


Dagvattenutredning för del av Årstaberg 1



Geosigma AB

2017-03-31

GEOSIGMA				
Uppdragsnummer 604599	Grap nr 17031	Datum 2017-03-31	Antal sidor 28	Antal bilagor 0
Uppdragsledare Ellen Walger		Beställares referens Anna-Kari Malm		Beställares ref nr -
Beställare Anna-Kari Malm				
Rubrik Dagvattenutredning för del av Årstaberg 1				
Författad av Sofia Hedberg, Jonas Robertsson			Datum 2017-03-31	
Granskad av Per Askling, Ellen Walger			Datum 2017-03-31	
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 Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

Borätt avser bygga ett 5 – 7-våningshus längs Sjöviksbacken i stadsdelen Liljeholmen, södra Stockholm. I samband med ombyggnationen uppkommer delvis nya förhållanden avseende markanvändning och Geosigma har därför fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för utredningsområdet, som till stor del utgörs av fastigheten Årstaberg 1.

Utredningsområdet sluttar kraftigt från norr mot söder, med höjdnivåer mellan cirka +28 till +35 meter över havet. Jordarterna består av tunna osammanhängande ytlager av morän och avståndet ner till berg varierar mellan 0 – 1 meter. Infiltrationen inom utredningsområdet bedöms vara begränsad och dagvatten tas i dagsläget om hand i ett dagvattenledningssystem i den närliggande lokalgatan Sjöviksbacken. Via dagvattenledningar i Sjöviksbacken avleds dagvattnet till recipienten Årstaviken.

En förändring av markanvändningen inom utredningsområdet, enligt erhållen situationsplan, medför ökade dagvattenflöden med cirka 117 % för ett dimensionerande 20-årsregn och cirka 71 % för årsmedelflöden. För att skapa en fungerande dagvattenhantering, med en minskad eller oförändrad belastning på befintligt dagvattensystem och recipient, efter planerade förändringar av utredningsområdet, föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från tak- och gårdsytor leds i möjligaste mån till ett fördröjningsmagasin av makadam beläget ovanpå garageytan norr om huskroppen. Fördröjningsmagasinet ska utformas med hänsyn till garagets bärrighet och i utredningsområdets östra delar kopplas till befintligt dagvattensystem i Sjöviksbacken.
- Höjdsättning av ytan ovanpå garaget görs så att hela fördröjningsmagasinet och markytan ovanpå garaget lutar åt nordöst. Det är av stor vikt att vatten ovanpå garaget kan ledas åt nordväst och inte blir stående mot husväggen.
- Vatten som inte kan tas om hand ovanpå garaget på grund av områdets topografi leds till separata fördröjningsmagasin i utredningsområdets sydvästra och sydöstra delar. Alternativt används makadamdiken eller växtbäddar för fördröjning i dessa områden. Viktigt är att marken höjdsätts så att vattnet leds till fördröjningsmagasinen. Om utformningen av taket inte möjliggör att allt takvatten avleds mot ytan ovanpå garaget, bör resterande takvatten förslagsvis ledas till fördröjningsmagasinet i utredningsområdets sydvästra del.
- Vidare utredning av grundvattenförhållanden inom utredningsområdet behövs inför utformningen av fördröjningsmagasinen.

Dimensionering av dagvattensystem och utjämningsvolym har gjorts i enlighet med Stockholm stads nya riktlinjer om mått för åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnation. Föreslagna dagvattenlösningar klarar således de nya kraven om 20 millimeter och 12 timmars fördröjning. Med föreslagna åtgärder bedöms nybyggnationen inte leda till någon negativ förändring hos någon kvalitetsfaktor kopplad till miljökvalitetsnormerna.

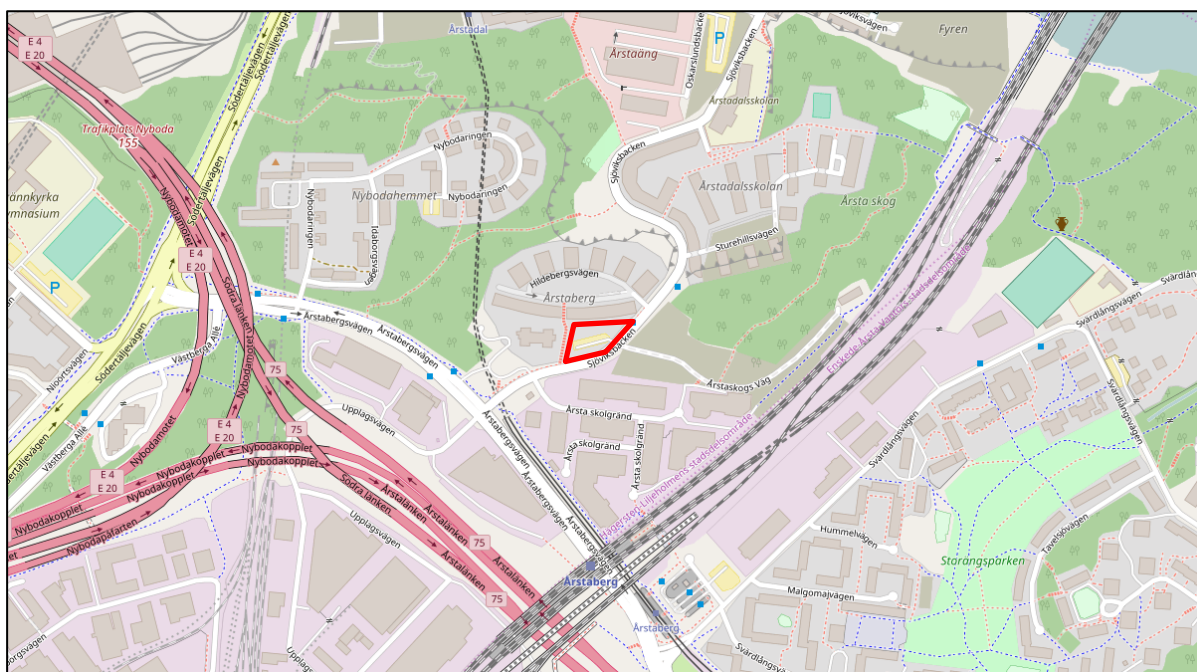
Innehåll

1	Inledning och syfte.....	5
1.1	Allmänt om dagvatten.....	6
2	Material och metod	7
2.1	Material och datainsamling.....	7
2.2	Flödesberäkning.....	7
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym.....	7
2.4	Föroreningsberäkning	8
2.5	Platsbesök	8
3	Områdesbeskrivning och avgränsning.....	11
3.1	Hydrogeologi.....	12
3.1.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi	12
3.1.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.....	13
3.2	Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN).....	14
3.3	Markanvändning – Nuvarande och planerad	15
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning.....	18
4.1	Flödesberäkningar	18
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym.....	19
4.3	Föroreningsbelastning.....	19
4.4	100-årsregn och skyfallsmodell.....	21
5	Lösningförslag för dagvattenhantering.....	23
5.1	Generella rekommendationer	23
5.2	Lokalt omhändertagande av dagvatten.....	23
5.2.1	Fördröjningsmagasin – Makadammagasin och makadamdiken	23
5.2.2	Växtbäddar.....	24
5.3	Lösningförslag	24
5.4	Effekt på recipient	27
5.5	Extremregn	27
6	Referenser.....	28

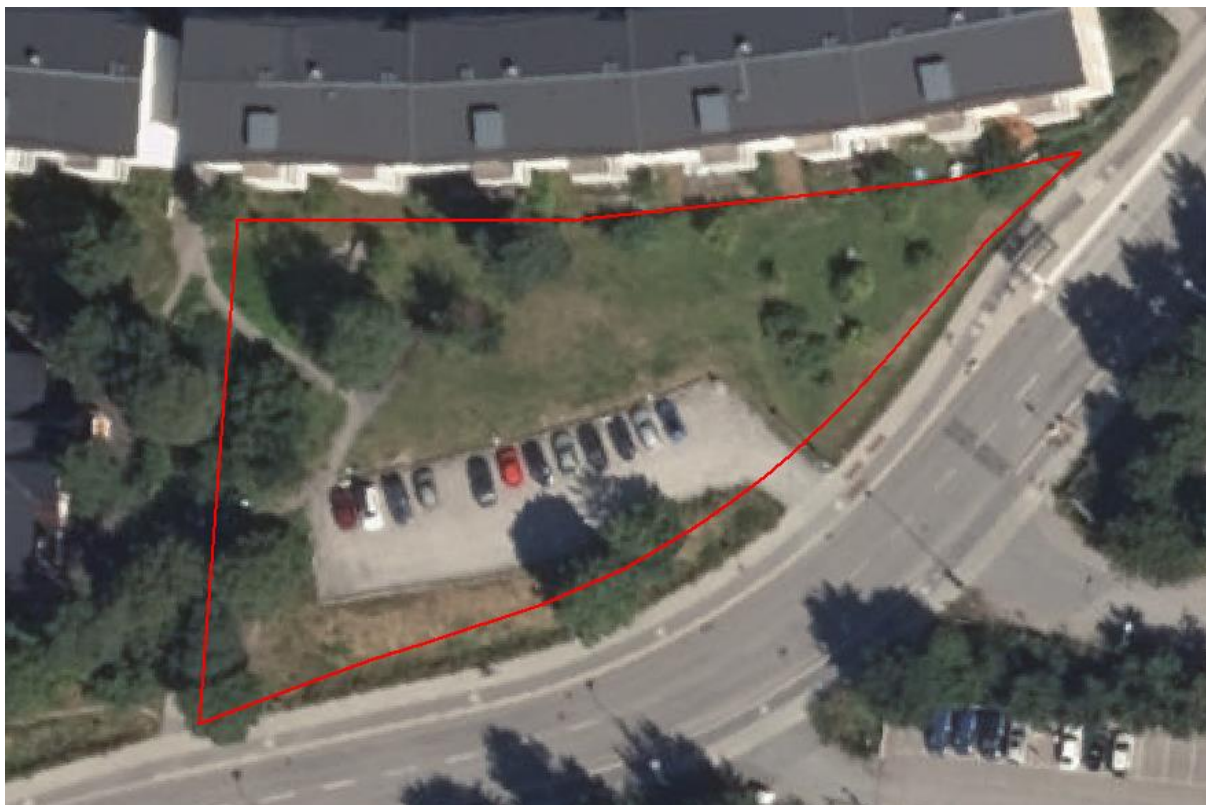
1 Inledning och syfte

Borätt avser bygga ett 5 – 7-våningshus, omfattande totalt cirka 70 seniorbostäder, längs Sjöviksbacken i stadsdelen Liljeholmen i sydvästra Stockholm. Utredningsområdet utgörs till stor del av fastigheten Årstaberg 1 och ligger i stadsutvecklingsområdet för Liljeholmen, vilket ses som en del av den centrala stadens utvidgning. Då byggnationen inom utredningsområdet innebär förändrade förhållanden avseende markanvändning har Geosigma fått förfrågan om att genomföra en dagvattenutredning. En översiktskarta med utredningsområdets placering visas i Figur 1-1 och ett flygfoto över utredningsområdet och dess närmaste omgivning visas i Figur 1-2.

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



Figur 1-1. Översiktskarta där utredningsområdets ungefärliga placering visas med en röd polygon. Källa: © Openstreetmaps bidragsgivare (<http://www.openstreetmap.org/copyright>).



Figur 1-2. Flygfoto över utredningsområdet, vars ungefärliga utbredning visas med en röd polygon.

1.1 Allmänt om dagvatten

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

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

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

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

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare).
- Jordartskarta och jorrdjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator.
- Startpromemoria för planläggning, daterad 2016-09-25, tjänsteutlåtande Stadsbyggnadskontoret Dnr 2016-09371 (erhållet från beställare).
- Situationsplan från brunnberg&forshed, daterad 2017-03-29.
- Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015).
- Stockholms stads checklista för dagvattenutredningar.
- Arbetsmaterial för Stockholm stads nya mått för åtgärdsnivåer för dagvatten vid ny- och ombyggnationer.
- Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).

2.2 Flödesberäkning

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

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

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

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

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

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

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

2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation:

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

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

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

Beräkning av utjämningsvolym har även gjorts enligt Stockholm stads nya mått på åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnationer. Enligt dessa mått, som fortfarande enbart finns tillgängligt som arbetsmaterial, ska de första 20 millimetrarna nederbörd kunna magasineras och fördröjas inom utredningsområdet.

2.4 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.16.4.1 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändning (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

2.5 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 3 februari 2017. Terrängen i det aktuella utredningsområdet sluttar ner åt söder (Figur 2-1). Större delen av området utgörs idag av en grusbelagd parkering där östra delen av parkeringen lutar ner mot utfarten ner till Sjöviksbacken (Figur 2-2). Gräsytan ovanför parkeringen är täckt av enbart ett tunt jordlager och på flertalet ställen bryter berg i dagen igenom gräset (Figur 2-3). Västra kanten av området utgörs av buskage och träd, vilka omger en mindre gångväg med grus och hårdgjorda trappor (Figur 2-4). Gångvägen ligger delvis inom och delvis utanför utredningsområdet. Även i denna del lutar utredningsområdet mot söder, men ett par mindre sänkor och lågpunkter finns. I kanten mot Sjöviksbacken, nedanför sluttningen söder om parkeringen, finns ett dike med en kupolbrunn (Figur 2-1). Diket börjar strax ovanför utredningsområdets gräns och en mindre trumma för genomföring av vatten finns under utfarten från parkeringen. Nedströms utredningsområdet fortsätter diket sedan längs kanten på nedanliggande fastighet.



Figur 2-1. Dike med kupolbrunn vid utredningsområdets gräns mot Sjöviksbacken.



Figur 2-2. Utredningsområdet sett från väster. I bild syns den grusbelagda parkeringen och sluttningen ner mot Sjöviksbacken.



Figur 2-3. Gräsyta med tunna jordlager i utredningsområdets norra del.



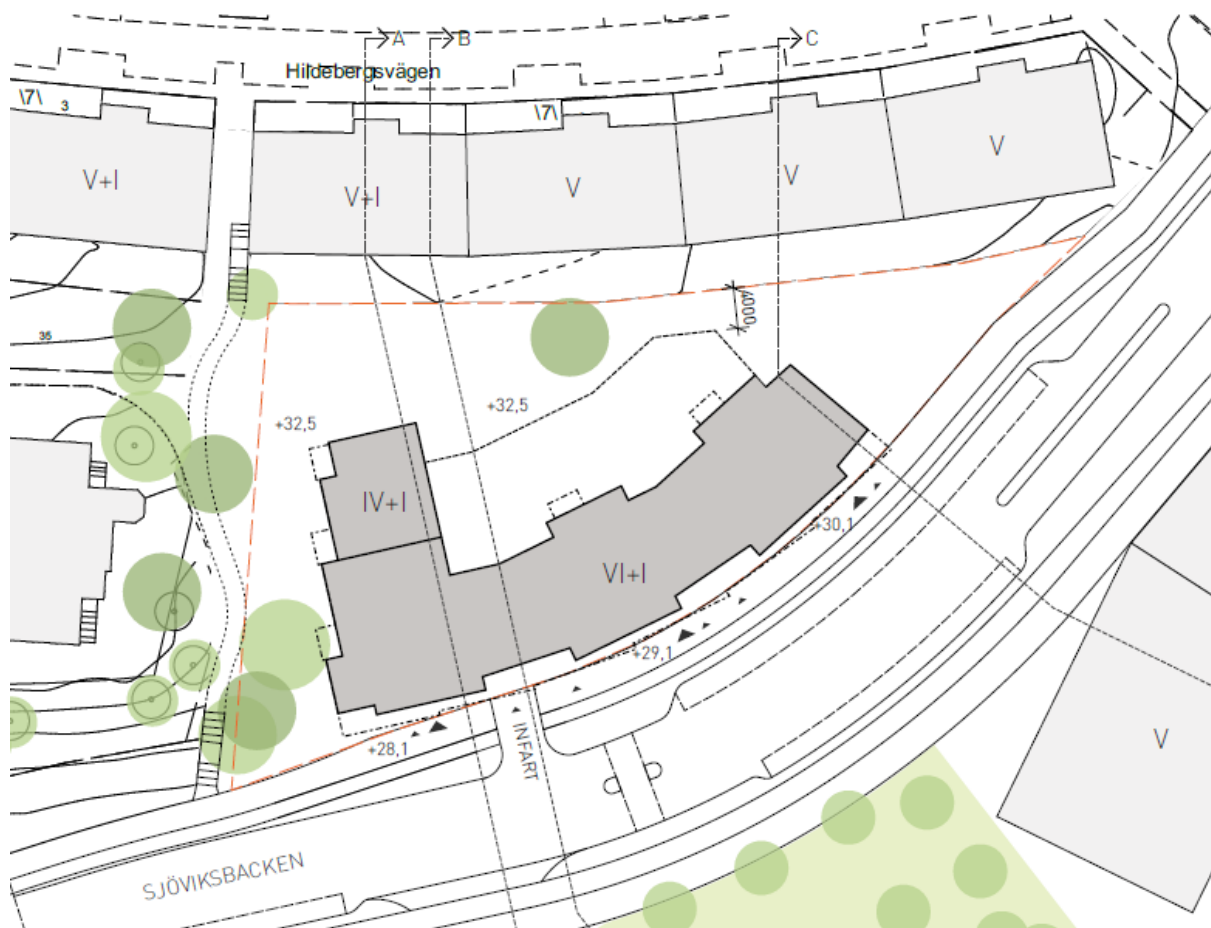
Figur 2-4. Gångväg och buskage vid utredningsområdets västra gräns. Vy ner mot Sjöviksbacken.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Det aktuella utredningsområdet utgör 2 405 m² och är beläget cirka 200 meter nordväst om Årstabergs pendeltågsstation. Utredningsområdet sluttar ner åt söder och avgränsas i söder av Sjöviksbacken som förbinder Liljeholmen med Årstaberg. Inga befintliga byggnader finns inom utredningsområdet och nuvarande markanvändning utgörs av gräs, en gruslagd parkeringsplats och naturmark. Inom utredningsområdet finns ett antal större och mindre träd.

Norr om utredningsområdet längs Hildebergsvägen finns två lamellhus och sex punkthus, uppförda år 2006, i 5 – 6 våningar. Längs utredningsområdets västra gräns finns en grusbelagd gångväg. Söder om Sjöviksbacken kommer nuvarande bebyggelse att ersättas av det planerade kvarteret Packrummet.

En situationsplan för utredningsområdet vid Årstaberg 1 och dess närområde visas i Figur 3-1.



Figur 3-1. Situationsplan från brunnberg&forshed arkitektkontor, erhållen från beställare. Röd streckad polygon visar utredningsområdet.

3.1 Hydrogeologi

3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, kornstorleksfördelning, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mättnadsgrad. Vid helt mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens hydrauliska konduktivitet, K_s .

I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara så stor att den kan hantera dimensionerande flöden. I Tabell 3-1 nedan anges övergripande infiltrationskapaciteter för olika svenska jordtyper.

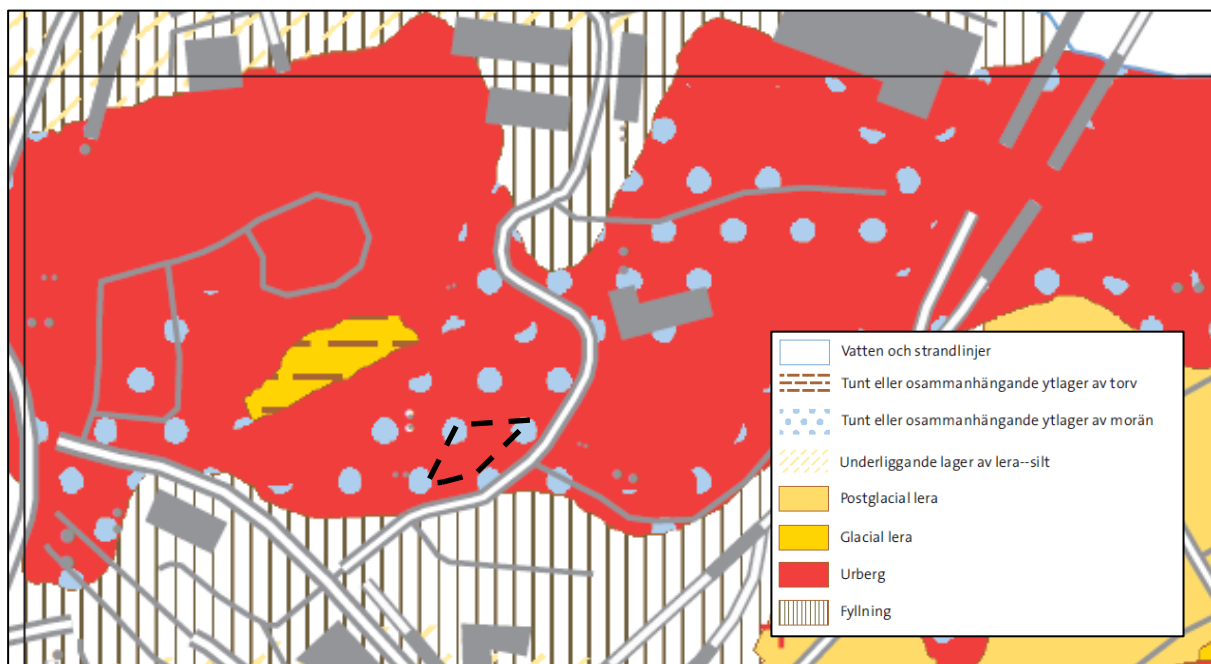
Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska jordtyper (VAV, 1983).

Jordtyp	Infiltrationskapacitet (mm/h)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Enligt jordartskartan (Figur 3-2) från SGU består jordlagren inom utredningsområdet av urberg med tunt eller osammanhängande ytlager av morän. Jordlagrens mäktigheter uppskattas, enligt jorrdjupskartan från SGU (Figur 3-3), till mellan 0 – 1 meter inom hela utredningsområdet.

I Stockholms stads geoarkiv (Stockholms stad, 2016) finns inga grundvattenrör i utredningsområdets närhet. Tidigare grundvattenmätningar, cirka 150 meter norr om utredningsområdet, tyder på en grundvattenyta som kan befinna sig 10 meter under markytan. Dessa mätningar kan tänkas vara påverkade från det större bergrummet som tidigare tillhörde vin- och sprit, men framförallt har mätningarna skett på andra sidan vattendelaren jämfört med berört utredningsområde. För att säkerställa grundvattennivåerna och dess påverkan på valda dagvattenlösningar, samt grundläggning av byggnad och garage behövs noggrannare undersökningar genomföras.

Baserat på denna information bedöms infiltrationsmöjligheterna, i allmänhet, vara begränsade inom utredningsområdet.



Figur 3-2. Jordartskarta framtagen med SGUs kartgenerator (SGU, 2017). Svartstreckad polygon visar utredningsområdets ungefärliga placering.



Figur 3-3. Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator (SGU, 2017). Svartstreckad polygon visar utredningsområdets ungefärliga placering.

3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Utredningsområdet sluttar ner från norr mot söder, med en högsta marknivå på +35,1 meter i norr och en lägsta marknivå på +29,5 meter i områdets sydvästra del. Figur 3-4 visar ungefärliga nuvarande flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på de topografiska förhållandena inom och omkring utredningsområdet.

Utredningsområdet tillförs externt dagvatten från ett mycket begränsat område. Norr om utredningsområdet på höjden vid Hildebergsvägen finns ett bostadsområde uppfört 2006, där

den närmaste huskroppen ligger som en avskärmande vägg enbart ett par meter från utredningsområdets gräns. Takvatten från stuprännor längs huskroppens södra sida leds ner i marken och enligt samlingskartan finns dagvattenledningar från detta område påkopplat på dagvattennätet under Sjöviksbacken.

Dagvattnet i området tas om hand i separata dagvattenledningar, i ett så kallat duplikatsystem. Dagvattenledningarna går under Sjöviksbacken och dagvattnet leds söderut ner mot den större Årstabergsvägen. Därifrån leds dagvattnet till andra sidan järnvägen och vidare norrut via en dagvattentunnel till recipienten. Enligt en tidigare dagvattenrapport för en närliggande fastighet finns inga kända kapacitetsproblem för dessa ledningar (Liljewall arkitekter, 2014).



Figur 3-4. Översiktskarta över utredningsområdet. Utredningsområdet sluttar ner mot söder, med undantag av parkeringens östra del. Ett dike löper längs Sjöviksbackens kant. Ungefärliga nuvarande flödesriktningar visas med blå pilar för avrinnande dagvatten baserat på de topografiska förhållandena inom och omkring utredningsområdet. © Lantmäteriet.

3.2 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Det dagvatten som bildas inom utredningsområdet avleds via separata dagvattenledningar till recipienten Mälaren-Årstaviken (SE657834-162783), se Figur 3-5. Även naturligt avrinner området mot Årstaviken.

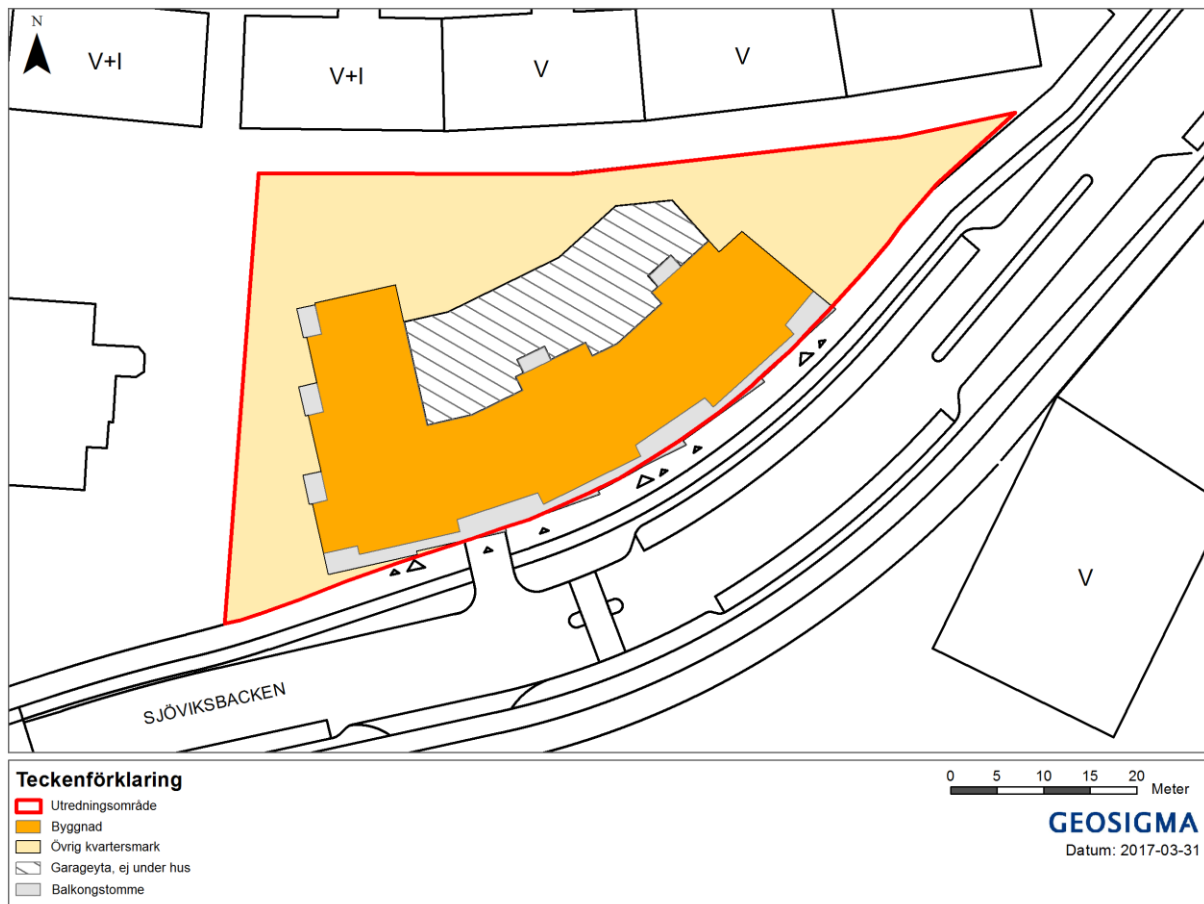
Årstaviken klassas i VISS (2017) ha god ekologisk status men uppnår ej god kemisk status på grund av höga halter av tributyltenn, bly, kadmium och antracen i sediment som överstiger gränsvärdet samt för höga halter av kvicksilver, bromerade difenyletrar (BDE) och polybromerade bromerade difenyletrar (PBDE) i fisk. Nya miljökvalitetsnormer för recipienten beslutades och kungjordes 2016-12-21. Miljökvalitetsnormen för kemisk ytvattenstatus är god kemisk status med undantag till 2027 för tributyltenn-, bly- och kadmiumföreningar, samt

3.3 Markanvändning – Nuvarande och planerad

I Figur 3-7 visas en schematisk karta över planerad markanvändning efter bebyggelse. Då planerad markanvändning inte är färdigställd är figuren enbart uppdelad i byggnad, yta ovanpå underjordiskt garage samt övrig markanvändning. Garaget är enligt situationsplan planerat delvis under och delvis utanför den planerade byggnaden. Enligt uppgift från beställaren kan den totala utredningsytan komma att utgöras av cirka 85 % hårdgjord yta, inklusive takytor samt ytan ovanpå garaget. Den planerade byggnaden är placerad så att den skär av naturliga flödesvägar i landskapet.



Figur 3-6. Nuvarande markanvändning inom utredningsområdet.



Figur 3-7. Ungefärlig planerad markanvändning inom utredningsområdet. Markanvändningen har delats in i takyta (byggnad), balkongstomme, yta ovanpå garage samt övrig kvartersmark, där övrig kvartersmark utgörs av en blandning av hårdgjorda och icke-hårdgjorda ytor.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändning, samt areor för befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet presenteras i Tabell 4-1. Eftersom planerad markanvändning inom utredningsområdet inte är färdigställd har indelning gjorts i kategorierna takyta, yta ovanpå garage samt övrig kvartersmark. Om den slutliga markanvändningen ser annorlunda ut påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna. Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienterna kan ge relativt stora skillnader i dimensionerande flöde. De redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen.

På grund av stor lutning, tunna jordlager samt en del berg i dagen har avrinningskoefficienten för grönytor under nuvarande markanvändning satts till 0,3, ett något högre värde än vad som generellt används för grönytor. För de grusade gångvägarna i utredningsområdets västra delar har ett värde på 0,4 använts.

För planerad markanvändning har en sammanvägd avrinningskoefficient använts för all kvartersmark förutom tak- och garageytor. Enligt uppgifter från beställaren kan en stor andel av kvartersmarken komma att utgöras av hårdgjorda ytor och därför har den sammanvägda koefficienten satts till 0,4, vilket är något högre än för naturytorna innan exploatering. Ytan ovanpå garaget, som enligt beställaren kan komma att bli hårdgjord, har i beräkningarna enligt försiktighetsprinciper antagits ha samma avrinningsegenskaper som en asfaltsyta. Om andel grönytor ökas kommer avrinningen att minska i jämförelse med detta.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter, samt areor för nuvarande och planerad markanvändning inom utredningsområdet.

Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Nuvarande (m ²)	Planerad (m ²)
Grönyta	0,3	1 825	-
Gångväg	0,4	70	-
Parkeringsyta	0,3	510	-
Takyta	0,9	-	840
Balkongyta	0,9	-	130
Yta ovanpå garage	0,8	-	335
Övrig kvartersmark	0,4	-	1 100
Summa		2 405	2 405

I enlighet med Svenskt Vatten P110 har ett återkommande 20-årsregn med klimatafaktor 1,25 använts för beräkning av dimensionerande flöden. Dagvattenflöden från utredningsområdet vid ett återkommande 20-årsregn med 10 minuters varaktighet, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.2 och redovisas i Tabell 4-2. Enligt beräkningar utförda med bilaga 10.1 i Svenskt Vatten P110 och Dahlström (2010) motsvarar ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet en regnintensitet på cirka 287 liter/sekund·hektar. Årsnederbörden har satts till 636 millimeter, vilket är den korrigerade årsmedelnederbörden för Stockholm enligt StormTac.

Tabell 4-2. Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet, samt årsmedelflöden för nuvarande och planerad markanvändning.

	Flöde 20- årsregn (l/s)	Ökad dagvattenbildning (%)	Årsmedelflöde (l/s)	Ökat årsmedelflöde (%)
Nuvarande	26,1	117	0,021	71
Planerad	56,6		0,036	

En förtätning av utredningsområdet enligt föreslagen planskiss skulle totalt medföra en ökning av det dimensionerande dagvattenflödet med 117 % och en ökning av årsmedelflödet med 71 %. Ökningen i dimensionerande flöde beror på att andelen hårdgjord yta ökar inom utredningsområdet.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.3. För att fördröja utredningsområdets dagvatten så att det dimensionerande flödet efter ombyggnationen inte överstiger nuvarande dimensionerande flöde, 26,1 liter/sekund, vid ett 20-årsregn krävs en utjämningsvolym på cirka 18 m³.

Hösten 2016 beslutade Stockholm Stad och Stockholm Vatten om nya riktlinjer gällande dagvattenhantering och mått för åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnationer. Enligt dessa riktlinjer ska 20 millimeter nederbörd kunna magasineras och renas inom utredningsområdet. Målet på 20 millimeter har bestämts utifrån beräkningar av behovet av rening av dagvatten så att miljö kvalitetsnormerna för vatten ska kunna följas i stadens vattenförekomster. Genom att magasinera och fördröja 20 millimeter räknar man med att 90 % av den totala årsnederbörden kommer passera och kunna renas i utjämningsvolymen. Riktlinjerna innehåller krav på mer långtgående rening än enbart sedimentation och att såväl partikelbundna som lösta föroreningar ska kunna avskiljas. Systemen ska utformas som en permanent våtvolum eller en volym som avtappas under cirka 12 timmar genom filtrerande material. Förutom ökad rening ger de nya åtgärdsnivåerna ökad säkerhet och fördröjning vid stora flöden.

För att fördröja 20 millimeter nederbörd från hela utredningsområdet, med förutsättningarna gällande markegenskaperna, och avrinningskoefficienterna enligt Tabell 4-1, krävs att utjämningsvolymen uppgår till 31,5 m³. För en avtappningstid på 12 timmar krävs ett medelvärde för utloppsflödet på högst 0,7 liter/sekund. Dimensioneringen av utjämningsvolymen har utgått från dimensionerna enligt Stockholm Stads nya mått för åtgärdsnivå (se vidare Kapitel 5.2).

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från StormTac v.16.4.1 använts, se Tabell 4-3. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten. Beräknade föroreningshalter utifrån schablonhalterna jämförs med riktvärden enligt Regionplane- och trafikkontorets (RTK) riktvärdesindelning för delavrinningsområden uppströms utsläppspunkt till recipient (Regionplane- och trafikkontoret, 2009). Enligt StormTac är säkerheten i schablonhalterna låg för samtliga använda markanvändningstyper, och resultaten ska ses som en indikation snarare än exakta värden.

Tabell 4-3. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för nuvarande och planerad markanvändning. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen kan jämföras med RTK:s riktvärden (Regionplane- och trafikkontoret, 2009). Rött = halten överstiger riktvärde, Orange = halten överstiger befintlig halt, Grön = halten är lika eller understiger befintlig halt.

Ämne	Enhet	Riktvärde	Föroreningskoncentrationer			
			Nuvarande	Planerad, innan rening	Planerad, efter rening	Reningseffekt (%)
Fosfor	µg/l	175	130	92	59	35
Kväve	µg/l	2 500	1 100	1 600	880	45
Bly	µg/l	10	8,2	3,4	0,85	75
Koppar	µg/l	30	17	10	3,0	70
Zink	µg/l	90	43	25	7,5	70
Kadmium	µg/l	0,5	0,25	0,50	0,20	60
Krom	µg/l	15	4,2	3,3	0,99	70
Nickel	µg/l	30	1,7	3,1	1,4	55
Kvicksilver	µg/l	0,07	0,019	0,014	0,0084	40
Suspenderad substans	µg/l	60 000	50 000	31 000	6200	80
Olja	µg/l	700	280	110	28	75
PAH	µg/l	Saknas	0,27	0,31	0,14	55
Benso(a)pyren	µg/l	0,07	0,0099	0,0059	0,0027	55

Föroreningshalterna i dagvatten från utredningsområdet förväntas, enligt beräkningarna med schablonhalter, i de flesta fall minska med planerad markanvändning. Minskningen är att vänta då parkeringsytan och föroreningsrisken kopplad till den försvinner. Detta gäller exempelvis bly, zink, suspenderat material, olja och PAH.

Halterna i orenat dagvatten förefaller dock att öka för fyra ämnen: kväve, kadmium, nickel och PAH. Störst är ökningen för kadmium och nickel, där halterna i stort sett fördubblas och schablonhalterna indikerar att koncentrationerna av kadmium i det orenade dagvattnet efter exploatering tangerar riktvärdet från Region- och trafikplanekontoret. Genom föreslagna fördröjningssåtgärder (se Kapitel 5.2 och 5.3) kan dagvattnet renas så att koncentrationen av samtliga ämnen minskar till nivåer under såväl riktvärden som nuvarande föroreningshalter.

I Tabell 4-4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för nuvarande och planerad markanvändning. Beräkningarna har utförts med StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen efter exploatering ökar för ett flertal ämnen jämfört med befintliga förhållanden. Detta är att förvänta då dagvattenbildningen inom utredningsområdet ökar, vilket leder till att en större mängd föroreningar transporteras ut från området. Främst är det mängden kväve som ökar, med en ökning som uppgår till drygt 40 %, efter rening jämfört med nuvarande förhållanden. Högre kvävemängder kan förklaras med att naturmark omvandlas till kvartersytor. Då gödsling generellt förekommer i större omfattning för kvartersmark än för naturmark, ger detta högre schablonhalter för kväve. För att motverka ökade kväveutsläpp bör således en framtida gödslingsplan tas fram. Osäkerheten i schablonhalternas siffror är stora dock stora och beräkningarna ska således ses som indikationer. För exempelvis kväveutsläpp i dagvatten från schablongruppen gårdsyta inom kvarter är värdena så osäkra att ingen standardavvikelse kan ges. Även vissa metallmängder

väntas ökar, vilket beror på att vissa takmaterial avger metaller, och problemet kan därför avhjälpas genom att använda tak i andra material.

Vidare om lösningsförslagen inverkan på föroreningsbelastning om effekt på recipient, se även avsnitt 5.4.

Tabell 4-4. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för nuvarande och planerad markanvändning, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning		
		Nuvarande	Planerad, innan rening	Planerad, efter rening
Fosfor	kg/år	0,084	0,10	0,065
Kväve	kg/år	0,71	1,8	0,99
Bly	kg/år	0,0053	0,0038	0,0010
Koppar	kg/år	0,011	0,012	0,0036
Zink	kg/år	0,028	0,029	0,0087
Kadmium	kg/år	0,00016	0,00057	0,0002
Krom	kg/år	0,0027	0,0038	0,0011
Nickel	kg/år	0,0011	0,0036	0,0016
Kviksilver	g/år	0,012	0,016	0,0096
Suspenderad substans	kg/år	32	36	7,2
Olja (mg/l)	kg/år	0,18	0,12	0,03
PAH (µg/l)	g/år	0,17	0,35	0,16
Benzo(a)pyren	g/år	0,0064	0,0067	0,0030

4.4 100-årsregn och skyfallsmodell

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där utredningsområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna ytledes via sekundära avrinningsvägar, som utredningsområdets vägar och öppna ytor, och vidare ut på närliggande lokalgator.

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



Figur 4-1. Maximala översvämningsdjup från Stockholms stads skyfallsmodell, scenario c, inom och omkring utredningsområdet. Data hämtat från Stockholms stads dataportal (<http://dataportalen.stockholm.se>).

Skyfallsmodellen visar inte på några översvämningsrisker inom själva utredningsområdet. En viss översvämningsrisk finns dock längs med diket vid Sjöviksbacken, med översvämningsdjup mellan 0,1 – 0,3 meter. Höjdsättningen av utredningsområdet kommer dessutom att förändras i och med byggnationen. Vid höjdsättning bör man se till att marken lutar ut mot Sjöviksbacken, så att dagvatten inte blir stående eller tillåts rinna in mot husväggen.

ledning, växtbäddar, gräsarmering eller permeabel asfalt. Det är viktigt att makadammagasinet avskiljs från omgivande material med en geotextil för att inte riskera att magasinets funktion försämras över tid genom att porerna sätts igen av finmaterial. Permeabel asfalt kräver även ett visst underhåll, då den behöver vakuumsugas en gång per år för att säkerställa att vatten kan infiltrera makadammagasinet.

Makadammagasin har en bra rening, gällande metaller och suspenderad substans, och en god flödesutjämnande förmåga (Nilsson, 2013). För suspenderad substans är den genomsnittliga reningsgraden över 80 %, för kväve cirka 50 % och för samtliga tungmetaller över 50 %.

- Zink, bly, koppar, krom cirka 70 – 80 %
- Kadmium, nickel cirka 50 – 60 %

Fördröjningsmagasin kan också anläggas som makadamdiken. I botten av diket placeras en dräneringsledning som leder överskottsvatten vidare nedströms. Anläggningen kan beklädas med ett jord- och växtlager, vilket ger ett mer tilltalande intryck, samt en förbättrad reningsgrad genom att föroreningar även tas upp i växtligheten.

5.2.2 Växtbäddar

Växtbäddar är planteringar som anläggs i bebyggda områden med syfte att vara både estetiskt tilltalande och en effektiv lösning för dagvattenhantering. Vanligen planteras träd, men man kan med fördel även plantera mindre träd, buskar, rabatter eller gräs. Växtbäddarna anläggs ofta med ett tunt lager mulljord ovanpå ett tjockare och mer poröst lager. När dagvattnet infiltrerar ner i marken sker en effektiv avskiljning av större partiklar och föroreningar. Genom att leda dagvatten från hårdgjorda ytor till växtbädden erhålls därför både en rening och en fördröjning av dagvattnet, samtidigt som växtligheten inte riskerar att torka ut under torrare perioder. Flera växtbäddar kan också länkas samman till samma underliggande makadammagasin för att få en större magasinering förmåga. Mellan växtbäddarna kan exempelvis asfalt, grusgångar eller armerat gräs anläggas ovanpå makadammagasinet.

5.3 Lösningförslag

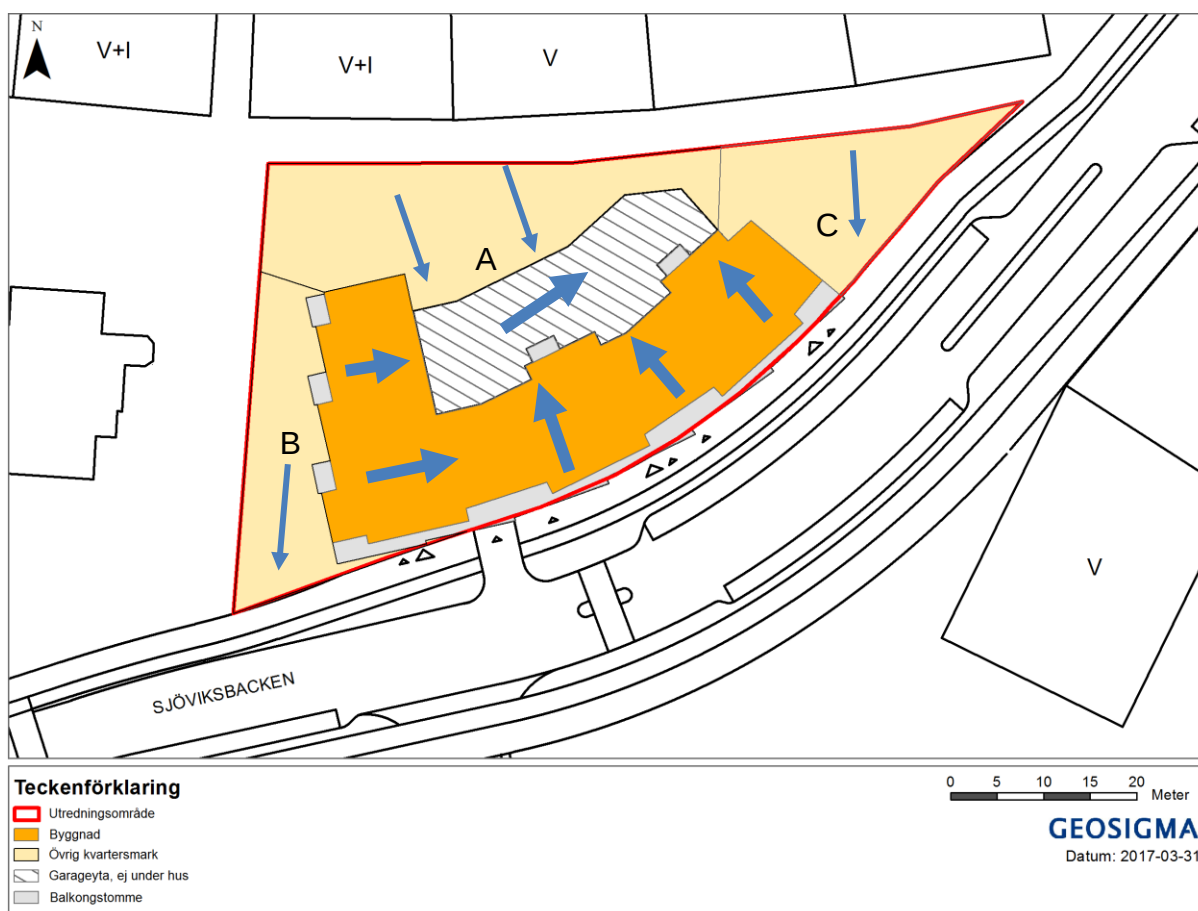
För att skapa en fungerande dagvattenhantering, med en minskad eller oförändrad belastning på befintligt dagvattensystem och recipient, efter planerade förändringar av utredningsområdet, föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från tak- och gårdsytor leds i möjligaste mån till ett fördröjningsmagasin av makadam beläget ovanpå garageytan norr om huskroppen. Fördröjningsmagasinet kopplas i utredningsområdets östra delar till befintligt dagvattensystem i Sjöviksbacken. Anslutningen dimensioneras så att Stockholm Stads riktlinjer om tolv timmars magasineringstid uppfylls. Om fördröjningsmagasinet anläggs ovanpå det underjordiska garaget, behövs vid utformning särskild hänsyn tas till bjälklagets bärighet, högsta möjliga belastning, samt risk för vattengenomträngning.
- Höjdsättning av gårdsytan ovanpå garaget görs så att hela fördröjningsmagasinet och markytan ovanpå garaget lutar åt nordöst. Till följd av husets placering och utformning måste all avtappning från fördröjningsmagasinet ovan på garaget ledas åt nordöst och korrekt höjdsättning är av yttersta vikt för att kunna leda undan regnvatten samt undvika vatteninträngning mot huset. Samtliga gårdsytor närmast byggnaden bör höjdsättas med en svag lutning bort från huskroppen, så att överskottsvatten inte rinner mot byggnaden. Stenlagda rännor en bit ut från huskroppen samt lågpunktstråk kan användas som hjälp för att leda överskottsvatten vidare ut till Sjöviksbacken.
- Vattnet från markytan väster om den planerade huskroppen (markerad med B i Figur 5-2) kan på grund av markens lutning inte ledas mot ett fördröjningsmagasin ovanpå

garaget. För rening och fördröjning av dagvatten från dessa markytor behövs ett separat fördröjningsmagasin i utredningsområdets sydvästra del. Det samma gäller för området öster om garaget (markerat med C i Figur 5-1). Fördröjningsmagasin i dessa delar kan anläggas antingen som makadammagasin, makadamdike eller någon form av växtbädd. Viktigt är att marken höjdsätts så att vattnet leds till fördröjningsmagasinen.

- Om utformningen av taket inte möjliggör att allt takvatten avleds mot ytan ovanpå garaget, bör resterande takvatten ledas till de andra fördröjningsmagasinen, förslagsvis det i utredningsområdets sydvästra del.
- Vidare utredning av grundvattenförhållanden inom utredningsområdet behövs inför utformningen av fördröjningsmagasinen.
- Infart till garage bör anläggas så att vatten förhindras från att rinna in i garaget.

I Figur 5-1 visas en prinsipskiss med flödesriktningar, enligt föreslagna höjdsättningar, för planerad dagvattenhantering.



Figur 5-1. Prinsipskiss med ungefärligt förslag till flödesriktningar för planerad markanvändning. De tjocka pilarna avser avrinningsriktning enligt föreslagna höjdsättning. Övrig markyta är indelad i tre delområden, avskilda med ljusgrå streck, där markyta A avrinner mot ytan ovanpå garaget och markytorna B och C mot Sjöviksbacken.

För att möta Stockholms stads nya åtgärdsått på 20 millimeter krävs en utjämningsvolym på totalt 32 m³. Vidare krävs ett medelvärde för uttappningen som stryps till högst 0,7 liter/sekund för att uppfylla kravet på 12 timmars magasinering. Då jordlagren inom utredningsområdet är begränsade och berggrunden ytlig kommer sprängning att krävas vid anläggning av fördröjningsmagasinen. För att minska kostnaderna kan en större del av fördröjningsmagasinet anläggas i anslutning till garaget. Om makadammagasinet anläggs ovanpå garaget bör makadammagasinens tyngd beaktas, då det underliggande garaget

endast tål en viss belastning per ytenhet, så att den totala vikten vid maximal vattennivå inte överstiger den tillåtna vikten. Den totala vikten påverkas bland annat av magasinmaterialets vikt, porositet och mäktighet. Olika typer av skelettjordsmaterial har olika porositet, och därmed olika förmåga att magasinera dagvatten. Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i makadamen, vanligtvis cirka 30 %. För att undvika att vatten tränger in i garaget bör makadammagasinet anläggas med ett underliggande tätskikt, samt täta väggar. I gränsen mellan ovanliggande kvartersmark och huskropp, samt gårdsytan ovanpå garaget kan ett dike med ett grövre material, exempelvis grus, anläggas för att bromsa och leda vatten från ovanliggande markytor mot fördröjningsmagasinet.

Allt vatten inom utredningsområdet kan dock, på grund av områdets topografi, inte ledas mot ett fördröjningsmagasin ovanpå garageytan. Utifrån beräknade reducerade areor kommer 14 % av dagvattnet att bildas inom markområdet inklusive balkongerna söder och väster om byggnaden om byggnaden (område B) samt 8 % inom markområdet öster om garageytan (område C). Under förutsättning att allt takvatten kan ledas till fördröjningsmagasinet ovanpå garageytan krävs en utjämningsvolym på cirka 25 m³ ovanpå garaget, vilket motsvarar 78 % av den totala utjämningsvolymen.

Som räkneexempel beaktas följande: Om ett makadammagasin med 0,3 meters mäktighet anläggs inom området ovanpå garaget (antaget 30 % porositet) krävs en yta på cirka 280 m² för att tillgodose behovet av cirka 25 m³ utjämningsvolym. Detta motsvarar 81 % av den husfria ytan ovanpå garaget. Fördröjningsmagasinen i områdets västra del behöver (yta B, figur 5-1) kräver utjämningsvolym på cirka 4,5 m³ och fördröjningsmagasinet i områdets östra del (yta C, figur 5-1) en yta på 2,5 m³. Med en porositet på 0,3 ger detta en total magasinvolym på cirka 15 respektive 8 m³. Eftersom dessa inte ligger ovanpå garageytan skulle makadammagasinens djup kunna ökas, men risk finns att magasinerna hamnar under en eventuellt ytlig grundvattennivå. Ett alternativ till underjordiska makadammagasin i dessa områden är makadamdiken alternativt växtbäddar. Om enbart hälften av dagvattnet kan ledas till fördröjningsmagasinet ovanpå garageytan behövs utjämningsvolymen i utredningsområdets västra del ökas till cirka 12 m³, vilket leder till ett fördröjningsmagasin på cirka 40 m³ med en porositet på 0,3. Om magasinet anläggs med en meters djup motsvarar detta cirka femton procent av markytan väster om byggnaden.

Ytorna ovanpå fördröjningsmagasinen bör anläggas med permeabla ytskikt. Även andra ytor inom utredningsområdet bör i så stor utsträckning som möjligt göras permeabla. Plattsättning eller stenläggning med öppna fogar väljs istället för en solid hårdgjord yta som exempelvis en betongplatta. Genom att använda permeabla material såsom exempelvis gräs eller grus minskar dagvattenbildningen inom utredningsområdet, och i slutänden också föroreningsbelastningen till recipienten.

Målet med de lösningar för LOD som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten. Enligt Stockholms stad ska dagvatten användas som en resurs och vara värdeskapande för staden, vilket skulle kunna uppnås genom att bland annat skapa en gårdsmiljö där dagvatten används som en integrerad funktion för till exempel tillförsel av vatten till växtligheten. Att bevara träd inom utredningsområdet kan vara gynnsamt för dagvattenhanteringen då det binder och förbrukar stora mängder markvatten, samtidigt som regn fördröjs i trädskronorna. För att ytterligare fördröja avrinningen kan växtbäddar anläggas i anslutning till garaget. Växtbäddarna ansluts till det underliggande makadammagasinet. Om huset formges med platta tak, skulle gröna tak kunna vara ett alternativ för att minska avrinningen från taken och således delvis minska behovet av utjämningsvolym.

Det bedöms att de LOD-åtgärder som föreslås inte leder till någon ökad belastning på dagvattennätet jämfört med dagens markanvändning. De mått och volymer som anges är dock en uppskattning baserad på tillgänglig information gällande planerad markanvändning och fastighetsgränser. Mer detaljerade beräkningar av magasinvolymerna kan behöva

genomföras när den slutgiltiga utformningen fastställts. Vid utformning och placering av samtliga dagvattenlösningar bör hänsyn tas till resultat från den arkeologiska undersökningen och eventuella fornlämningar inom utredningsområdet.

5.4 Effekt på recipient

Den föreslagna byggnationen inom utredningsområdet väntas, trots en större del hårdgjord yta, inte ge upphov till några signifikant ökade föroreningsnivåer i dagvattnet. Parkeringsytan som i dagsläget utgör en föroreningsbelastning på recipienten försvinner och i och med detta minskar föroreningskoncentrationerna vad gäller exempelvis bly, zink, suspenderat material, olja och PAH.

Med föreslagen dagvattenhantering, där dagvatten från tak- och gårdsytor leds till makadammagasin, kommer stora delar av dagvattnet kunna renas och fördröjas innan det leds vidare till ledningsnätet. Efter rening bedöms inga koncentrationer överskrida Regionplane- och trafikkontorets riktvärden. Inga halter beräknas öka efter rening, men den totala mängden kväve, samt vissa metaller kan möjligen öka något jämfört med nuvarande markanvändning. Föroreningsbelastningen har beräknats med hjälp av StormTacs schablonhalter. Schablonhalterna har stora osäkerheter för de använda markanvändningstyperna och resultaten ska därför endast ses som en indikation. För kväveföroreningar från gårdsytor inom kvarter är osäkerheten så pass stor att ingen standardavvikelse kan anges. Åtgärder såsom genomtänkta val av takmaterial och en åtgärdsplan för eventuell gödsling av kvarterens mark, kan minska föroreningsbelastningen på recipienten.

Fördröjningsmagasinets storlek har utformats utgående från Stockholm Stads nya åtgärdsgränser. De nya riktlinjerna om att fördröja 20 millimeter grundar sig på beräkningar om hur rening av dagvatten kan utföras så att miljö kvalitetsnormerna för vatten ska kunna följas i stadens vattenförekommster. Avsikten är ett generellt mått, en basnivå för åtgärder, som ska kunna användas för att inte behöva genomföra komplexa beräkningar i varje enskilt fall.

Sammantaget bedöms de föreslagna förändringarna av utredningsområdet inte orsaka en försämrad status hos någon kvalitetsfaktor eller miljö kvalitetsnorm för recipienten. Till stor del kommer den planerade förändringen som helhet, i och med att parkeringsytan byggs bort, snarare bidra till en förbättrad vattenkvalitet.

5.5 Extremregn

Stockholms stads skyfallsmodell för ett 100-årsregn (Pramsten, 2015) visar på en viss översvämningrisk mot Sjöviksbacken intill kanten av utredningsområdet. De planerade förändringarna inom utredningsområdet kommer dock leda till större förändringar av höjdsättningen inom området, vilket gör skyfallsmodellens resultat mindre tillämpligt inom utredningsområdet.

Huskroppens placering i förhållande till topografin gör att huset bryter flödesvägar för grund- och dagvatten från ovanliggande markytor, vilket gör att vattnet fångas upp och riskerar bli stående. Utredningsområdet måste således höjdsättas så att överskottsvatten ovanpå garaget kan rinna mot vägytan vid Sjöviksbacken och inte blir stående mot husväggen. Dessutom bör markytan närmast huskroppen höjdsättas så att den lutar bort från husväggen för att förhindra att vatten tränger in i byggnaden. Detta medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas.

Fördröjningsmagasinen, vilka följer Stockholm Stads nya åtgärdsgränser om att kunna fördröja de första 20 millimetrarna av regn, leder inte enbart till en förbättrad rening av dagvattnet utan även till fördröjning av kraftiga flöden. Föreslagen dagvattenlösning bidrar således till en minskad belastning på ledningsnätet vid extremregn.

6 Referenser

- Dahlström, B. 2010. *Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse*. SVU-rapport 2010-05..
- 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.
- Liljewall arkitekter. 2014. *PM Dagvattenutredning Packrummet 9-12 m.fl., Årstaberg, Liljeholmen*.
- Nilsson E. 2013. *Föroreningsreduktion och flödesutjämning i makadammagasin – En studie av ett makadammagasin i Kungsbacka*. VATTEN – Journal of Water Management and Research 69:101–107. Lund 2013
- Pramsten, J. 2015. *Skyfallsmodellering för Stockholms stad*. Stockholm Vatten AB
- Regionplane- och trafikkontoret, 2009. *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*.
- SGU, 2016. *Sveriges Geologiska undersökning*, <http://sgu.se/>, hämtat 2016-02-10.
- Salonsoari Yuha, Stockholm Stad. Muntlig kontakt 2017-02-15.
- Stadsbyggnadskontoret. 2016. *Startpromemoria för planläggning*. daterad 2016-09-25, tjänsteutlåtande Dnr 2016-09371.
- Stockholms stad, 2015. *Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*.
- Stockholm Stad. 2016. *Dagvattenvägledning, åtgärdsnivå och riktlinjer. Förslag till beslut*. Dnr: 16Sv615. Daterat 2016-10-05
- Stockholm Stad. (2016). *Arbetsmaterial, Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*.
- Stockholms stad, 2016. Geoarkivet, <https://iservice.stockholm.se/open/GeoArchive/Pages/Search.aspx>, hämtat 2016-02-10.
- Svenskt Vatten, 2016. *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*.
- VAV, 1983. *P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD*. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen
- VISS, 2017. *Vatteninformationssystem Sverige*, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2016-02-10.
- WRS. 2016. *PM Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm*. Rapport nr 2016-0752-A