

Dagvattenutredning för fastigheten Sjölejonet 3 i Vasastaden, Stockholms stad



Geosigma AB

2019-10-18

GEOSIGMA						
Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 605787	Grap nr: 19303	Version: 2	Antal Sidor: 24	Antal Bilagor: 0	
Beställare: Nordisk Kombination Arkitekter AB	Beställares referens: Christian Vallo Hansen		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning för fastigheten Sjölejonet 3 i Vasastaden, Stockholms stad						
Författad av: Aiste Girleviciute				Datum: 2019-09-30 2019-10-07 2019-10-17		
Granskad av: Jonas Olofsson Johan Lundh				Datum: 2019-09-26 2019-10-15 2019-10-18		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6	Uppsala Postadr: Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadress: S:t Persgatan 6 Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

Det pågår arbete med en detaljplan för att möjliggöra återuppbyggnad av en gårdslänga på fastigheten Sjölejonet 3. I samband med detaljplanearbetet har Geosigma AB fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för att studera hur den planerade byggnationen kan komma att påverka dagvattenbildningen, samt vilka åtgärder för fördröjning och rening som bör tillämpas i samband med detta.

Planområdet består av en byggnad med tillhörande innergård samt en begränsad förgårdsmark. Planområdet är en del av ett kvarter som i denna utredning kommer att utgöra utredningsområdet. Detta för att undersöka om den planerade byggnationen inom fastigheten Sjölejonet 3 kan ha inverkan på dagvattensituationen på grannfastigheterna som har gemensam innergård. Kvarteret är underbyggt med en underjordisk källarlokal vilket medför att naturlig infiltration i mark inte är möjlig. Allt dagvatten avleds i dagsläget direkt till stadens kombinerade ledningssystem.

Utredningsområdet lutar generellt sett västerut och två lokala lågpunkter finns på innergården av kvarteret. Omgivande mark lutar mot Luntmakargatan som ligger väster om detaljplaneområdet där en lågpunkt sträcker sig längs med stora delar av gatan. Kvarteret har inga öppningar vilket medför att det inte finns sekundära avrinningsvägar för dagvattnet i händelse av ett skyfall. Detta gör det särskilt viktigt att tillämpa fördröjande dagvattenåtgärder för att undvika översvämningar på innergården om ledningarna blir fyllda.

Eftersom dagvattnet från fastigheten Sjölejonet 3 avleds via brunnar som finns inom fastighetsgränsen på innergården, beräknas dagvattenflödet och erforderlig fördröjningsvolym endast för fastigheten. Beräkningar visar på en flödesökning om 26% efter det planerade bygget varav 25% av ökningen beror på tillämpning av klimatfaktor av 1,25 för att ta höjd för framtida klimatändringar och endast 1% flödesökning väntas som direkt följd av planerad byggnation.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering som inte leder till en ökad föroreningsbelastning på recipienten Strömmen och flödesbelastning på stadens kombinerade dagvattennät med hänsyn till framtida klimatförändringar föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från fastigheten Sjölejonet 3 takytor som avvattnas mot innergården samt det dagvatten som bildas på innergårdens hårdgjorda ytor leds till regnbäddar på bjälklag för rening och fördröjning.
- Sammanlagd erforderlig utjämningsvolym i dessa anläggningar ska uppgå till 3 m³ för att inte öka flödesbelastning på stadens ledningssystem vid ett 10- och 20-årsregn.
- Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning under minst 12 h enligt ovan nämnda riktlinjer.

Med dessa åtgärder kommer föroreningsbelastning på recipienten Strömmen att minska i jämförelse med dagsläget.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning och syfte	5
1.1 Allmänt om dagvatten	5
2 Metoder	6
2.1 Material och datainsamling	6
2.2 Flödesberäkning	6
2.3 Beräkning av erforderlig utjämningsvolym	6
2.4 Föroreningsberäkning	7
3 Utredningsområde	8
3.1 Markanvändning – Befintlig och planerad	8
3.2 Hydrogeologi och Hydrologi	9
3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi	10
3.2.2 Befintlig dagvattenhantering	11
3.3 Recipienter	12
4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	14
4.1 Flödesberäkningar	14
4.2 Erforderlig utjämningsvolym	15
4.3 Föroreningsbelastning	15
4.4 100-årsregn	17
5 Lösningförslag för dagvattenhantering	18
5.1 Generella rekommendationer	18
5.2 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten	18
5.2.1 Regnbäddar	18
5.2.2 Fördröjningsmagasin	20
5.3 Lösningar för dagvattenhantering	20
5.3.1 Fördröjningsmagasin	22
6 Slutsats	23
7 Referenser	24

1 Inledning och syfte

Det pågår arbete med en detaljplan för att möjliggöra återuppbyggnad av en gårdslänga på fastigheten Sjölejonet 3 i Vasastaden. Geosigma har fått uppdraget att utföra en dagvattenutredning för den aktuella fastigheten som kommer att utgöra underlag i framtagandet av detaljplanen.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade byggnationen har på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom infiltration och/eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden samt dagvattnets föroreningsgrad. Utredningen har även dimensionerat reningsanläggningar för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet genom bland annat infiltration.

Utgångspunkten för utredningen är Stockholms stads dagvattenstrategi. Eftersom det planerade bygget inte bedöms som en omfattande byggnation, följer föreliggande utredning inte Stockholm stads checklista för dagvattenutredningar helt och hållet och inte heller Stockholms stads Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnationer.

1.1 Allmänt om dagvatten

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

För att uppnå en hållbar dagvattenhantering 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 omhändertas av dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Metoder

2.1 Material och datainsamling

De huvudsakliga bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Stockholms stads dagvattenstrategi, 2015
- Jordartskarta samt jorrdjupskarta (SGU, 2019).
- Situationsplan över området (erhållen från beställare, Nordisk Kombination Arkitekter, 2019-09-13).
- Gårdsplan (erhållen från beställare, Nordisk Kombination Arkitekter, 2019-09-19).
- Ortofoto 2014 från Stockholm stads öppna dataportalen.
- Underlag för vattenförekomster i VISS.

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 Vatten 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 och grundkartor i DWG-format.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktighet under en timme oberoende på vilken del av Sverige planområdet ligger.

2.3 Beräkning av erforderlig utjämningsvolym

För att säkerställa att flödesbelastning på det kombinerade ledningsnätet inte ökar efter exploateringen beräknas en erforderlig fördröjningsvolym. Detta görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

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

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ($\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$), t_{rinn} är områdets dimensionerande 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.

2.4 Föroreningsberäkning

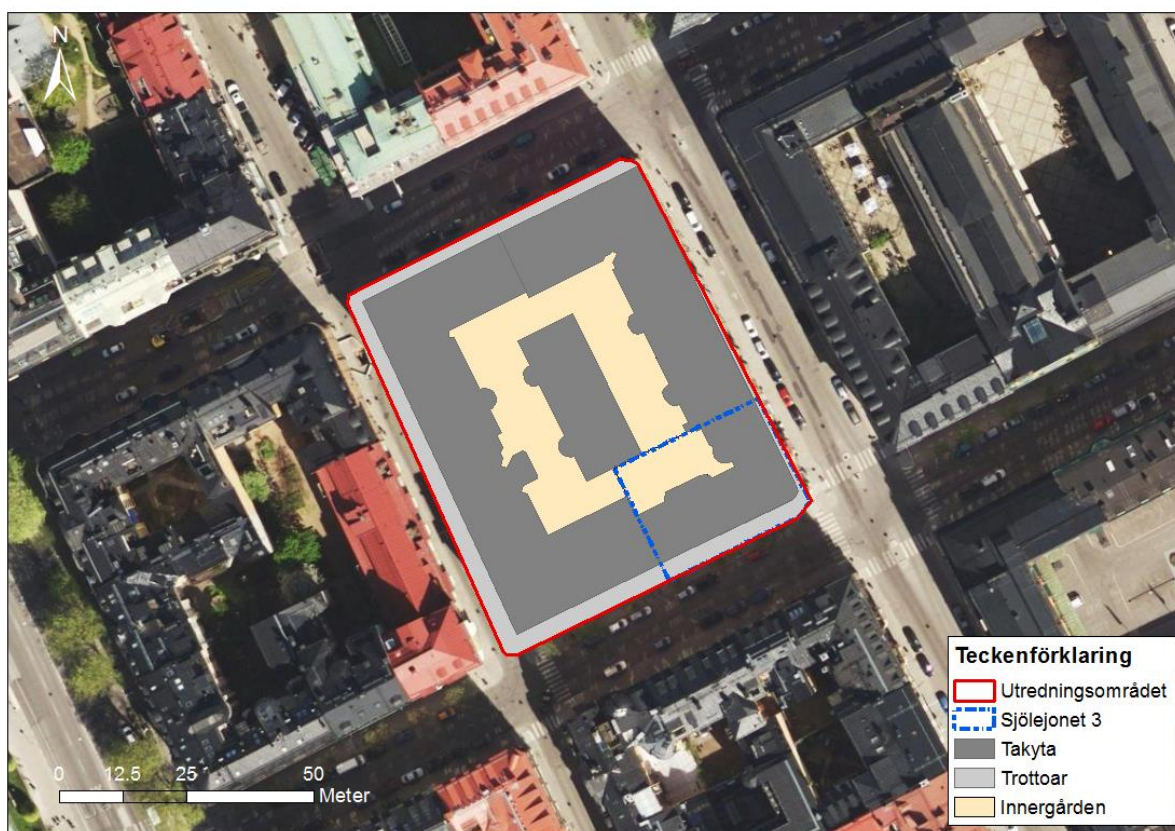
Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.19.3.1 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändning (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Utredningsområde

Utredningsområdet omfattas av hela kvarteret där fastigheterna Sjölejonet 1-8 ligger. Detta för att undersöka om ändringar av dagvattenbildning och dess avrinningsvägar inom fastigheten Sjölejonet 3 i sin tur kan påverka dagvattensituationen på grannfastigheterna. Figur 3-1 visar utredningsområdet samt planområdets (fastighetens Sjölejonet 3) läge.

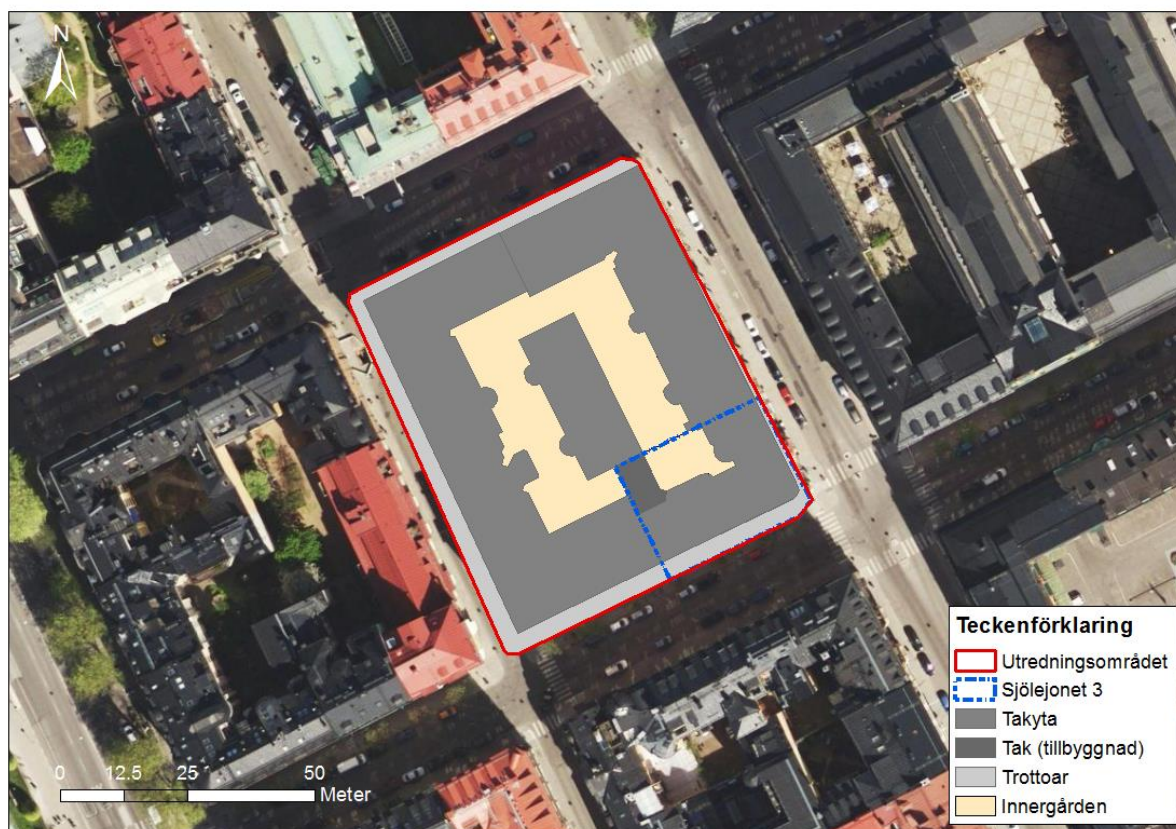
3.1 Markanvändning – Befintlig och planerad

Utredningsområdet är cirka 0,5 hektar stort och ligger i sydöstra delen av stadsdelen Vasastan i Stockholm. I dagsläget består området av byggnader med bostäder och kommersiella lokaler med tillhörande innergård och en begränsad förgårdsmark (Figur 3-1). En underjordisk källarlokal underlägger utredningsområdet som ligger på bjällklag. Överbyggnadens mäktighet och bärkapacitet är i dagsläget okänt.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning i utredningsområdet. Ortofoto från Stockholms stads WMS-server.

Figur 3–2 presenterar den planerade markanvändningen i utredningsområdet. Den nya bebyggelsen innebär återuppbyggnad av en tillbyggnad på innergården av fastigheten Sjölejonet 3.

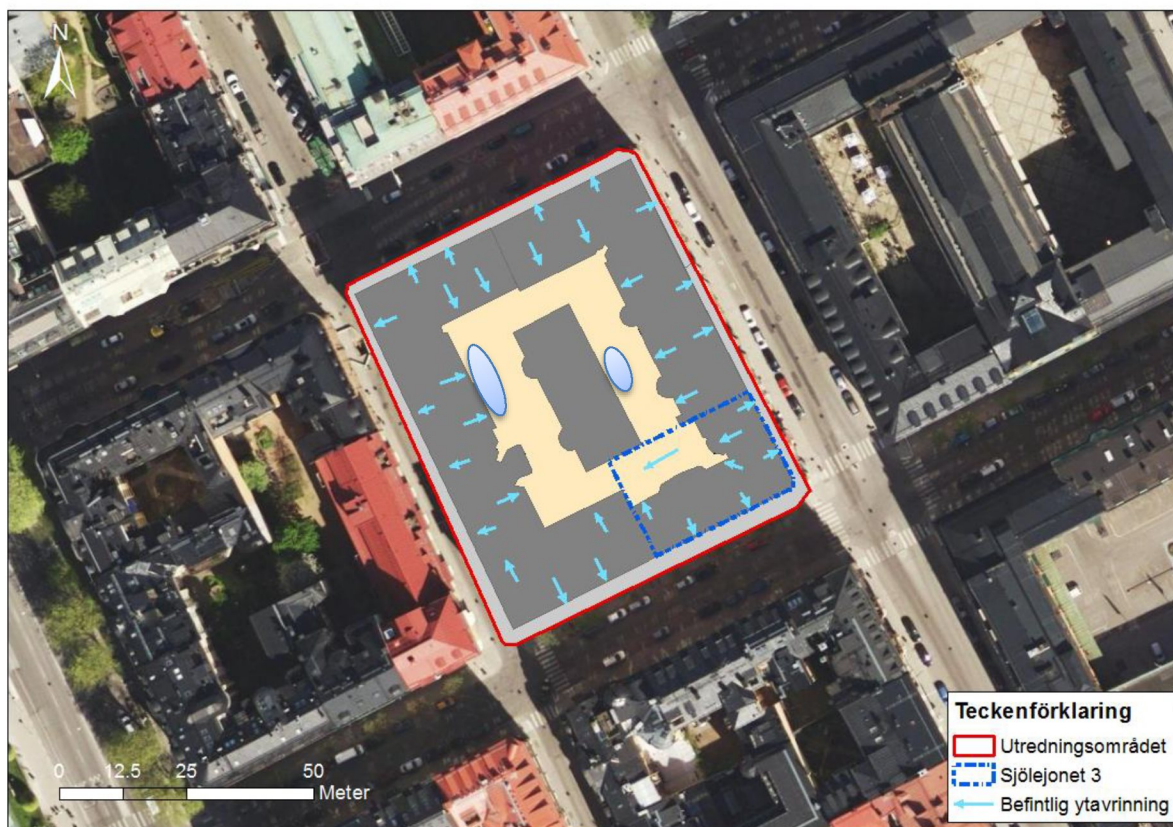


Figur 3-2. Planerad markanvändning i utredningsområdet. Ortofoto från Stockholms stads WMS-server.

3.2 Hydrogeologi och Hydrologi

Området har en generell västlig lutning mot Luntmakargatan där en lågpunkt finns. Dessutom finns det två lokala lågpunkter i utredningsområdet, norr om fastigheten Sjölejonet 3 samt i västra delen av utredningsområdet (se Figur 3-3). Byggnaderna i kvarteret är utrustade med sadeltak, vilket innebär att en del av dagvatten från taken avrinner mot innergården och en del mot förgårdsmarken. Den planerade tillbyggnadens tak kommer enligt planskissen att luta mot innergården av fastigheten. Det finns inga öppningar i kvarteret och allt vatten från innergården avleds via ledningar.

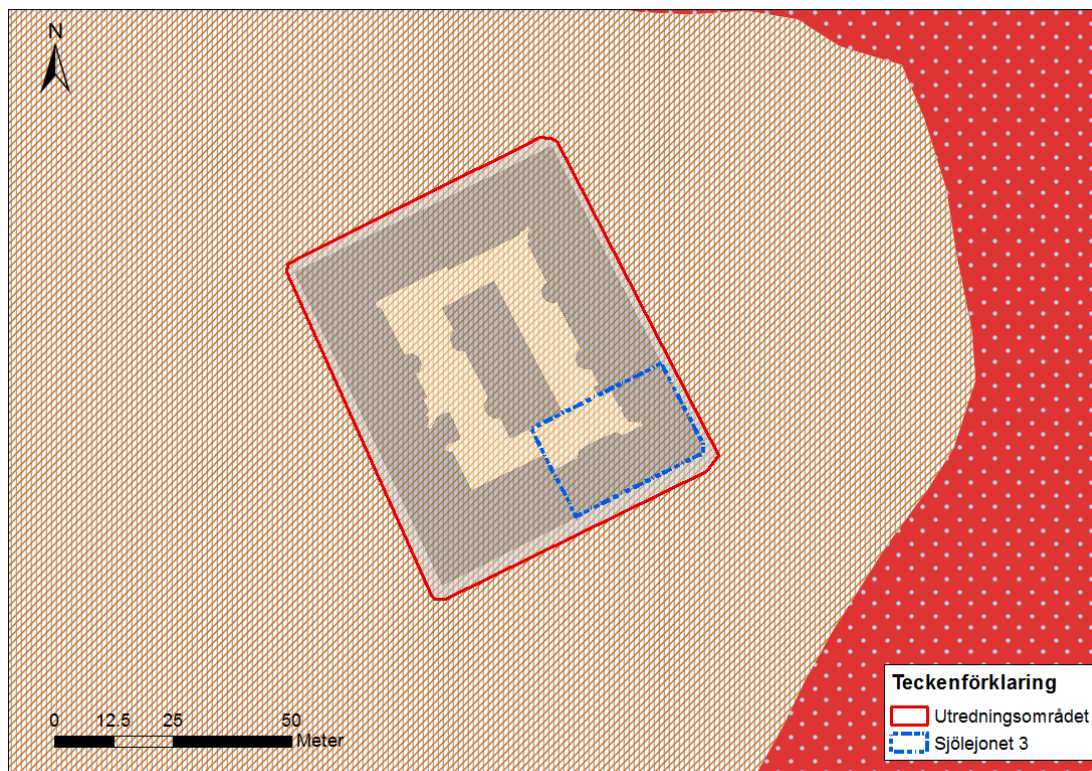
I Figur 3–3 presenteras ungefärlig flödesriktning och lågpunkter inom utredningsområdet.



Figur 3-3. Ungefärlig flödesriktning (blå pilar) och lågpunkter (blå cirklar) inom utredningsområdet. Ortofoto från Stockholms stads WMS-server.

3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt jordartskartan framställd i SGU:s kartvisaren (Figur 3–4) består planområdet av fyllnadsmassor med underliggande lager av postglacial sand. Eftersom utredningsområdet är underbyggt med en underjordisk källarlokal bedöms förutsättning till infiltration som obefintlig i dagsläget.



Figur 3–4. Jordartskarta framtagen med SGU:s kartvisaren (SGU, 2019). Det röda området med prickar indikerar tunt/osammanhängande lager morän på urberg, resterande indikerar fyllnadsmassa över postglacialsand.

3.2.2 Befintlig dagvattenhantering

Den del av taken som lutar mot innergården samt den hårdgjorda gårdsytan inom fastigheten Sjölejonet 3 avvattnas till innergården inom fastighetsgränserna. Det finns tre stuprör och tre brunnar på innergården av fastigheten. Vatten från två av stuprören leds till respektive brunn via rännor och ett av stuprören ligger strax intill en brunn som det avvattnas till (Figur 3-5). En av brunnarna är placerad där gårdslängan planeras att byggas.



Figur 3-5. Befintlig dagvattenhantering inom fastighetens Sjölejonet 3 innergård.

3.3 Recipienter

Undersökningsområdet ligger inom SMHI:s delavrinningsområde som rinner mot Strömmen (SE591920-180800), se Figur 3-6. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

I Strömmen klassas den ekologiska statusen enligt VISS (2019) som otillfredsställande med avseende på miljökvalitetstyper övergödning, miljögifter. Utslagsgivande faktorer vid klassificeringen är växtplankton, icke-dioxinlika PCB:er, koppar och zink. Vattenförekomsten uppnår inte god kemisk ytvattenstatus på grund av förhöjda halter av kvicksilver, polybromerade difenyletrar (PBDE), PFOS, bly, antracen och tributyltenn. Miljökvalitetsnormen för Strömmen är god ekologisk status 2027 samt god kemisk ytvattenstatus med undantag för antracen, bly och blyföreningar samt tributyltenn och dess föreningar.



Figur 3-6. Planområdets ungefärliga läge relativt till dess recipient Strömmen. Planområdet är markerat med en röd cirkel, Strömmen är markerad i ljusblått sydost om planområdet.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

Flödesberäkning har gjorts för den delen av utredningsområdet som utgörs av fastigheten Sjölejonet 3. Detta eftersom dagvatten som bildas inom fastigheten avleds även inom fastighetsgränsen. I flödesberäkningarna har, så långt det är möjligt, vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. För markanvändningskategorier där sådana inte funnits att tillgå har istället avrinningskoefficienter hämtats från StormTac. Den hårdgjorda gårdsytan innefattar innergård och förgårdsmarken och betraktas i detta fall som till största del hårdgjord och har därmed en avrinningskoefficient på 0,8. Avrinningskoefficienter samt areor och reducerad area (dvs. area multiplicerat med avrinningskoefficient) för befintlig och planerad markanvändning inom fastigheten Sjölejonet 3 presenteras i Tabell 4–1.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter samt beräknade areor för befintlig och planerad markanvändning inom fastigheten Sjölejonet 3.

Markanvändning	φ	Bef. markanvändning (ha)	Plan. markanvändning (ha)
Tak	0,9	0,046	0,053
Hårdgjord gårdsyta	0,8	0,032	0,026
Summa		0,079	0,079
Reducerad area		0,067	0,068

Sammanvägda avrinningskoefficienter för befintlig respektive planerad markanvändning har beräknats enligt Ekvation 3 nedan. Avrinningskoefficienten för befintlig markanvändning är 0,86 och 0,87 för planerad markanvändning. Den sammanvägda avrinningskoefficienten ökar minimalt för planerad markanvändning vilket återspeglar den småskaliga förändringen i områdets genomsläpplighet som det planerade bygget innebär.

$$\varphi_{tot} = (A_1 \cdot \varphi_1 + A_2 \cdot \varphi_2 + A_3 \cdot \varphi_3) / A_{tot} \quad (\text{Ekvation 3})$$

Dagvattenflöden (Q) från undersökningsområdet vid ett regn med 10-års samt 20-års återkomsttid, för befintlig och planerad markanvändning, med och utan klimatfaktor är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.2 och redovisas i Tabell 4–2. De befintliga och planerade flöden är beräknade med 10 min varaktighet eftersom det är den lägsta rekommenderade varaktigheten vid flödesberäkningar. I tabellen redovisas även årsmedelflöden för de befintliga och planerade förhållande (Q_{medel}) där årsnederbörden har satts till 636 millimeter, vilket är den korregerade årsmedelnederbörden för Stockholm enligt StormTac.

Tabell 4-2. Dimensionerande flöden från planområden vid ett 10-årsregn och ett 20-årsregn, samt beräknade årsmedelflöden. Vi planerad markanvändning har en klimatfaktor på 1,25 använts.

Markanvändning	Q 10-årsregn (l/s)	Q 20-årsregn (l/s)	Q _{medel} (l/s)
Befintlig	15,4	19,3	0,015
Planerad	19,4	24,4	0,015

Det dimensionerande dagvattenflödet beräknas att öka med 26% och årsmedelflödet med 0% utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten vid planerad markanvändning. Detta motsvarar en flödesökning med knappt 1% orsakad av det planerade bygget och 25% orsakad av en framtida klimatändring. Planerat dagvattenflöde utan klimatfaktor är 15,5 l/s vid ett 10-årsreg och 19,5 l/s vid ett 20-årsregn. Ökningen som följd av bygget är med andra ord ytterst marginell.

4.2 Erforderlig utjämningsvolym

För att inte öka flödesbelastning på det kombinerade ledningssystemet i området kan dagvattnet eventuellt fördröjas innan det släpps på ledningarna. För att fördröja dagvattenflödet till befintliga nivåer vid ett 10-års regn och ett 20-årsregn med hänsyn till framtida klimatförändringar (inklusive klimatfaktor 1,25) erfordras en fördröjningsvolym om 3 m³.

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning presenterade i Tabell 4–3 har schablonvärden från StormTac Web v19.3.1 (Larm, 2000) använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror.

I Tabell 4–3 redovisas även beräknade föroreningshalter i dagvattnet efter att det passerat genom föreslagna lösningar för fördröjning och rening, se vidare Kapitel 5. Beräkningarna av dagvattnets föroreningsinnehåll efter föreslagna reningsåtgärder baseras på schablonvärden för reningseffekt hos olika typer av reningsanläggningar, hämtade från StormTacs databas v19.3.1.

Den planerade byggverksamheten inom utredningsområdet beräknas inte innebära en ökning av dagvattnets föroreningsinnehåll. Föroreningsberäkningen visar endast på en svag ökning av halten av benso(a)pyren. Vidtas föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärder, se vidare Kapitel 5, beräknas föroreningshalter och årlig belastning, och därmed också recipientpåverkan, minska betydligt för alla ämnen.

I Tabell 4–4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna visar på en i allmänhet minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Sammantaget beräknas den planerade byggnationen tillsammans med rekommenderade åtgärder till en minskad föroreningsbelastning på recipienten Strömmen.

Tabell 4-3. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Röd = halten överstiger befintlig halt, grön = halten understiger befintlig halt.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning med åtgärd
Fosfor	ug/l	180	170	110
Kväve	ug/l	1 400	1 400	1 000
Bly	ug/l	2,8	2,8	1,1
Koppar	ug/l	10	10	7
Zink	ug/l	27	27	9
Kadmium	ug/l	1	1	0
Krom	ug/l	4	4	2
Nickel	ug/l	4	4	2
Kvicksilver	ug/l	0,02	0,01	0,01
Susp. substans	ug/l	29 000	28 000	13 000
Olja	ug/l	130	100	44
PAH	ug/l	0,5	0,5	0,1
Benso(a)pyren	ug/l	0,008	0,009	0,003

Tabell 4-4. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000). Röd = halten överstiger befintlig halt, grön = halten understiger befintlig halt.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning med åtgärd
Fosfor	kg/år	0,08	0,08	0,05
Kväve	kg/år	0,7	0,6	0,5
Bly	kg/år	0,001	0,001	0,001
Koppar	kg/år	0,005	0,005	0,003
Zink	kg/år	0,012	0,013	0,004
Kadmium	kg/år	0,0003	0,0003	0,0001
Krom	kg/år	0,002	0,002	0,001
Nickel	kg/år	0,002	0,002	0,001
Kvicksilver	kg/år	0,000007	0,000006	0,000004
Susp. substans	kg/år	13	13	6,2
Olja	kg/år	0,06	0,05	0,02
PAH	kg/år	0,00022	0,00022	0,00005
Benso(a)pyren	kg/år	0,000004	0,000004	0,000001

4.4 100-årsregn

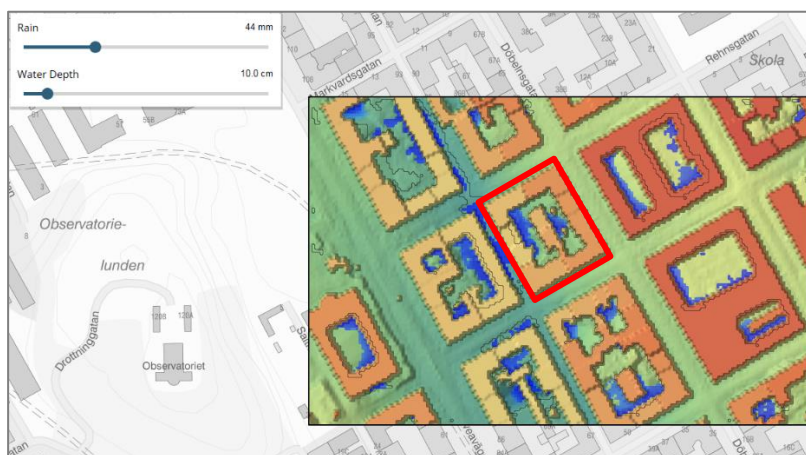
Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta. Det är därför viktigt att dagvattnet på ett säkert sätt kan avrinna ytledes via sekundära avrinningsvägar till öppna ytor och vidare mot recipient. På gatu- och kvartersmark är det viktigt att instängda områden – lokala lågpunkter från vilka dagvattnet inte kan avrinna naturligt – undviks.

Utifrån ett avrinningsperspektiv, utgör utredningsområdet ett så kallat instängt område. Därför är det särskilt viktigt att etablera ett fungerande dagvattensystem som fungerar fördröjande och reducerar risken för översvämningar på innergården.

En översiktlig lågpunktskartering har utförts med plattformen Scalgo LIVE. Med hjälp av högupplöst höjddata kan områdets befintliga lågpunkter identifieras. "Flash flood map"-funktionen i Scalgo identifierar vilken del av varje lågpunkt som befinner sig under vatten efter en viss regnmängd. Modellen visar med andra ord hur mycket regn som måste falla innan en viss plats i terrängen är under vatten.

Generellt visar metoden som använts en större utbredning av instängda områden än vad en hydraulisk modell över samma område skulle visa. Detta beror på att metodiken enbart visar områden från vilka vatten som ansamlas på marken inte kan avledas ytledes. Generellt gäller att ju fler hårdgjorda ytor och färre reglerade dagvattensystem, desto bättre stämmer lågpunktskartan in. I detta fall är ytorna till stor del hårdgjorda och vid ett skyfall förväntas ledningssystemet vara fyllt, vilket innebär att analysen kan återspegla verkligheten i händelse av ett skyfall.

I denna skyfallsanalys har ett regndjup på 44 mm ansatts på all terräng och alla översvämningsdjup över 10 cm redovisas. Regndjupet om 44 mm ingår i SMHI:s definition för ett skyfall. Karteringen visar på lågpunkter inom utredningsområdet samt på Luntmakargatan. Eftersom innergården av kvarteret är instängt och vattnet härifrån avleds endast via ledningsnätet, kan det vid händelse av ett skyfall uppstå översvämning på innergården om ledningarna blir fyllda. Observera att bakgrundskartan visar att den planerade gårdslängan finns. Detta beror på att kartunderlaget inte alltid helt överensstämmer med verkligheten vilket drabbar analyser i små utredningsområden som denna.



Figur 4–2. Översvämmade områden (blå områden) i och omkring utredningsområdet (markerat med röd polygon) vid ett skyfall om ledningsnätet är fyllt.

5 Lösningsförslag för dagvattenhantering

5.1 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

Den planerade byggnationen i utredningsområdet enligt gällande planskiss beräknas att inte medföra en påtaglig ökning av årsmedelflödet. Dimensionerande flödet beräknas att öka med 26%, vilket i princip motsvarar resultat av framtida klimatförändring.

Utredningsområdet ligger över bjälklag, vilket medför att förutsättningar för infiltration är begränsade.

Målet med de lösningar för LOD som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning av tillgängliga ytor som möjligt, som i detta fall är begränsade, och samtidigt reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten. Även översvämningsrisker i utredningsområdet tas till hänsyn i de föreslagna åtgärderna.

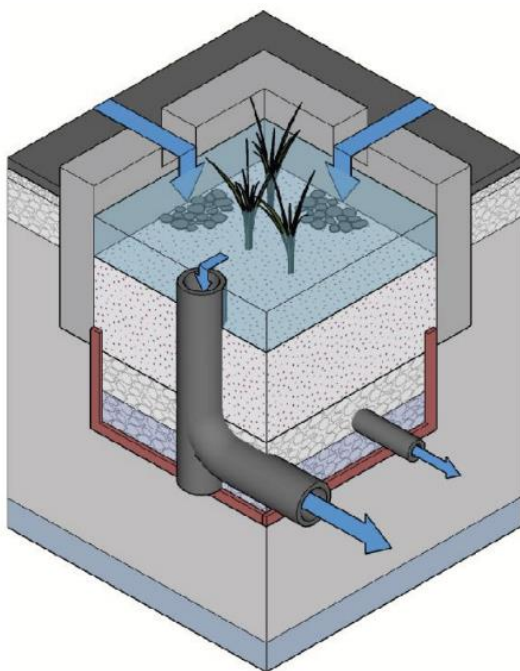
Den planerade bebyggelsen kommer att ske på innergården och därmed föreslås dagvattenhantering endast på innergården av fastigheten.

5.2 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten

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

5.2.1 Regnbäddar

Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon ovanpå jordlagret, där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn, och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande miljö med rik och varierad växtlighet. Regnbädden byggs upp av ett dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan det för växtligheten i de flesta fall är fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädd med tätskikt kan konstrueras visas i Figur 5-1. Regnbäddarna förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till ledningsnätet.



Figur 5-1. Exempelillustration av hur en regnbädd med ett tätskikt (Nilsson, 2016).

Regnbäddar är lämpliga att anlägga på innergårdar och gårdsmark, då de ger en frodigare grönska, och därmed lummigare innergårdar, än vad som annars skulle vara möjligt ovanpå exempelvis bjälklag. Regnbäddar kan antingen anläggas som upphöjda "lådor" eller något nedsänkta i marken. Figur 5-2 visar ett exempel på en upphöjd växtbädd med tät skikt som avvattnar ett tak direkt via stuprör.



Figur 5-2. Exempelbild upphöjd regnbädd med tät botten (Bara Mineraler, 2019).

5.2.2 Fördröjningsmagasin

I områden med begränsade markutrymmen är underjordiska fördröjningsmagasin en lämplig lösning. Underjordiska magasin kan byggas upp med plastkassetter/rörmagasin eller betongkonstruktioner alternativt med makadam, stenkross med välsorterade fraktioner som vanligen varierar mellan cirka 4 – 80 mm. Plastkassetter och rörmagasin eller liknande har fördelen att ca 95 % av volymen kan utnyttjas för magasinering, medan det i makadammagasinen enbart är porvolymen, normalt ca 30 %, som kan utnyttjas. Den totala volymen kan alltså minskas betydligt med rörmagasin. Flera plastkassetter kan byggas samman för att få en större volym. Exempelbilder på rörmagasin och plastkassetter visas i 5–3.



Figur 5–3. Fördröjningsmagasin i plast, i form av rörmagasin (vänster) och plastkassetter (höger).

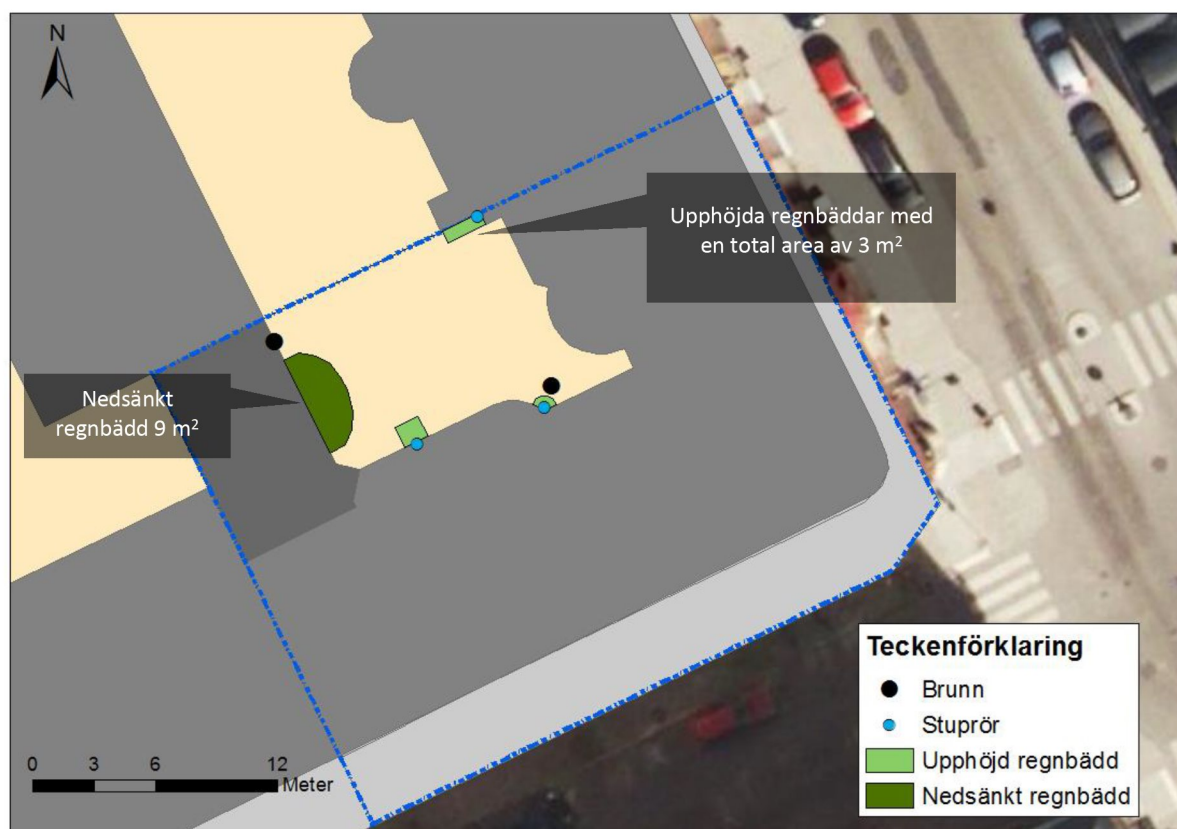
5.3 Lösningar för dagvattenhantering

För att fördröja det dagvatten som bildas på fastigheten Sjölejonet 3:s hårdgjorda ytor så att flödesbelastning på det allmänna dagvattensystemet inte ska öka till följd av byggnationen och framtida klimatändringar krävs en effektiv utjämningsvolym på cirka 3 m³. För att åstadkomma denna volym föreslås lösningar som utgår ifrån ovan nämnda principförslag.

I syfte att skapa en fungerande dagvattenhantering föreslås att dagvattnet från tak och gårdsytan leds till en eller flera regnbäddar på innergården. Regnbäddarna kan med fördel utformas både som upphöjda och nedsänkta. Exempelvis kan en nedsänkt regnbädd omhänderta dagvatten som bildas på den hårdgjorda gårdsytan medan upphöjda regnbäddar kan omhänderta vatten från taken. Avledning till regnbäddar kan ske i öppna dagvattenrännor eller direkt från utkastare från stuprör som avvattnar taken. Storleken på regnbäddarna måste också anpassas efter bjälklagets bärkapacitet. Förslag till placering av anläggningarna ges i Figur 5–4.

Anläggningarna kan justeras med avseende på både placering och utformning, så länge fördröjningsvolymen förblir oförändrad. Beroende på vilket djup anläggningarna anläggs med fås olika tillgängliga volymer. Ett exempel på utformning som ger erforderlig volym för rening ges i Tabell 5–1. Anläggningarnas utlopp konstrueras så att de från fyllt tillstånd avtappas under en period på minst 12 h.

Förutom de föreslagna dagvattenanläggningarna bör en ytterligare brunn för avledning av dagvatten från innergården att installeras inom fastighetsgränsen av Sjölejonet 3 för att kompensera för att en av de befintliga brunnarna byggs över.



Figur 5-4. Principskiss med föreslagen placering av lösningar för dagvattenhantering. Ortofoto 2014 från Stockholms stads öppna dataportal. Areor och placering av lösningarna kan ändras så länge erforderliga fördröjningsvolymen uppfylls.

Tabell 5-1. Exempel på utformning av anläggningar som ger erforderlig volym för fördröjning för att inte öka flödesbelastning på det kommersiella ledningssystemet.

Lösningsförslag	Area (m ²)	Djup (m)	Porositet	Effektiv volym (m ³)
Upphöjda regnbäddar	3	1,5	30%	1,5
Nedsänkt regnbädd	9	0,5	30%	1,5
Totalt	12			3

Det planerade bygget är i detta fall småskaligt och innebär i sig en bara en knapp ökning av dagvattenflödet. Däremot finns det redan i dagsläget översvämningsrisker på innergården av utredningsområdet. För att undvika översvämningsrisker på innergården kan exempelvis fördröjningsmagasin anläggas, mer om detta i avsnittet nedan.

5.3.1 Fördröjningsmagasin

Lösningförslaget kan eventuellt kombineras med installation av ett fördröjningsmagasin, om anläggning av det är möjligt med hänsyn till bjälklagets mäktighet och bärkapacitet.

Lågpunktskartering i avsnitt 4.4 har påvisat två lågpunkter i utredningsområdet som i händelse av ett skyfall och i kombination med fyllda ledningar kan orsaka översvämningsrisker på innergården. Fördröjningsmagasin är en yteffektiv fördröjningsåtgärd och kan i detta fall vara lämplig för reduktion av översvämningsrisk. Det skulle vara fördelaktigt att samtliga fastigheter inom kvarteret samverkade för att anlägga fördröjningsmagasin på innergården som skulle minska översvämningsrisken i kvarteret.

6 Slutsats

Flödesberäkningarna visar att den planerade förändringen inom utredningsområdet kommer medföra endast en marginell ökning av dagvattenflöden vid ett 10- och 20-årsregn. För att fördröja dagvattenflödet med hänsyn till framtida klimatförändringar ska 3 m³ vatten fördröjas inom fastigheten. Detta kan göras med anläggning av regnbäddar på innergården. Regnbäddarnas storlek måste anpassas efter bjälklagets bärighet.

Med föreslagen lösning för dagvattenhantering renas dagvattnet genom en kombination av bland annat filtrering och växtupptag. Lösningen beräknas också att ge en fördröjning av dagvattnet så att dagvattenflödet efter bygget inte ökar vid ett dimensionerande regn. Sammantaget beräknas exploateringen, tillsammans med den föreslagna åtgärden för dagvattenhanteringen, leda till en oförändrad belastning på stadens ledningssystem och minskad föroreningsbelastning på recipienten Strömmen.

Vid extrema regn som 100-årsregn kommer stora mängder vatten att uppstå inom utredningsområdet och eftersom det inte finns sekundära avrinningsvägar i händelse av fyllda ledningar kan det vara fördelaktigt att etablera en fungerande dagvattenlösning inom utredningsområdet. För att reducera översvämningss risken på innergården bedöms fördröjningsmagasin som den lämpligaste lösningen om anläggning är möjlig med hänsyn till överbyggnadens mäktighet och bärkapacitet. Med fördel anläggs en större eller flera fördröjningsmagasin i utredningsområdet i samverkan med samtliga fastigheter i kvarteret.

7 Referenser

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

Nilsson, J. 2016. Klimatanpassning med biofilter. Sveriges lantbruksuniversitet.

SGU, 2018. Sveriges Geologiska undersökning, <http://sgu.se/>, hämtat 2018-12-20.

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

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

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

VISS, 2018. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2018-12-20.