

Dagvattenutredning


Lillskogen, stadsdelen Bromma Kyrka



Arkitekter, Ateljé Nord.

Geosigma AB

2022-05-31

Uppdragsledare: Tarannom Westling	Uppdragsnr: 606162	Grap nr: 20284	Version: 3	Antal Sidor: 42	Antal Bilagor: 0	
Beställare: Uppsala Kommun	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					Datum: 2020-12-08 2021-12-17 2022-05-31	
Granskad av: Johan Lundh Lianne De Jonge Lianne De Jonge					Datum: 2020-11-02 2021-12-15 2022-03-01	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020		Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm 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, så 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 planområdet visar på att dagvattenflöden ökar enligt den projekterade exploateringen av planområdet på grund av en ökad areal hårdgjord yta. Den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet har beräknats uppgå till 24,8 m³ vilket uppnås med föreslagen dagvattenlösning i form av regnbäddar och infiltration i grönytor. Vidare så visar simuleringar i StormTac att det sker en övergripande ökning i ämneshalter och ämnesbelastning från planområdet 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 föroreningsbelastning från området visar på en minskning för drygt hälften av studerade ämnen 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. Exploateringen av planområdet bedöms sannolikt inte försämra recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Flödesvägar med befintlig markanvändning som vid skyfall leder vatten till identifierade lågpunkter, både inom planområdet och grannfastigheten, har identifierats. Med planerad markanvändning måste dessa flödesvägar byggas bort med hjälp utav höjdsättning och i stället skapa höjdsättning som leder vatten mot lokalgatan vid skyfall.

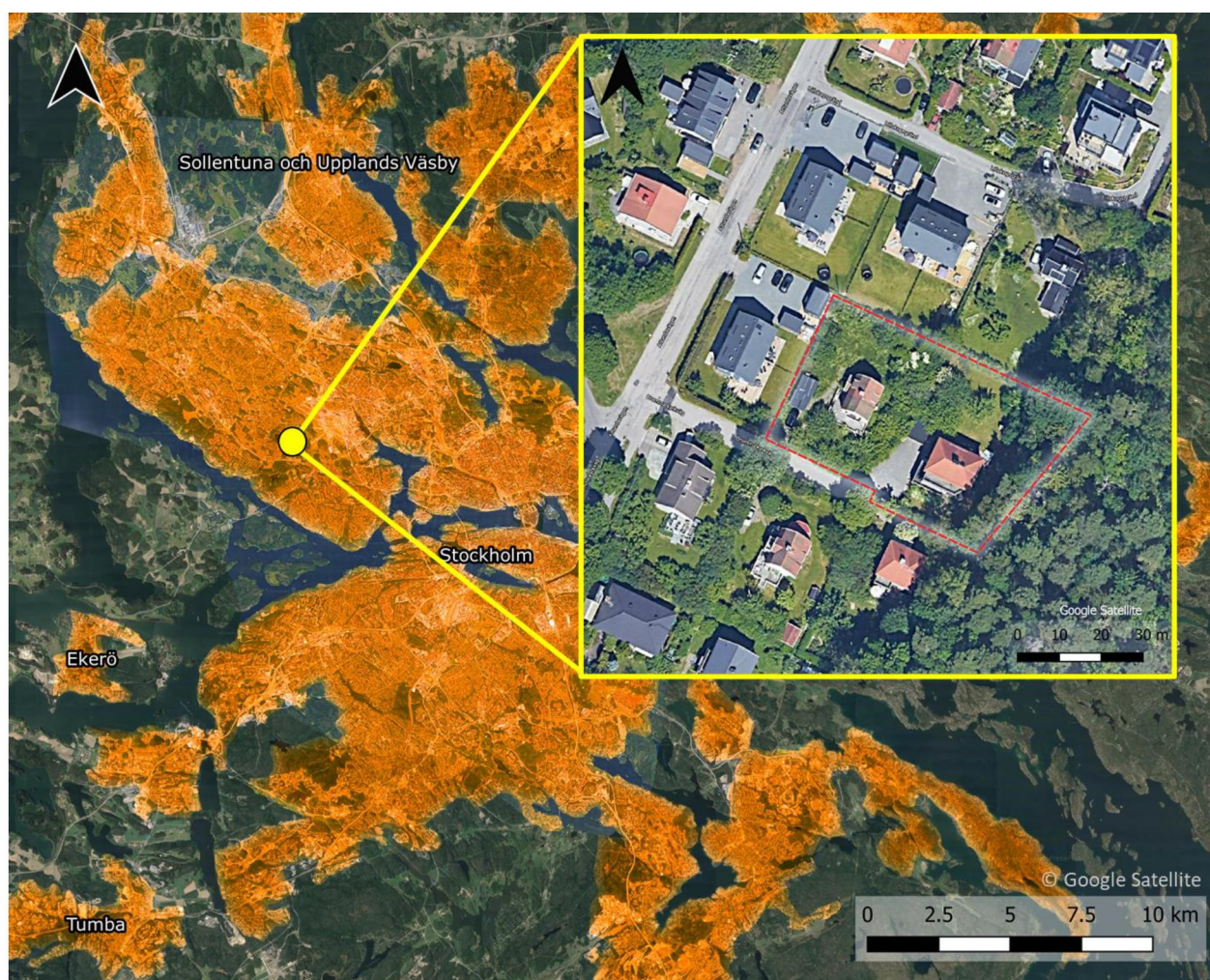
Innehållsförteckning

1	Inledning	6
2	Underlag och tidigare utredningar	7
3	Gällande riktlinjer för dagvattenhantering	8
4	Material och metod	9
4.1	Beräkningar	9
4.1.1	Markanvändning	9
4.1.2	Dagvattenflöde	9
4.1.3	Dimensionerande utjämningsvolym	10
4.1.4	Skyfallskartering	10
4.1.5	Ämneshalter och ämnesbelastning	11
5	Områdesbeskrivning	12
5.1	Befintlig och planerad markanvändning	12
5.2	Markförutsättningar	13
5.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer	16
5.3.1	Strömmen	16
6	Flödesberäkningar och dimensionerande utjämningsvolym	18
6.1	Dagvattenflöden utan fördröjning	18
6.2	Dimensionerande utjämningsvolym	19
6.3	Dagvattenflöden med fördröjning	19
7	Ämneshalter och ämnesbelastning	21
7.1	Resultat föroreningsbelastning	21
8	Skyfallshantering	26
8.1	Sekundära avrinningsvägar	27
9	Förslag till dagvattenhantering	29
9.1	Uppskattning av ytanspråk	31
10	Principlösningar	33
10.1	Regnbäddar	33
10.2	Svackdike	36
10.3	Infiltration på bostadstomt	36
10.4	Infiltration på parkering	38
11	Sammanfattning	40
12	Slutsats	41
13	Referenser	42

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 ny exploateringen 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, 2016).

Lämpliga placeringar och dimensionering av eventuella fördröjningsanläggningar kommer att föreslås och översvämningsrisker på och runt planområdet till följd av byggnationen utreds översiktligt. 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. Översigtsbild över utbredningsområdet.

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 planområdet 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, 2016; WRS, 2016):

1. Allt vatten från hårdgjorda ytor på kvartersmark och allmän [plats]mark¹ 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 så anses det att en magasinering av 20 mm nederbörd bidrar med rening i nivå med identifierade behov (Stockholm stad, 2016; 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).

¹ 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 planområde har utvärderats utifrån satellitbilder över området respektive erhållet underlag som beskriver framtida exploatering av planområdet. Kategorisering av markanvändning inom planområdet enligt befintlig och planerad exploatering av planområdet har gjorts utifrån de markanvändningskategorier som hanteras i programvaran StormTac (2022). Det med syfte att underlätta inför vidare beräkning av ämnesbelastning från området. Area för respektive markanvändning enligt befintlig samt planerad exploatering av planområdet 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 planområdet, φ_i är en markanvändningsspecifik avrinningskoefficient och f är en ansatt klimatfaktor.²

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 (φ_i)	-	Se Tabell 5-1
Klimatfaktor (f)	-	1,25
Varaktighet (t_r)	min	10 (utan fördröjning) ^a
Nederbördsintensitet (i)	L s ⁻¹ ha ⁻¹	(enligt Dahlström, 2010; $t_r = 10$ min)
– 5-årsregn		181.3
– 10-årsregn		227.9
– 20-årsregn		286.6

^a För beräkning av dagvattenflöde enligt planerad markanvändning med fördröjning så ökas rinntiden inom planområdet motsvarande den tid det tar att fylla erforderlig dimensionerande utjämningsvolym för ett 10, 20, respektive 100-årsregn (se avsnitt 6.3).

² Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktighet under en timme används.

4.1.3 Dimensionerande utjämningsvolym

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvatten vid nybyggnation och större ombyggnationer (Stockholms stad, 2016), 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 planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs. Beräkningarna av dimensionerande utjämningsvolym utförs enligt ekvation (4-2) ...

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

... där V är den volym (m³) som ska fördröjas och renas, och A_{red} är planområdet reducerade area (m²) 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 utjämningsvolym om 20 mm, vilket således adderas till planområdets 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 planområdets 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 planområdet 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) utefter markytans topografi (inklusive byggnader). Vid skyfallskarteringen så har ett regn om 100 mm ansatts på området, vilket innebär att 100 mm vatten ansätts på all terräng. 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 och 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 planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac (2021). I StormTac så 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 så har en nederbördsmängd om 600 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Stockholm (Stockholms stad, 2016).

Om den slutliga markanvändningen ser annorlunda ut gällande utformning, än den markanvändning som beräkningarna är baserade på, så 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

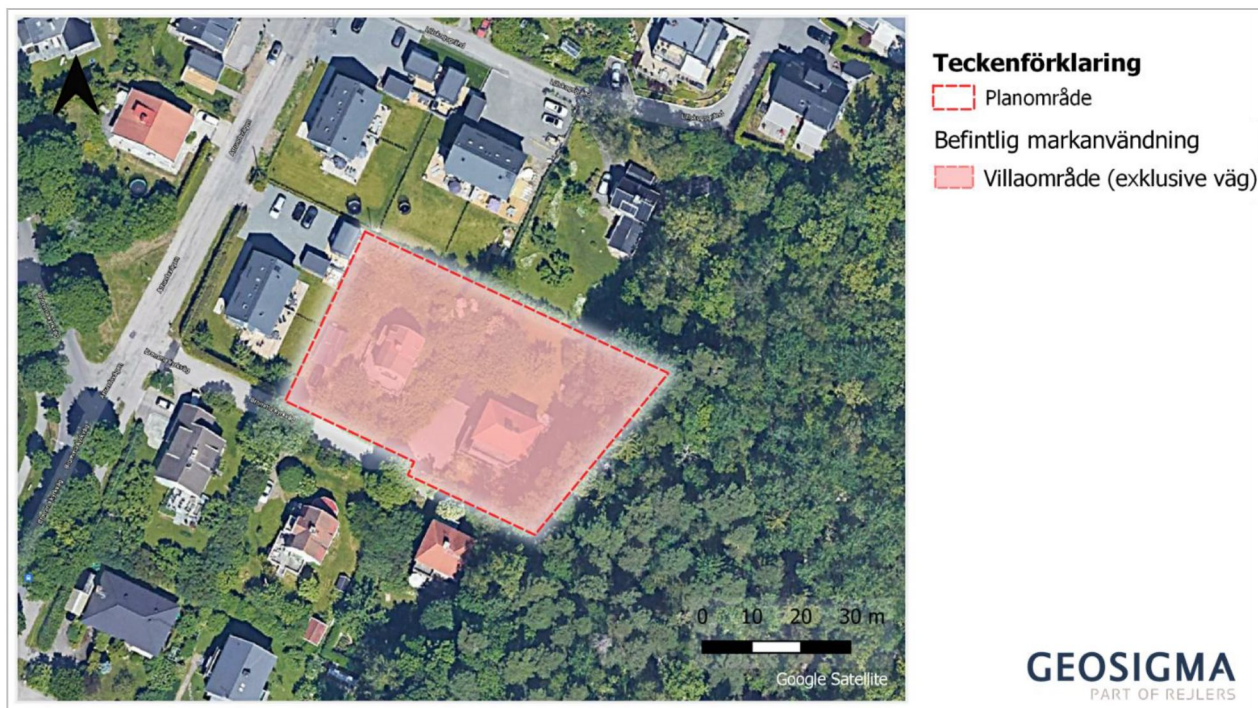
5.1 Befintlig och planerad markanvändning

Den befintliga markanvändningen inom planområdet uppgår till 0,25 ha och utgörs uteslutande av ett villaområde utan vägar (Figur 5-1; Tabll 5-1). Enligt den projekterade exploatering av planområdet så 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 3-1).

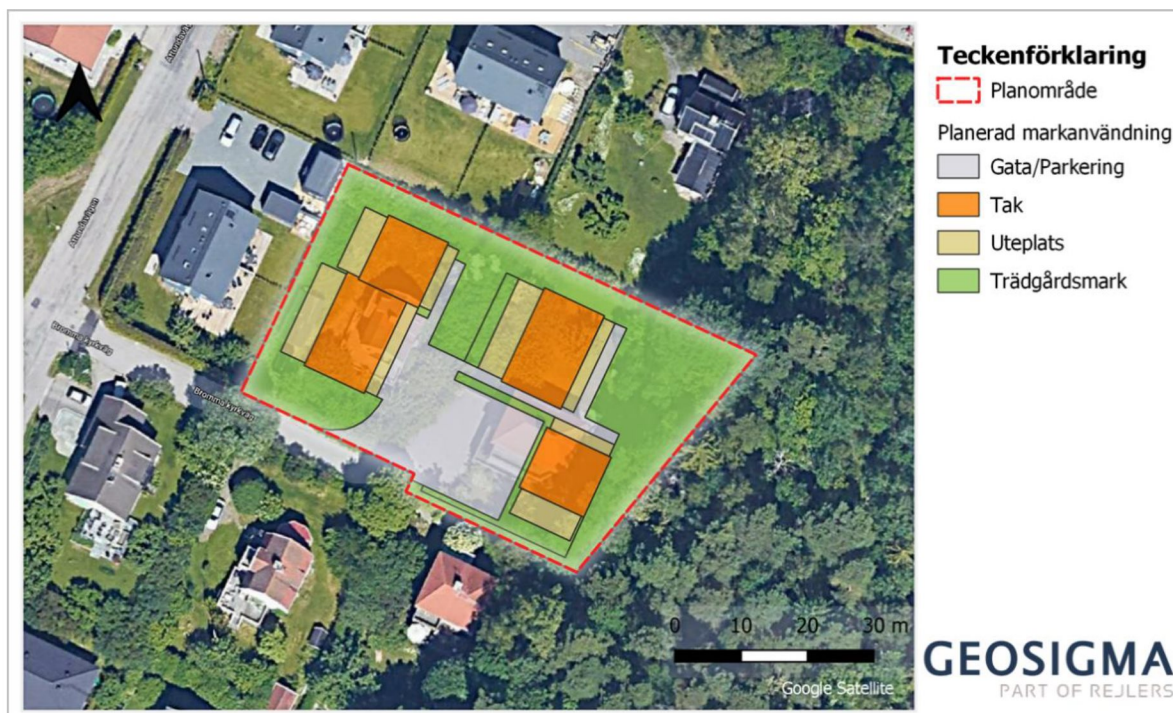
Tabell 5-1. *Befintlig och planerad markanvändning inom planområdet "Lillskogen". Reducerad area beräknad som produkten av den markanvändningsspecifika avrinningskoefficienten (φ_i) och den markanvändningsspecifika arean.*

Detaljplan	Utredningsområde	Markanvändning	φ_i	Area (ha)	Reducerad area (ha)
Befintlig	Lillskogen	Villaområde, exklusive väg	0,15	0,25	0,04
		Planområdet	0,15 ^a	0,25	0,04
Planerad	Lillskogen	Gata/parkering	0,80 ^b	0,05	0,04
		Uteplats	0,35	0,03	0,01
		Trädgårdsmark	0,10	0,11	0,01
		Takyta	0,90	0,05	0,05
		Planområdet	0,45 ^a	0,25	0,11

^aMedelvärde viktat till arean för respektive markanvändningskategori.



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



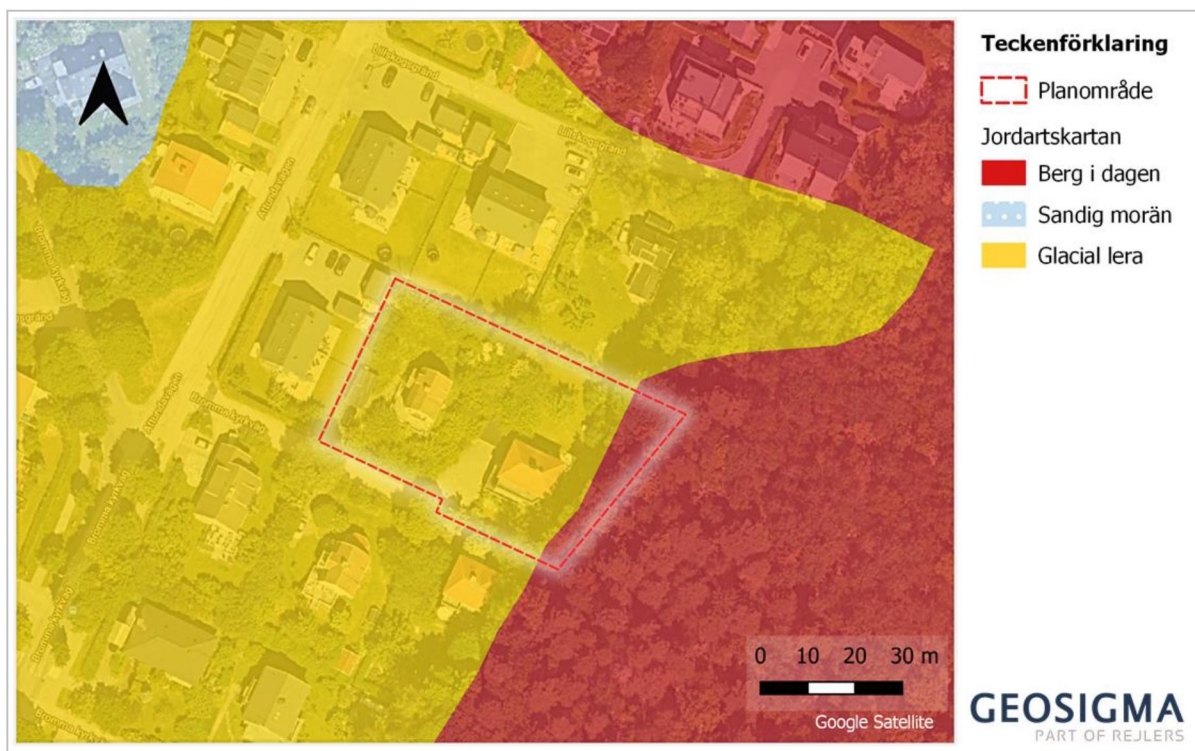
Figur 5-2. Planerad markanvändning inom planområdet "Lillskogen".

5.2 Markförutsättningar

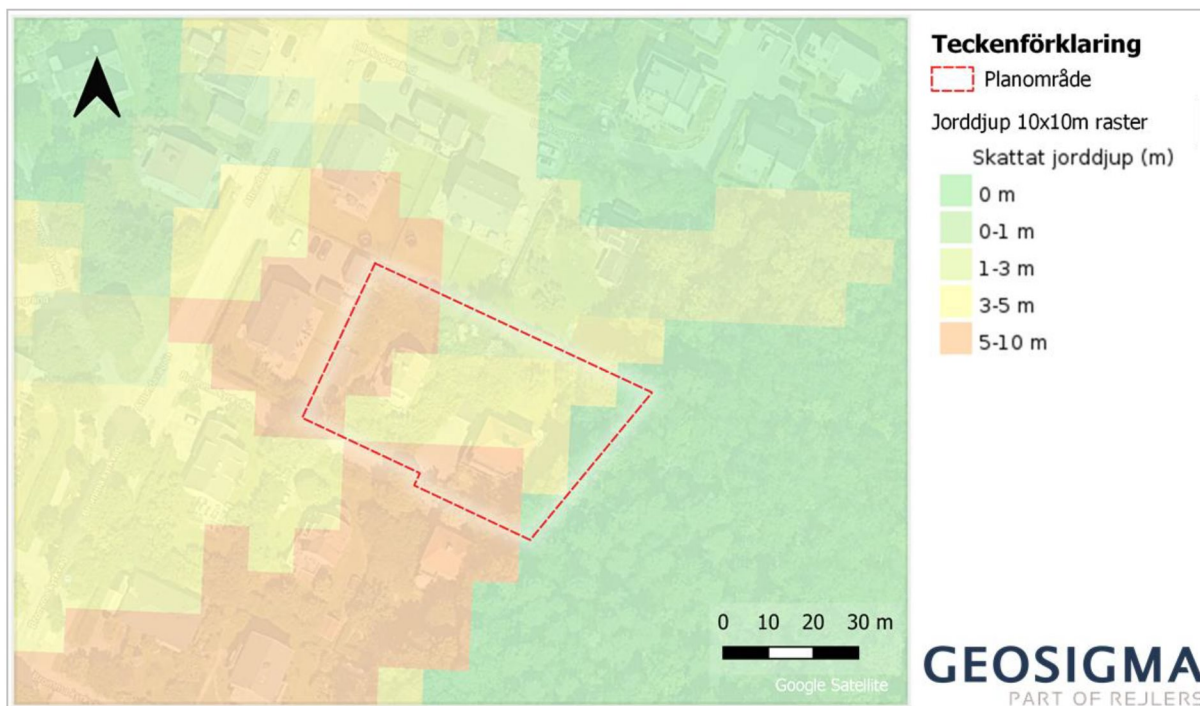
Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) så utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet till största del av glacial lera, och till en mindre del av berg i dagen (Figur 5-3). De ytliga jordarterna i planområdets omnejd utgörs av berg i dagen, postglacial, samt sandig morän. Jorddjupet till berg varierar mellan 0-10 m (Figur 5-4).

Enligt SGUs karta över markytans genomsläpplighet (SGU, 2020b) så bedöms markytans genomsläpplighet inom planområdet övergripande som låg (Figur 5-5). Vidare så klassificeras grundvattnets sårbarhet inom planområdet som måttlig, vilket innebär att risk föreligger för att föroreningar som infiltrerar i markytan når grundvattnet och sprids till närliggande vattenbrunnar (Figur 5-6; SGU, 2020c; 2009). Att notera är här att närmaste vattenbrunn återfinns ca. 415 m nordväst om aktuellt planområde enligt SGUs brunnsarkiv (SGU, 2020d); dock så återfinns flertalet energibrunnar inom planområdet med omnejd.

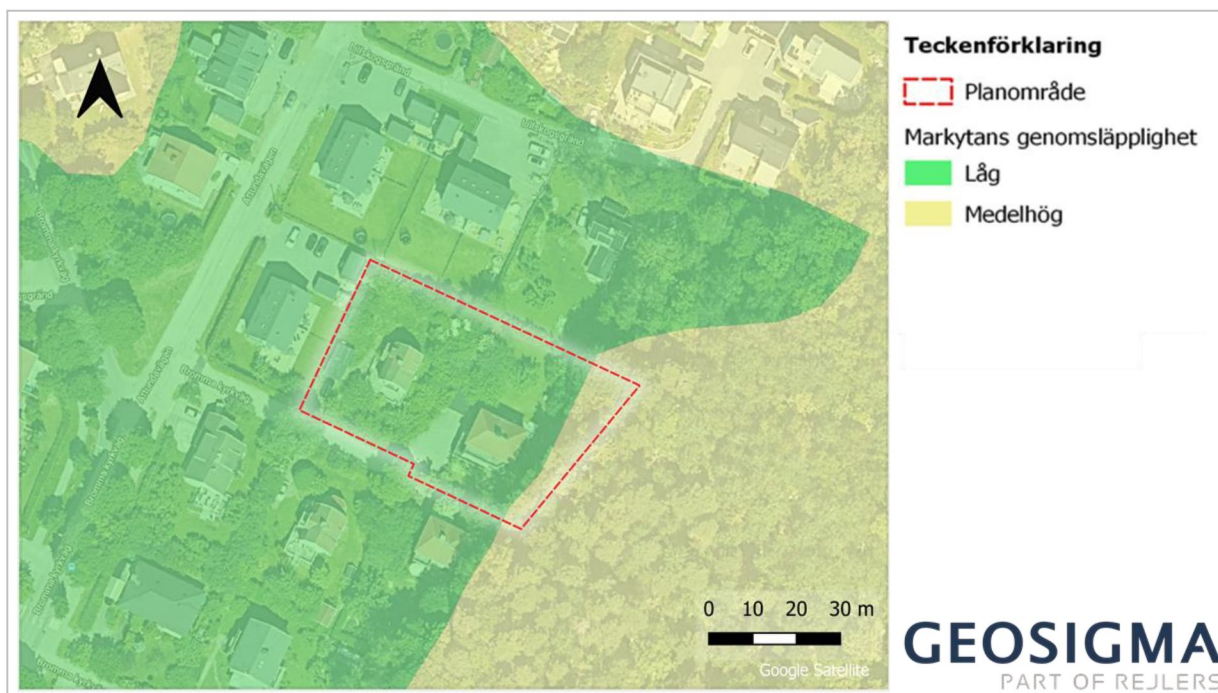
Geosigma (2022) har utfört en översiktlig miljöteknisk markundersökning på fastigheterna Lillskogen 45 och Lillskogen 46. Analysresultatet från genomförd undersökning visar att det förekommer metallhalter samt PAH över riktvärdet för KM inom det undersökta området. Föroreningarna är heterogent utspridda över området och har inte gått att avgränsa i denna utredning. Enligt utredningen går det inte utesluta att det kan föreligga risk för människors hälsa och miljö vid framtida ombyggnation. Utredningen rekommenderar att utföra en fördjupad riskbedömning med platsspecifika riktvärden för att avgränsa områden med höga föroreningshalter. En sådan kartläggning behöver tas hänsyn till vid placering av dagvattenlösningar för att inte riskera att föroreningar sprids med dagvattnet.



Figur 5-3. Ytliga jordarter inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020a).



Figur 5-4. Jordlagrens tjocklek till berg enligt SGU (2021).



Figur 5-5. Markytans genomsläpplighet inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020b).



Figur 5-6. Grundvattnets sårbarhet enligt SGU (2020c).

5.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer

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 5.3.1

5.3.1 Strömmen

Enligt VISS (2020) så 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 planområdet, samt miljö kvalitetsnormer (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 utjämningsvolym

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

6.1 Dagvattenflöden utan fördröjning

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

Inklusive förväntade klimatförändringar inom planområdet med omnejd förväntas dagvattenflöden att öka med 378% gentemot befintliga förhållanden och om planområdet exploateras enligt erhållet underlag (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet, 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 planområdet.

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 utjämningsvolym

Med hänsyn till Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm fördröjning av dagvatten har den dimensionerande utjämningsvolymen för den planerade markanvändningen inom planområdet enligt projekterad exploatering beräknats till 22,5 m³ (Tabell 6-2; Ekvation 4-2).

Enligt identifierade flödesvägar tillkommer dagvatten från viss omkringliggande mark till planområdet. Främst tillkommer dagvatten från bergsslänten i öster och villatomterna strax söder om planområdet från ett område på sammanlagt ca. 0,18 ha (Figur 6-1) och beräknas generera en dimensionerande utjämningsvolymen på 3,6 m³ (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 utjämningsvolymen med 1,3 m³. Sammantaget med avskärande dike uppgår den totala dimensionerande utjämningsvolymen som behöver tas omhand inom planområdet till 24,8 m³. Se avsnitt 8 för en mer detaljerad beskrivning av föreslagen dagvattenhantering inom planområdet.

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

Detaljplan	Markanvändning	φ_i	Area (ha)	Reducerad area (ha)	V (20 mm; m ³)
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>Planområdet</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 utjämningsvolym för planområdet</i>					<i>24.8</i>

6.3 Dagvattenflöden med fördröjning

För beräkning av dagvattenflöden (Ekvation 2-1) inom planområdet enligt projekterad exploatering med fördröjningskrav (enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm) vid ett 5-, 10-, respektive 20-års regn 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 planområdet inklusive system för fördröjning av dagvatten så förväntas dagvattenflöden att öka med cirka 275%, 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 planområdet med omnejd så förväntas dagvattenflöden att öka med cirka 344% vid projekterad exploatering av planområdet, 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 med fördröjning inom planområdet

Detaljplan	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
		Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	5-årsregn	7.3	9.1
	10-årsregn	5.2	6.5
	20-årsregn	7.1	8.9
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 planområdet "Lillskogen" enligt befintlig samt planerad markanvändning i programvaran StormTac, enligt de markanvändningskategorier och areor som redovisas i Tabell 5-1. I StormTac så 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 så har ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten för standardämnen tillsammans med de prioriterade ämnena i recipienten (avsnitt 3.2.2) undersökts för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet.

7.1 Resultat föroreningsbelastning

Simulering av ämneshalter i dagvatten från planområdet indikerar att ämneshalter i regel förväntas att öka i dagvatten från planområdet enligt projekterad exploatering (Tabell 7-1). Vidare så förväntas ämnesbelastningen av samtliga studerade ämnen från planområdet att 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, planområdet.

Med implementation av föreslagna dagvattenlösningar så bedöms projekterad exploatering av planområdet 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. Halter av kvicksilver och PBDE är nationellt problem och överskrider i Sveriges alla vattenförekomster och orsakas av långväga atmosfärisk deposition och går inte att reducera inom detaljplan (VISS, 2021). Reningseffekten hos dagvattenlösningen 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 planområdet 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 planområdet 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 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 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 planområdets utbredning och planerad markanvändning. Exploateringen av planområdet kommer sannolikt inte försämra recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer

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

Föroreningshalt					
Ämne	Enhet	Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	Förändring (%)
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 planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan respektive med rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämnesbelastning från dagvatten från planområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan respektive med rening).

Föroreningsbelastning

Ämne	Enhet	Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	Förändring (%)
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
Kviksilver	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	0.0000058	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 planområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara.

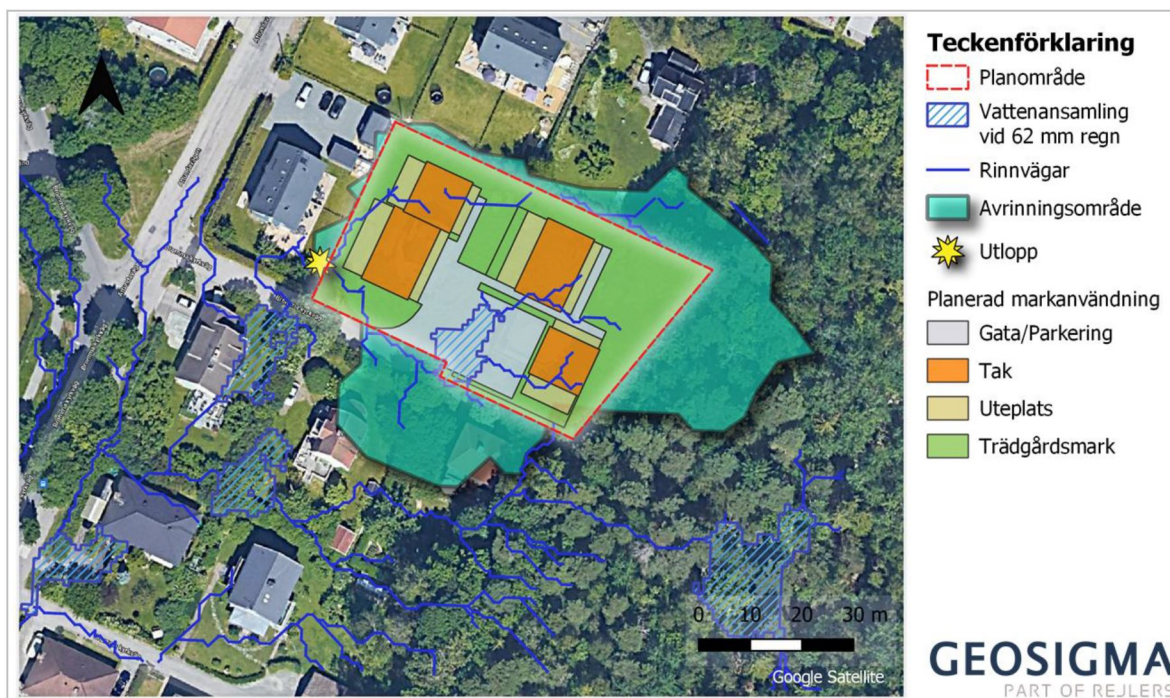
För att få en ungefärlig bild av omfattningen av de vattenvolymer som kan behöva omhändertas ytligt inom det aktuella utredningsområdet vid extrem nederbörd, har en översiktlig beräkning av översvämningsvolym utförts. Beräkningen har gjorts genom att ta den totala dagvattenbildningen vid ett 100-årsregn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

I Tabell 8-1 visas hur stor volym som översiktligt behöver ledas bort vid ett skyfall. Den grovt uppskattade totala översvämningsvolym (tillrinnande volym och volym som genereras inom planområdet) vid ett 62 mm regn som vid dessa förutsättningar bildas på området samt tillrinnande vatten uppgår till ca 72 m³.

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

Översvämningsvolym (m ³)	
Utredningsområdet	72

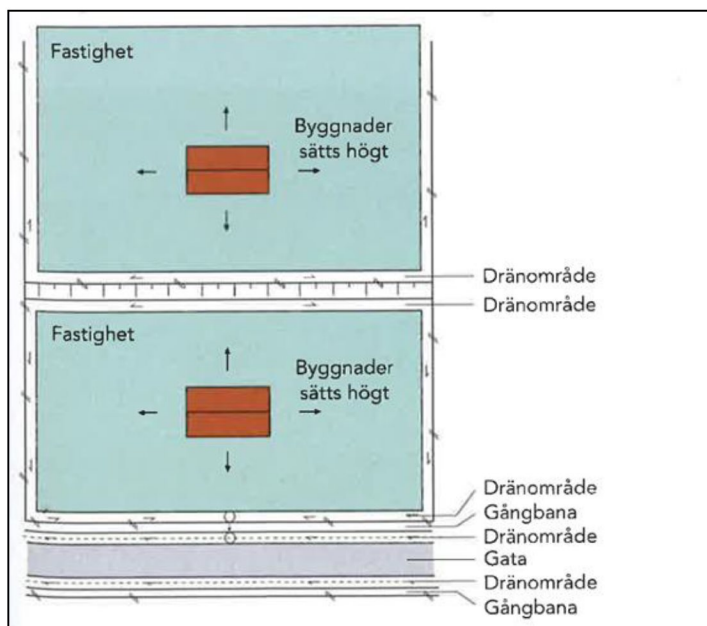
Ytterligare en grov uppskattning av översvämningsrisken och lokalisering av översvämningar har gjorts med simuleringsprogrammet Scalgo live (2021), som är en plattform som med hjälp av höjddata från Lantmäteriet tillsammans med valda nederbördsuppgifter kan visualisera bland annat lågpunkter och flödesvägar för ytvatten. En simulering av de områden som riskerar översvämmas vid nederbörd på 62 mm har undersökts. I Figur 4:1 återfinns identifierad lågpunkt på parkeringen vid den södra infarten till planområdet (Figur 8-1). I figuren ses även planområdets befintliga rinnvägar med utlopp i väst mot grannfastigheten (stjärnmarkering). Utöver det vatten som regnar på planområdet så tillrinner vatten från en del av skogsmarken öster om planområdet samt från villatomterna i söder.



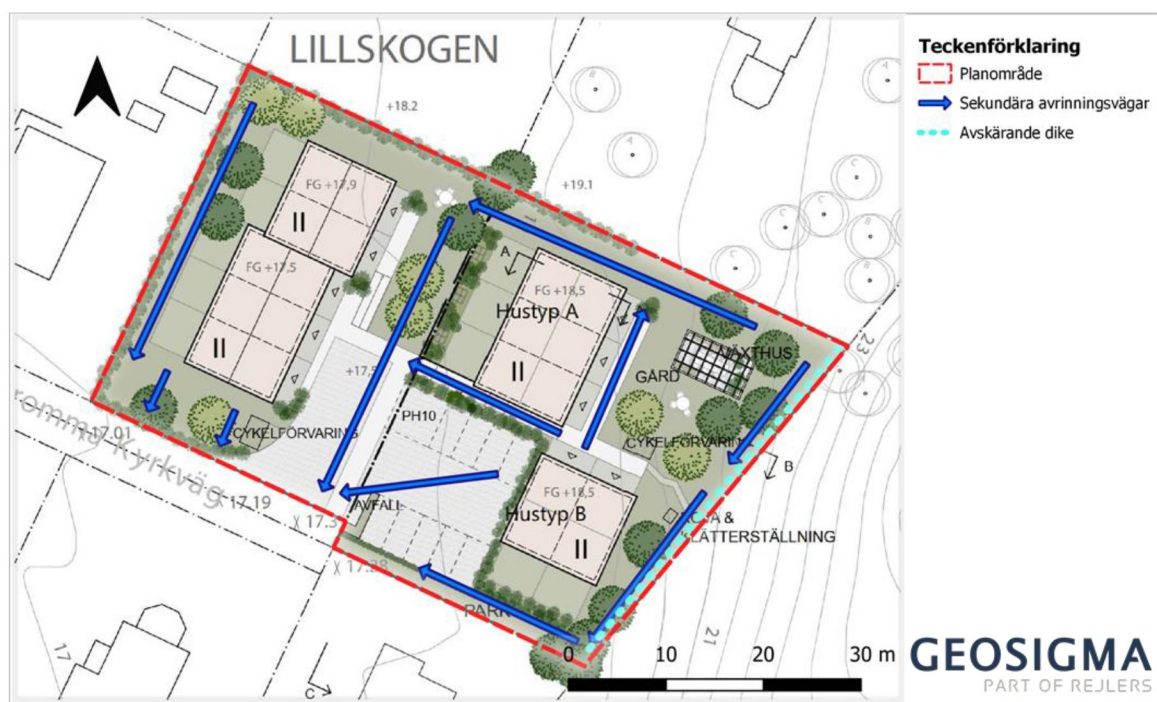
Figur 8-1. Skyfallskartering över planområdet utförd i SCALGO (2021) för ett skyfall. Avrinningsområdet för planområdet inklusive område som tillrinner till planområdet och dess befintliga utloppspunkt i öst illustreras i bilden.

8.1 Sekundära avrinningsvägar

För att undvika översvämning och skador på byggnader så 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 så 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 8-2. Det är av stor vikt att planområdet höjdsätts så att inget vatten rinner mot grannfastigheten vid skyfall som det ser ut att göra idag. Planområdet höjdsätts så att skyfallsvatten föreslås ledas via parkeringsytan inom planområdet och vidare ut mot lokalgatan alternativt direkt till lokalgata där det är möjligt. Skyfallsvatten ska inte bli stående inom planområdet då det riskerar att skada byggnader och påverka tillgängligheten till och från fastigheterna. Ett förslag är att med bestämda marknivåer få en höjdsättning av planområdet som skapar sekundära avrinningsvägar mot befintligt vägnät och dagvattennät, visas i Figur 8-3. I detaljplanen för Kvarter Lillskogen kan den framtida höjdsättningen fastställas i planbestämmelser för att säkerställa att de befintliga flödesvägarna och lågpunkter som i dagsläget utgör översvämningrisk i området och för grannfastigheter byggs bort. På samma gång kan höjdsättningen möjliggöra att dagvatten avrinner på ett kontrollerat sätt utan att riskera att skada byggnader.



Figur 8-2. Höjdsättningsförslag enligt Svensk vattens publikation P105.



Figur 8-3. Förslag till sekundära avrinningsvägar som skapas genom höjdsättning av planområdet.

9 Förslag till dagvattenhantering

För att möta den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet enligt projekterad exploatering (24,8 m³), samt reningsbehovet av dagvatten från planområdet, enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering så föreslås ett dagvattensystem där fördröjning och rening 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 projekteringskedet så länge funktion och fördröjningsvolym uppfylls.

Föreslagen dagvattenhantering består av följande:

Dagvatten från tak

Totala erforderlig utjämningsvolym från taken är 9,4 m³ och denna volym kan uppnås med regnbäddar placerade relativt nära husfasaderna.

Dagvatten från gata/parkering

Totala erforderlig utjämningsvolym från gata/parkering är 8,5 m³ och denna volym kan uppnås med en regnbädd belägen längs parkeringens södra ände.

Dagvatten från uteplatserna

Totala erforderlig utjämningsvolym från uteplatserna är 2,4 m³ och denna volym kan uppnås med regnbäddar placerade relativt nära husfasaderna.

Dagvatten från resterande grönytor

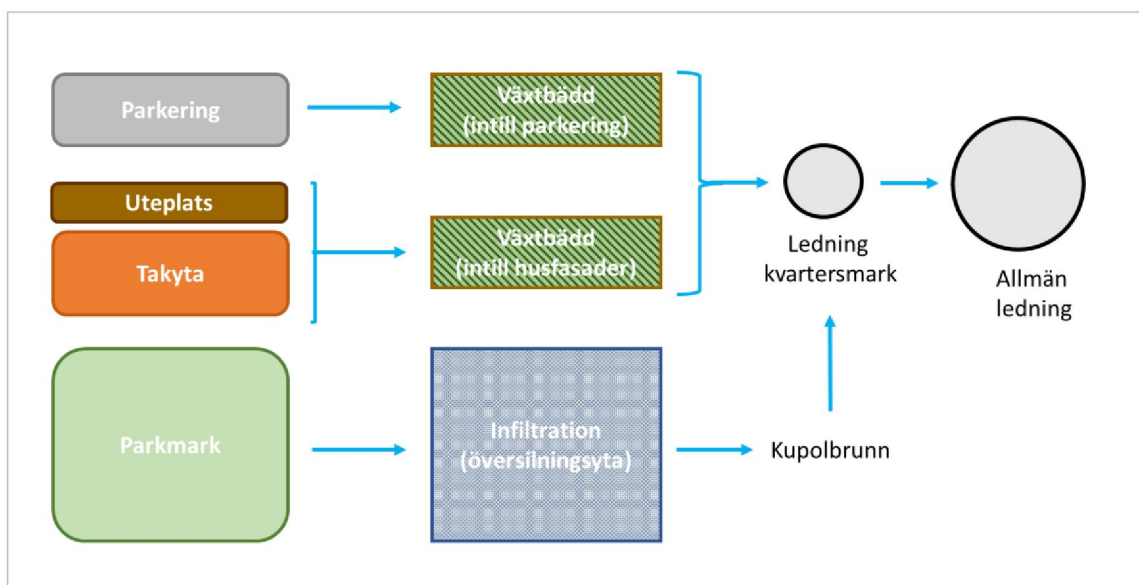
Resterande dagvatten (2,3 m³) kan omhändertas genom infiltration på öppna gröna ytor och planteringar på områdets gemensamma ytor.

Tillrinnande dagvatten från skogsmarken

Genom att anlägga ett avskärande dike mot det östra skogspartiet minskar tillrinnande vatten och reducerar där igenom den dimensionerande utjämningsvolymen. Den erforderlig utjämningsvolym från tillrinnande dagvatten från skogsmarken uppgår till 1,3 m³ och denna volym kan fördröjs och leds bort i diket.



Figur 9-1. Översiktlig dagvattenlösning för planområdet.



Figur 9-2. Schematisk bild över dagvattenlösning för planområdet.

Utöver att uppfylla erforderliga fördröjningsvolymerna behöver föreslagen dagvattenutredning ta hänsyn till de föroreningar som identifierats i markundersökningen (Geosigma, 2022) för att dagvattnet inte ska riskera sprida föroreningarna. Det innebär att de föreslagna dagvattenlösningarnas placering och utformning kan behöva anpassas. Om det bedöms finnas risk för föroreningsspridning kan dagvattenhanteringen konstrueras med helt täta anläggningar.

9.1 Uppskattning av ytanspråk

Givet en erforderlig utjämningsvolym om 24,8 m³ för planområdet 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)

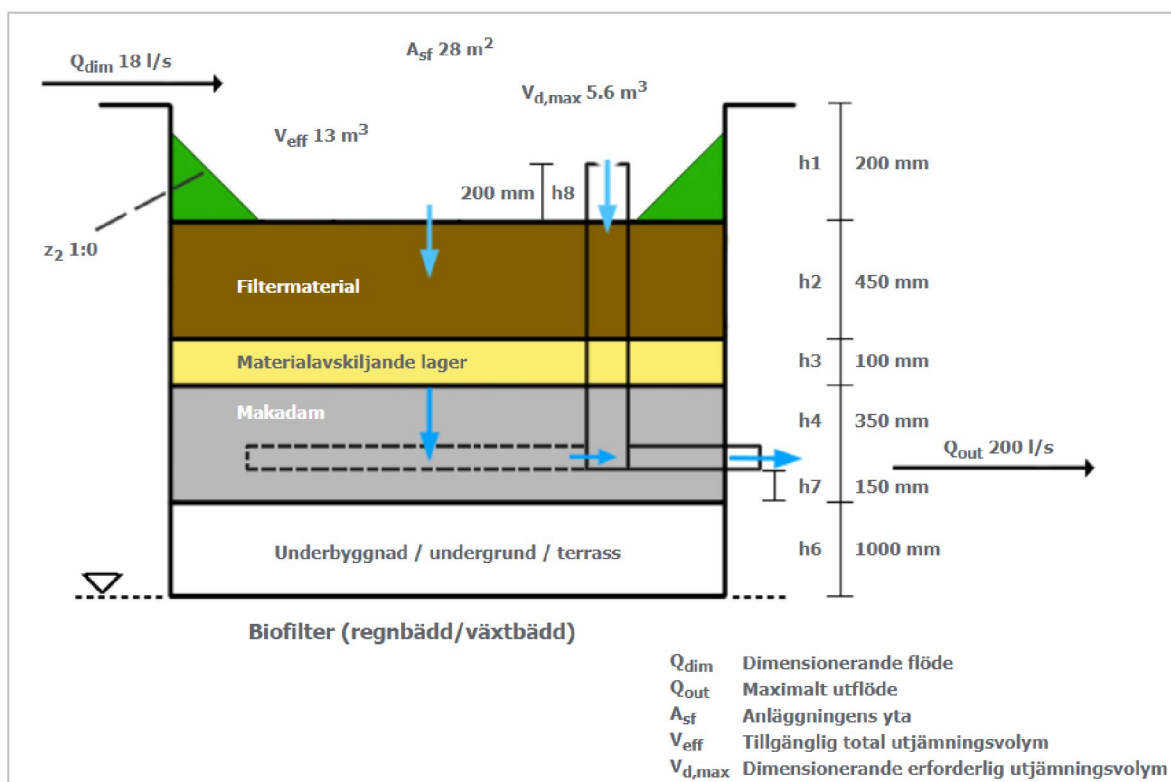
1. En reglervolym om 0,20 m
2. En funktionell mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) mellan 0,1 och 1,0 m med en genomsnittlig porositet om 0,3

Som ses i Tabell 9-1 så beror regnbäddarnas erforderliga area av dess funktionella mäktighet. Givet en funktionell mäktighet om till exempel 0,5 m så har den erforderliga arean på regnbäddarna för att möta erforderliga utjämningsvolym om 24,8 m³ uppskattas till mellan 70-80 m² (Tabell 9-1). En grundare regnbädd än 0,5 m kommer innebära ett större area för att uppfylla den erhållna utjämningsvolymen 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 utjämningsvolym om 24,8 m³ givet en reglervolym om 0,5 m och en porositet på den funktionella mäktigheten om 0,3.

Funktionell mäktighet (m)	Ytanspråk regnbädd (m ²)
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 är 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 så 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 utjämningsvolym (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). Då infiltrationsförutsättningarna inom planområdet är låga (avsnitt 5.2) så föreslås att regnbäddarna konstrueras med tät botten, och att renat dagvatten avleds mot befintligt dagvattennät.
9. Ett **förbehandlingssteg** för att förhindra höga flöden till regnbädden och filtrera bort grövre partiklar (t.ex. löv).

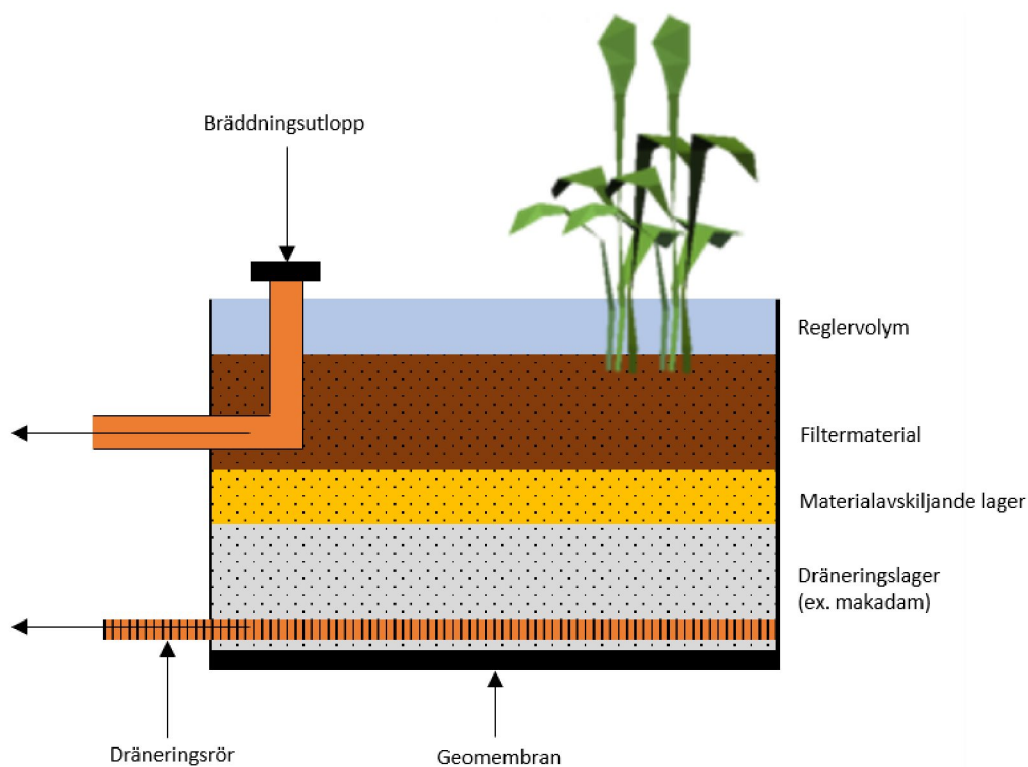
Förbehandlingssteget kan exempelvis utgöras av en stenkista till vilken dagvatten från stuprör leds i ett första steg för att förhindra erosionsskador på regnbädden vid kraftiga flöden, samt för att tillåta sedimentation/filtrering av grövre partiklar vilket förhindrar en tidig igensättning av regnbädden. 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).



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



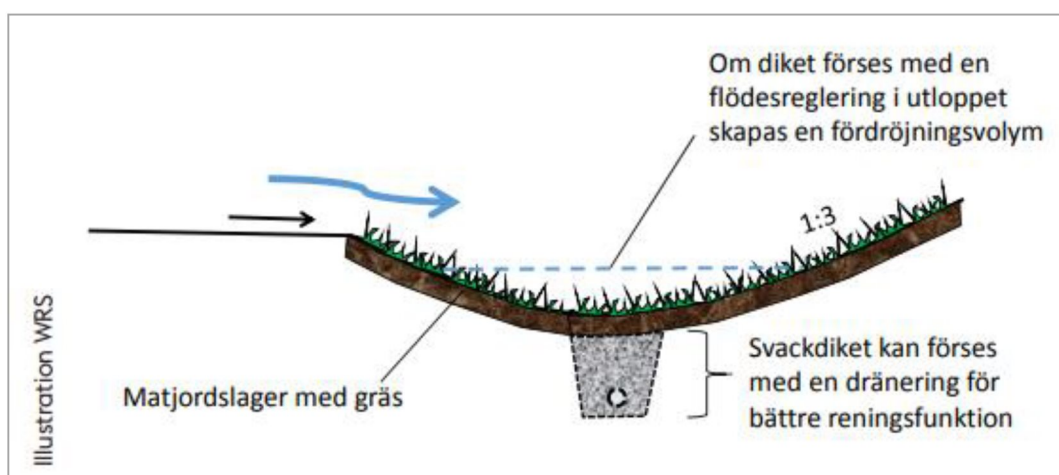
Figur 10-2. Exempel på avledning av takvatten via rännor anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



Figur 10-3. Principskiss över uppbyggnad av en regnbädd efter Payne m.fl. (2015). I exemplet så tillåts inte dagvatten infiltrera i underliggande mark och 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 avrinning 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 från planerad bebyggelse 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.



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

10.3 Infiltration på bostadstomt

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 hårdgjord 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.

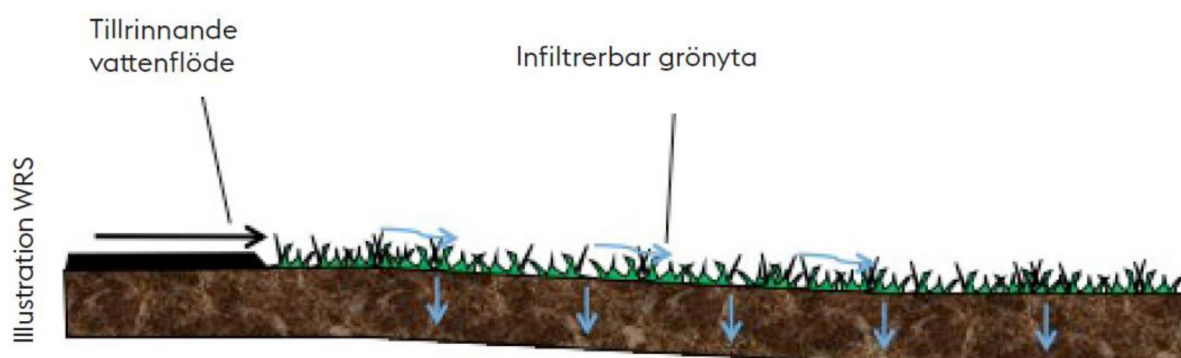
Infiltrationsdiken och perkulationsmagasin kan också användas vid utkastare för att öka infiltration och utjämning av dagvatten. Dessutom bidrar de till att behålla den naturliga vattenbalansen genom att möjliggöra för vattnet att spridas till omgivande mark och ner till grundvattnet (Figur 10-6). En vanlig typ av perkulationsmagasin 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 perkulationsmagasin är

plastkassetter som har en högre andel hålrum än om exempelvis grus eller sten används som fyllnadsmaterial.

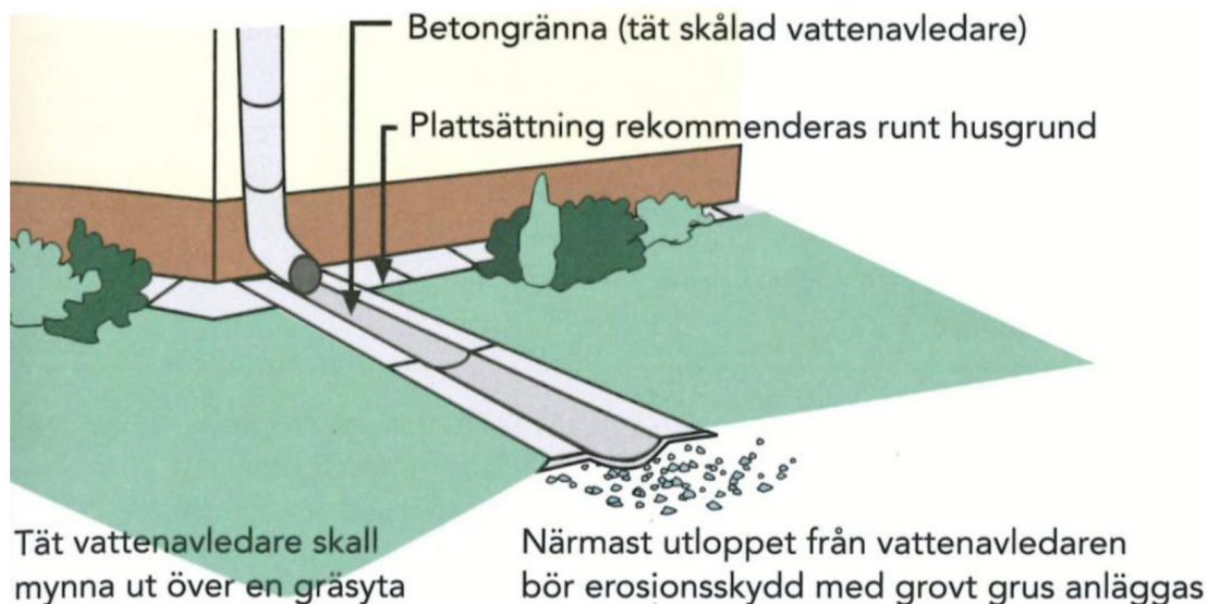
Markens infiltrationsförmåga och möjligheterna att tillfälligt överdämma grösyten påverkar behovet av yta för att fördröja och rena dimensionerande nederbörd. En tumregel är att en vanlig plan grönyta ska vara lika stor, eller dubbelt så stor som avvattningsytan för att kunna ta hand om en nederbörds-volym på 20 mm. Ytbehovet minskar om grönytan kan sänkas ner och i viss utsträckning går att överdämma. Det samma gäller för grösytor med hög infiltrationskapacitet eftersom en del av den dimensionerande nederbörden kan infiltrera redan när regnet pågår. Nederbörd som överskrider infiltrationskapaciteten eller magasinvolymen 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 växtnäringsämnen. 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 grösyten. Ytan kan också göras skålformad.



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



Figur 10-7. Utkastare med rännalar som leder vattnet till små stenistor i gräsmattan, exempel från Märsta i Sigtuna kommun, (T,h,). Dagvattnet når stenistan 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

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.



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 Sammanfattning

Enligt detaljplanen för planområdet "Lillskogen" (fastigheterna Lillskogen 45 och Lillskogen 46) i stadsdelen Bromma kyrka, Stockholm, så 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. Riktlinjer för dagvattenhantering inom planområdet har tillämpats utifrån Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm. Enligt beräknade erforderliga utjämningsvolymerna för de olika planerade markanvändningarna föreslås att vatten från tak och uteplatser ($9,4 \text{ m}^3$ respektive $2,4 \text{ m}^3$) tas omhand i regnbäddar intill husfasader, vatten från parkeringen ($8,5 \text{ m}^3$) föreslås tas omhand i regnbädd i anslutning till parkeringen. Den resterande erforderliga utjämningsvolymen som uppgår till $2,3 \text{ m}^3$ bedöms kunna infiltreras jämnt över parkmarken ($0,11 \text{ ha}$) trots bedömd låg infiltrationskapacitet.

Beräkningar på dagvattenflöden för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet visar på att dagvattenflöden ökar enligt den projekterade exploateringen av planområdet på grund av en ökad areal hårdgjord yta. Vidare så visar simuleringar i StormTac att det sker en övergripande ökning i ämneshalter och ämnesbelastning från planområdet 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. I synnerhet ökas föroreningsbelastningen av flouranten men också kvicksilver, kväve, kadmium, krom, antracen, TBT och PBDE. Halterna av kvicksilver och PBDE är ett nationellt problem och bedöms inte kunna lösas inom ett mindre detaljplaneområde.

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm så har den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet beräknats till $24,8 \text{ m}^3$ vilket uppnås med föreslagna dagvattenlösning i form av regnbäddar.

Den befintliga markanvändningen bedöms ha en låg påverkan på recipienten i form av föroreningsbelastning 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. Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och bör inte tolkas som exakta siffror.

Planerad markanvändning bör höjdsättas så att inget vatten blir stående inom planområdet eller rinner till grannfastigheten vid skyfall. Höjdsättningen skall i stället leda skyfallsvatten från planområde till lokalgatan vid stora regnmängder.

12 Slutsats

Med föreslagen dagvattenhantering i växtbäddar inom fastigheten och ett dike längs med fastighetsgräns uppnås kraven för fördröjning och rening angivna i Stockholms stads dagvattenpolicy. Föreslagna dagvattenlösningar renar även dagvattnet till en nivå som är lika med eller underskrider de befintliga föroreningshalterna från kvarteret. Exploateringen av planområdet 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, 2022. Fördjupad miljöteknisk markundersökning av 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 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, 2016. Dagvattenhantering. Åtgärdsniva vid ny- och större ombyggnation. 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>

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

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. Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm. Rapport nr 2016-0752-A.

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