

GEOSIGMA

Grav 20284

Dagvattenutredning

Lillskogen, stadsdelen Bromma Kyrka




Geosigma AB

2020-12-08

GEOSIGMA

SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING

Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 606162	Grav nr: 20284	Version: 0,3	Antal Sidor: 26	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				Datum: 2020-12-08		
Granskad av: Johan Lundh				Datum: 2020-11-02		
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		

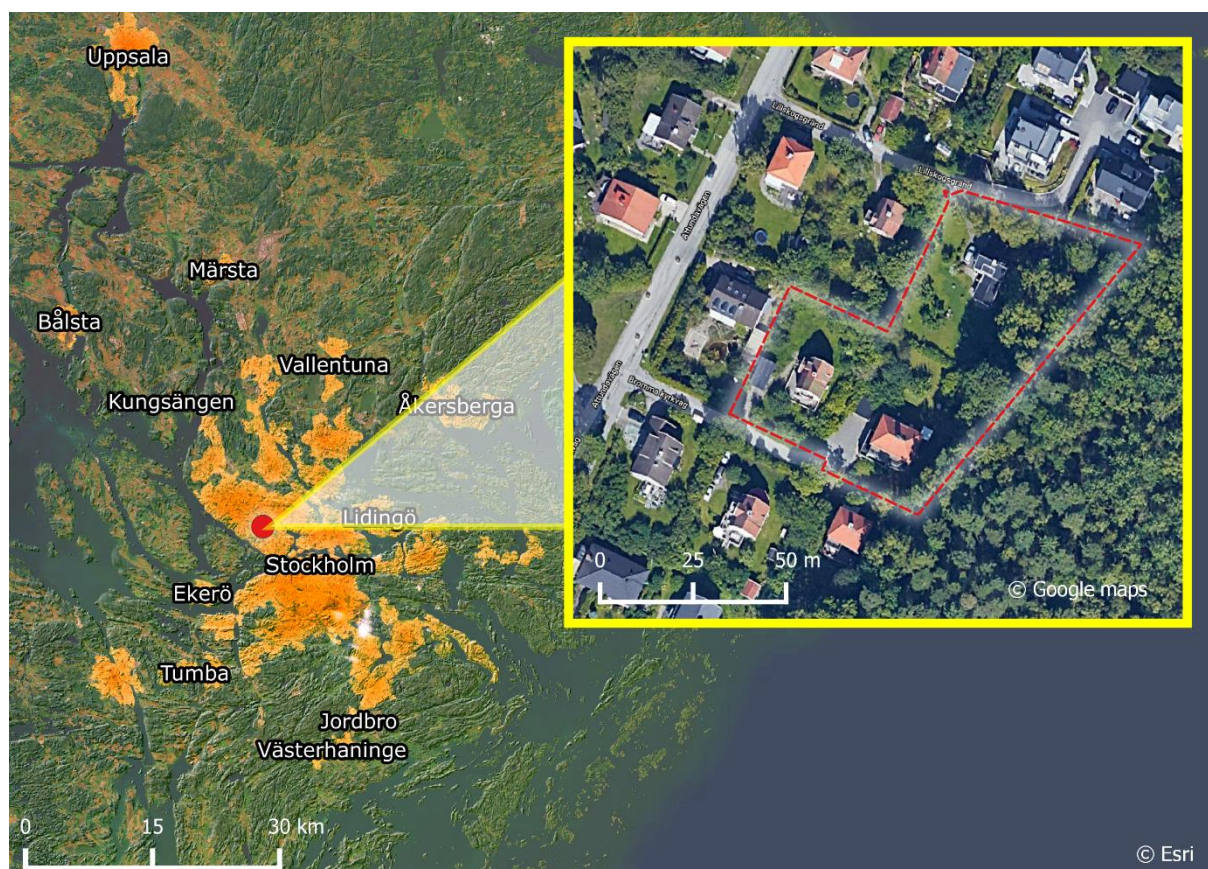
Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Gällande riktlinjer för dagvattenhantering	2
2	Material och metod	3
2.1	Beräkningar	3
2.1.1	Markanvändning	3
2.1.2	Dagvattenflöde	3
2.1.3	Dimensionerande utjämningsvolym	4
2.1.4	Skyfallskartering	4
2.1.5	Ämneshalter och ämnesbelastning	4
3	Områdesbeskrivning	5
3.1	Befintlig och planerad markanvändning	5
3.2	Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten	6
3.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer	9
3.3.1	Strömmen	9
4	Flödesberäkningar och dimensionerande utjämningsvolym	10
4.1	Dagvattenflöden utan fördröjning	10
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym	11
4.3	Dagvattenflöden med fördröjning	11
4.4	Skyfallskartering	12
4.4.1	Sekundära avrinningsvägar	12
5	Ämneshalter och ämnesbelastning	14
5.1	Resultat föroreningsbelastning	14
6	Förslag till dagvattensystem	16
6.1	Uppskattning av ytanspråk	17
6.2	Dagvattenhantering i ljusschakt	17
7	Principlösningar	18
7.1	Regnbäddar	18
7.2	Makadamdiken	21
7.3	Infiltration på bostadstomt	22
7.4	Infiltration på parkering	25
7	Sammanfattning och slutsats	27
8	Referenser	28

1 Inledning

Enligt detaljplanen för planområdet "Lillskogen" (fastigheterna Lillskogen 5, Lillskogen 45, samt Lillskogen 46) i stadsdelen Bromma kyrka, Stockholm (Figur 1-1), så planeras en småskalig bostadsbebyggelse där tre befintliga villor ersätts med radhus och ett mindre flerfamiljshus, vilket förväntas att sammantaget resultera i 20 nya bostäder. Befintlig bebyggelse inom planområdet utgörs av tre villatomter (Figur 1-1).

Geosigma AB utreder på uppdrag av Ateljé Nord recipientpåverkan för dagvatten från den planerade exploateringen av planområdet Lillskogen i syfte att föreslå en dagvattenhantering inom det aktuella planområdet som är förenlig med gällande riktlinjer.



Figur 1-1. Översikt över planområdet

1.1 Gällande riktlinjer för dagvattenhantering

Det studerade planområdet omfattas av Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering vilka brett strävar efter att Stockholms vattenförekomster (sjöar, vattendrag, och kustvatten) ska uppnå god status till 2021 eller senast till 2027 (WRS, 2016). För ny- och större ombyggnation inom Stockholm stad så gäller mot bakgrund av ovanstående en åtgärdsnivå för dagvattenhantering i syfte 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 91% 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

Från 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 en rening och fördröjning av 100% 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).

2 Material och metod

2.1 Beräkningar

2.1.1 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 markanvändningen inom planområdet enligt befintlig och planerad exploatering av planområdet har gjorts utifrån de markanvändningskategorier som hanteras i programvaran StormTac 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 (2020).

2.1.2 Dagvattenflöde

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

$$Q = \sum_{i=1}^k i(t_r) \cdot A_i \cdot \varphi_i \cdot f \quad (2-1)$$

... 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 2-1.

Tabell 2-1. Parametrar som används för att beräkna dagvattenflöden enligt den rationella metoden

Parameter	Enhet	Värde/kommentar
Area (A_i)	ha	Se Tabell 3-1
Avrinningskoefficient (φ_i)	-	Se Tabell 3-1
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)
– 10-årsregn		227,9
– 20-årsregn		286,6
– 100-årsregn		488,7

^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 2.1.3).

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

2.1.3 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 (2-2) ...

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

... 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.

2.1.4 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 (2020) 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, och visar ett "worst case scenario" i syfte att identifiera de mest problematiska områdena vid händelse av ett skyfall.

2.1.5 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. 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 515 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Stockholm-Bromma med omnejd för normalperioden 1961-1990 (SMHI; 2020a).

3 Områdesbeskrivning

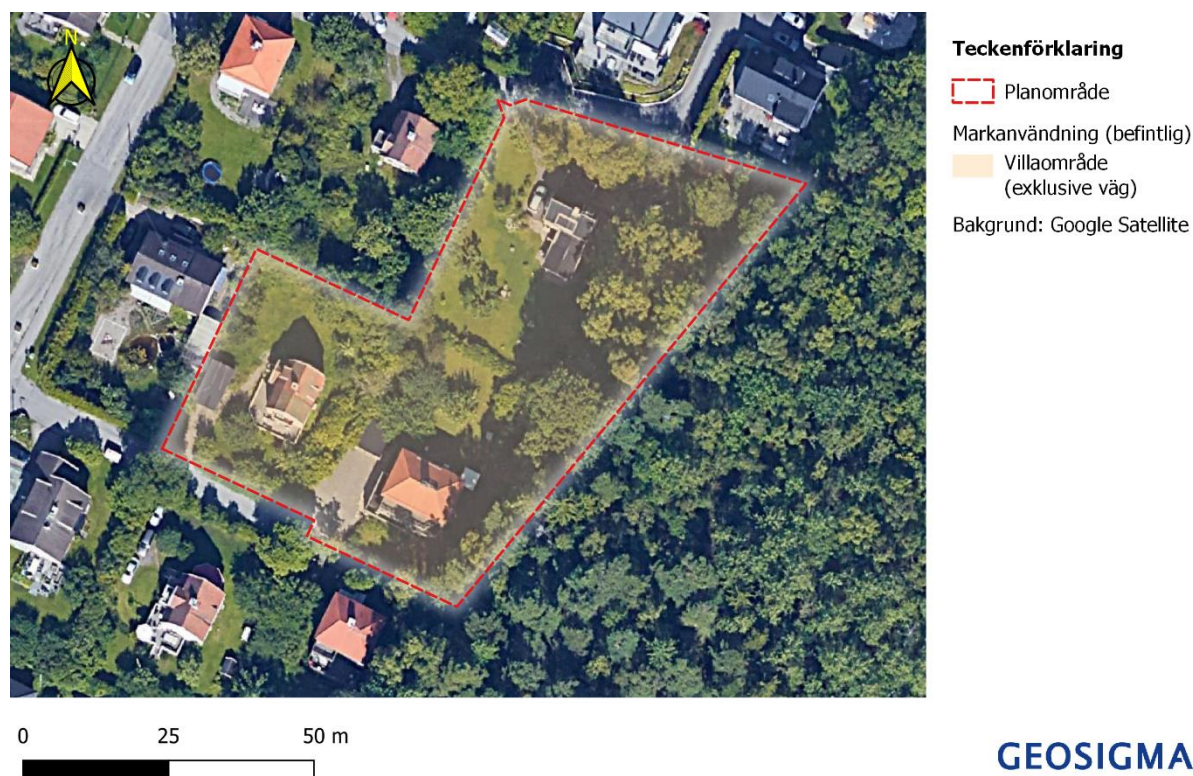
3.1 Befintlig och planerad markanvändning

Den befintliga markanvändningen inom planområdet (0,4564 ha) utgörs uteslutande av ett villaområde (utan vägar; Figur 3-1; Tabell 3-1). Enligt den projekterade exploatering av planområdet så planeras byggnation av ett radhusområde, inkluderat ett mindre flerfamiljshus, med anslutande väg och tillhörande parkeringsytor (Figur 3-2; Tabell 3-1). Enligt den projekterade exploateringen av planområdet så kommer den planerade markanvändningen i huvudsak utgöras av parkmark (61,8%), följt av takyta (19,9%), parkering (10,2%), väg (7,1%) samt gång- och cykelväg (1,0%; Tabell 3-1).

Tabell 3-1. 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	0,45	0,07
		Planområdet	0,15 ^a	0,45	0,07
Planerad	Lillskogen	Gång- och cykelväg	0,80 ^b	0,08	0,06
		Parkering	0,80	0,05	0,04
		Grönyta	0,10	0,19	0,02
		Takyta	0,90	0,10	0,09
		Väg	0,80	0,03	0,03
		Planområdet	0,53 ^a	0,45	0,24

^aMedelvärde viktat till arean för respektive markanvändningskategori.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning inom planområdet "Lillskogen" tolkat utifrån satellitbilder över området.



Figur 3-2. Planerad markanvändning inom planområdet "Lillskogen". ÅWL Arkitekter, Ateljé Nord.

3.2 Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten

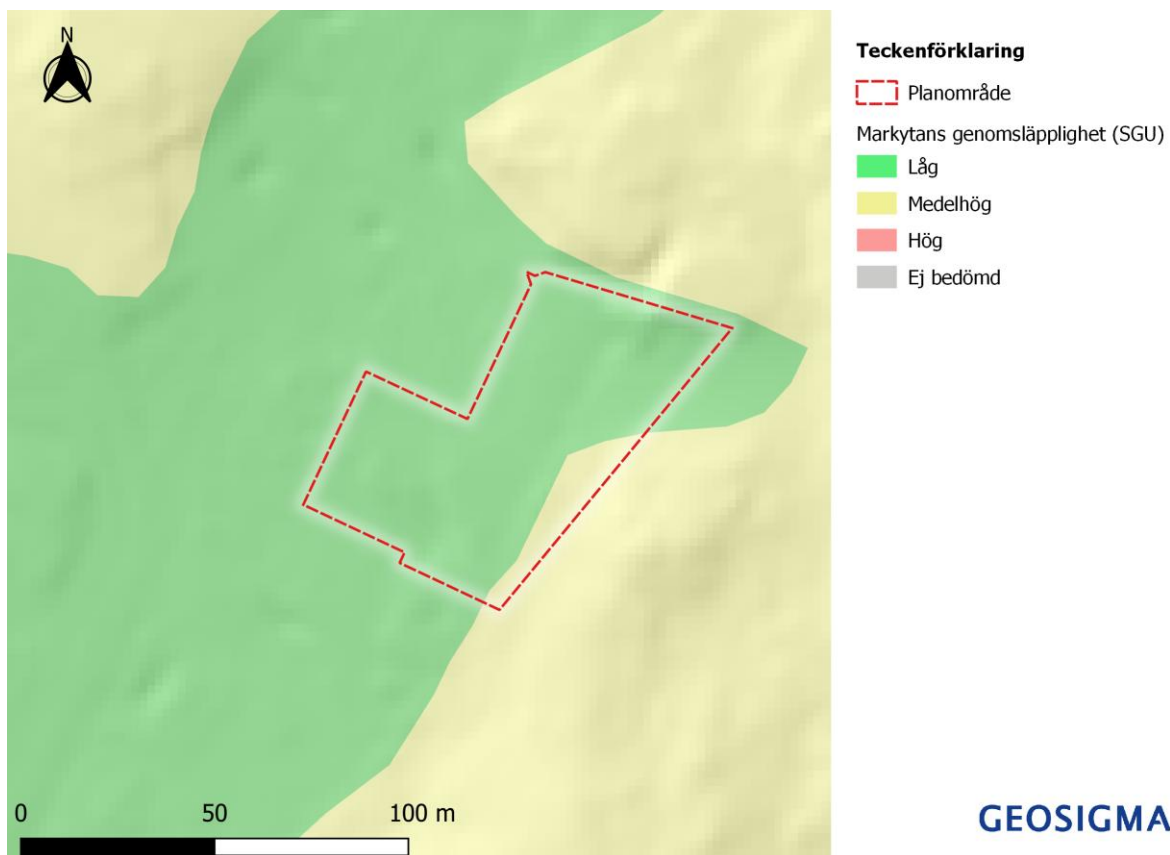
Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU; SGU; 2020a) så utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet till största del av glacial lera, och till en mindre del av berg i dagen (Figur 3-3). De ytliga jordarterna i planområdets omnejd utgörs av berg i dagen, postglacial, samt sandig morän (Figur 3-3).

Enligt SGUs karta över markytans genomsläplighet (SGU, 2020b) så bedöms markytans genomsläplighet inom planområdet övergripande som låg (Figur 3-4). 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 3-5; SGU, 2020c; 2009). Att notera är här att närmaste vattenbrunn återfinns ~415 m nordväst om aktuellt planområde enligt SGUs brunnsarkiv (SGU, 2020d); dock så återfinns flertalet energibrunnar inom planområdet med omnejd.

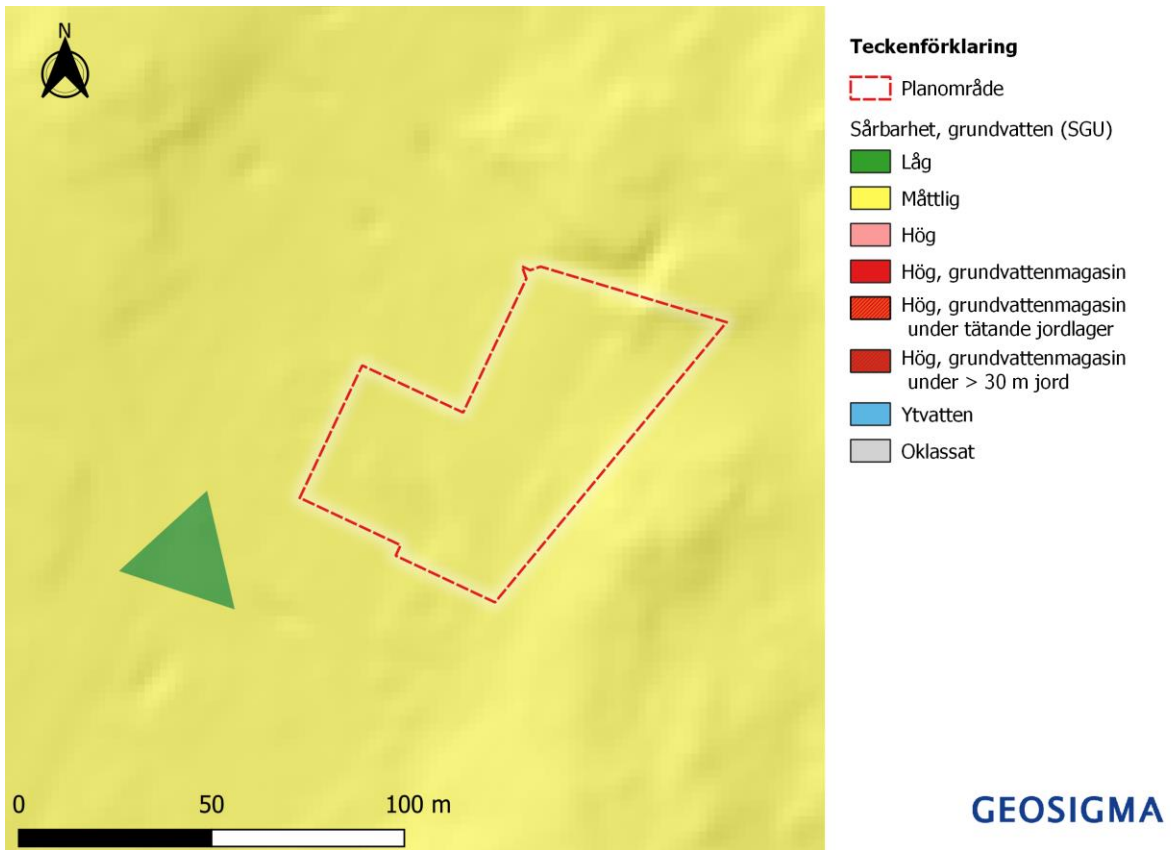
Sammantaget så medför ovanstående att infiltrationsförutsättningarna för dagvatten bedöms som låga inom planområdet. Att notera är att det inte finns några grundvattenförekomster inom planområdet (SGU, 2020e).



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



Figur 3-4. Markytans genomsläpplighet inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020b).



Figur 3-5. Grundvattnets sårbarhet enligt SGU (2020c).

3.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer

Området är beläget inom det tekniska delavrinningsområdet för det kombinerade avloppsnätet, som efter rening i Bromma avloppsreningsverk leds till Strömmen, vars ekologiska och kemiska status presenteras i **Fel! Hittar inte referensälla.** och redogörs för i avsnitt 3.3.1

3.3.1 Strömmen

Enligt VISS (2020a) så är den ekologiska statusen i ytvattenförekomsten Strömmen otillfredsställande baserat mestadels 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 HaV:s vägledning bedömts till måttlig status då kvalitetsfaktorerna konnektiviteten 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) överskrids i vattenförekomsten.

Det bör tas i beaktning att när det gäller statusen för Hg och PBDE så är det Havs- och vattenmyndigheten som gjort bedömningen att gränsvärdena för Hg och PBDE överskrids i Sveriges alla vattenförekomster på grund av långväga atmosfärisk deposition.

Tabell 3-2. 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

4 Flödesberäkningar och dimensionerande utjämningsvolym

Flödesberäkningar för dagvatten har gjorts för ett 20- respektive 100-årsregn i syfte att dimensionera ett dagvattensystem för projekterad exploatering av planområdet.

4.1 Dagvattenflöden utan fördröjning

Enligt flödesberäkningarna för befintlig samt planerad markanvändning så kommer dagvattenflöden från planområdet att öka med 105% enligt projekterad exploatering av planområdet på grund av en ökad areal av hårdgjorda ytor (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet exklusive klimatfaktor; Tabell 4-1). Ökade dagvattenflöden enligt projekterad exploatering av planområdet är att förvänta då det i projekterad exploatering av planområdet tillkommer flertalet nya bostadshus med tillhörande parkeringsytor och vägar (jmf. Figur 3-2 och Figur 3-3; Tabell 3-1).

Inklusive förväntade klimatförändringar inom planområdet med omnejd förväntas dagvattenflöden att öka med 215% gentemot befintliga förhållanden och om planområdet exploateras enligt erhållet underlag (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet, exklusive respektive inklusive klimatfaktor; Tabell 4-1)

Tabell 4-1. Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor) för ett 10, 20, och respektive 100-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning utan fördröjning inom planområdet

Detaljplan	Utredningsområde	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
			Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	Lillskogen	10-årsregn	16	20
		20-årsregn	20	25
		100-årsregn	33	42
Planerad	Lillskogen	10-årsregn	43	55
		20-årsregn	57	69
		100-årsregn	95	118

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm så har den dimensionerande utjämningsvolymen för den planerade markanvändningen inom planområdet enligt projekterad exploatering beräknats till 35,4 m³ för ett 20-årsregn (Tabell 4-2; ekvation 2-2).

Tabell 4-2. Beräknad dimensionerande utjämningsvolym (V) för planområdet med projekterad exploatering enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm

Detaljplan	Utredningsområde	Markanvändning	Φ_i	Reducerad area (ha)	V (20 mm; m ³)
Planerad	Lillskogen	Gång- och cykelväg	0.8	0,06	13
		Parkering	0.8	0,04	9
		Grönyta	0.1	0,02	4
		Takyta	0.9	0,09	18
		Väg	0.8	0,03	5
		Planområdet		0,39	0,24

4.3 Dagvattenflöden med fördröjning

För beräkning av dagvattenflöden (ekvation 2-1) inom planområdet enligt projekterad exploatering med fördröjning (enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm) vid ett 10, 20, respektive 100-årsregn så har rinntiden ökat med 15 min, 12 min, respektive 3 min, så att den totala rinntiden för respektive nederbördsevent motsvarar 25 min, 22 min, respektive 13 min.

För projekterad exploatering av planområdet inklusive system för fördröjning av dagvatten så förväntas dagvattenflöden att öka med cirka 44%, 60%, och 124% för ett 10, 20, respektive 100-årsregn 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).

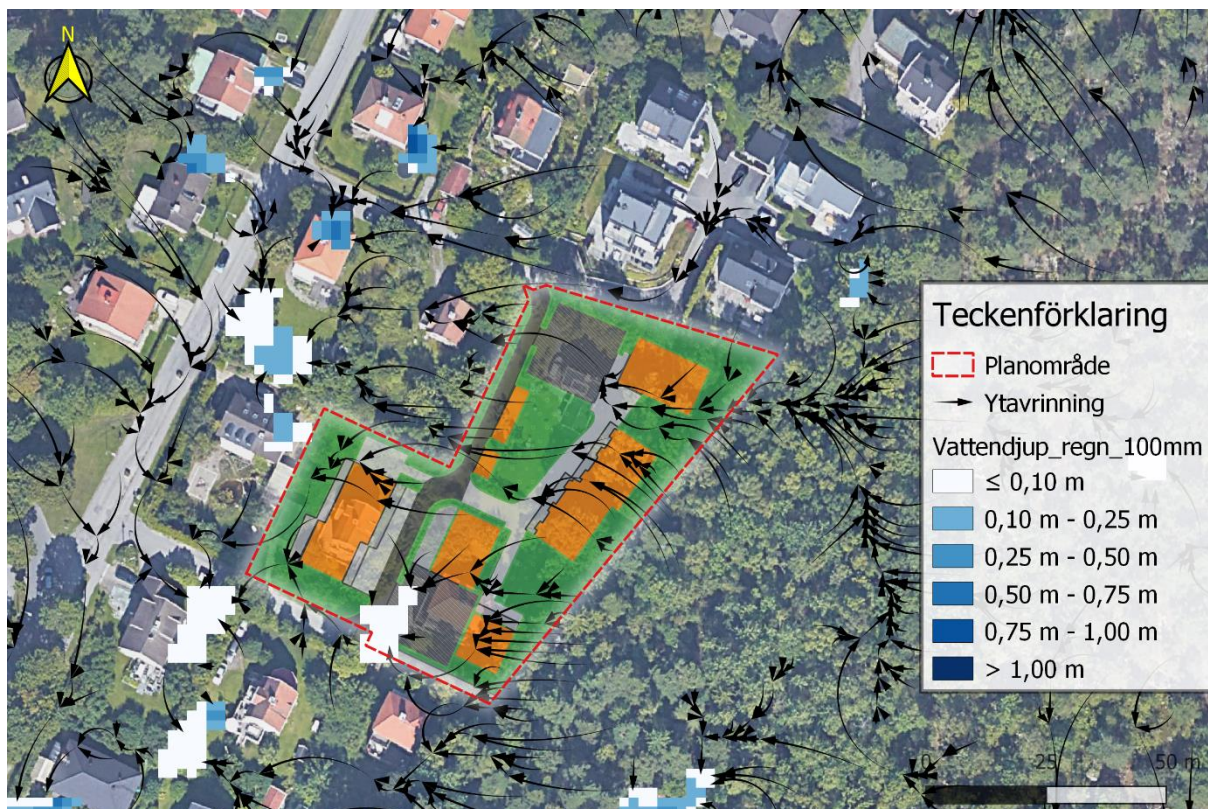
Inklusive förväntade klimatförändringar inom planområdet med omnejd så förväntas dagvattenflöden att öka med cirka 81%, 95%, samt 182% vid projekterad exploatering av planområdet, med fördröjning av dagvatten, gentemot befintliga förhållanden (jmf. beräknade dagvattenflöden exklusive samt inklusive klimatfaktor för befintlig respektive planerad detaljplan i Tabell 4-3).

Tabell 4-3. Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor) för ett 10, 20, respektive 100-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning med fördröjning inom planområdet

Detaljplan	Utredningsområde	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
			Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	Lillskogen	10-årsregn	16	20
		20-årsregn	20	25
		100-årsregn	33	42
Planerad	Lillskogen	10-årsregn	23	29
		20-årsregn	32	39
		100-årsregn	74	93

4.4 Skyfallskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara. Skyfallskarteringen över planområdet visar dock på en övergripande låg risk för att planområdet drabbas av översvämning vid händelse av ett skyfall (Figur 4-1). Risk för en måttlig översvämning ($\leq 0,1$ m) ses dock vid parkeringen invid den södra infarten till planområdet (Figur 4-1).



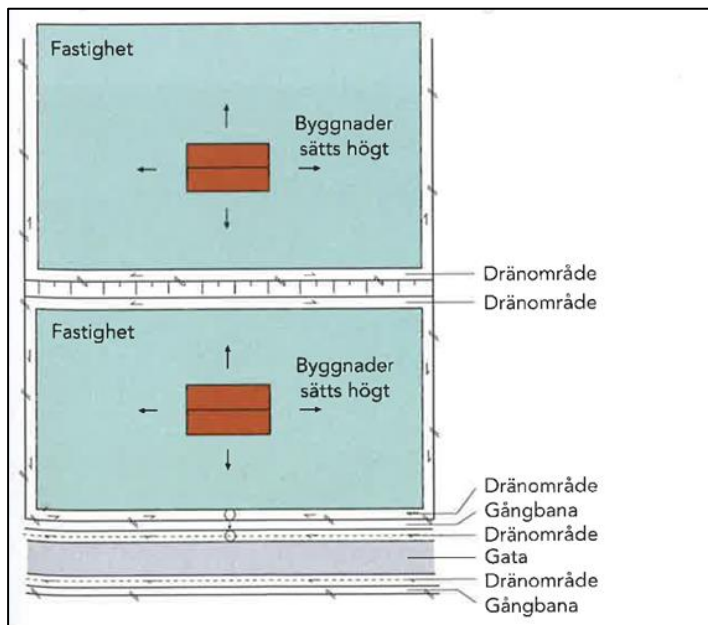
Figur 4-1. Skyfallskartering över planområdet utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 100 mm).

4.4.1 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 4-2. Ett förslag på höjdsättning av planområdet för att skapa sekundära avrinningsvägar mot befintligt vägnät och dagvattennät, visas i Figur 4-3. För ytan i vid husens ljusschakt bör den anläggas med ett infiltrerande material eller tydligt leda vidare ytavrinningen så att inget vatten ansamlas.

Från projekterad exploatering av planområdet så inga instängda områden som kan utgöra en risk för skador på byggnader vid ett eventuellt skyfall. Att notera är dock att den nordöstra delen av planområdet dränerar ett förhållandevis stort område öster om planområdet (Figur 4-1). Ytvatten tenderar att passera västerut genom planområdet längs en primär flödesväg mellan de två bostadshusen i den nordöstra delen av planområdet (Figur 4-1). För att undvika skador på dessa hus

så krävs att en sekundär avrinningsväg skapas för att avleda ytvatten i syfte att hindra vatten till att ansamlas kring grunden vid dessa hus.



Figur 4-2. Höjdsättningsförslag enligt Svensk vattens publikation P105.



Figur 4-3. Förslag till sekundära avrinningsvägar som skapas genom höjdsättning av planområdet.

5 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 3-1. I StormTac så definieras de olika markanvändningskategorierna, varifrån schablonhalter för ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten baseras på, för befintlig samt planerad markanvändning (Tabell 3-1) enligt:

- **Gång- och cykelväg** är en "asfalterad yta avsedd för gång- och cykeltrafik."
- **Parkering** är en "separat parkeringsyta som ligger utanför bebyggelse"
- **Grönyta** är en grönyta med inkluderade gångvägar
- **Takyta** är en "takyta utan specificering av takmaterial"
- **Villaområde, exklusive väg** är ett "område med villabebyggelse, inkluderande all markanvändning inom ett normalt villaområde, t.ex. tak, uppfartsvägar och gräsmattor [exklusive väg]"
- **Väg** är en "trafikerad vägyta med [given] årlig medeldygnstrafikintensitet (ÅDT, årsdygnstrafik, fordon/dygn)". För vägar inom planområdet så har en ÅDT om 100 antagits.

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. Vidare så antas klimatbetingad påverkan på dagvattenflöden att gälla för både befintlig/planerad markanvändning, och jämförelse av ämneshalter/ämnesbelastning i dagvatten från befintlig/planerad markanvändning har utförts antaget en klimatfaktor om 1,0.

5.1 Resultat föroreningsbelastning

Simulering av ämneshalter i dagvatten från planområdet indikerar att ämneshalter av förväntas att öka i dagvatten från planområdet enligt projekterad exploatering (Tabell 5-1). Vidare så förväntas ämnesbelastningen av flertalet studerade ämnen från planområdet att öka med projekterad exploatering av området (Tabell 5-2), vilket är väntat då projekterad exploatering leder till en ökad areal hårdgjord yta inom, och ökade dagvattenflöden från, planområdet.

Sammantaget så indikerar simuleringarna av ämneshalter och ämnesbelastning från planområdet en risk för sänkt kemisk samt ekologisk status i recipienten av dagvattnet från planområdet enligt projekterad exploatering. Då flera av de ovanstående ämnena utgör prioriterade ämnen i recipienten (avsnitt 3.2.2) så föreligger ett behov av rening av dagvatten innan utsläpp till recipient.

Om föreslagna daglösningar implementeras så bedöms projekterad exploatering av planområdet med rening och fördröjning av dagvatten i regnbäddar/krossdiken/makadamlager att leda till en övergripande förbättring i vattenkemisk kvalitet på utgående dagvatten, och kan möjligt leda till en förbättring i ekologisk samt kemisk status för ytvattenrecipienten.

Om föreslaget dagvattensystem implementeras indikerar föroreningsberäkningarna på att exploateringen inte försämrar recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer

Tabell 5-1. Uppskattade ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan 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 rening).

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	180	160	47
Kväve	µg/l	1500	1500	660
Bly	µg/l	6.9	8	1
Koppar	µg/l	19	16	5
Zink	µg/l	81	46	7
Kadmium	µg/l	0.2	0.5	0.1
Krom	µg/l	3	6	3
Nickel	µg/l	5	6	2
Suspenderad substans	µg/l	35 000	52 000	10 000
Olja (mg/l)	µg/l	300	320	81
PAH (µg/l)	µg/l	0.7	0.9	0.1
Benso(a)pyren	µg/l	0.02	0.02	0.003
Antracen	µg/l	0.0002	0.0002	0.0001

Tabell 5-2. Uppskattad ämnesbelastning i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan 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 rening).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	kg/år	0.07	0.2	0.05
Kväve	kg/år	1	2	1
Bly	kg/år	0.003	0.01	0.001
Koppar	kg/år	0.01	0.02	0.005
Zink	kg/år	0.03	0.05	0.01
Kadmium	kg/år	0.0001	0.001	0.0001
Krom	kg/år	0.001	0.006	0.003
Nickel	kg/år	0.002	0.006	0.002
Suspenderad substans	kg/år	15	52	10
Olja (mg/l)	kg/år	0.1	0.3	0.1
PAH (µg/l)	kg/år	0.0003	0.001	0.0001
Benso(a)pyren	kg/år	0.00001	0.00002	0.000003
Antracen	kg/år	0.00001	0.00002	0.00001

6 Förslag till dagvattensystem

För att möta den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet enligt projekterad exploatering (49m³), 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. Föreslagna dagvattenlösningar presenteras översiktligt i figur 6-1 och består av följande:

Dagvatten från tak

Totala erforderlig utjämningsvolym från taken är 18 m³ och denna volym kan uppnås med regnbäddar placerade relativt nära husfasaderna.

Dagvatten från gång- och cykelväg samt entréytor

Totala erforderlig utjämningsvolym från taken är 13 m³ och denna volym kan uppnås med regnbäddar.

Dagvatten från parkering

Totala erforderlig utjämningsvolym från parkeringarna är 9 m³ och denna volym kan uppnås med krossdiken/makadamlager/regnbäddar placerade längs de sydöstra kanterna av parkeringarna.

Dagvatten från vägen

Totala erforderlig utjämningsvolym från vägen är 5 m³ och denna volym kan uppnås med en regnbäddar placerad vid vägen i sydväst.

Dagvatten från resterande grönytor

Resterande dagvatten kan omhändertagas genom infiltration på öppna gröna ytor och planteringsytor på områdets gemensamma ytor.



Figur 6-1. Översiktlig dagvattenlösning för planområdet.

6.1 Uppskattning av ytanspråk

Givet en erforderlig utjämningsvolym om 49 m³ för planområdet enligt projekterad exploatering så har den erforderliga arean för valfritt makadamlager uppskattats (Tabell 6-3) enligt följande antagen på utformning av dagvattenanläggning (jmf. Figur 6-3)

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

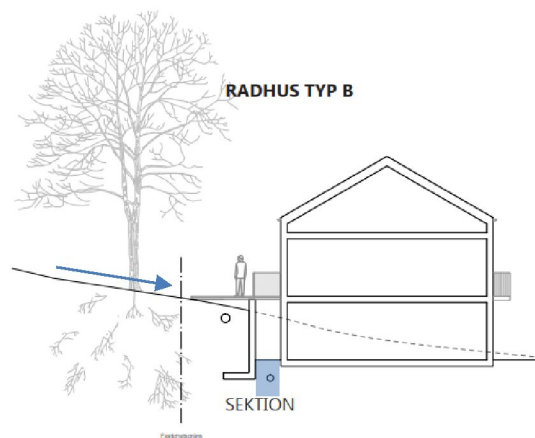
Som ses i Tabell 6-3 så beror regnbäddarnas erforderliga area av dess funktionella mäktighet. Givet en funktionell mäktighet om 1 m så har den erforderliga arean på regnbäddarna för att möta erforderliga utjämningsvolym om 49 m³ uppskattas till 123 m² (Tabell 6-3).

Tabell 6-3. Uppskattad erforderlig area för regnbäddar som en funktion av dess funktionella mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) för att möta erforderlig utjämningsvolym om 49 m³ givet en reglervolym om 0,1 m och en porositet på den funktionella mäktigheten om 0,3.

Funktionell mäktighet (m)	Ytanspråk växtbädd (m ²)
0.0	490
0.1	377
0.2	306
0.3	258
0.4	223
0.5	196
0.6	175
0.7	158
0.8	144
0.9	132
1.0	123

6.2 Dagvattenhantering i ljusschakt

Husen som angränsar till den sluttande skogen i öst kan, vid stora nederbörds mängder, behöva hantera ett vattenflöde ner mot huskroppen. Vid husens östra fasad planeras det för ett så kallat ljusschakt (se Figur 6-1), beläggningen i detta schakt behöver rikta dagvattenflödet söderut och helst vara infiltrerbar och dränera marken närmast huskroppen söderut.



Figur 6-1. Planerat ljusschakt och den infiltrerbara ytan med södergående lutning.

7 Principlösningar

7.1 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 6-1 och Figur 6-2. 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 6-3):

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 stagning 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 3.2) 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).

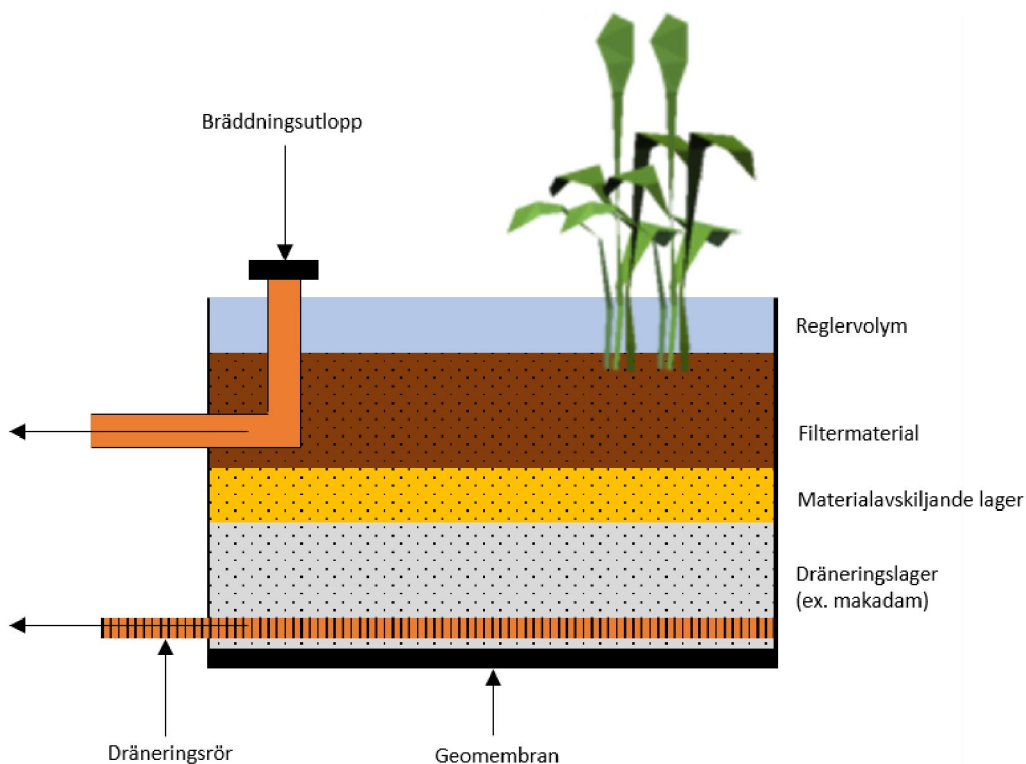
Förbehandlingssteget kan exempelvis utgöras av en stenkista till vilken dagvatten från stuprör leds i ett första steg för att förhindra erosionsskador på regnbädden vid kraftiga flöden, samt för att tillåta sedimentation/filtrering av grövre partiklar vilket förhindrar en tidig igensättning av regnbädden. 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 7-1. Avledning av takvatten till planteringar via ränndalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 7-2. Exempel på avledning av takvatten via ränndalar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



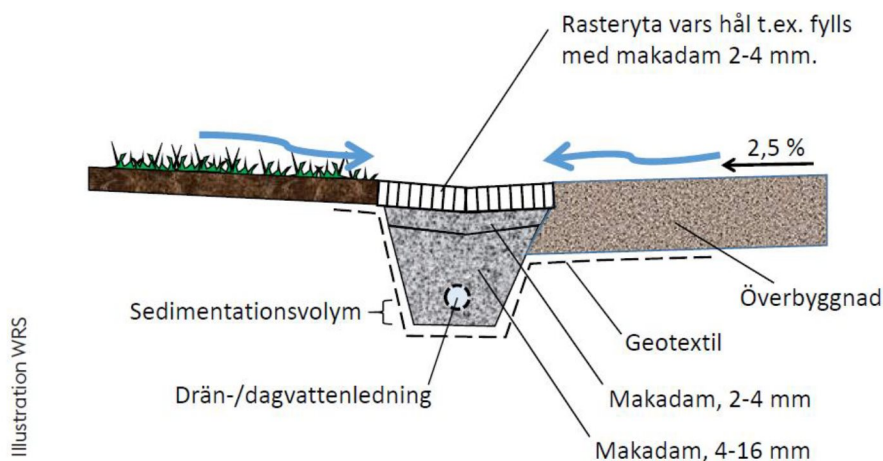
Figur 7-3. Principskiss över uppbyggnad av en regnbädd efter Payne m.fl. (2015). I exemplet så tillåts inte dagvatten infiltrera i underliggande mark och leds till befintligt dräneringssystem.

7.2 Makadamdiken

Makadamdiken kan fördröja och avleda dagvatten, och har potential att bidra med viss rening. De kan utformas på flera sätt och anläggas ofta i anslutning till gator och vägar. Makadamfyllda diken kräver mindre utrymme än svackdiken. De kan kombineras med andra dagvattensystem.

Ett makadamdike anläggs genom att ett meterdjupt grävt dike fylls med makadam, det vill säga krossad och storlekssorterad sten utan nollfraktion. På botten placeras som regel ett dräneringsrör som ansluter till dagvattennätet. Detta skapar förutsättningar för infiltration och avledning av dagvatten även vid höga flöden. Om röret läggs ett par decimeter ovanför botten skapas ett magasin under röret där partiklar som passerat makadamlagret kan sedimentera. Makadamdiken kan både ha en tät eller en öppen botten, föroreningsbelastningen och/eller infiltrationskapaciteten i underliggande mark avgör om diket ska ha ett genomsläppligt lager i överytan (se illustration ovan).

Dikets bottenbredd bör vara minst 0.5 m, men ska dimensioneras med utgångspunkt från de flöden som ska kunna avledas. Lutningen i längdled bör vara svag (högst en procent) och det måste finnas möjlighet att avleda flöden som är högre än det dimensionerande, till ledningsnätet eller förbi anläggningen. Om bräddande vatten i ytan runt diket kan skada anläggningar/installationer krävs ett översvämningsskydd/bräddbrunn. Det är viktigt att bräddbrunnen ligger i nivå med den maximalt tillåtna vattennivån i diket lågpunkt så att bräddning inte sker i onödan.



Figur 7-4. En principskiss på ett makadamdike, Makadamfyllning placeras i ett meterdjupt, grävt dike. Ibland används geotextil för att förhindra att olika lager blandas. Överytan kan bestå av grov makadam eller annat genomsläppligt material, i botten placeras ofta ett dräneringsrör med anslutning till dagvattennätet.



Figur 7-5. Till vänster om vägen finns ett underliggande makadamdike. I det översta lagret blandas mindre fraktioner makadam med jord och i botten placeras grövre makadamfraktioner.

7.3 Infiltration på bostadstomt

Grönytor kan användas för att fördröja, rena och avleda dagvatten. 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.

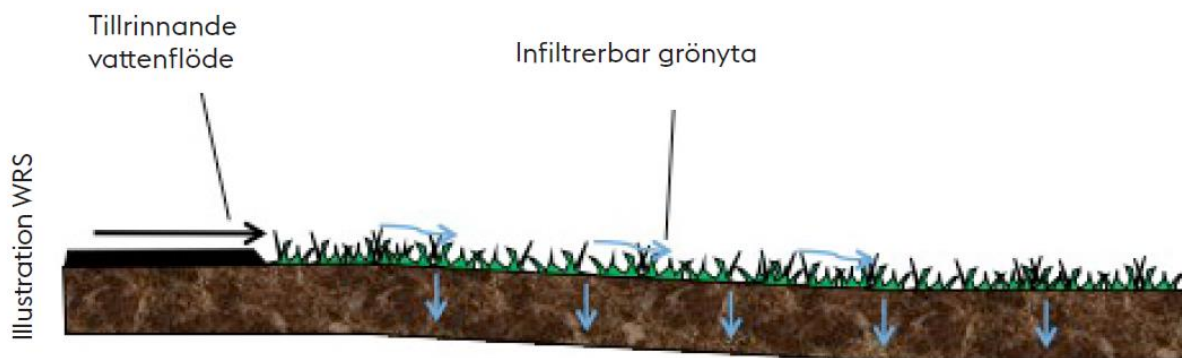
Med långsammare infiltration ökar förmågan att lägga fast föroreningar. Infiltrationskapaciteten i en vanlig gräsyta är 10–100 mm/h. Gräsytor med väl-dränerad överyta kan infiltrera flera 100 mm per timme, Är flödesbelastningen låg kan grönytan anläggas som en vanlig, plan eller svagt sluttande gräsmatta.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

Infiltrationsdiken och 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. 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 figur Figur 7-8). 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.

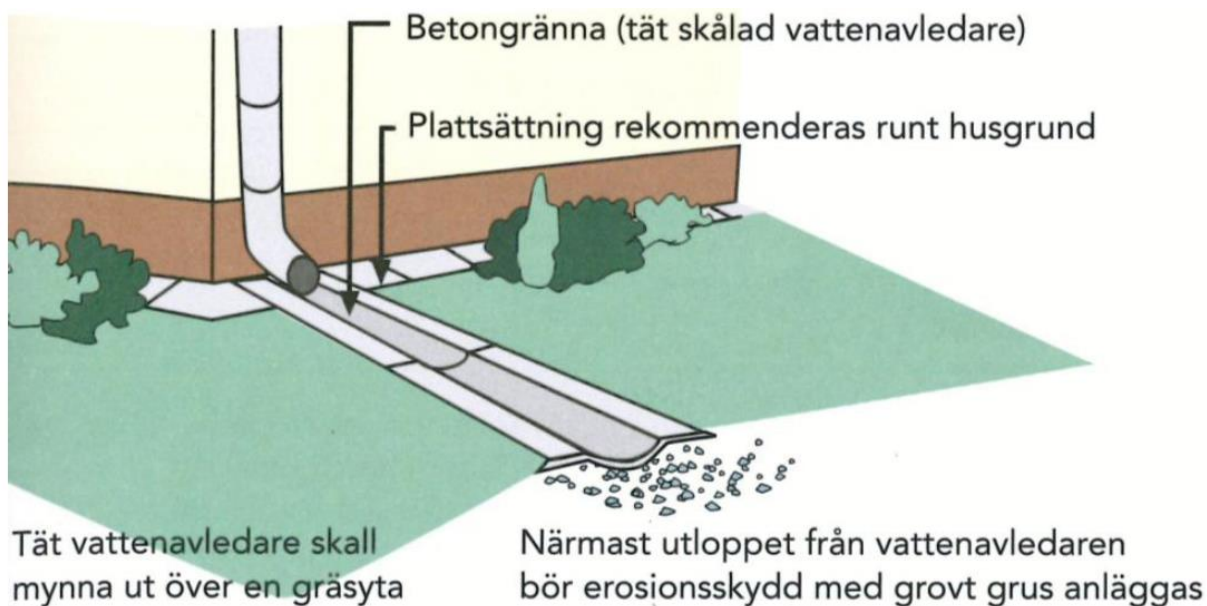
Markens infiltrationsförmåga och möjligheterna att tillfälligt överdämma gräsytan påverkar behovet av yta för att fördröja och rena dimensionerande nederbörd. En tumregel är att en vanlig plan grönyta ska vara lika stor, eller dubbelt så stor som avvattningsytan för att kunna ta hand om en nederbörds-volymer 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 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 procent. 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 växtnäringssämnen. Reningseffekten blir bäst i grönytor med tät gräsväxt och genomsläppligt ytlager.

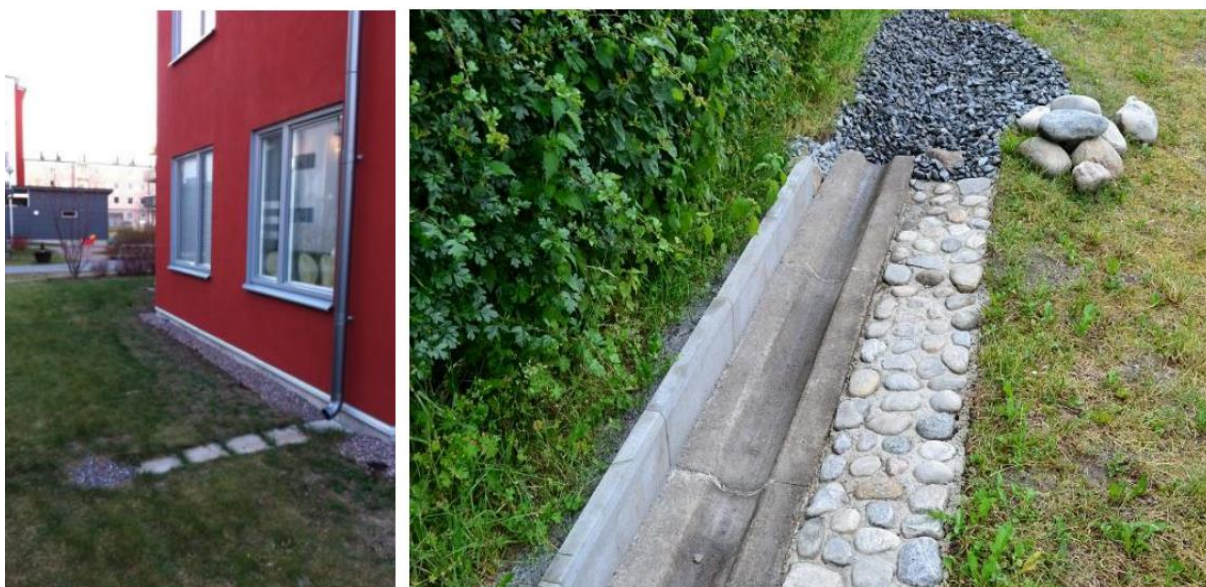
Växtligheten bidrar genom sitt näringsupptag till att växtnäringen i dagvattnet nyttiggörs, men viktigast är att den bidrar till att upprätthålla infiltrationskapaciteten i grönytan och begränsar riskerna för erosion. Grönytor kan även fånga upp organiska miljögifter och smittämnen (exempelvis från djurspillning). Ytskiktet kan behöva bytas ut eller luckras för att förhindra igensättning, Kraftig gräsväxt motverkar igensättning.



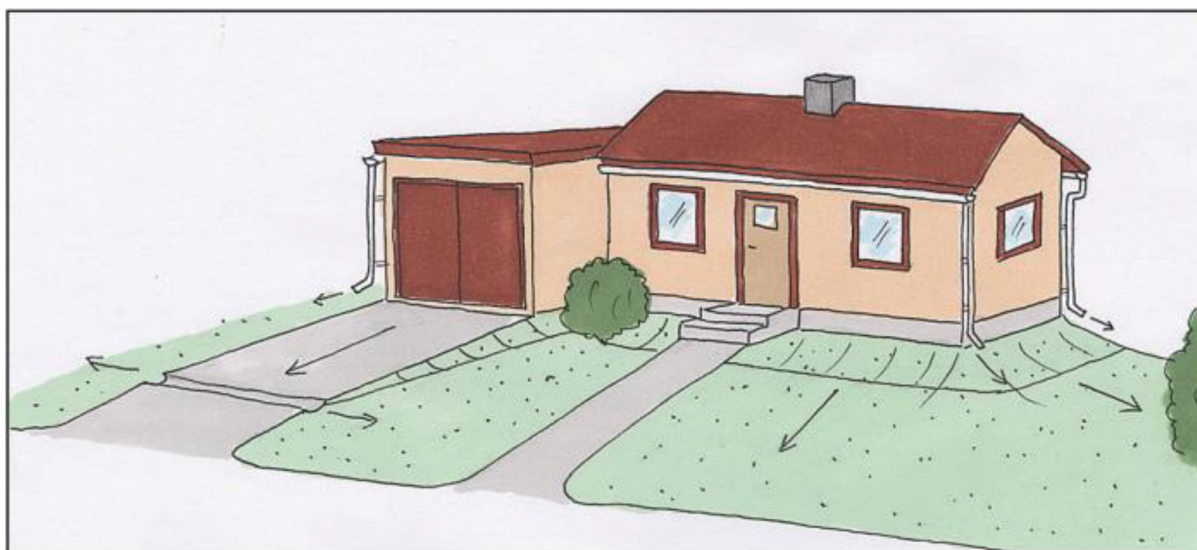
Figur 7-6. Principskiss för infiltration i en vanlig grönyta. Vattnet leds till ytan på bred front, infiltrationsförmågan kan förstärkas om sand blandas in i det jordlager som ligger närmast gräsytan. Ytan kan också göras skålformad.



Figur 7-7. Principskiss för avrinning från utkastare till infiltrationsyta på gård.



Figur 7-8. Utkastare med rännalar 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.



Figur 7-9. Rekommenderad höjdsättning för ett bostadshus.

7.4 Infiltration på parkering

Vid parkeringarna föreslås en kombination av permeabel parkeringsyta (Figur 7-10) eller anläggning av krossdike i parkeringsplatsernas absoluta närhet. Parkeringsplatsen lutning avgör om krossdike eller permeabel yta är lämpligt. Parkeringsplatserna bör helst luta ut mot lokalgatan för att säkra de sekundära avrinningsvägarna men en sådan lutning försvårar ofta anläggningen av ett krossdike varför permeabel parkeringsyta också förslås som dagvattenanläggning.



Figur 7-10. Parkering med permeabel yta.

I kanterna av parkeringsplatserna finns det möjlighet att anlägga infiltrationsanläggningar med makadamlager (se Figur 7-11). Dagvatten från parkeringar är ofta förorenat och därför är det fördelaktigt om reningsanläggningen är placerad nära parkeringen. Parkeringarna också 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 7-12.



Figur 7-11. Parkering med intilliggande makadamlager.



Figur 7-12, Exempel på utformning av infiltrationsytor och infiltrationsstråk nära parkering där pilar illustrerar vattnets väg.

7. Sammanfattning och slutsats

Enligt detaljplanen för planområdet "Lillskogen" (fastigheterna Lillskogen 5, Lillskogen 45, samt Lillskogen 46) i stadsdelen Bromma kyrka, Stockholm, så planeras en småskalig bostadsbebyggelse där tre befintliga villor ersätts med radhus och ett mindre flerfamiljshus, vilket förväntas att sammantaget resultera i 20 nya bostäder. Befintlig bebyggelse inom planområdet utgörs av tre villatomter.

Planområdet är beläget inom det tekniska delavrinningsområdet för det kombinerade avloppsnätet, som efter rening i Bromma avloppsreningsverk leds till Strömmen. Markytan inom planområdet utgörs i huvudsak av lera och i mindre utsträckning av berg i dagen vilket medför att infiltration av dagvatten inte är lämpligt och dagvatten måste avledas till befintligt dagvattennät för vidare avledning mot recipient. Riktlinjer för dagvattenhantering inom planområdet har tillämpats utifrån Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm.

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. Detta gäller i synnerhet för halter och belastning av kvicksilver från planområdet enligt projekterad exploatering (utan rening av dagvatten).

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm så har den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet beräknats till 49m³. Även med en fördröjning och magasinering om 20 mm nederbörd så förväntas dagvattenflöden från planområdet enligt projekterad exploatering att öka. För att möta erforderlig utjämningsvolym och reningsbehov av dagvatten från planområdet enligt Stockholm stads åtgärdsnivå så föreslås ett dagvattensystem bestående en kombination av dagvattenanläggningar.

Sammantaget så bedöms projekterad exploatering av planområdet med rening och fördröjning av dagvatten i växtbäddar att leda till en övergripande förbättring i vattenkemisk kvalitet på utgående dagvatten, och kan möjligt leda till en förbättring i ekologisk samt kemisk status för recipienten.

8. 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.

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.

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.

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. Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation. https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva_v1-1_fi.pdf. 2020-07-02.

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

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

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

QGIS, 2020. <https://qgis.org>. 2020-06-16.