



Dagvattenutredning inom fastigheten Skridskon 1 i Västertorp, Stockholms Stad

Grap 19142

Geosigma AB

2019-04-26

GEOSIGMA				
Uppdragsnummer 605607	Grap nr 19142	Datum 2019-04-26	Antal sidor 33	Antal bilagor -
Uppdragsledare Josefine Johansson		Beställares referens Emelie Samuelson		Beställares ref nr -
Beställare Heba Fastighets Aktiebolag				
Rubrik Dagvattenutredning inom fastigheten Skridskon 1 i Västertorp, Stockholm Stad				
Författad av Josefine Johansson			Datum 2019-04-24	
Granskad av Erik Palmfjord Smitt			Datum 2019-04-25	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgratan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

Heba fastighets AB planerar att bygga två flerbostadshus inom fastigheten Skridskon 1 i Västertorp, Stockholms kommun. Fastigheten utgörs idag av byggnader, gång- och cykelväg, gröna ytor och en stor del naturmark med ytligt berg. Den del av fastigheten som planeras att bebyggas utgörs idag av gröna ytor och naturmark.

I samband med detaljplanearbetet har Geosigma fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för att studera hur nybyggnationen påverkar dagvattenbildningen och vilka åtgärder för fördröjning och rening av dagvattnet som bör tillämpas i samband med detta.

Jordarten inom utredningsområdet är främst glacial lera. Berg förekommer ytligt vilket innebär att infiltrationsmöjligheterna är begränsade. Fastigheten tillika utredningsområdet avvattnas till Saltjön/Strömmens vattenförekomst via ett kombinerat system.

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden sett över hela området. För att skapa en fungerande dagvattenhantering som följer Stockholm stads åtgärdskrav för dagvatten och inte leder till en ökad belastning för recipienten föreslås följande åtgärder:

- Sammanlagd erforderlig utjämningsvolym med rening ska totalt uppgå till 29 m³.
- Anläggningar som föreslås i syfte att uppnå utjämningsvolymen är träd i skelettjord och makadammagasin med oljeavskiljare. Dagvattnet leds från hårdgjorda ytor till dessa anläggningar. Ytanspråket för skelettjorden blir 70 m² och för makadammagasinet 20m².
- Träd i skelettjord kan beskrivas som en plantering med tillhörande underliggande skelettjord eller varianter av makadammagasin. Anläggningarnas dräneringsledning dimensioneras för avtappning med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.
- Lokala mindre växtbäddar föreslås som ytterligare dagvattenåtgärd utöver ovan nämnda lösningar eftersom det ger ytterligare rening, skapar ekosystemtjänster och bidrar till en attraktiv stadsmiljö i enlighet med Stockholm stads dagvattenstrategi.
- Utredningsområdet bör höjdsättas så att avrinning från takyta leds bort från byggnaden. Avledningen av vattnet från takytan bör fördelas till områdets dagvattenlösningar på ett balanserat sätt. Höjdsättning av området ska även leda till att sekundära avrinningsvägar skapas för att undvika översvämningar vid skyfall.

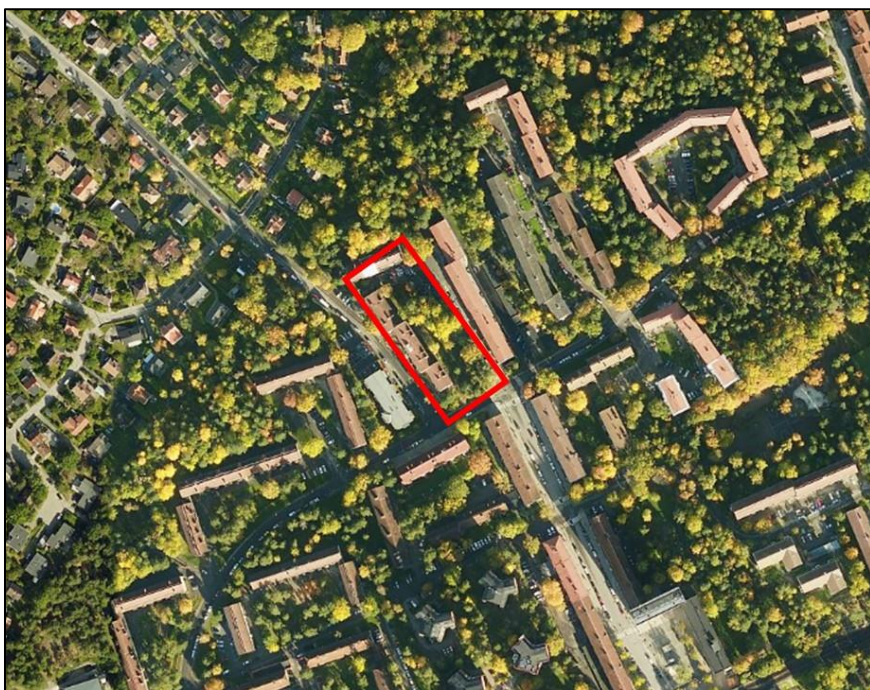
Innehållsförteckning

1	Inledning.....	6
1.1	Syfte.....	6
1.2	Allmänt om dagvatten	6
2	Material och metod.....	7
2.1	Material och datainsamling	7
2.2	Åtgärdsnivå 20 mm.....	7
2.3	Flödesberäkning	9
2.4	Föroreningsberäkning.....	9
2.5	Avgränsningar	9
3	Områdesbeskrivning.....	10
3.1	Befintlig markanvändning.....	10
3.2	Planerad markanvändning.....	10
3.3	Hydrogeologi och hydrologi.....	11
3.3.1	Hydrologiska förutsättningar	11
3.3.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintliga dagvattenledningar	11
3.3.3	Delavrinningsområden för planerad markanvändning	12
3.3.4	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	13
3.3.5	Recipient	14
3.3.6	Vattenskyddsområdet Östra Mälaren	16
4	Flödesberäkningar	16
4.1	Markanvändning.....	17
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym.....	18
4.3	Beräkning av flöden	18
5	Föroreningsberäkningar	20
5.1	Osäkerheter	22
6	Lösningförslag för dagvattenhantering	23
6.1	Generella rekommendationer	23
6.2	Lösningförslag	24
6.2.1	Dagvatten taktytor	24
6.2.2	Avledning av dagvatten	24
6.2.3	Ytor för omhändertagande av dagvatten	24
6.3	Exempellösningar för dagvattenhantering	26
6.3.1	Träd i skelettjord, växtbäddar och rännalar	26
6.3.2	Skötsel och underhåll.....	28
6.4	Lösningförslagets ekosystemtjänster och bidrag till en attraktiv stadsmiljö	28
7	Översvämningsrisk och höjdsättning.....	29
7.1	Skyfallsanalys	29
7.1.1	Generella riktlinjer för höjdsättning	30
7.2	Föreslagen höjdsättning av område för avledning av intensiv nederbörd	31

8	Slutsats	32
9	Referenser	33

1 Inledning

Heba Fastighets Aktiebolag planerar att bygga två stycken flerbostadshus inom fastigheten Skridskon 1 i Västertorp, Hägersten. Eftersom nybyggnationen leder till en förändring av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för utredningsområdet, se Figur 1-1.



Figur 1-1. Översiktsbild med utredningsområdet markerat med en röd rektangel.

1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för en hållbar dagvattenhantering. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden och dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera dagvattenlösningar för fördröjning och rening av dagvattnet. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen har Stockholm stads dagvattenstrategi och styrdokument användas.

1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningsens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Bostadsexploatering kan leda till en större areal hårdgjord yta och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

För att uppnå en hållbar dagvattenhantering används företrädesvis dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

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

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare 190314)
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGU:s kartgenerator (2019)
- Preliminär situationsplan
- Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen (2017-06-16)
- Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015)
- Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten (Stockholms stad, 2016)
- Underlag för miljö- och hälsofrågor (Miljöförvaltningen, 2018)

2.2 Åtgärdsnivå 20 mm

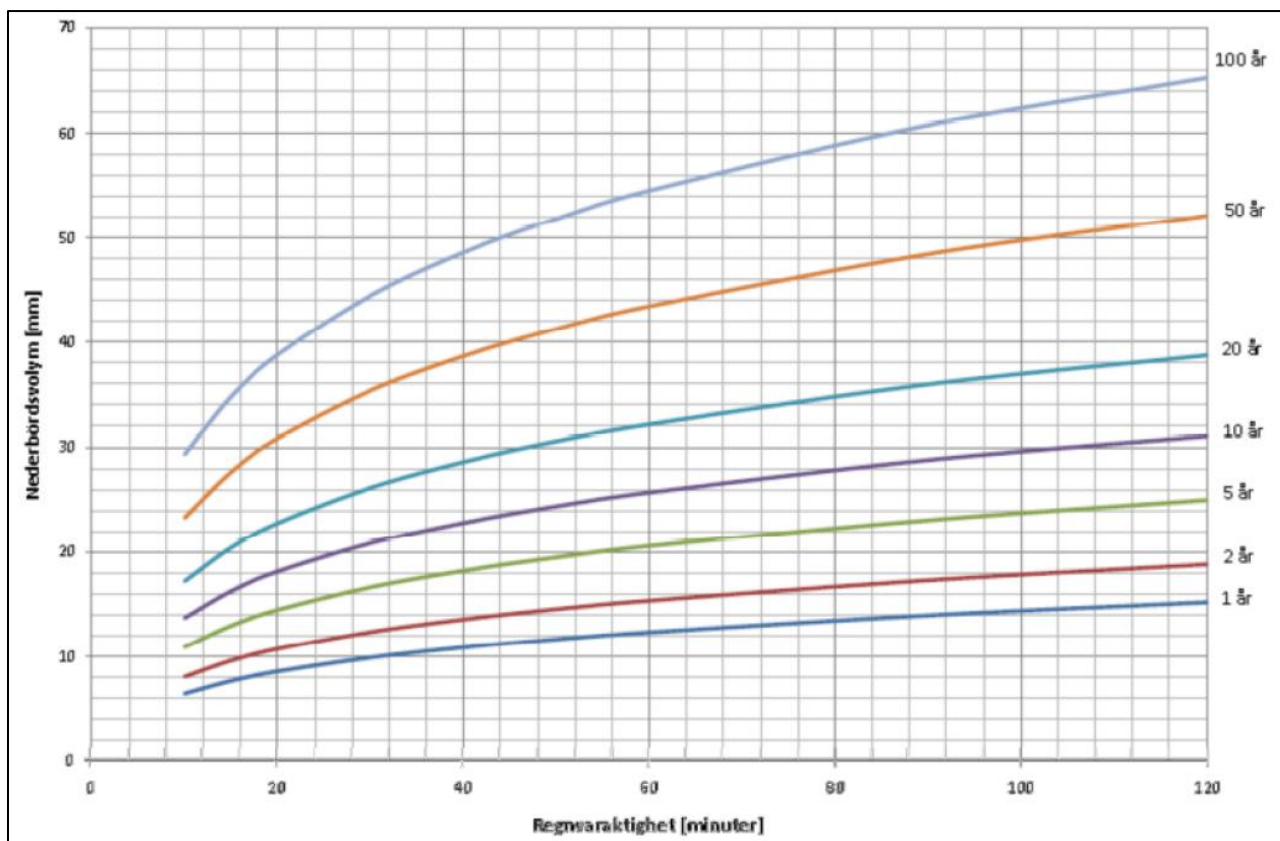
Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvatten vid nybyggnation och större ombyggnationer (Stockholms stad, 2016), som antagits av stadens tekniska nämnder. Enligt denna åtgärdsnivå ska de första 20 millimetrarna nederbörd från hårdgjorda ytor kunna magasineras 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 1.

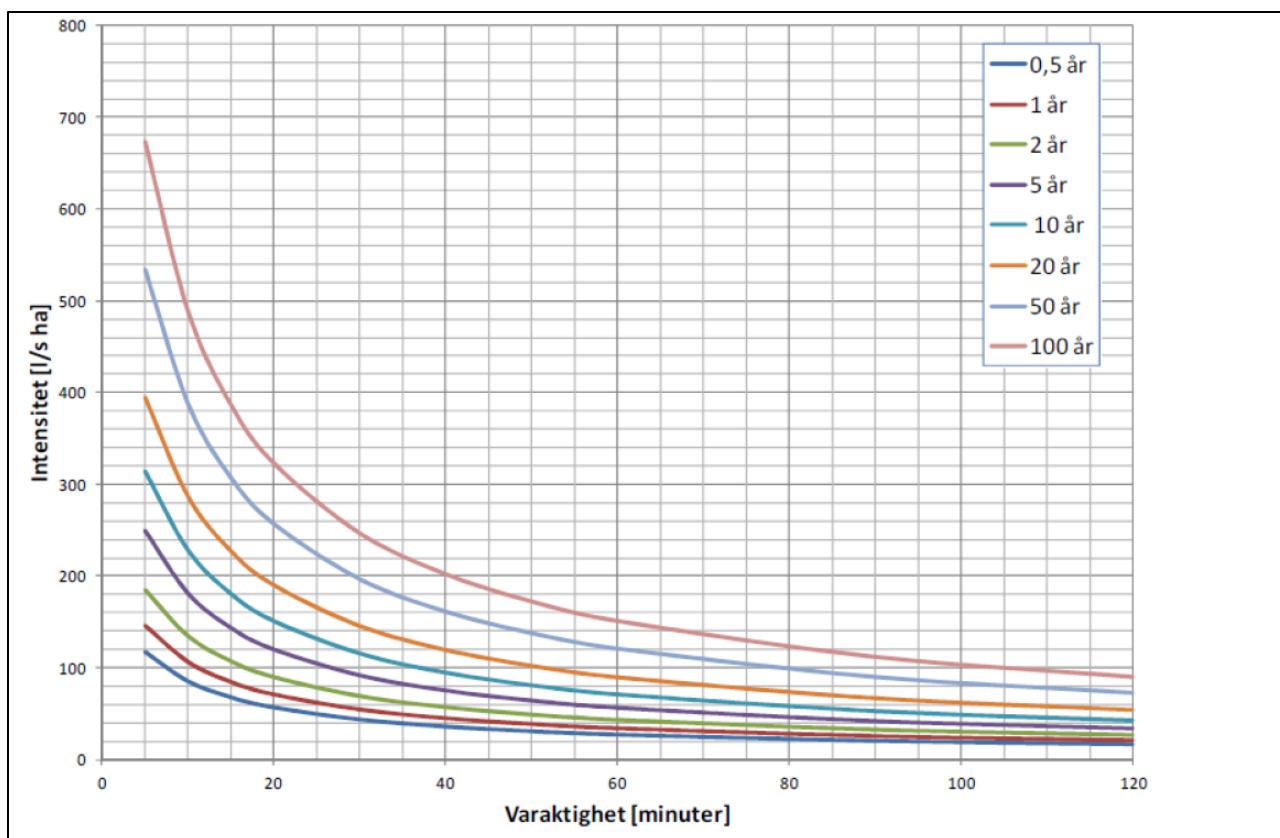
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Reducerad area} \quad (\text{Ekvation 1})$$

Där V är den volym (liter) som skall fördröjas och renas. Reducerad area (m^2) baseras på den dagvattengenererande arean, multiplicerad med avrinningskoefficienten för den ytan.

För ett 10-årsregn (utan klimatfaktor) har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 2-1). Eftersom intensiteten på regnet minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 2-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning. Detta medför att det dimensionerande flödet minskar. Den dimensionerande återkomsttiden för utredningsområdet är 10 år i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110. För ett 20-årsregn (utan klimatfaktor) blir motsvarande tid cirka 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen för 20 mm vid ett 20-årsregn. Vid beräkningar av dagvattenflödet efter exploatering adderas således 15 minuter till planområdets rinntid vid ett 20-årsregn utan klimatfaktor.



Figur 2-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 2-2. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

2.3 Flödesberäkning

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

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

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

i är regnintensiteten (liter/(sekund·hektar)) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet (se figur 2-2 ovan), vilket i föreliggande utredning till följd av utredningsområdets begränsade storlek är lika med områdets rinntid plus eventuell uppfyllnadstid av fördröjningsvolymen.

Varaktigheten för planerad markanvändning med dagvattenhantering är områdets rinntid (10 min) adderat med tiden det tar för ett fördröjningsmagasin som rymmer 20 mm nederbörd att fyllas.

φ är avrinningskoefficienten som anger den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet.

Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i GIS utifrån grundkarta och detaljplanskiss erhållen från beställare.

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

2.4 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.18.3.2 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera beroende på flödet och lokala förhållanden.

2.5 Avgränsningar

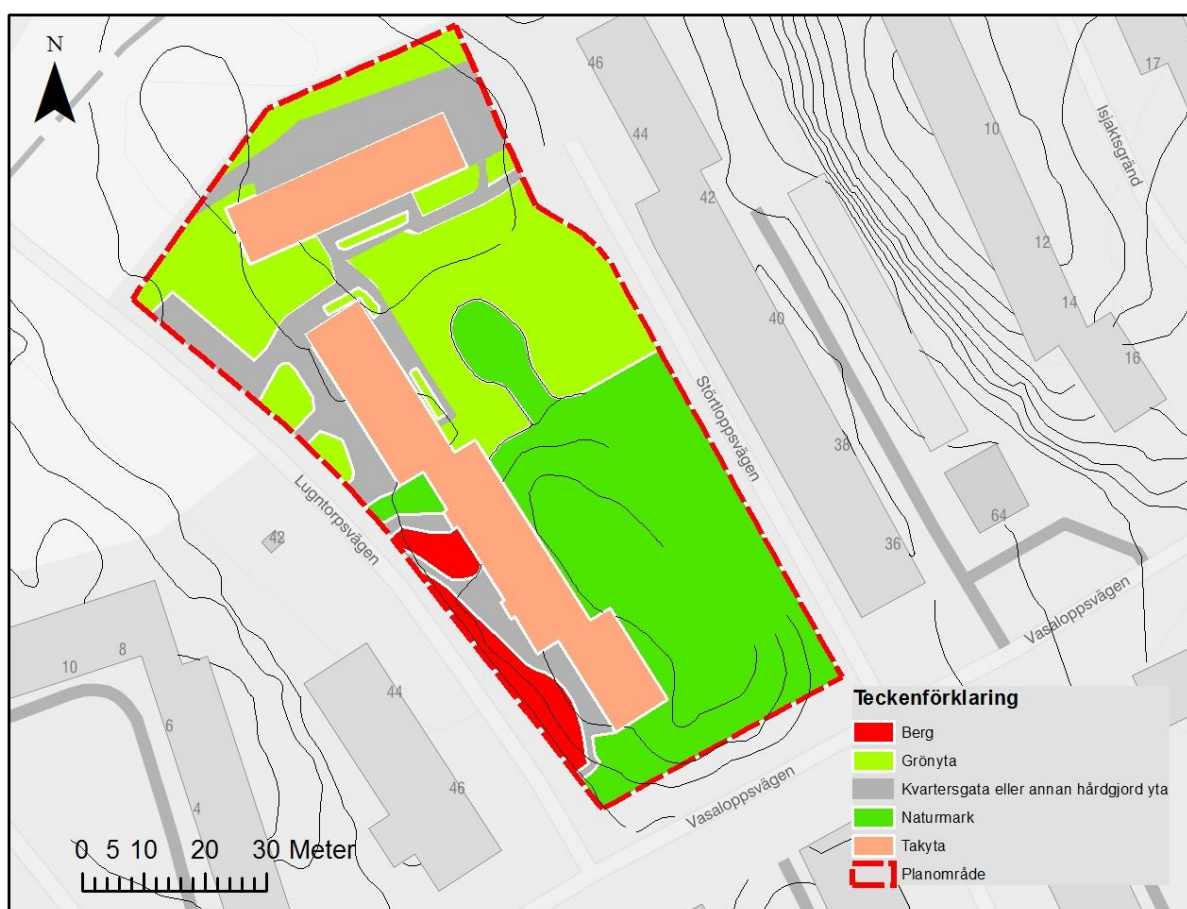
Föreliggande dagvattenutredning har dimensionerat dagvattenhantering utifrån den förändrade markanvändning som planeras inom området. Heba fastighets AB planerar inte att ändra nuvarande dagvattenhantering och därför har dagvattenanläggningar endast dimensionerats för att hantera den nya exploateringen. Dock ska hela fastigheten vara till förfogande för att kunna hantera en ökad ytavrinning till följd av förändrat klimat och den ökande mängd hårdgjorda ytor som planeras.

3 Områdesbeskrivning

I följande avsnitt beskrivs utredningsområdet och dess omgivning. Utredningsområdet är beläget mellan Lugntorp- och Störtloppsvägen i Västertorp, Hägersten.

3.1 Befintlig markanvändning

Utredningsområdet består idag till stor del av yttligt berg, gröna ytor och träd. Det finns två befintliga byggnader i den västra respektive norra delen av fastigheten. Den östra delen av fastigheten fungerar idag som innergård för boende. En förenklad indelning av utredningsområdets befintliga markanvändning redovisas i figur 3-1.



Figur 3-1. Förenklad indelning av areor för befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

3.2 Planerad markanvändning

Den planerade nybyggnationen består av två flerbostadshus och en parkeringsyta. Byggnadernas tak är delvis plana och lutar delvis åt öst och Störtloppsvägen. Parkeringsytan som planeras i den norra delen av utredningsområdet ska delvis vara öppen och delvis under tak.

Det finns planer på att behålla träd och grönyta i den södra delen av fastigheten mot Vasaloppsvägen. En förenklad bild av den planerade markanvändningen illustreras i figur 3-2.



Figur 3-2. Förenklad indelning av areor för den planerade markanvändningen.

3.3 Hydrogeologi och hydrologi

Underlaget för att bedöma förutsättningarna för dagvattenhantering har hämtats från webbaserade källor, underlag från beställare och en geoteknisk undersökning utförd av Geosigma, 2019.

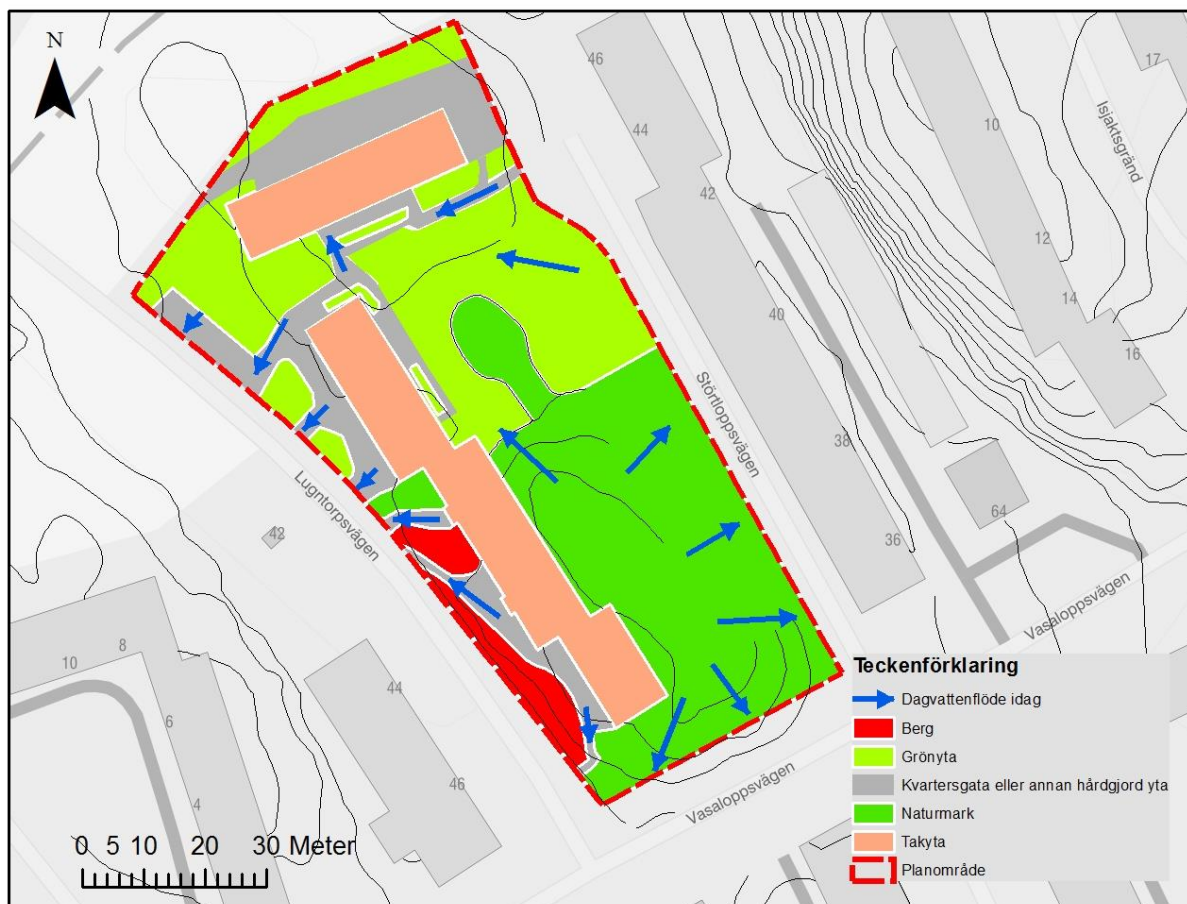
3.3.1 Hydrologiska förutsättningar

Vid en geoteknisk undersökning utförd av Geosigma (2019) har ett grundvattenrör installerats inom den nordöstra delen av fastigheten som visade på en grundvattennivå som ligger 2,67 meter under befintlig markyta.

3.3.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintliga dagvattenledningar

I figur 3-3 visas översiktligt områdets topografi vilken visar att en berghäll genomgår området och fungerar som en vattendelare. Det bedöms finnas en lågpunkt strax söder om befintlig byggnad i norr där ingen dagvattenbrunn noterades vid platsbesök.

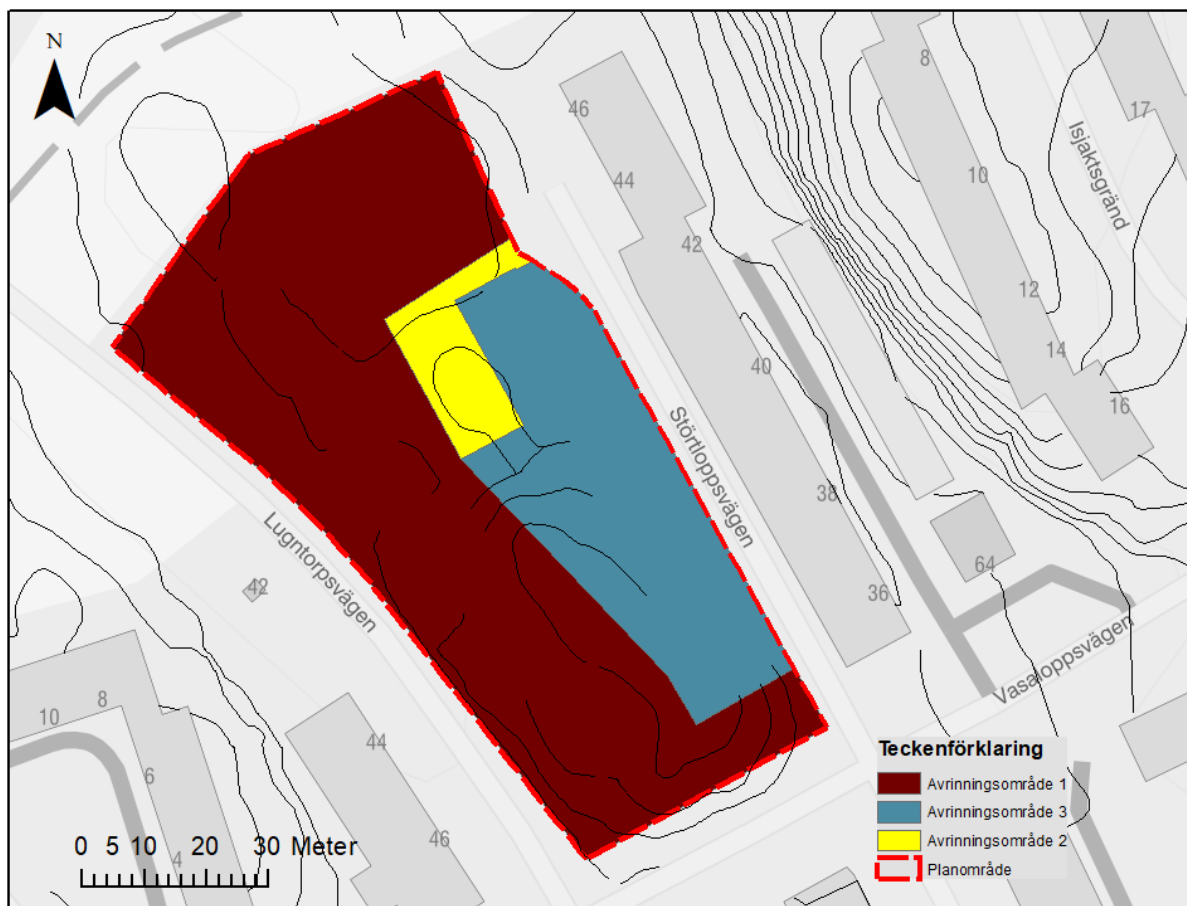
Befintliga byggnader leder dagvatten till ett kombinerat spill- och dagvattennät som leder till Saltjön/Strömmens vattenförekomst via Henriksdals reningsverk. Dagvatten från övriga ytor avrinner delvis mot Störtloppsvägen och delvis mot Lugntorpsvägen. Enligt information hämtad från vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2019) rinner ytvatten mot Mälaren-Fiskarfjärden (SE657865-161900). Vid fältbesök bedömdes ytvatten till stor del rinna mot befintliga dagvattenbrunnar som troligtvis är kopplade till det kombinerade spill- och dagvattennätet. I den allra sydligaste delen av fastigheten avrinner dagvattnet mot Vasaloppsvägen.



Figur 3-3. Ytavrinning, enligt befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

3.3.3 Delavrinningsområden för planerad markanvändning

Utredningsområdet är indelat i tre delavrinningsområden (Avrinningsområde 1,2 och 3). Avrinningsområde 1 motsvarar den befintliga markanvändningen som inte planeras att förändras. Avrinningsområde 2 är avrinningsområdet för den planerade parkeringen och Avrinningsområde 3 är den del av fastigheten som främst kommer hantera dagvatten från de nya byggnadernas tak, se Figur 3-4.



Figur 3-4. Indelade avrinningsområden där 1 är det område som inte kommer påverkas av planerad exploatering, 2 och 3 är separata avrinningsområden som kommer förändras i och med planerad exploatering.

3.3.4 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt jordartskartan från SGU består utredningsområdet av glacial lera och urberg, se figur 3-5. Jordlagrens mäktighet uppges vara mellan 0-1 meter och 1-3 meter enligt SGU:s jorrdjupskarta (figur 3-6). En geoteknisk undersökning utförd av Geosigma, 2019, visade att den maximala uppmätta jordmäktigheten var 4,3 meter och att jordarterna inom området generellt utgjordes av fyllnadsmaterial ovan torrskorpelera som underlagrades av friktionsjord och sedan berg. Naturmark förekommer inom de centrala delarna av planområdet där ett ytligt mullhaltigt jordlager överlagrar berg.

Utifrån ovan nämnd information bedöms infiltrationsförutsättningarna för dagvatten vara begränsade inom de centrala delarna av planområdet där naturmark påträffas. Torrskorpelera begränsar även infiltrationsmöjligheten i den nordöstra delen av området.



Figur 3-5. Jordartskartan från SGU (2019a). Utredningsområdet är markerat med en svart rektangel. Gul färg indikerar glacial lera och röd färg indikerar berg.



Figur 3-6. Jorddjupskartan SGU (2019b). Jorddjupet inom aktuellt område är mellan 0-1 och 1-3 meter. Utredningsområdets placering har markerats med en röd rektangel.

3.3.5 Recipient

Dagvattnet från utredningsområdet avvattnas via ett kombinerat system till Henriksdals reningsverk och vidare till Saltsjön/Strömmens vattenförekomst (Miljöförvaltningen, 2019), se Figur 3-7.



Figur 3-7. Recipienten (markerad med turkos polygon) för dagvattnet från utredningsområdet är Saltsjön/Strömmens vattenförekomst. Inom den svarta cirkeln är planområdet beläget (VISS, 2019).

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2019a) uppnår vattenförekomsten varken god ekologisk eller kemisk status idag. Kvalitetskravet för år 2027 är måttlig ekologisk status, särskilda föroreningar som påverkar den ekologiska statusen är zink och koppar. De hydromorfologiska förutsättningarna måste förändras för att god status ska kunna uppnås men det bedöms inte vara ekonomiskt försvarbart i dagsläget.

Kviksilver och bromerade difenyletrar förekommer i fisk i halter över gränsvärden men bedöms inte kunna åtgärdas i den mån att god kemisk status kan uppnås. Antracen, bly och tributyltenn är ämnen som långsiktigt kräver hantering för att säkerställa en god kemisk status i saltsjön.

Se tabell 3-1 nedan för en sammanställning av recipientens miljö kvalitetsnormer.

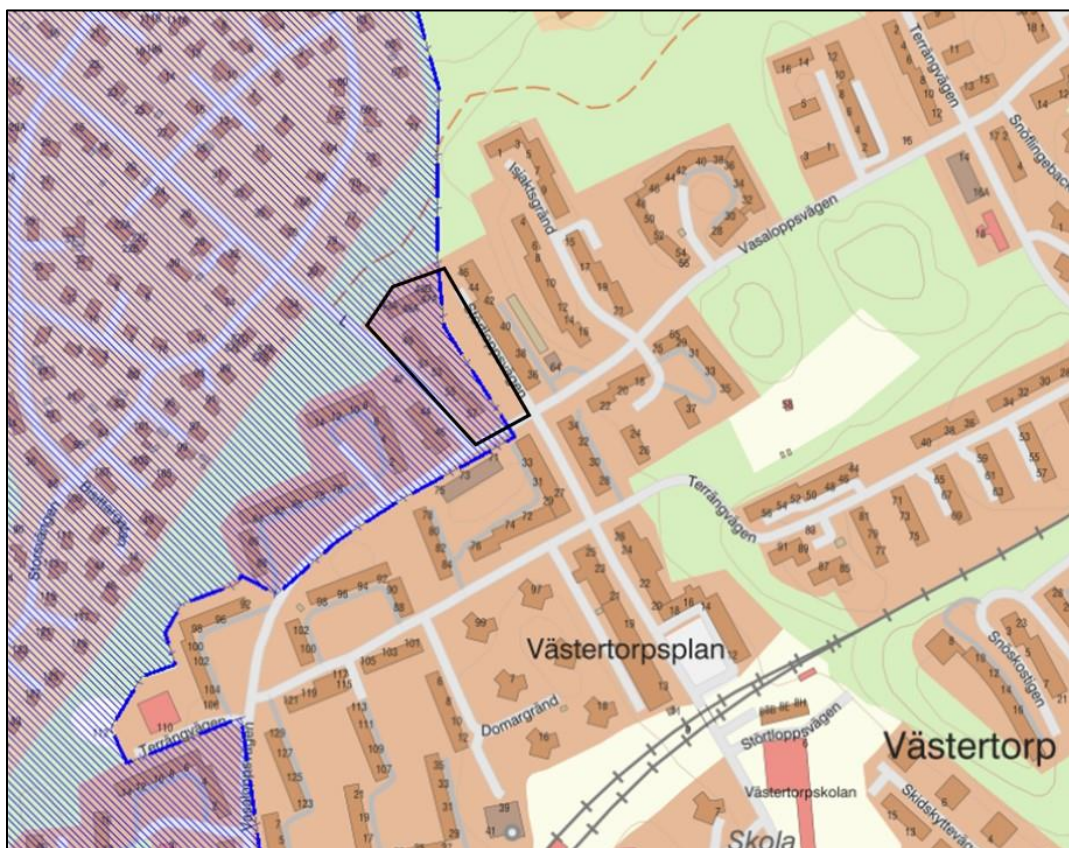
Tabell 3-1. Miljö kvalitetsnormer för Saltsjön, Strömmens vattenförekomst

Vattenförekomst	Ekologisk status och potential		Kemisk ytvattenstatus	
	Status 2017	Kvalitetskrav 2027	Status 2017	Kvalitetskrav
Saltsjön/Strömmens vattenförekomst	Otillfredsställande	Måttlig	Uppnår ej god status	God

Den ytavrinning inom området som inte når dagvattennätet leds delvis till recipienten Mälaren-Fiskarfjärden (SE657865-161900) (VISS 2019b). Mälaren-Fiskarfjärden är placerad nordväst om utredningsområdet.

Enligt de lokala skyddsföreskrifterna för vattenskyddsområdet (Länsstyrelsen, 2008) ska:

- Dagvattenbrunnar vara utformade så att risker för föroreningsutsläpp till dagvatten minimeras.
- Utsläpp av dagvatten från nya eller ombyggda hårdgjorda ytor där risk för vattenförorening föreligger, t.ex. större vägar, broar och parkeringsanläggningar, får inte ske direkt till ytvatten utan föregående rening.
- Utsläpp av dag- och dräneringsvatten från befintliga vägar, broar, järnvägsspår, parkeringsanläggningar och dylikt får förekomma i den omfattning och utformning den har då dessa föreskrifter träder i kraft under förutsättning att den inte strider mot bestämmelserna i gällande miljölagstiftning.



Figur 3-8. Östra mälarens vattenskyddsområde markerat med blått streckat område och planområdet markerat med svart (karta hämtad från VISS, 2019).

4 Flödesberäkningar

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå har en dimensionerande utjämningsvolym med rening beräknats till 6 m³ för Avrinningsområde 2 och 23 m³ för Avrinningsområde 3. Denna volym säkerställer att flödet minskar i jämförelse med planerad markanvändning utan dagvattenhantering vid ett dimensionerade 10-årsregn. Ingen dimensionerande

utjämningsvolym har beräknats för Avrinningsområde 1 eftersom området inte planeras att förändras med avseende på dagvattenhantering.

4.1 Markanvändning

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. Areor för den befintliga och planerade markanvändningen samt avrinningskoefficienter presenteras i tabell 4-1 och 4-2. Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flöde så de redovisade flödena bör främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden. Avrinningskoefficienten för "Naturmark" har korrigerats från 0,1 till 0,4 då ytligt berg inom området bedöms påverka avrinningen.

Tabell 4-1. Areor och avrinningskoefficienter för befintlig markanvändning. För indelning av avrinningsområden, se kapitel 3.3.2

Befintlig markanvändning		Takyta	Naturmark	Grönyta	Kvartersgata	Berg	Parkering	Summa
(Φ)	Avrinningskoefficient	0,9	0,4	0,1	0,8	0,75	0,8	-
(m ²)	Area för Avrinningsområde 1 (m ²)	1221	876	1459	748	246	0	4550
	Reducerad area för Avrinningsområde 1	1099	350	146	598	185	0	2378
	Area för Avrinningsområde 2	0	0	131	223	0	0	354
	Reducerad area för Avrinningsområde 2	0	0	52	22	0	0	75
	Area för Avrinningsområde 3	0	1186	543	0	0	0	1729
	Reducerad area för Avrinningsområde 3	0	474	54	0	0	0	529
	Total area	1221	2202	2236	726	246	0	6633
	Total reducerad area	1099	881	224	581	185	0	2969

Tabell 4-2. Areor och avrinningskoefficienter för planerad markanvändning. För indelning av avrinningsområden, se kapitel 3.3.2

Planerad markanvändning		Takyta	Naturmark	Grönyta	Kvartersgata	Berg	Parkering	Summa
(Φ)	Avrinningskoefficient	0,9	0,4	0,1	0,8	0,75	0,8	-
(m ²)	Area för Avrinningsområde 1 (m ²)	1221	876	1459	748	246	0	4550
	Reducerad area för Avrinningsområde 1	1099	350	146	598	185	0	2378
	Area för Avrinningsområde 2	0	0	0	0	0	354	354
	Reducerad area för Avrinningsområde 2	0	0	0	0	0	283	283
	Area för Avrinningsområde 3	828	431	221	250	0	0	1729
	Reducerad area för Avrinningsområde 3	745	172	22	200	0	0	1139
	Total area	2049	1307	1680	998	246	354	6633
	Total reducerad area	1844	523	168	798	185	283	3800

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Enligt kraven i Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten ska 20 mm nederbörd kunna fördröjas och renas under en period på cirka 12 h. För det aktuella utredningsområdet med planerad markanvändning kommer 20 mm nederbörd att kräva en utjämningsvolym för respektive avrinningsområde enligt tabell 4-3 nedan.

Tabell 4-3 Avrinningsområde 2 och 3 och deras respektive erforderliga utjämningsvolym

Delområde	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)
Avrinningsområde 2	6
Avrinningsområde 3	23

4.3 Beräkning av flöden

I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 har ett 10-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden då dagvatten avleds till ett kombinerat dag- och spillvattennät. Dagvattenflöden för ett 20-årsregn har även beräknats för området.

Rinntiden och därmed regnets varaktighet har för befintlig markanvändning satts till 10 minuter, som är den lägsta varaktigheten som bör användas enligt P110. Vid fördröjning av 20 mm för planerad markanvändning efter dagvattenhantering har flöden beräknats utifrån varaktigheterna i tabell 4-4 nedan.

Tabell 4-4 Varaktighet för planerad markanvändning med dagvattenhantering. Varaktigheten är rinntiden inom området (10 min) adderad med den tid det tar att fylla fördröjningsmagasinet. Tiden det tar att fylla fördröjningsmagasinet beror på regnets återkomsttid och om det tas hänsyn till klimatfaktor eller inte.

10 -årsregn		20-årsregn	
Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor
38 min	25 min	25 min	18 min

Dagvattenflöden från utredningsområdet vid 10- och 20-årsregn, för befintlig och planerad markanvändning, med och utan klimatfaktor, är beräknade enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.3 och redovisas i tabell 4-5.

Tabell 4-5. Flöden vid ett 10-årsregn och ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning, med och utan klimatfaktor

	Avrinningsområde 1				
	Flöde 10 -årsregn (l/s)		Flöde 20-årsregn (l/s)		Årsmedel (l/s)
	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor	
Befintlig markanvändning	54	67	68	85	0,05
Planerad markanvändning	54	67	68	85	0,05
Efter dagvattenhantering (fördröjning av 20 mm nederbörd)	-	-	-	-	-
	Avrinningsområde 2				
	Flöde 10 -årsregn (l/s)		Flöde 20-årsregn (l/s)		Årsmedel (l/s)
	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor	
Befintlig markanvändning	1,7	2,1	2,1	2,7	0,002
Planerad markanvändning	6,5	8	8,1	10,1	0,007
Efter dagvattenhantering (fördröjning av 20 mm nederbörd)	2,8	4,6	5,7	7,2	-
	Avrinningsområde 3				
	Flöde 10 -årsregn (l/s)		Flöde 20-årsregn (l/s)		Årsmedel (l/s)
	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor	
Befintlig markanvändning	5,2	8,6	10,7	13,4	0,01
Planerad markanvändning	26	32,5	32,7	40,8	0,04
Efter dagvattenhantering (fördröjning av 20 mm nederbörd)	11,2	18,6	23,1	28,9	-

Flödet för den planerade markanvändningen är högre än för befintlig markanvändning vilket förklaras delvis av en ökad regnintensitet på grund av klimatförändringar samt högre andel hårdgjord yta.

5 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter i dagvatten och föroreningsbelastning från dagvatten (tabell 5-1 och 5-2) har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.18.3.2 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

För att få en helhetsbild av föroreningar inom fastigheten före och efter exploatering har summan av samtliga avrinningsområden beräknats.

Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorierna "Tak", "Parkmark", "Gång & cykelväg" och "Gräsyta" använts. Vid beräkningarna för planerad markanvändning har markanvändningskategorin "parkering" lagts till. Reningen har beräknats genom att använda rening genom biofilter (träd i skelettjord med biokol) och oljeavskiljare kopplad till makadammagasin med filter dimensionerat enligt lösningsförslaget i kap 6.

Föroreningshalten ökar för planerad markanvändning utan dagvattenlösningar på grund av en högre andel hårdgjord yta som genererar mer föroreningar än befintlig markanvändning. Med föreslagna dagvattenlösningar minskar föroreningshalten för alla ämnen utom PAH och Benso(a)pyren, se tabell 5-1.

Tabell 5-1. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Grön färgsättning innebär att halten minskar jämfört med befintlig markanvändning och orange innebär att halten ökar. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000)

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	130	130	110
Kväve	µg/l	1300	1400	1000
Bly	µg/l	3	5	2
Koppar	µg/l	11	13	9
Zink	µg/l	22	32	19
Kadmium	µg/l	0,4	0,5	0,3
Krom	µg/l	4	5	3
Nickel	µg/l	3	4	3
Kvicksilver	µg/l	0,02	0,02	0,02
Suspenderad substans	µg/l	19000	28000	15000
Olja (mg/l)	µg/l	230	260	200
PAH (µg/l)	µg/l	0,2	0,5	0,3
Benso(a)pyren	µg/l	0,006	0,01	0,007

I tabell 5-2 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en marginellt förhöjd föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 5-2. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000). Grön färgsättning innebär att belastningen minskar jämfört med befintlig markanvändning och orange innebär att belastningen ökar

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	kg/år	0,3	0,4	0,3
Kväve	kg/år	3	4	3
Bly	kg/år	0,006	0,01	0,006
Koppar	kg/år	0,02	0,04	0,02
Zink	kg/år	0,05	0,09	0,05
Kadmium	kg/år	0,0008	0,001	0,0009
Krom	kg/år	0,007	0,01	0,008
Nickel	kg/år	0,006	0,01	0,008
Kvicksilver	kg/år	0,00004	0,00006	0,00004
Suspenderad substans	kg/år	39	74	41
Olja (mg/l)	kg/år	0,5	0,7	0,5
PAH (µg/l)	kg/år	0,0004	0,001	0,0007
Benzo(a)pyren	kg/år	0,00001	0,00003	0,00002

Vidtas de föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärderna som beskrivs i Kapitel 6, så beräknas föroreningshalter och därmed också recipientpåverkan, öka något efter exploatering. Det som är noterbart är att den förhöjda mängden suspenderad substans som beräknas öka 2 kg per år. Ökad sedimentation i skelettjord och makadammagasin kan minska den mängden. Eftersom planerad exploatering innebär att schablonhalter förändras från naturmark och grönytor till bl.a. takyta och parkering är en ökning av föroreningshalter och föroreningsbelastning väntad. Dock ska Stockholms stads krav på fördröjning och rening av 20 mm regnvolym även innebära att det sker en erforderlig rening inom fastigheten. Osäkerheter kring beräknade halter hanteras i avsnitt 5.1.

5.1 Osäkerheter

Enligt klassificering av osäkerhet för beräknade halter och belastning av StormTac v.18.3.2 är redovisade halter av låg säkerhet för de flesta typer av markanvändning. För "Parkmark", vilket vi benämnt "Naturmark", är standardavvikelsen något lägre och säkerheten är medel och hög för vissa ämnen. Föroreningshalten och belastningen grundas på schablonhalter och är inte specifikt för utredningsområdet. Värdena ger en fingervisning om den förväntade föroreningsbelastningen men beräknade värden kan mycket väl vara inom felmarginalen för programvaran.

6 Lösningförslag för dagvattenhantering

För den planerade nybyggnationen krävs en utjämningsvolym för Avrinningsområdena 2 och 3 på 6 m³ respektive 23 m³ för att klara Stockholm stads krav på rening och fördröjning vid ett 20 mm regn. Den totala utjämningsvolymen blir 29 m³. För att uppnå erforderlig utjämningsvolym föreslås en sammanhängande anläggning av träd i luftig skelettjord längs med Störtloppsvägen på en total yta av minst 70 m². För avrinningsområde 2 föreslås en oljeavskiljare kopplad till ett makadammagasin med filter under planerad parkeringsyta på en yta av minst 20 m².

Utöver föreslagna dagvattenlösningar rekommenderas en växtbädd av smalare karaktär längs med den västra sidan av den södra planerade byggnaden. Växtbädden kan lämpligen ligga längs med bergshällen för att minimera eventuell risk för påverkan av husgrund. Med föreslagna lösningar skapas förutsättningar för en långsiktig hållbar dagvattenhantering för det nya området.

Ytterligare småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten föreslås placeras där topografin tillåter. Dessa lösningar, till exempel växtbäddar, kan implementeras på relativt små ytor i utredningsområdet och anpassas till ny bebyggelse. Dessa lokala lösningar kan lämpligen kombineras med planområdets övriga landskapsarkitektur.

6.1 Generella rekommendationer

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

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

Målet med de lösningar för LOD som föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därmed reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten. Dagvatten från den nya markanvändningen ska renas och fördröjas inom fastigheten.

Lokalt omhändertagande av dagvatten och en minskad belastning på dagvattennätet och recipienten eftersträvas och dagvattenhanteringen inom utredningsområdet bör utformas så att den efterliknar naturliga lösningar.

6.2 Lösningsförslag

I syfte att fördröja och rena det dagvatten som bildas på utredningsområdets hårdgjorda ytor så att Stockholm stads rening- och fördröjningskrav för dagvatten uppfylls krävs en effektiv utjämningsvolym på 6 m³ och 23 m³ för Avrinningsområde 2 och 3. I tabell 6-1 presenteras respektive utjämningsvolym tillsammans med dagvattenlösningarnas ytanspråk.

Ett makadammagasin på 20 m² med en meter funktionell mäktighet föreslås för Avrinningsområde 2. För Avrinningsområde 3 föreslås träd i skelettjord med 1 meter funktionell mäktighet och ett ytanspråk på 70 m². Träd i skelettjord bedöms vara lämplig som dagvattenåtgärd på området eftersom dagvattenlösningarna då bidrar till en attraktiv stadsmiljö och gynnar ekosystemtjänster. Samtliga dagvattenlösningar bör försees med bräddavlopp som kopplas på det befintliga dagvattennätet. En schematisk skiss över föreslagen dagvattenhantering ges i figur 6-1. Illustrationen som visas i figuren är inte en projektering av exakta platser för lösningarna utan syftar till att visualisera ytanspråket som föreslagen dagvattenlösning kräver för att uppnå erforderlig utjämningsvolym. I samband med detaljprojektering i senare skeden av planprocessen kan föreslagen dagvattenhantering justeras med hänsyn till blivande höjdsättning och markplanering.

6.2.1 Dagvatten takytor

Takytan på de planerade byggnaderna genererar dagvatten som måste omhändertas på ett sätt så att byggnaderna inte riskerar att skadas av dagvattnet. Träd i skelettjord kan placeras så att dagvattnet från taken fördelas till dem via takrännor och utkastare. All avrinning från taken kan ledas öster ut mot skelettjordarna som föreslås vid Störtloppsvägen.

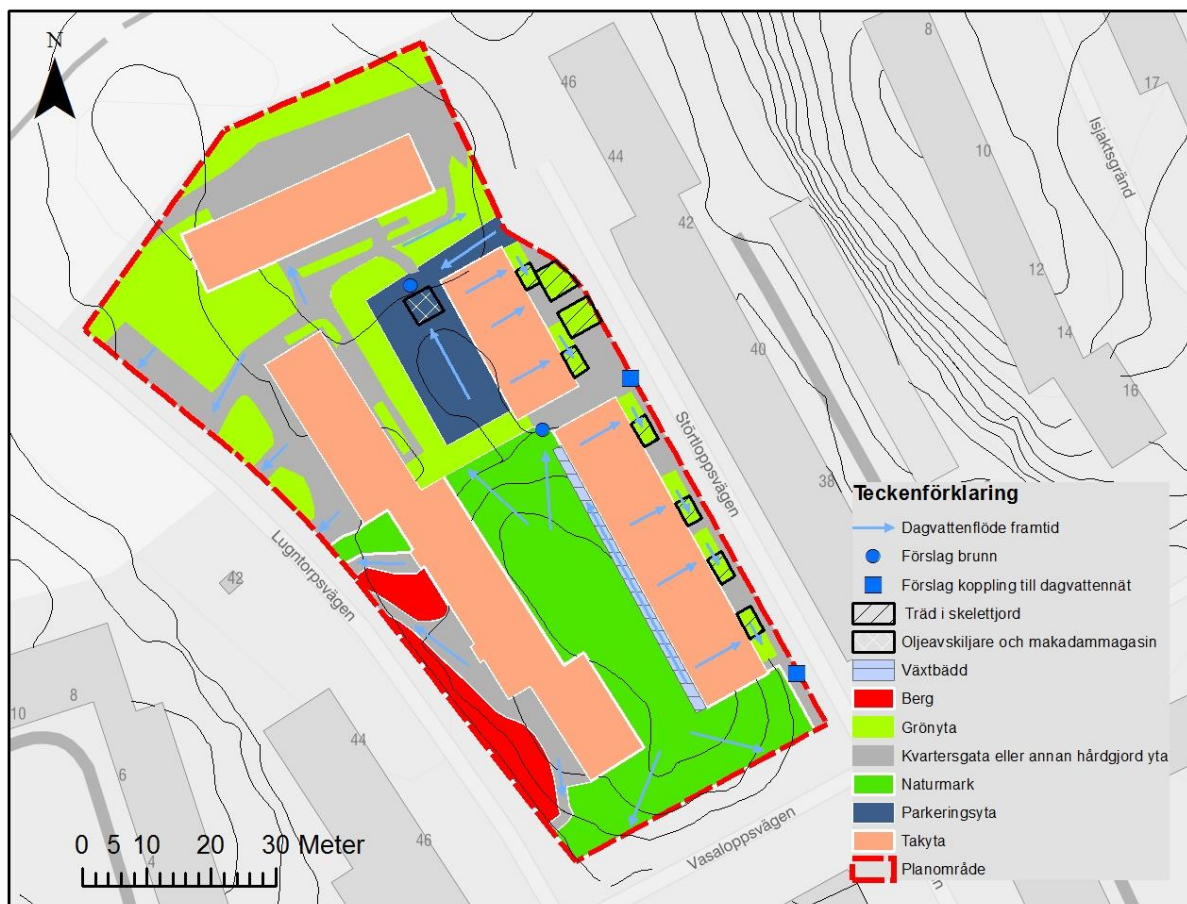
6.2.2 Avledning av dagvatten

Avledning till anläggningarna kan ske i markförlagda ledningar eller ytliga dagvattenrännor (se figur 6-2) som ger en naturlig fördröjning av dagvatten och möjliggör infiltration i ett tidigt skede.

6.2.3 Ytor för omhändertagande av dagvatten

Det är viktigt att anläggningarnas storlek stämmer överens med den andel av utredningsområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, så att de inte blir över- eller underdimensionerade.

För Avrinningsområde 3 är den primära föreslagna dagvattenlösningen träd i skelettjord. Träd i skelettjord tillsammans med mindre lokala växtbäddar berikar utredningsområdet med avseende på ekosystemtjänster och samtidigt omhändertar de dagvattenbildningen från hårdgjorda ytor. Den dagvattenlösning som föreslås för avrinningsområde 2 är ett makadammagasin under planerad parkeringsyta. Illustration av makadammagasin, träd i skelettjord och växtbäddar och förslag till placering ges i figur 6-1, notera att anläggningarna inte är fullt skalenliga. Föreslagna dagvattenlösningar bör placeras på ett balanserat sätt inom fastigheten.



Figur 6-1. Förslag till placering av dagvattenlösningar i form av träd i skelettjord, makadammagasin och växtbäddar som föreslås inom utredningsområdet. Observera att ytorna är en illustration av föreslagna dagvattenlösningars ytanspråk och att andra placeringar är möjliga.

För dimensionering av anläggningar har Stockholm vatten och Avfalls dimensioneringstabell (version 170629) använts. Beräkning av ytanspråk för träd i skelettjord är genomförd med en funktionell mäktighet på 1 m och porositet på 30 %. Ytanspråk för makadammagasinet under planerad parkering är beräknat med en funktionell mäktighet på 1 m och porositet på 30%. Tabell 6-1 presenterar dagvattenanläggningarnas ytanspråk uppdelat på respektive avrinningsområde för att uppnå hela den erforderliga utjämningsvolymen.

Tabell 6-1. Erforderlig utjämningsvolym med rening enligt 20 mm-kravet för utredningsområdet tillsammans med korrelerande ytanspråk för föreslagna dagvattenåtgärder. Beräknat från reducerad area

Markanvändning	Red. Area [ha]	Utvämningsvolym [m ³]	Ytanspråk dagvattenlösning [m ²]
Avrinningsområde 2	0,028	6	20
Avrinningsområde 3	0,114	23	70
Totalt	0,142	29	90

6.3 Exempellösningar för dagvattenhantering

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

6.3.1 Träd i skelettjord, växtbäddar och rännalar

Denna lösningsmetodik har uppgetts som lösningsförslag i rapporten. Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter. Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor 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 6-2 och figur 6-3. Ett annat sätt är att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar som leder vattnet till dagvattenlösningarna.

I både öppen och stängd avledning av dagvattnet från huset är höjdsättningen av ytorna runt husen viktiga att beakta så att dagvattnet inte ansamlas vid husgrunden. Inom planteringarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och avledas vidare.

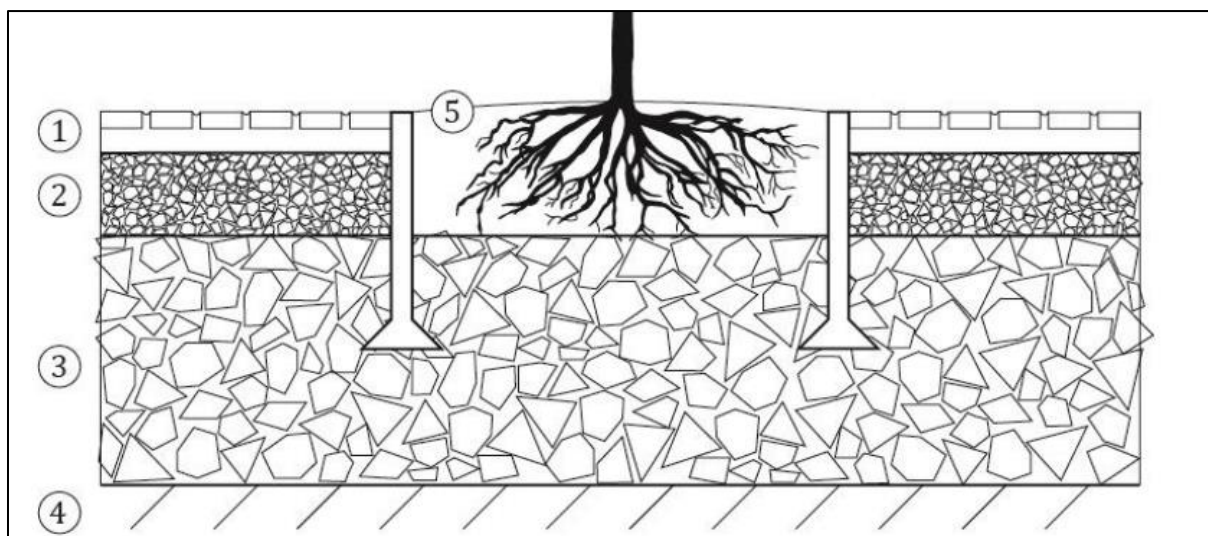
I figur 6-4 visas ett exempel på uppbyggnaden hos en skelettjord, men skelettjordar kan utformas på många sätt. Planteringsytor anläggs vanligen med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord på 20 – 100 centimeter. Skelettjorden antas ha cirka 30 % porositet och kan anläggas med makadam, singel eller mer porösa och lätta material såsom lecakulor. Adderad biokol möjliggör en ökad reningseffekt i magasinet. Fördelen med porösa och lätta material är att dessa ger en större fördröjande och renande effekt, samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder. För att underlätta dagvattenhanteringen i utredningsområdet bör kantsten mellan hårdgjorda ytor och grönytor undvikas.



Figur 6-2. Avledning av takvatten till planteringar via ränndalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 6-3. Exempel på avledning av takvatten via ränndalar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



Figur 6-4. Principskiss på en överbyggnad med skelettjord. 1, slitlager 2, luftigt bärlager, 3 skelettjord 4, befintligt luckrad terrass 5, planteringsgrop med växtjord. Illustration Andrée Olsson (2014-06-19).

6.3.2 Skötsel och underhåll

För att växtbäddar och planteringsytor ska bibehålla sin fördröjande och renande funktion under längre perioder krävs skötsel och underhåll. Eftersom konstruktionerna skiljer sig åt behöver individuella skötselplaner utformas. Generellt gäller dock att sedimenterande partiklar från dagvattnet täpper igen filtermaterialet som de olika dagvattenlösningarna är uppbyggda av, därför krävs det att filtermaterialet byts ut med jämna mellanrum. Det mesta av föroreningarna fastläggs i det översta lagret av filtermaterialet. Enligt studier (bl.a. Sundin, 2012) kan det översta lagret av filtret behöva bytas ut inom 5–25 år och hela filtret inom 25-50 år. Utöver filtermaterialet krävs även en kontinuerlig tillsyn av inflödesvägar och bräddavlopp så att dessa inte sätts igen av t.ex. skräp. Då växtligheten spelar stor roll är det viktigt att det sker en regelbunden skötsel och återplantering av nya växter om dessa dör. Vid långa perioder utan regn kan det även vara nödvändigt att stödbevattna växterna.

6.4 Lösningförslagets ekosystemtjänster och bidrag till en attraktiv stadsmiljö

Naturområden och grönytor gör ett arbete som producerar tjänster åt människan som betecknas som ekosystemtjänster. Dessa tjänster bidrar till att öka människans välbefinnande och livskvalitet genom att till exempel leverera vattenreglering, luftrening och pollinering av växter. Det har även visat sig att närhet till natur och grönytor har en positiv effekt på människors mentala hälsa. Särskilt för boende i tätbebyggda områden har närhet till naturområden en stressdämpande effekt.

I takt med ökad förtätning i stadskärnor minskar andelen grönytor. Ett hårdare tryck skapas då på kvarvarande grönytor att leverera samma värden som innan förtätning. I det perspektivet har öppna dagvattenanläggningar stor potential att bidra med ökade värden i stadsbilden genom att leverera ekosystemtjänster till befolkningen.

Det är välkänt att förtätning oftast medför mer hårdgjorda ytor, vilket ökar kraven på dagvattensystemet att ta emot större flöden. Ett sätt att fördröja och rena den ökade avrinningen är att anlägga öppna dagvattenanläggningar som växtbäddar, gröna tak, infiltration på gräsytor, tillfällig uppdämning på översvämningssytor, svackdiken, naturliga diken och bäckar, dammar samt våtmarker. En välavvägd konstruktion av dessa dagvattenåtgärder kan bidra med viktiga ekosystemtjänster som flödesreglering, klimatreglering och luftrening, kolbindning, bullerreducering och pollinering. Om dagvattenåtgärderna designas på ett sätt som vårdar ett tätbebyggt områdes grönytor produceras fler så kallade kulturella ekosystemtjänster: rekreation och estetiska värden. Båda dessa är viktiga för att invånarna ska uppfatta ett område som attraktivt.

Om föreslagna träd i skelettjord och växtbäddar anläggs bidrar dessa till följande ekosystemtjänster:

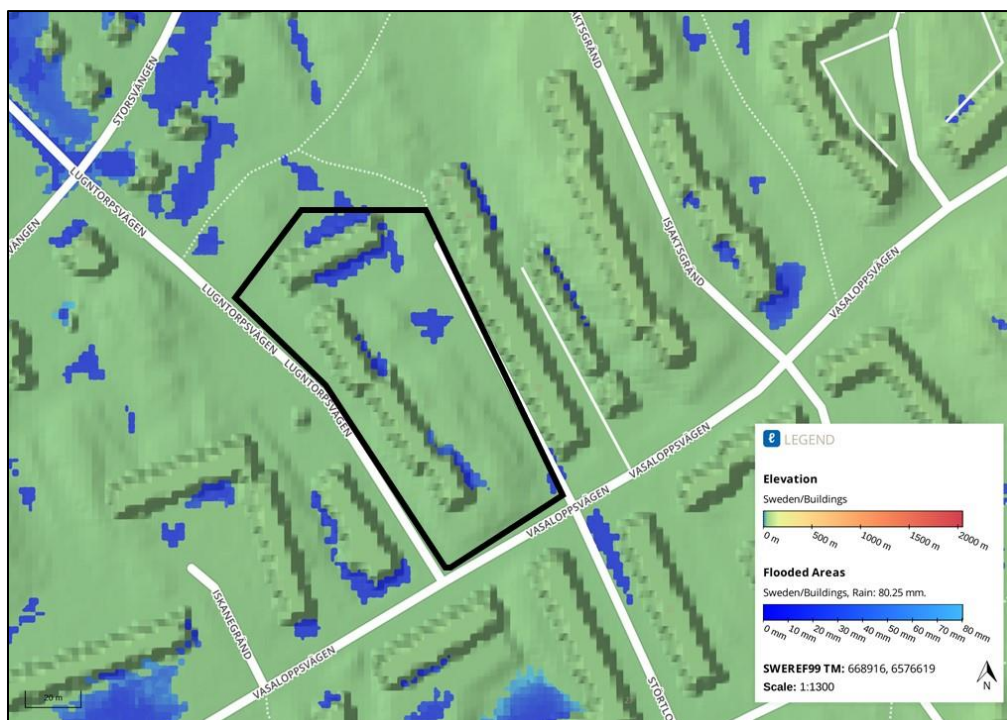
- Livsmiljöer - framförallt för jordlevande insekter
- Grundvattenbildning genom infiltration
- Vattenflödesreglering
- Översvämningsskydd
- Vattenrening
- Sociala relationer - Mötesplatser i gröna miljöer
- Landskapskaraktär - Vackra gröna miljöer i tätorten

7 Översvämningssrisk och höjdsättning

7.1 Skyfallsanalys

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet på ett säkert sätt kan avrinna ytledes via sekundära avrinningsvägar till öppna ytor och vidare mot recipient. Vid höjdsättning av gatu- och kvartersmark är det viktigt att undvika att det skapas instängda områden, det vill säga lokala lågpunkter från vilka dagvattnet inte kan avrinna naturligt.

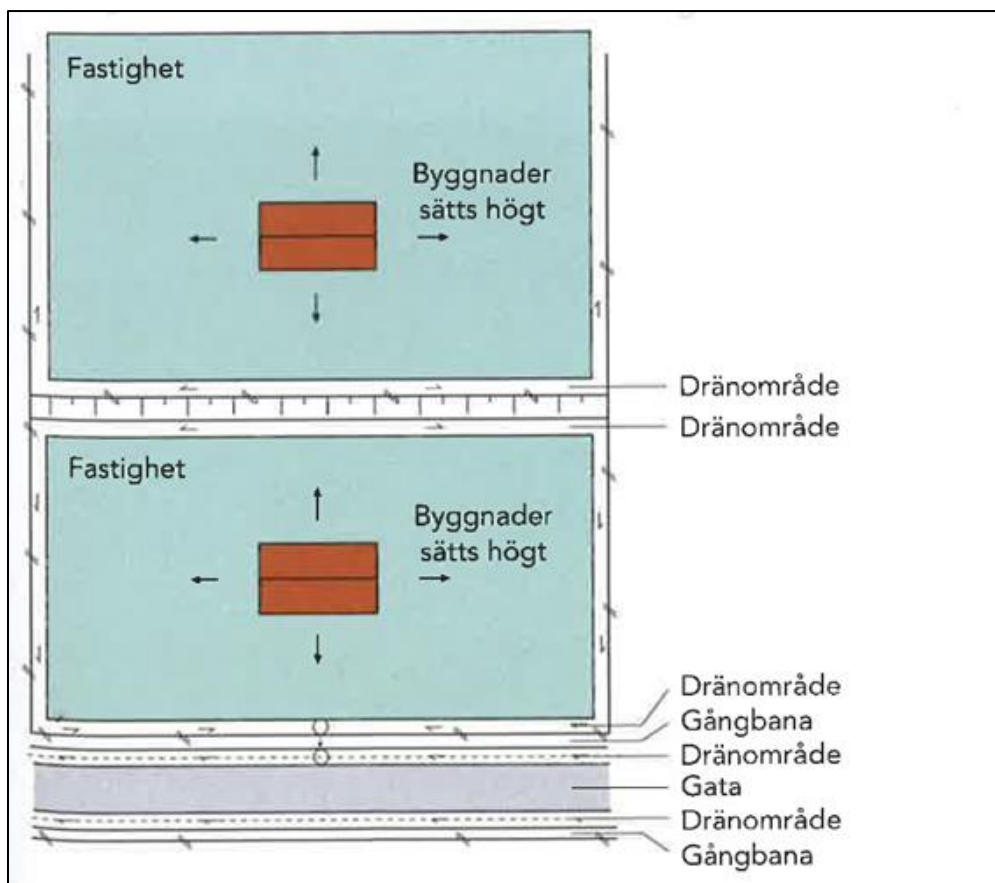
En översiktsbild med ytvattenansamling i befintliga lågpunkter för ett 100-årsregn under varaktigheten 300 minuter för planområdet redovisas i Figur 7-1 hämtad från SCALGO (2019). Utdraget visar på lågpunkter som även noterats vid fältbesök. Notera att bilden gäller för befintlig höjdsättning och inte planerad. Vid ett 100-årsregn finns det risk för översvämning inom fastigheten, främst i den norra delen där det kan bildas vattenansamlingar på den norra och södra sidan om befintlig byggnad. För att undvika påverkan av husgrund bör nya avrinningsvägar tas fram för de områdena.



Figur 7-1. Regnansamling vid återkomsttiden 100 år med 300 minuters varaktighet (regnvoly 80 mm enligt Dahlström 2010) hämtad från SCALGO, 2019.

7.1.1 Generella riktlinjer för höjdsättning

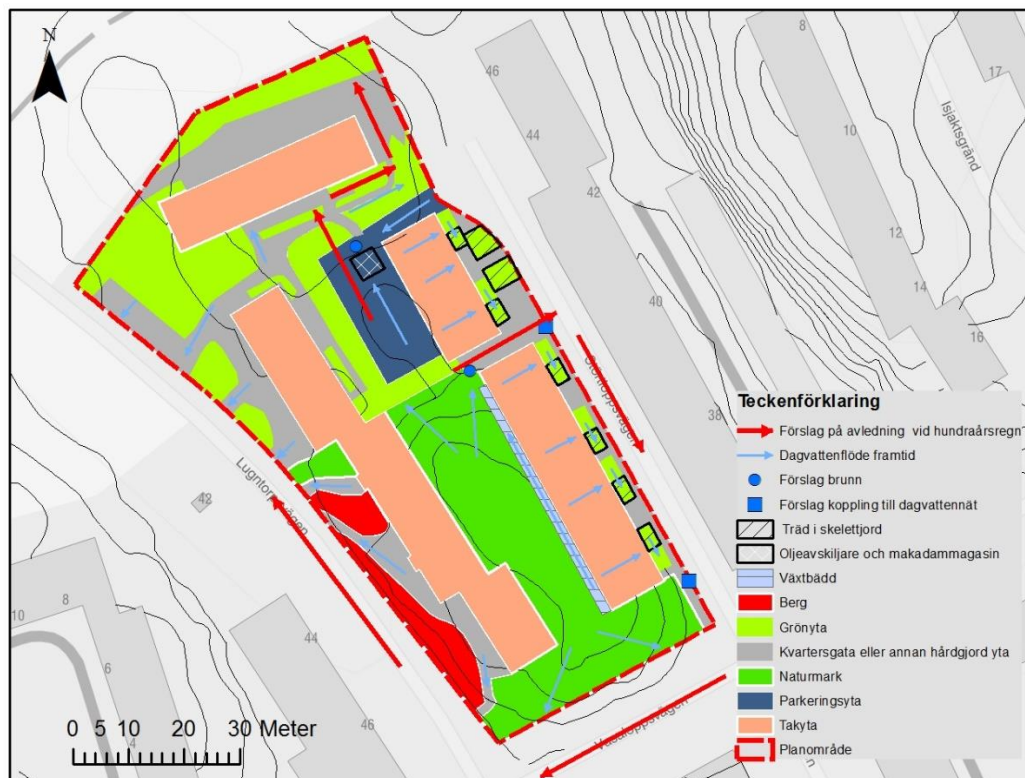
Höjdsättningen av utredningsområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn, som till exempel ett 50- eller 100-årsregn. Detta kan åstadkommas genom att om föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar så rinner överskottsvattnet ut på vägarna för vidare transport mot recipienten. Optimalt bör byggnader ligga högre än intilliggande mark och gårdsytor behöver höjdsättas så att vatten kan avrinna ytligt mot gata eller till omgivande grönytor. Detta medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas. Illustration av generell riktlinje visas i figur 7-2.



Figur 7-2. Principiell höjdsättning kring byggnader för att vattnet ska rinna bort från byggnaden.

7.2 Föreslagen höjdsättning av område för avledning av intensiv nederbörd

För att kunna avleda ett regn med 50-100 års återkomsttid inom området behöver regnansamling i lågpunkter avledas. Förslag på avledning av regnvatten från lågpunkter redovisas i figur 7-3.



Figur 7-3. Förslag på avledning av dagvatten vid intensivt regn, såsom 100-årsregn (röda pilar)

8 Slutsats

Flödesberäkningarna visar att de planerade förändringarna inom utredningsområdet, jämfört med befintlig markanvändning, kommer medföra ökade dagvattenflöden om dagvattnet inte omhändertas. För att uppnå fördröjning och rening av dagvattnet enligt Stockholm stads åtgärdskrav behövs en utjämningsvolym på totalt 29 m³ där exploatering förväntas.

Dagvattenlösningen som föreslås för att uppnå denna renande utjämningsvolym är träd i skelettjord och makadammagasin med en funktionell mäktighet på 1 m. Det totala ytanspråket för dagvattenanläggningarna är 90 m² vilket får plats med god marginal inom planområdet. Ytterligare småskaliga växtbäddar uppmuntras för ökad fördröjning och rening där topografin tillåter. Därmed kan en långsiktigt hållbar dagvattenhantering skapas för det nya området.

Beräkningar med programvaran StormTac som baseras på schablonhalter för olika typer av markanvändning visar att förväntade halter och årsmängder av förorenande ämnen kan komma att öka marginellt för enskilda ämnen mot befintlig markanvändning om föreslagen dagvattenåtgärd genomförs. Med hänsyn till att schablonhalter tillämpats kan ökningen mycket väl vara inom felmarginalen för programvaran.

Stockholms stads krav på en åtgärdsnivå på 20 mm uppfylls inom området och plats för ytterligare anläggningar finns tillgängligt inom fastigheten.

9 Referenser

Alm, H., Banach, A., Larm, T., 2010. *Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten*. Svenskt Vatten Utveckling, rapport Nr 2010-06

Geosigma, 2019. Geoteknisk utredning

Geosigma, 2019. Miljöteknisk utredning

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. *Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar*. Rapport 2016:30

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

Länsstyrelsen 2008. Östra Mälarens vattenskyddsområde -*skyddsföreskrifter avseende vattenskyddsområde för ytvattentäkter vid Lovö, Norsborg, Görväln och Skytteholm inom Östra Mälaren, Stockholms län*;. Beteckning 5210-2001-65713

Miljöförvaltningen, 2018. Underlag för miljö- och hälsofrågor. Dnr 2018-003588

SGU, 2019a. *Jordartskarta*, tillgänglig: http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html

SGU, 2019b. *Jorrdjupskarta*, tillgänglig: http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html

Sundin, E. 2012 *Dagvattenhantering*. Tidskriften Landskap. Nr:3.s 17-19.

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

Stockholm vatten och Avfall (version 170629) - Dimensioneringstabell

Svenskt Vatten, 2016. *P110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*.

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

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

VISS, 2019a. Vatteninformationssystem Sverige,
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA79755821> (hämtad 2019-04-10)

VISS, 2019b. Vatteninformationssystem Sverige,
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA96064999> (hämtad 2019-04-10)