 visas hur stor volym som översiktligt behöver ledas bort från utredningsområdet vid ett skyfall. Den grovt uppskattade totala översvämningsvolym (tillrinnande volym och volym som genereras inom utredningsområdet) vid ett 62 mm regn som vid dessa förutsättningar bildas på området samt tillrinnande vatten uppgår till ca 72 m<sup>3</sup>.

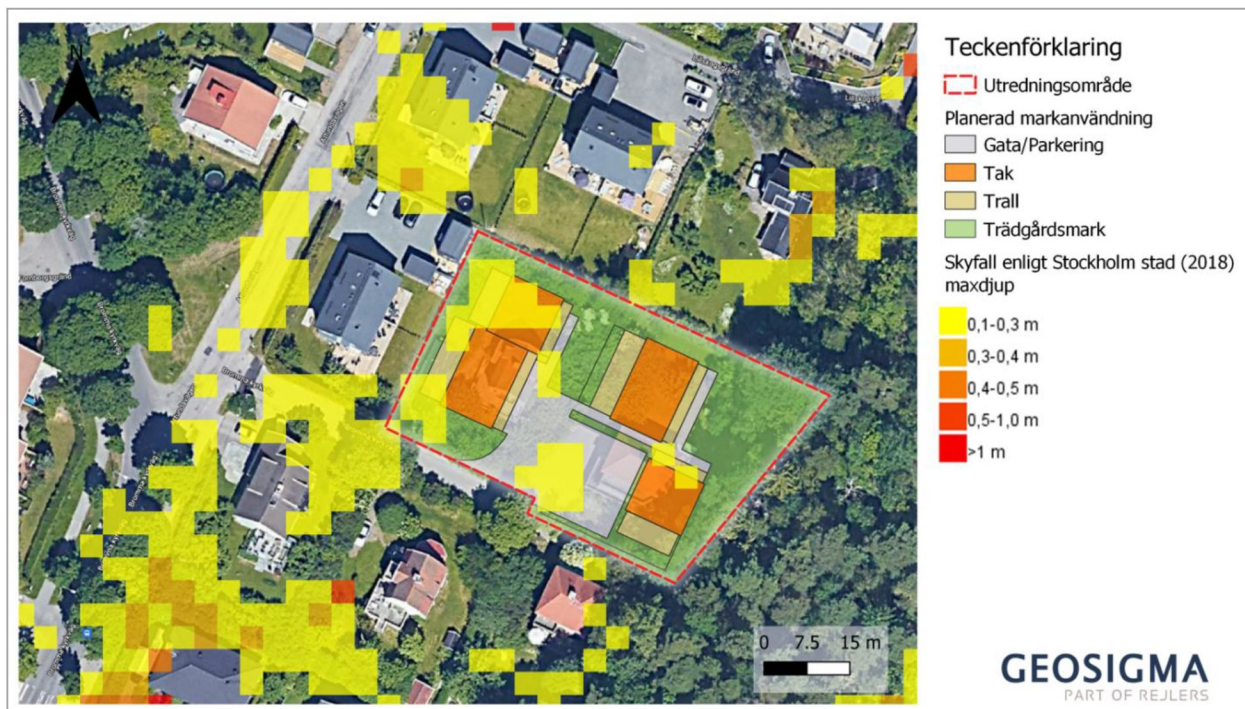
**Tabell 8-1.** Beräknad översvämningsvolym som behöver kunna omhändertas på ett säkert sätt vid extrem nederbörd.

Översvämningsvolym (m <sup>3</sup> )	
Utredningsområdet	72

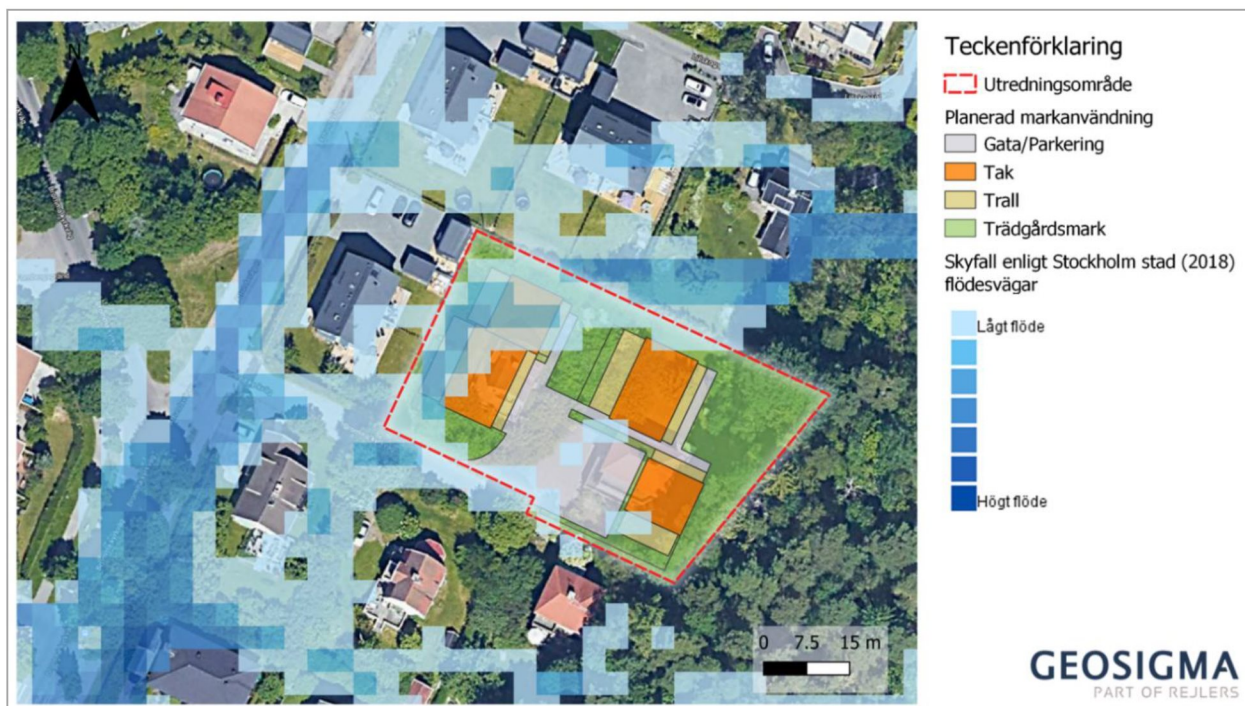
Baserat på Stockholms stads skyfallsanalys (2018) har en grov uppskattning av översvämningsrisken och lokalisering av översvämnningar kunnat göras. Figur 8-1 illustrerar instängda områden inom utredningsområdet, där samtliga områden uppskattas ha ett djup på mellan 0,1 till 0,3 m. Några större instängda områden har identifieras i nordvästra och sydvästra hörnet av utredningsområdet samt på planerad parkering. Utöver det förekommer två mindre instängda områden lokaliserade i mitten av utredningsområdet och mellan de två planerade huskropparna i öster. Figur 8-2 illustrerar flödesvägar vid skyfall, där ett flödesstråk har identifieras i nordvästra delen av utredningsområdet med en riktning från nordöst till sydväst. Flödesstråket är lokaliserat på platsen för de två planerade huskropparna i öst.

Ytterligare en grov uppskattning av översvämningsrisken och lokalisering av översvämnningar har gjorts med simuleringsprogrammet Scalgo live (2021). En simulering av de områden som riskerar översvämmas vid nederbörd på 62 mm har undersökts. I Figur 4:1 återfinns en av de tidigare identifierade lågpunkterna på parkeringen vid den södra infarten till utredningsområdet (Figur 8-3). I figuren ses även utredningsområdets befintliga rinnvägar med utlopp i väst mot grannfastigheten (stjärnmarkering).

Utöver det vatten som regnar på utredningsområdet tillrinner vatten från en del av skogsmarken öster om utredningsområdet samt från villatomterna i söder.

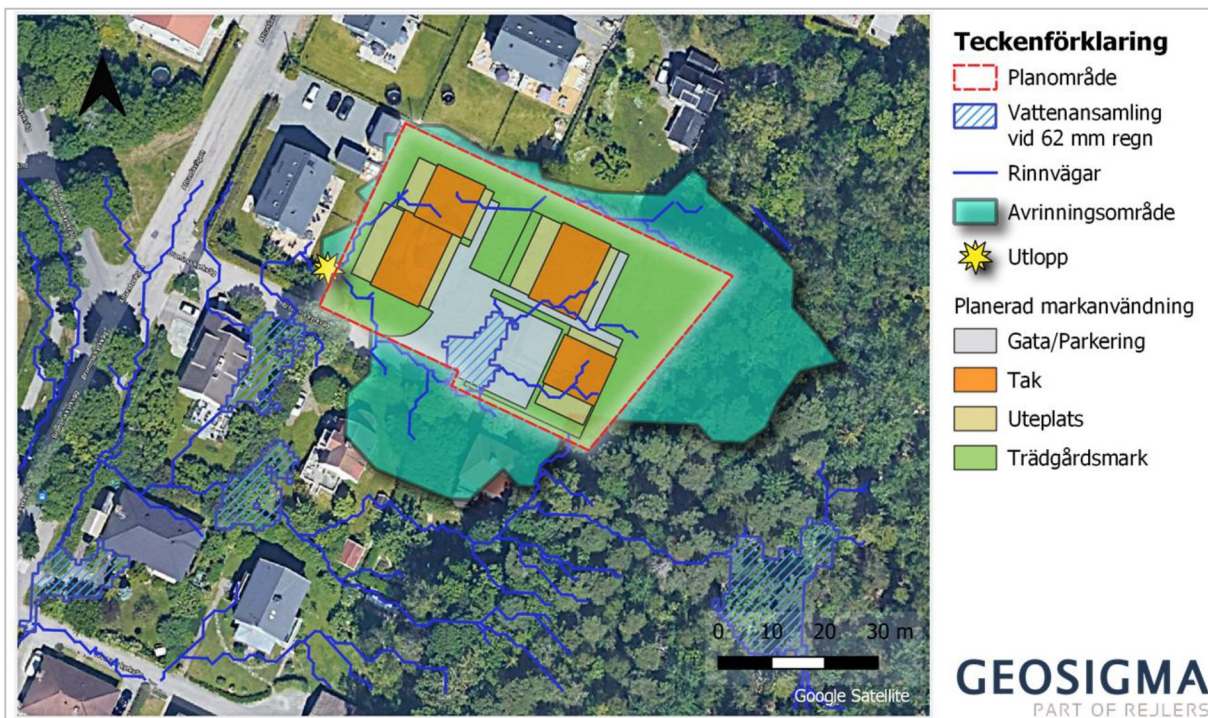


**Figur 8-1.** Instängda områden vid skyfall enligt Stockholms stads skyfallsanalys (2018).



**Figur 8-2.** Flödesstråk vid skyfall enligt Stockholms stads skyfallsanalys (2018).





**Figur 8-3.** Skyfallskartering över utredningsområdet utförd i SCALGO (2021). Avrinningsområdet för utredningsområdet inklusive område som tillrinner till utredningsområdet och dess befintliga utloppspunkt i väst illustreras i bilden.

För att planerad bebyggelse inte ska försämra för nedströms fastigheter föreslås att diken med fördröjande funktion anläggs längs gränsen till granntomten i väst samt en bit mot lokalgatan. Med en total dikeslängd på 48 m, en dikesbredd på 2 m och snittdjup på 1 m multiplicerat med 0,5 för att ta hänsyn till dikets form med smalare bottenbredd uppnås en volym på 48 m<sup>3</sup>. Dikets volym tillsammans med den dimensionerande fördröjningsvolymen som behöver tas omhand inom utredningsområdet (24,8 m<sup>3</sup>) kan sammantaget 72,8 m<sup>3</sup> (48 m<sup>3</sup> + 24,8 m<sup>3</sup>) fördröjas inom utredningsområdet. Den volymen motsvarar den översiktligt beräknade översvämningsvolymen för utredningsområdet (tabell 8-1).

Tabell 8-2 visar flöden för avrinningsområdet (figur 8-3) vid ett skyfall (30 min 100-årsregn). Med föreslagna fördröjningsåtgärder innebär att de första 62 mm av ett regn kan fördröjas och minskar därav flödet från utredningsområdet mot nedströms område med 18%, jämfört med befintlig situation utan fördröjningsåtgärder. Med föreslaget dike fördröjs inte bara vatten utan kontrollerar även identifierat flödesstråk i nordvästra delen av utredningsområdet och skapar säkrare avledning av skyfallsvatten från fastigheterna.

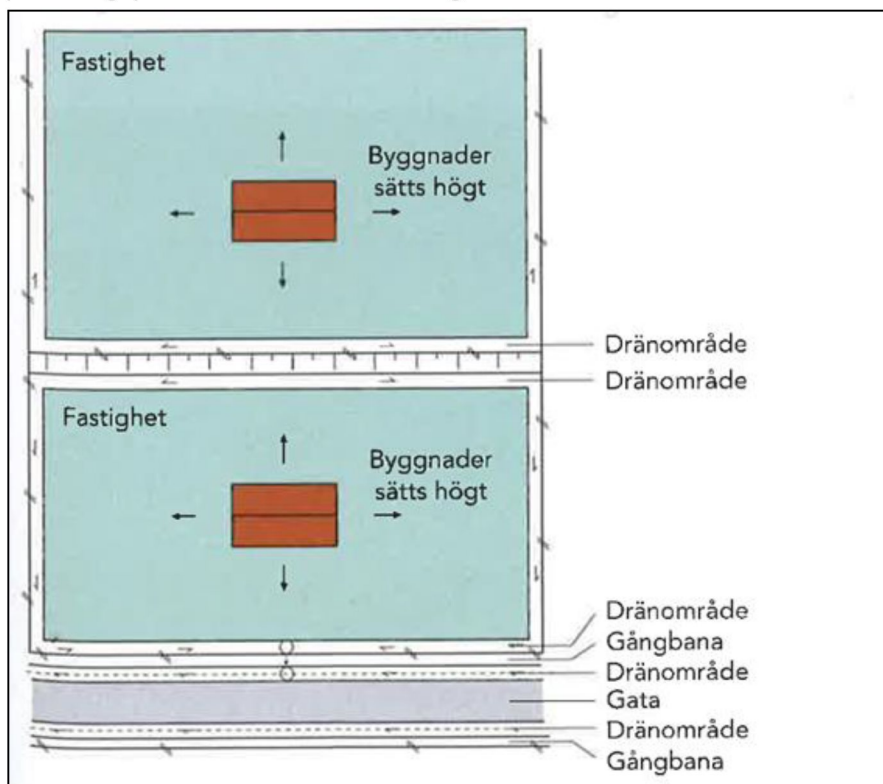
**Tabell 8-2.** Dagvattenflöden och volymer vid skyfall för befintlig och planerad situation med respektive utan hänsyn till fördröjningsåtgärder och klimatfaktor.

	Befintlig situation utan klimatfaktor	Befintlig situation med klimatfaktor	Planerad situation med klimatfaktor, utan fördröjningsåtgärder	Planerad situation med klimatfaktor, med fördröjningsåtgärder
Flöde [l/s]	24	30	45	20

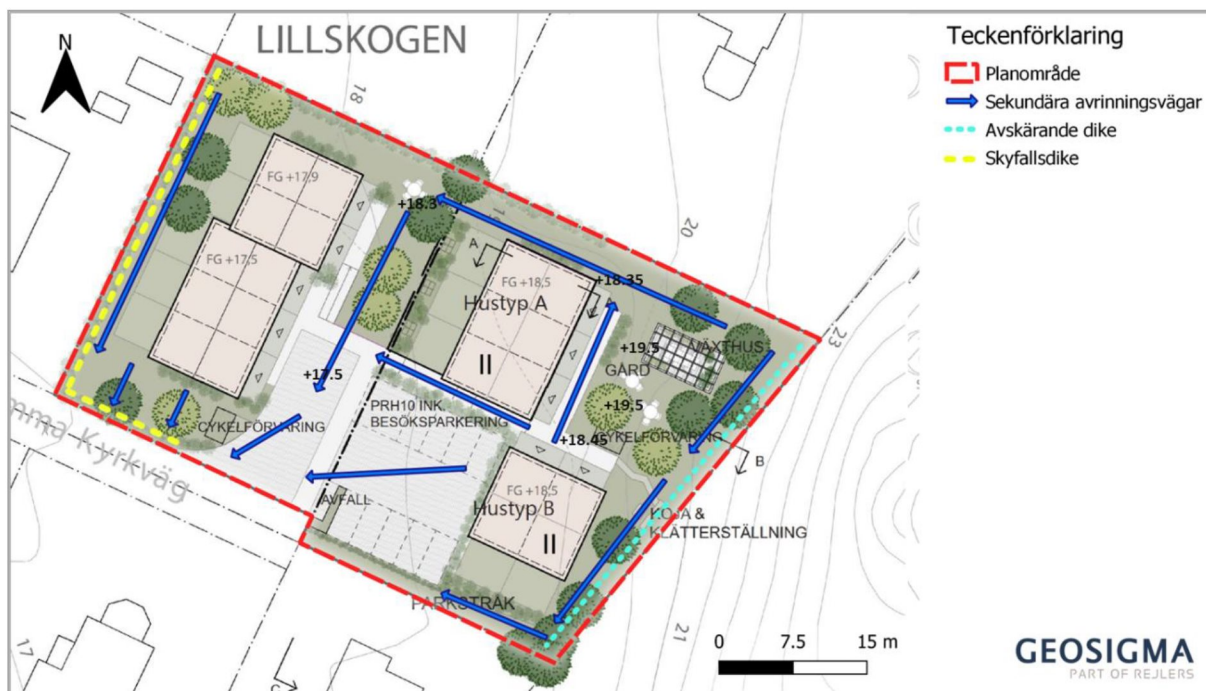


## 8.1 Sekundära avrinningsvägar

För att undvika översvämning och skador på byggnader är det viktigt att tidigt under exploateringen planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar, och vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller vattendrag. Vidare är det viktigt att undvika instängda ytor där ansamlad ytvatten förhindras att avrinna. En höjdsättning som skapar en effektiv ytavrinning förhindrar att ytvatten ansamlas i lågpunkter, vilket övergripande innebär att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar risken för skador på hus och grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 8-4. Det är av stor vikt att utredningsområdet höjdsätts så att inget vatten rinner mot grannfastigheten vid skyfall, så som det ser ut att göra idag. För västra delen av utredningsområdet föreslås att skyfallsvatten med hjälp av höjdsättning leds till föreslaget skyfallsdike mot granntomt i väst och skyfallsdike mot Bromma kyrkväg i söder. För den mellersta delen av utredningsområdet föreslås att skyfallsvatten ledas söder ut via parkeringsytan och vidare ut mot lokalgatan eller mot diket intill Bromma kyrkväg. För nordöstra delen av utredningsområdet föreslås att skyfallsvatten leds norr ut från huskroppen och vidare väster ut och sedan söder ut via parkeringsyta som för mellersta delen av utredningsområdet. För sydöstra delen av utredningsområdet föreslås att skyfallsvatten leds via parkeringsyta och vidare ut mot lokalgatan.



**Figur 8-4.** Höjdsättningsförslag enligt Svenskt Vattens publikation P105.



## 9 Förslag till dagvattenhantering

För att möta den erforderliga fördröjningsvolymen för utredningsområdet enligt projekterad exploatering (24,8 m<sup>3</sup>), samt reningsbehovet av dagvatten från utredningsområdet enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering, föreslås ett dagvattensystem där fördröjning och rening sker i en kombination av dagvattenlösningar. Föreslagen dagvattenlösning presenteras översiktligt i Figur 9-1 och Figur 9-2. Notera att Figur 9-1 är en visuell presentation av vilka ytor som behöver avsättas för föreslagna dagvattenlösningar. Exakt placering och storlek kan justeras av landskapsarkitekten i projekteringsskedet så länge funktion och fördröjningsvolym uppfylls.

Föreslagen dagvattenhantering består av följande:

### **Dagvatten från tak**

Total erforderlig fördröjningsvolym från taken är 9,4 m<sup>3</sup> och denna volym kan uppnås med regnbäddar placerade relativt nära husfasaderna.

### **Dagvatten från gata/parkering**

Total erforderlig fördröjningsvolym från gata/parkering är 8,5 m<sup>3</sup> och denna volym kan uppnås med en regnbädd belägen längs parkeringens södra ände.

### **Dagvatten från uteplatserna**

Total erforderlig fördröjningsvolym från uteplatserna är 2,4 m<sup>3</sup> och denna volym kan uppnås med regnbäddar placerade relativt nära husfasaderna.

### **Dagvatten från resterande grönytor**

Resterande dagvatten, som hamnar på grönytor (2,3 m<sup>3</sup>), bedöms tas upp av växtlighet i planerade gräsmattor och planteringar.

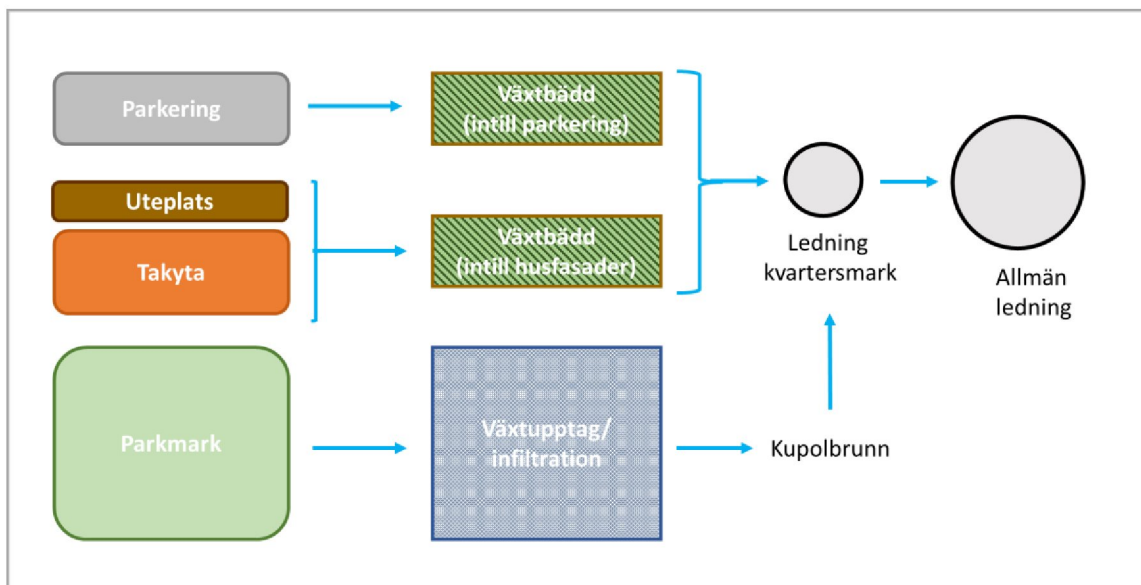
### **Tillrinnande dagvatten från skogsmarken**

Genom att anlägga ett avskärande dike mot det östra skogspartiet på kvartersmarken minskar tillrinnande vatten och den dimensionerande fördröjningsvolymen reduceras där igenom. Den erforderlig fördröjningsvolymen från tillrinnande dagvatten från skogsmarken uppgår till 2,3 m<sup>3</sup> och denna volym kan fördröjs i diket. Vattnet i diket kopplas inte på ledning utan avlägsnas via infiltration och avdunstning vid normal nederbörd. Detta på grund av att utredningsområdet ligger inom ett område med kombinerat nät så anslutning av ytterligare ytor (som ligger utanför planområdet) riskerar att försämra nedströms i systemet. Vid skyfall får diket brädda över söderut och rinna längs lokalgatan.





**Figur 9-1.** Översiktlig dagvattenlösning för utredningsområdet.



**Figur 9-2.** Schematisk bild över dagvattenlösning för utredningsområdet.

En konsekvens av den miljötekniska markundersökningen (behandlad under avsnitt 5.3.1) är att infiltration inte är lämpligt om marken är förorenad. Det är viktigt att efter sanering säkerställa att marken är ren för att dagvattnet inte ska riskera sprida föroreningar vidare. Det innebär att de föreslagna dagvattenlösningarnas placering och tekniska utformning kan behöva anpassas. Infiltrationsmöjligheten kan komma att variera inom utredningsområdet beroende på resultatet efter föreslagna åtgärder med schaktsanering. Om det bedöms finnas risk för föroreningsspridning kan dagvattenhanteringen konstrueras med helt täta anläggningar. För tät konstruktion kommer dräneringsledningar behöva kopplas till det kommunala nätet.

## 9.1 Åtgärd för nedströms områden

För att säkerställa att inte planerad exploatering av planområdet kommer öka översvämningsrisken inom planområdet eller för omgivningen har dagvattenutredningen föreslagit att anlägga diken inom fastigheten med kapacitet och utformning att fördröja och leda bort skyfallsregn. Dessutom kommer diket att ha en avskärande funktion som stoppar det flöde som idag rinner från naturmark genom fastigheten mot grannfastigheter, bland annat mot Lillskogen 47, väster om planområdet.

Kvartersmarken har på så sätt tagit så stor höjd för dagvattenhantering att det inte kommer uppstå ökade flöden mot lokalgatan (Bromma kyrkväg). Tvärtom innebär föreslagen dagvattenhantering att mer dagvatten fördröjs och att lokalgatan Bromma kyrkväg får ett mindre flöde att leda bort vid skyfall jämfört med nuvarande flöden. På detta sätt behövs inga åtgärder utanför planområdet och gatans kapacitet att leda bort höga flöden är inte en förutsättning för att minska översvämningen inom området.

## 9.2 Uppskattning av ytanspråk

Givet en erforderlig fördröjningsvolym om 24,8 m<sup>3</sup> för utredningsområdet enligt projekterad exploatering så har den erforderliga arean för valfritt makadamlager uppskattats (Tabell 9-1) enligt följande antaganden på utformning av dagvattenanläggning (jmf. Figur 9-1)

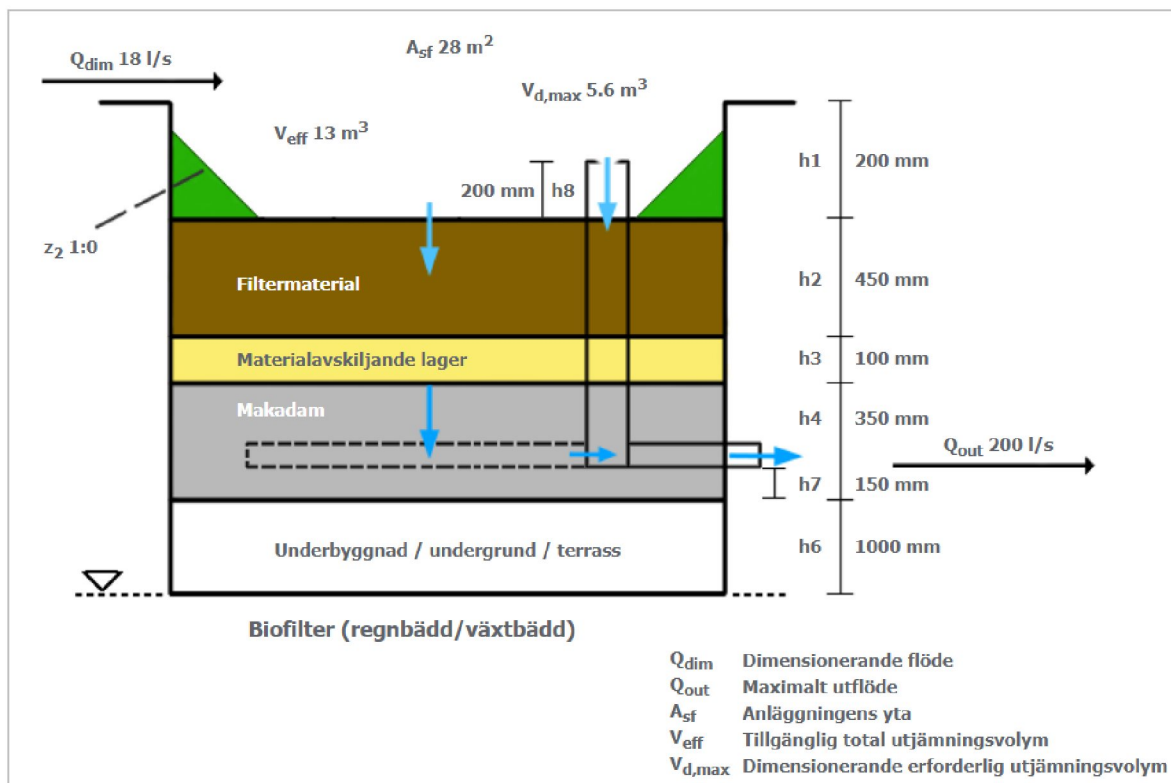
1. En reglervolym om 0,5 m
2. En funktionell mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) mellan 0,1 och 1,0 m med en genomsnittlig porositet om 0,3

Som ses i Tabell 9-1 beror regnbäddarnas erforderliga area av dess funktionella mäktighet. Givet en funktionell mäktighet om till exempel 0,5 m har den erforderliga arean på regnbäddarna för att möta erforderliga fördröjningsvolym om 24,8 m<sup>3</sup> uppskattats till mellan 70-80 m<sup>2</sup> (Tabell 9-1). En grundare regnbädd än 0,5 m kommer innebära ett större area för att uppfylla den erhållna fördröjningsvolymen och vice versa. Med avseende på rening har arean på regnbädden större effekt på reningen än djupet. Figur 9-3 illustrerar hur utformningen och dimensionerna på en regnbädd kan se ut.

**Tabell 9-1.** Uppskattad erforderlig area för regnbäddar som en funktion av dess funktionella mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) för att möta erforderlig fördröjningsvolym om 24,8 m<sup>3</sup> givet en reglervolym om 0,5 m och en porositet på den funktionella mäktigheten om 0,3.

Funktionell mäktighet (m)	Ytanspråk regnbädd (m <sup>2</sup> )
0.0	165
0.1	138
0.2	118
0.3	103
0.4	92
0.5	83
0.6	75
0.7	69
0.8	64
0.9	59
1.0	55

Det bör noteras att angiva volymer avser den totala volymen som behöver omhändertas. I samband med fortsatt detaljprojektering bör nödvändiga volymer i respektive anläggningar beräknas för att säkerställa att fördröjnings- och reningskrav på 20 mm nederbörd uppnås.



**Figur 9-3.** Schematisk bild över utformningen och dimensionering av föreslagna regnbäddar. Bilden genererad i StormTac (2022).



## 10 Principlösningar

### 10.1 Regnbäddar

Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter (regnbäddar). 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 rännalar, anlagda med exempelvis gatsten eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i Figur 10-1 och Figur 10-2. Ett annat sätt att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar som leder vattnet till regnbäddarna.

En regnbädd kan konstrueras på ett flertal sätt, dock bör följande komponenter ingå (Payne m.fl., 2015; Figur 10-3):

1. Ett **inlopp** som leder dagvattnet till regnbädden.
2. Ett **bräddningsutlopp** som möjliggör bräddning av dagvattnet vid kraftiga regn för att förhindra att regnbädden skadas.
3. En **reglervolym** (fördröjningszon/en öppen vattenyta) vilken ökar reningseffekten hos regnbädden genom att tillåta en stagnering av dagvattnet innan infiltration.
4. **Vegetation** som bidrar till en ökad rening och evapotranspiration av dagvattnet. Vidare bidrar vegetationen till att stabilisera och bibehålla infiltrationskapaciteten hos filtermaterialet.
5. Ett **filtermaterial** som fungerar som underlag för vegetation, samt renar och fördröjer dagvattnet (sandbaserad växtjord).
6. Ett **materialavskiljande lager** som förhindrar att mindre partiklar från filtermaterialet övergår till det underliggande dräneringslagret (t.ex. grovsand).
7. Ett **dräneringslager** genom vilket regnbädden kan dränera till befintligt ledningsnät för dagvatten. Bidrar även till att öka regnbäddens fördröjningsvolym (t.ex. makadam, singel, eller lecakulor).
8. Ett **geomembran** eller annan tät yta som förhindrar infiltration i underliggande mark (om infiltration av dagvatten i underliggande mark ej önskas).
9. Ett **förbehandlingssteg** för att förhindra höga flöden till regnbädden och filtrera bort grövre partiklar (t.ex. löv).

Förbehandlingssteget kan exempelvis utgöras av en stenkista till vilken dagvatten från stuprör leds i ett första steg för att förhindra erosionsskador på regnbädden vid kraftiga flöden, samt för att tillåta sedimentation/filtrering av grövre partiklar vilket förhindrar en tidig igensättning av regnbädden. Vidare så bör filtermaterialet som används i regnbäddarna väljas utefter de huvudsakliga föroreningarna som förväntas i dagvattnet från detaljplaneområdet/respektive delavrinningsområde, och med hänsyn till de prioriterade ämnena i recipienten, då reningseffekten för olika föroreningar skiljer sig åt mellan olika filtermaterial (se biofilter i SVU, 2019).

Drift och skötsel av regnbäddar innebär att efter installation krävs bevattning för att vegetationen ska etablera sig, därefter kommer växtskötsel så som ogrärensning och eventuellt komplettering av

växter behövas för att upprätthålla regnbäddens renande funktion (SVOA, 2022). Rensning av inlopp behöver ses över regelbundet och över tid kan genomsläppligheten av filterytan minska vilket kan åtgärdas genom att ytlagret luckras upp med jämna mellanrum.

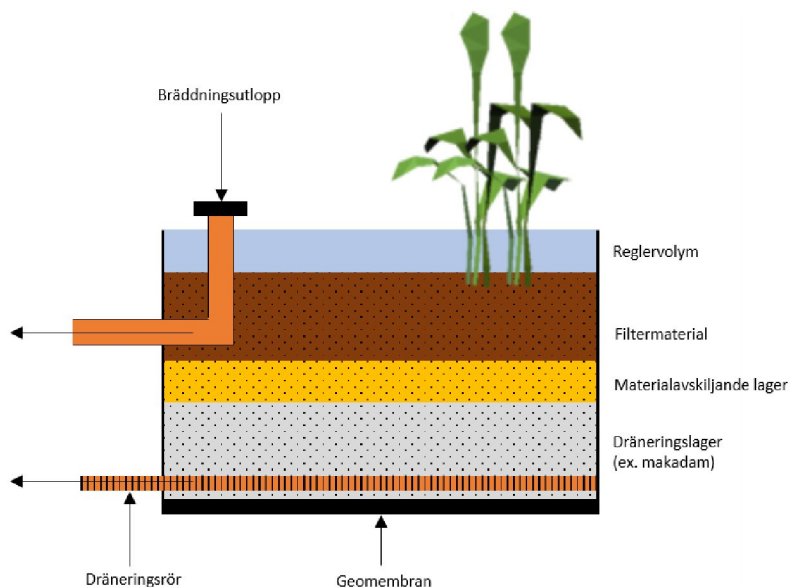


**Figur 10-1.** Avledning av takvatten till planteringar via ränndalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



**Figur 10-2.** Exempel på avledning av takvatten via ränndalar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



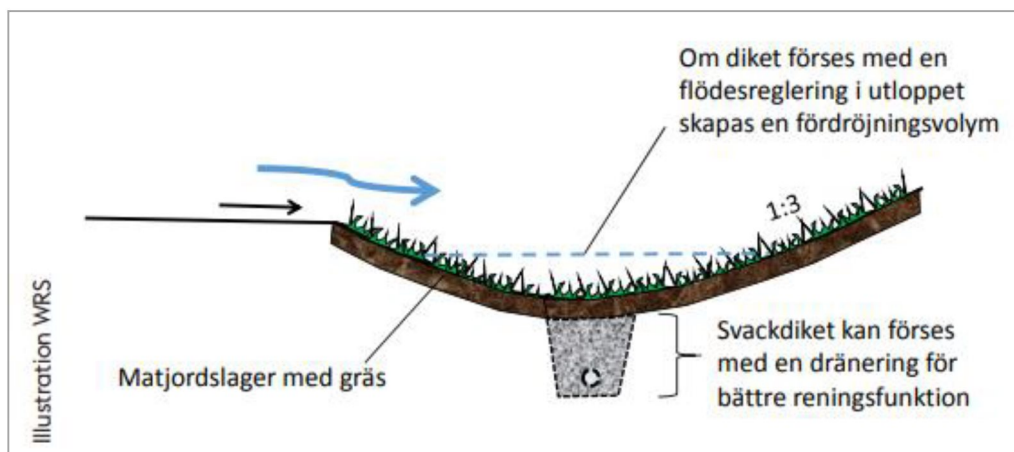


**Figur 10 3.** Principskiss över uppbyggnad av en regnbädd efter Payne m.fl. (2015). I exemplet så tillåts inte dagvatten infiltrera i underliggande mark utan leds till befintligt dräneringssystem.

## 10.2 Svackdike

Ett avskärande dike/svackdike är ett gräsklätt dike, se Figur 10-4. Huvudsyftet med ett avskärande dike är att avleda dagvatten så att det inte fortsätter rinna ytligt förbi diket. Växtligheten tar upp föroreningar och är markförhållandena lämpliga kan vattnet infiltrera vidare ner i marken vilket även det bidrar med viss rening. Reningsfunktionen kan också förstärkas om ett dräneringslager av makadam läggs i botten. Svackdiken etableras på naturmark i nivå under ytan som ska avvattnas. Dikets dimensioner och utseende kan anpassas efter terrängen, detta så länge funktionen att samla och avleda vatten säkerställs. Om träd planeras planteras efter att diket anlagts kan träden anpassa sig. Om det är befintliga träd som ska bevaras kan dikets utformning anpassa sig till träden.

Drift och skötsel av svackdiken innefattar gräsklippning, renhållning och på längre sikt rensning av sediment i botten på diket.



**Figur 10-4.** En principskiss på ett svackdike (Stockholm Vatten och Avfall, 2021).



### 10.3 Infiltration på bostadstomt

En förutsättning för att denna principlösning med infiltration ska kunna appliceras på utredningsområdet är att efter rekommenderad sanering säkerställa att marken är ren för att dagvattnet inte ska riskera sprida föroreningar vidare.

Grönytor kan användas för att fördröja, rena och avleda dagvatten (Figur 10-5). Bäst är om dagvatten kan ledas till grönytan – en gräsmatta eller annan naturmark – på bred front. Både växtlighet och mark bidrar till flödesutjämning, rening och avledning. Tekniken är enkel, billig och driftstabil. Den kan användas för att på plats ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak och bostadsgårdar med hårdjord yta.

Med långsammare infiltration ökar förmågan att lägga fast föroreningar. Infiltrationskapaciteten i en vanlig gräsyta är 10–100 mm/h. Gräsytor med väl-dränerad överyta kan infiltrera flera 100 mm per timme. Är flödesbelastningen låg kan grönytan anläggas som en vanlig, plan eller svagt sluttande gräsmatta. Grönytor med väl-dränerad överyta har hög infiltrationsförmåga. Sand kan användas som huvudkomponent i det jordlager som ligger närmast gräsytan.

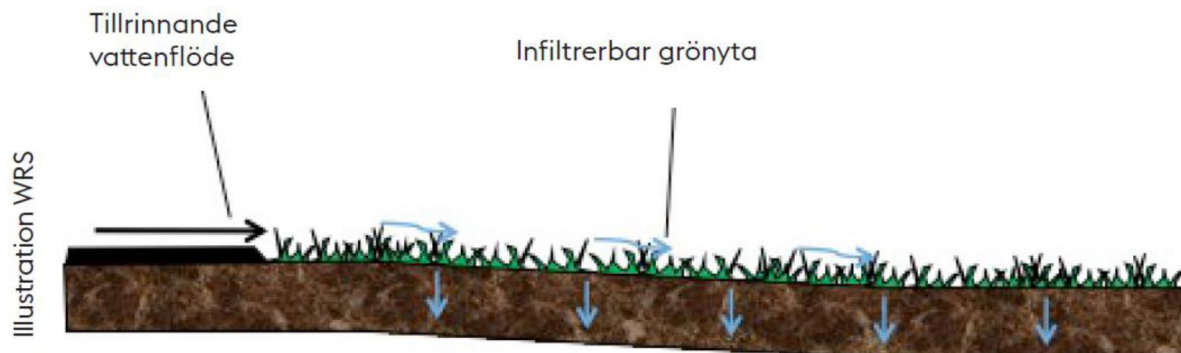
Infiltrationsdiken och perkolationsmagasin kan också användas vid utkastare för att öka infiltration och utjämning av dagvatten. Dessutom bidrar de till att behålla den naturliga vattenbalansen genom att möjliggöra för vattnet att spridas till omgivande mark och ner till grundvattnet (Figur 10-6). En vanlig typ av perkolationsmagasin är stenkistor; en grop i marken fylld med makadam som svepts med geotextil för att undvika inträngning av jord i magasinet (se 10-7). Stenkistan kan täckas av jord och exempelvis ligga under gräsmattan. Ett annat alternativ för perkolationsmagasin är plastkassetter som har en högre andel hålrum än om exempelvis grus eller sten används som fyllnadsmaterial.

Markens infiltrationsförmåga och möjligheterna att tillfälligt överdämma gräsytan påverkar behovet av yta för att fördröja och rena dimensionerande nederbörd. En tumregel är att en vanlig, plan grönyta ska vara lika stor, eller dubbelt så stor, som avvattningsytan för att kunna ta hand om en nederbördsvolym på 20 mm. Ytbehovet minskar om grönytan kan sänkas ner och i viss utsträckning går att överdämma. Det samma gäller för gräsytor med hög infiltrationskapacitet eftersom en del av den dimensionerande nederbörden kan infiltrera redan när regnet pågår. Nederbörd som överskrider infiltrationskapaciteten eller magasinets volymen behöver avledas till dagvattennätet. Ytliga och säkra avvattningsvägar behövs för att ta hand om flöden från extrem nederbörd om inte ytan kan vara dämnd under en period.

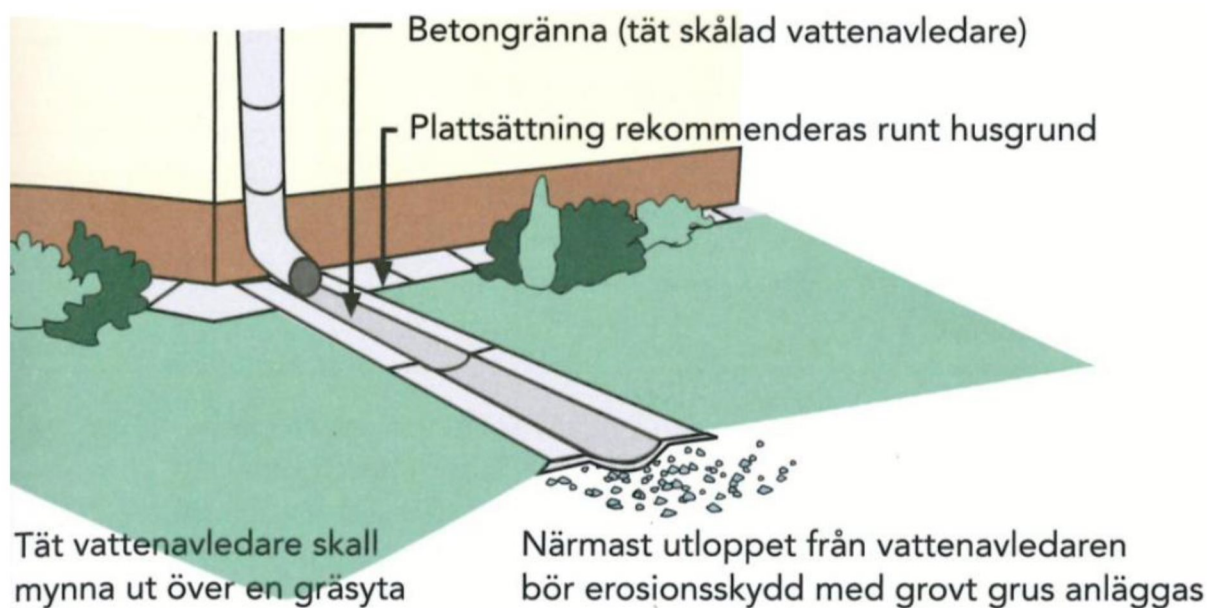
Grönytor kan fånga upp en hög andel av de partikelbundna föroreningarna och också avskilja lösta föroreningar genom den rening som uppstår när vattnet infiltrerar i marken under den anlagda grönytan. Förmågan att avskilja partikelbundna föroreningar ligger i intervallet 60-95 %. Den totala reningseffekten påverkas av jorddjup, infiltrationskapacitet och jordens förmåga att binda till sig föroreningar. Generellt sett kan grönytor bidra med en hög reduktion av metallföroreningar och växtnärsämnen. Reningseffekten blir bäst i grönytor med tät gräsväxt och genomsläppligt ytlager.

Växtligheten bidrar genom sitt näringsupptag till att växtnäringen i dagvattnet nyttiggörs, men viktigast är att den bidrar till att upprätthålla infiltrationskapaciteten i grönytan och begränsar riskerna för erosion. Grönytor kan även fånga upp organiska miljögifter och smittämnen (exempelvis

från djurspillning). Ytskiktet kan behöva bytas ut eller luckras för att förhindra igensättning, Kraftig gräsväxt motverkar igensättning.



**Figur 10-5.** Principskiss för infiltration i en vanlig grönyta. Vattnet leds till ytan på bred front, infiltrationsförmågan kan förstärkas om sand blandas in i det jordlager som ligger närmast grösytan. Ytan kan också göras skålformad.



**Figur 10-6.** Principskiss för avrinning från utkastare till infiltrationsyta på gård.





**Figur 10-7.** Utkastare med rännbäddar som leder vattnet till små stenkistor i gräsmattan, exempel från Märsta i Sigtuna kommun, (T,h,). Dagvattnet når stenkistan via en dagvattenränna, för hus utan källare rekommenderas att perkolationsmagasin anläggs minst två meter från huset, för hus med källare rekommenderas minst fem meter. Foto: poppelhus.se.

#### 10.4 Infiltration på parkering

Vid parkeringen föreslås en regnbädd som mottar allt dagvatten som kommer från parkeringsytorna. Parkeringsplatserna bör helst luta ut mot lokalgatan för att säkra de sekundära avrinningsvägarna. Under avsnitt 10.1 *Regnbäddar* hanteras information om skötsel och drift av regnbäddar.

I kanterna av parkeringsplatserna finns det möjlighet att anlägga infiltrationsanläggningar med makadamlager (se Figur 10-8). Dagvatten från parkeringar är ofta förorenat och därför är det fördelaktigt om reningsanläggningen är placerad nära parkeringen. Parkeringarna är områdets största källa till föroreningar vilket gör det viktigt att dagvattnet från parkeringen omhändertas på lämpligt sätt. För att dagvattnet ska nå dagvattenanläggningarna krävs det att lutningen är riktad mot dagvattenanläggningen enligt Figur 10-9.

Drift och skötsel av makadamlager innefattar ogrärensning och renhållning och eventuellt på längre sikt kan makadamlagret behöva bytas ut (VA-guiden, 2022). I regel gäller att ju högre föroreningsbelastningen är desto oftare måste makadamlagret bytas ut.





**Figur 10-8.** Parkering med intilliggande (i det här fallet) makadamlager.



**Figur 10-9.** Exempel på utformning av infiltrationsytor och infiltrationsstråk nära parkering där pilar illustrerar vattnets väg.

## 11 Övriga relevanta förutsättningar

Som behandlats under avsnitt 5.3 *markförutsättningar* förutsätts att de rekommendationer som gets angående schaktsanering samt efterkontroll av grundvattenpåverkan utförs för att kunna ta beslut om dagvattenanläggningar ska tätas eller inte.

## 12 Sammanfattning av dagvattenhantering på kvartersmark

Med föreslagen dagvattenhantering inom fastigheten uppnås kraven för fördröjning och rening angivna i Stockholms stads dagvattenpolicy. För att en åtgärdsnivå på 20 mm nederbörd ska uppnås måste 24,8 m<sup>3</sup> dagvatten kunna fördröjas inom utredningsområdet. Enligt beräknade erforderliga fördröjningsvolymerna för de olika planerade markanvändningarna föreslås att vatten från tak och uteplatser (9,4 m<sup>3</sup> respektive 2,4 m<sup>3</sup>) tas omhand i regnbäddar intill husfasader, vatten från parkeringen (8,5 m<sup>3</sup>) föreslås tas omhand i regnbädd i anslutning till parkeringen, dagvatten som hamnar på grönytor (2,3 m<sup>3</sup>) bedöms tas upp av växtlighet i planerade grönytor och planteringar och tillrinnande dagvatten från skogsmarken (2,3 m<sup>3</sup>) tas omhand i ett avskärande dike placerat intill fasthetsgränsen i öster.

Utöver den erforderliga fördröjningsvolymen har kvartersmarken tagit ett större ansvar över fördröjningsåtgärder genom anläggande av diken med kapacitet och utformning att fördröja och på ett säkert sätt leda bort skyfallsvatten. På detta sätt minskar dagvattenflödet till grannfastigheter och lokalgata och förbättrar situationen för nedströms områden. Därmed behövs inga åtgärder utanför planområdet och gatans kapacitet att leda bort höga flöden är inte en förutsättning för att minska översvämningen inom området. Med samtliga föreslagna dagvattenåtgärder har utredningsområdet kapacitet att fördröja totalt 72 m<sup>3</sup>.

Identifierade föroreningar i marken behöver saneras för att föreslagna dagvattenlösningar ska kunna utformas med infiltrationsmöjlighet. Beslutet om vattentäta dagvattenlösningar kan inte tas nu utan vidare utredning av föroreningar i marken efter sanering krävs för att säkerställa det. Båda lösningar är möjliga, det är snarare en fråga om den tekniska konstruktionen av dagvattenanläggningarna. Konsekvenserna är vatten till ledningsnätet eller större saneringsjobb.

Den befintliga markanvändningen bedöms ha en låg påverkan på recipienten i form av föroreningsbelastning av dagvattnet, vilket resulterar i att åtgärderna som behövs för att rena dagvattnet från planerad exploatering till befintliga nivåer är stora. Den samlade bedömningen av effekten på recipienten som görs, om föreslagna dagvattenåtgärder tillämpas, motsvarar en något höjd föroreningsbelastning än den befintliga belastningen från ett villaområde (utan vägar), vilket anses vara så lågt som det går att nå med åtgärder inom området. Exploateringen av utredningsområdet med föreslagna dagvattenlösningar bedöms sannolikt inte försämra recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.



## 13 Referenser

Blecken, G.T., 2010. Biofiltration Technologies for Stormwater Quality Treatment. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet, Luleå, Sverige.

Boverket, 2020a. Definition av "Allmän plats[mark]". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-allman-plats/>. 2020-07-02.

Boverket, 2020b. Definition av "Kvartersmark". <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-kvartersmark/>. 2020-07-02.

Geosigma, 2022a. Fördjupad miljöteknisk markundersökning av fastigheterna Lillskogen 45 och 46, Bromma.

Geosigma, 2022b. Riskbedömning och åtgärdsplan för fastigheterna Lillskogen 45 och 46, Bromma

Payne, E., Hatt, B., Deletic, A., Dobbie, M., McCarthy, D., Chandrasena, G., 2015. Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems – Summary Report, Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.

SCALGO, 2021. Skyfallskartering. [https://scalgo.com/live/global?res=9783.93962050256&ll=-27.421874%2C30.297017&lrs=mapbox\\_basic%2Cglobal%2Fhydrosheds%3Adem&tool=zoom](https://scalgo.com/live/global?res=9783.93962050256&ll=-27.421874%2C30.297017&lrs=mapbox_basic%2Cglobal%2Fhydrosheds%3Adem&tool=zoom) 2021-11-17

SGU, 2020a. Jordartskartan. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/>. 2020-06-29.

SGU, 2020b. Markytans genomsläpplighet. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/genomslapplighet/>. 2020-06-29.

SGU, 2020c. Grundvattnets sårbarhet. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/grundvattendata/grundvattnets-sarbarhet/>. 2020-06-29.

SGU, 2020d. <https://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/brunnsarkivet/>. 2020-06-29.

SGU, 2020e. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/grundvattenkartvisare/grundvattenmagasin/>. 2020-06-29.

SGU, 2022. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jorddjup/> 2022-02-24.

SMHI, 2020a. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354>. 2020-06-29.

SMHI, 2020b. <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/grona-tak-fordjupning-1.116956>. 2020-06-17.

Stockholm stad, 2017. Dagvattenhantering. Åtgärdsniva vid ny- och större ombyggnation. [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva\\_v1-1\\_fi.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva_v1-1_fi.pdf). 2020-07-02.

Stockholm stad, 2021. Framtagande av lokalt åtgärdsprogram för Strömmen. <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/lokala-atgardsprogram/activities>. 2021-12-16.

StormTac, 2022. <http://app.stormtac.com/index.php>

SVOA, 2022. Nedsänkt växybädd. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/#!/nedsankta-vaxtbaddar>. 2022-10-24

SVU, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2019-20, Bromma, Sverige.

VA-guiden, 2022. <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/makadamdike/#drift-underhall>. 2022-10-24

VISS, 2020. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA96064999>. 2020-06-29.

VISS, 2021. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399> 2021-12-14

WRS, 2016. Åtgärdsniva för dagvatten i Stockholm. Rapport nr 2016-0752-A.

QGIS, 2021. <https://qgis.org>. 2021-11-17.

# Bilaga 1

## Osäkerheter i StormTac



**Tabell 1. Osäkerheter i föroreningshalter för befintlig markanvändning.**

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Marksten med fogar	57	2000	2.4	13	33	0.14	1.9	1.3	0.028	9400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	190	2900	320	130	4400	1.0	13	nd	nd	32000
Skogs- och ängsmark	89	730	6.0	8.8	23	0.30	3.5	4.2	0.0075	40000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	ANT	FLUO	PBDE 47	PBDE 99	PBDE 209	TBT	
Marksten med fogar	190	1.5	0.010	0.010	0.14	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Takyta	0	0.44	0.010	0.010	0.14	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	nd	43	0.66	37	420	nd	nd	nd	nd	
Skogs- och ängsmark	180	0.10	0.010	0.010	0.050	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Grusyta	96	1.7	0.010	0.010	0.14	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet

**Tabell 2. Osäkerheter i föroreningshalter för planerad markanvändning.**

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	0.013	47000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	24000
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	190	2900	320	130	4400	1.0	13	nd	nd	32000
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Parkering	140	2400	30	40	140	0.45	15	15	0.080	140000
SD	500	460	220	89	180	1.2	17	5.1	0.30	380000
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	ANT	FLUO	PBDE 47	PBDE 99	PBDE 209	TBT	
Gräsyta	200	0.10	0.010	0.010	0.050	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Takyta	0	0.44	0.010	0.010	0.14	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	nd	43	0.66	37	420	nd	nd	nd	nd	
Grusyta	96	1.7	0.010	0.010	0.14	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Parkering	800	3.5	0.060	0.050	0.20	0.00020	0.00025	0.015	0.0020	
SD	200	27	1.6	0.11	5.9	nd	nd	nd	nd	

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet