

RAPPORT
DAGVATTENUTREDNING SPÖKSONATEN



GRANSKNINGSKOPIA
2023-08-16

UPPDRAG 325725, DVU Spöksonaten

Titel på rapport: Dagvattenutredning Spöksonaten

Status: Granskningskopia

Datum: 2023-08-16

MEDVERKANDE

Beställare: Heba Fastighets AB

Kontaktperson: Christer Skagerlind

Konsult: Tyréns Sverige AB

Handläggare: Martin Burefalk, Kristina Lundgren

Uppdragsansvarig: Camilla Hedell

Kvalitetsgranskare: Johan Ekvall

REVIDERINGAR

Revideringsdatum: ÅR-MÅN-DAG

Version: X.Y exv. 1.0

Initialer: Namn, Företag

Uppdragsansvarig:

Camilla Hedell

Datum: 2023-08-16

Handlingen granskad av:

Johan Ekvall

Datum: 2023-08-15

SAMMANFATTNING

Tyréns Sverige AB har på uppdrag av Heba Fastighets AB genomfört en dagvattenutredning för ett utredningsområde som består av fastigheten Spöksonaten 1 samt kommunal mark väster om fastigheten. Området ligger i Hägersten, Stockholm stad. Syftet med detaljplanen är att möjliggöra förtätning av bostadshus.

Syftet med föreliggande utredning är att undersöka hur den föreslagna exploateringen på kvartersmark påverkar dagvattenbildningen samt bedöma förutsättningarna för lokal dagvattenhantering genom infiltration eller fördröjning enligt Stockholm stads åtgärdsnivå (2016).

Eftersom utredningsområdet till största del består av grönytor så som skog kommer exploateringen att medföra att det beräknade dimensionerande flödet ökar med cirka 140 % efter planerad bebyggelse. Detta medför att flödes- och föroreningsbelastningen på SYVAB:s reningsverk vid recipienten Himmerfjärden kommer att öka efter ombyggnationen om inte fördröjning och rening av dagvattnet implementeras. Då dagvattnet leds till ett reningsverk blir fördröjande åtgärder det viktiga för att minska belastningen till reningsverket som då tar hand om eventuella föroreningar.

Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering, som uppger att 20 mm nederbörd inom ett utredningsområde ska fördröjas lokalt, har i denna utredning använts som ett minimikrav och tillämpats för beräkning av den minsta erforderliga fördröjningsvolym, vilket resulterade i 19 m³.

Utgångspunkten för den föreslagna dagvattenhanteringen är att ökning av förorenings- och flödesbelastning till recipienten i möjligaste mån ska begränsas.

För att uppnå tillräcklig fördröjning och rening av dagvatten inom utredningsområdet föreslås ett dagvattensystem enligt nedan:

- Dagvatten som bildas på tak och gårdsyta inom den planerade bebyggelsen leds till växtbäddar som i dagvattensyfte agerar som regnbäddar.
- Det föreslagna dagvattensystemet har en total fördröjningsvolym på minst 19 m³ och upp till 45 m³ beroende på tillgängliga djup för regnbäddar.
- Inom utredningsområdet kommer vägar samt orörda öppna ytor att utgöra sekundära avrinningsvägar vid skyfall.

Om föreslagen dagvattenhantering implementeras i samband med exploateringen bedöms recipientens möjligheter att uppnå fastställda MKN inte försämrats jämfört dagsläget.

För att inte förhållandena vid ett skyfall ska försämrats nedströms Spöksonaten behöver 48 m³ vatten kunna hanteras på fastigheten. Denna volym utgör skillnaden mellan den skyfallsvolym som uppstår idag och den som kan uppstå efter exploatering då hårdgjordheten ökar.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UPPDRAGET	6
2	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH METOD	7
2.1	STYRANDE DOKUMENT	7
2.2	DIMENSIONERING ENLIGT P110.....	7
2.3	REDUCERAD AREA	8
2.4	DIMENSIONERANDE FLÖDE	8
2.5	ERFORDERLIG UTJÄMNINGSVOLYM	8
2.6	FÖRORENINGSBERÄKNING.....	9
2.7	PLATSBESÖK	9
3	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	13
3.1	TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN OCH LÅGPUNKTER	13
3.2	JORDARTER OCH JORDDJUP.....	14
3.3	MARKAVVATTNINGSFÖRETAG	15
3.4	RECIPIENTBESKRIVNING.....	15
3.5	BEFINTLIG MARKANVÄNDNING	17
4	FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN	18
4.1	PLANERAD MARKANVÄNDNING	18
5	FLÖDESBERÄKNINGAR	19
5.1	AVRINNINGSKOEFFICIENT	19
5.2	AREOR - BEFINTLIG OCH PLANERAD.....	20
5.3	FLÖDESBERÄKNINGAR.....	20
5.3.1	BEFINTLIGA DAGVATTENFLÖDEN	20
5.3.2	FRAMTIDA DAGVATTENFLÖDEN.....	21
5.4	ERFORDERLIG UTJÄMNINGSVOLYM	21
6	FÖRORENINGAR	21
7	ÖVERSVÄMNINGSRISKER	23
7.1	LEDNINGSNÄT.....	23
7.2	NÄRLIGGANDE YTVATTEN.....	23
7.3	INSTÄNGDA OMRÅDEN OCH SKYFALL.....	23
7.4	HANTERINGSBEHOV SKYFALL	23
8	LÖSNINGSFÖRSLAG FÖR DAGVATTENHANTERING	25
8.1	GENERELLA REKOMMENDATIONER.....	25
8.2	PRINCIPLÖSNING FÖR DAGVATTENHANTERING.....	25
8.2.1	REGNBÄDDAR/VÄXTBÄDDAR	25
8.2.2	BJÄLKLINGSBRUNNAR.....	25

9	HANTERING AV SKYFALL	26
10	HELHETSILD AV DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERINGEN	26
	10.1 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR MED LOD	29
	10.2 OSÄKERHETER OCH DISKUSSION	30
11	BYGGSKEDET.....	31
12	SLUTSATS.....	31
13	REFERENSER.....	33

Bilagor

Bilaga 1 - Flödesberäkningar

Bilaga 2 - Osäkerheter i StormTac

1 UPPDRAGET

På uppdrag av Heba Fastighets AB har Tyréns Sverige AB tagit fram en dagvattenutredning inför ny detaljplan för projekt Spöksonaten som består av del av fastigheten Spöksonaten 1 samt kommunal mark direkt väster om fastigheten. På fastigheten ligger idag ett flerfamiljshus som ska stå kvar samt naturmark. Inom detaljplanen planeras det förtätning av flerfamiljshus på naturmark som kommer utgöra det nya kvarteret, Figur 1-1.

Detaljplanens syfte är att möjliggöra för nybyggnation av flerfamiljshus samt angränsande infrastruktur. Utredningsområdet är beläget längs Gösta Ekmans väg, söder om Hägerstenvägen, Stockholms stad, se Figur 1-1.



Figur 1-1. Översiktskarta för utredningsområdet, markerad med vit polygon (Google maps, 2022).

Syftet med dagvattenutredningen är att undersöka hur föreslagna exploateringen inom detaljplaneområdet påverkar dagvattensituationen inom och i anslutning till utredningsområdet. I utredningen ingår att:

- Beräkna dagvattenflöden för både den befintliga och den planerade situationen
- Beräkna föroreningsgrad för både den befintliga och den planerade situationen
- Ta fram ett förslag till hållbar dagvattenhantering inom det aktuella området

Principer för hantering av 100-årsregn kommer att beskrivas och sekundära avrinningsvägar att pekas ut. Möjliga platser för dagvattenhantering och principskisser för valda lösningar kommer att redovisas.

Utredningen utgår från de riktlinjer som finns i Stockholm stads dagvattenpolicy för dagvattenhantering. Utredningen baseras på beräkningar som utgår från P110 och programvaran StormTac. Se avsnitt 2 för en beskrivning av metodiken.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH METOD

2.1 STYRANDE DOKUMENT

Stockholm stad har tagit fram en åtgärdsnivå för dagvatten (Stockholm stad, 2016) som är styrande vid beställning, utförande och granskning av dagvattenutredningar inom Stockholm stad.

Kommunen har även en dagvattenstrategi som kortfattat innebär att:

- Dagvattenflöden reduceras och fördröjs så att en jämnare belastning på dagvattensystem, reningsanläggningar och recipienter skapas.
- Avrinning från markområden bör inte öka efter exploatering (kommunen tillämpar fördröjningskrav om 20 mm).
- Redovisa eventuell översvämningsrisk, både höjning av havs- och sjönivåer och skyfall (100-årsregn).
- Dagvattenhanteringen ska främja uppfyllandet av recipienternas miljö kvalitetsnorm (MKN) och bidra till bättre vattenkvalitet i kommunens vatten.

Flödesberäkningar görs för 10-, 20- samt 100-årsregn utan och med klimatfaktor 1,25 vid befintliga samt nya exploateringen enligt dagvattenhandledningen.

Utöver Stockholm stads checklista för dagvattenhantering används Svenskt Vattens P110, P104 och P105 enligt branschnormen vid dimensionering av dagvattenlösningen.

2.2 DIMENSIONERING ENLIGT P110

Principerna för dimensioneringen är följande:

a) Säkerhetsnivå för skador vid översvämningar uttrycks som återkomsttid för nederbörd eller vattennivå i sjöar och vattendrag. Utredningsområdet i föreliggande utredning bedöms motsvara "tät bostadsbebyggelse" och säkerhetsnivåerna har beräknats därefter, se Tabell 2-1. Detta innebär att säkerhetsnivåerna är 5-årsregn för fylld ledning och 20-årsregn för trycklinje i marknivå.

b) På grund av klimatförändringar kommer nederbördsmängden att öka och därför ska dimensionerande regn ökas med en klimatfaktor. Klimatfaktorn i nuläget (kunskapsläge dec 2015) har valts till 1,25 för regn med varaktighet upp till 60 min och till 1,2 för regn med längre varaktighet än 60 min.

c) Dagvattenledningar dimensioneras inte i föreliggande utredning. Däremot redovisas flöden som dagvattenledningar i anslutning till utredningsområdet ska klara av att avleda.

d) Vatten som inte får plats i ledningssystemet ger upphov till marköversvämning och ska kunna hanteras på markytan utan att skador uppkommer på byggnader och anläggningar. Det styr utformning och höjdsättning av mark och bebyggelsen. Dimensionerande regn med avseende på marköversvämningar med skador på byggnader och anläggningar är 100 år. Höjdsättningen utförs så att byggnader ligger högre än omgivande mark.

e) Dimensionerande varaktighet för regnet motsvarar den antagna rinntiden inom detaljplaneområdet, det vill säga den tid det tar för vattnet att rinna den längsta uppskattade rinnsträckan inom respektive delområde.

Tabell 2-1. Utdrag från P110 (sida 40), minimikrav vid dimensionering av nya dagvattensystem.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

2.3 REDUCERAD AREA

I vissa fall används begreppet reducerad area, som är en funktion av area och avrinningskoefficient. Sambandet kan beskrivas matematisk enligt ekvation 2-1.

$$A_{red} = A \cdot \varphi \quad (\text{ekvation 2-1})$$

där:

A_{red} = reducerad area i ha_{red}

A = arean i hektar

φ = avrinningskoefficient

2.4 DIMENSIONERANDE FLÖDE

Beräkningar av dimensionerande flöden har utförts med rationella metoden enligt ekvation 2-2:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot kf \quad (\text{ekvation 2-2})$$

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 delområdets rinntid.

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

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet, kf är den ansatta klimatfaktorn.

2.5 ERFORDERLIG UTJÄMNINGSVOLYM

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå (2016) för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att ca 90 % av årsnederbörden renas.

Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym för utredningsområdet görs enligt Ekvation 2-3.

$$V = \phi \cdot A \cdot 0,02 \quad (\text{ekvation 2-3})$$

där V är den dimensionerande utjämningsvolymen (m^3), ϕ är delområdets sammanvägda avrinningskoefficient (-), A är delområdets area (m^2) och 0,02 är vald åtgärdsnivå (20 mm) uttryckt i meter.

2.6 FÖRORENINGSBERÄKNING

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.22.2.3 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. Osäkerheter kan även vara upp till 30%.

2.7 PLATSBESÖK

Ett platsbesök i området utfördes 22 juni 2022. Vid platsbesöket noterades det att utredningsområdet ligger på en lokal höjd med kraftiga branter i norr och väster. Öster om utredningsområdet för den nya kvartermarken finns ett bostadshus och parkering samt en mindre lekplats som lutar öster och söderut, Figur 2-1.



Figur 2-1. Fotografi på parkering i östra delen av området.

Delar av dagvatten som bildas öster om byggnaden går direkt till dagvattennätet via brunnar, Figur 2-2.



Figur 2–2. Dagvatten i östra delen avleds till dagvattenbrunnar.

Söder om utredningsområdet leds vatten via Gösta Ekmans väg västerut via dagvattenledningar. Det som rinner längs gångvägen avrinner ytligt ner för garageinfarten nordväst och sedan ned längs branten väster i området, Figur 2–3.



Figur 2–3. Slutning in mot garageinfart i västra delen av utredningsområdet. Fotografiet taget i nordvästlig riktning.

I västra och norra delen av utredningsområdet förekommer branter med kraftig lutning vilket bidrar till hög kapacitet att avleda bort dagvatten, Figur 2–4.



Figur 2–4. Brant i norra delen av området.

Nedan branterna i väst och norr förekommer bevuxen naturmark som sluttar norrut, Figur 2-5. En stig agerar även vattenledare ner till gångvägen norr om området, Figur 2-6.



Figur 2-5. Naturmark norr om området nedanför branterna.



Figur 2-6. Stig norrut mot gångväg och kvarter.

Vid gångvägen dit det mesta dagvatten avleds finns en kupolbrunn (Figur 2-7) och ett dike längs gångvägen. Vid överstigande av kapacitet avrinner vatten vidare norrut mot Hägerstensvägen.



Figur 2-7. Gångväg norr om utredningsområdet nedanför stigen med en kupolbrunn gömd bland löv i bildens högra nederkant. Fotografi taget i östlig riktning.

3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Utredningsområdet är cirka 0,23 ha stort och består i huvudsak av kuperad skogsmark, gräsyta samt asfalterad gångväg. Avgränsningen för utredningsområdet framgår av Figur 1-1. Avgränsning togs fram i samråd med landskapsarkitekter anlitade av beställaren för projektet. Ytterligare ett hus planeras strax öster om befintligt hus på Spöksonaten 1 men ingår inte än i denna version av utredningen då fastställd plan saknas.

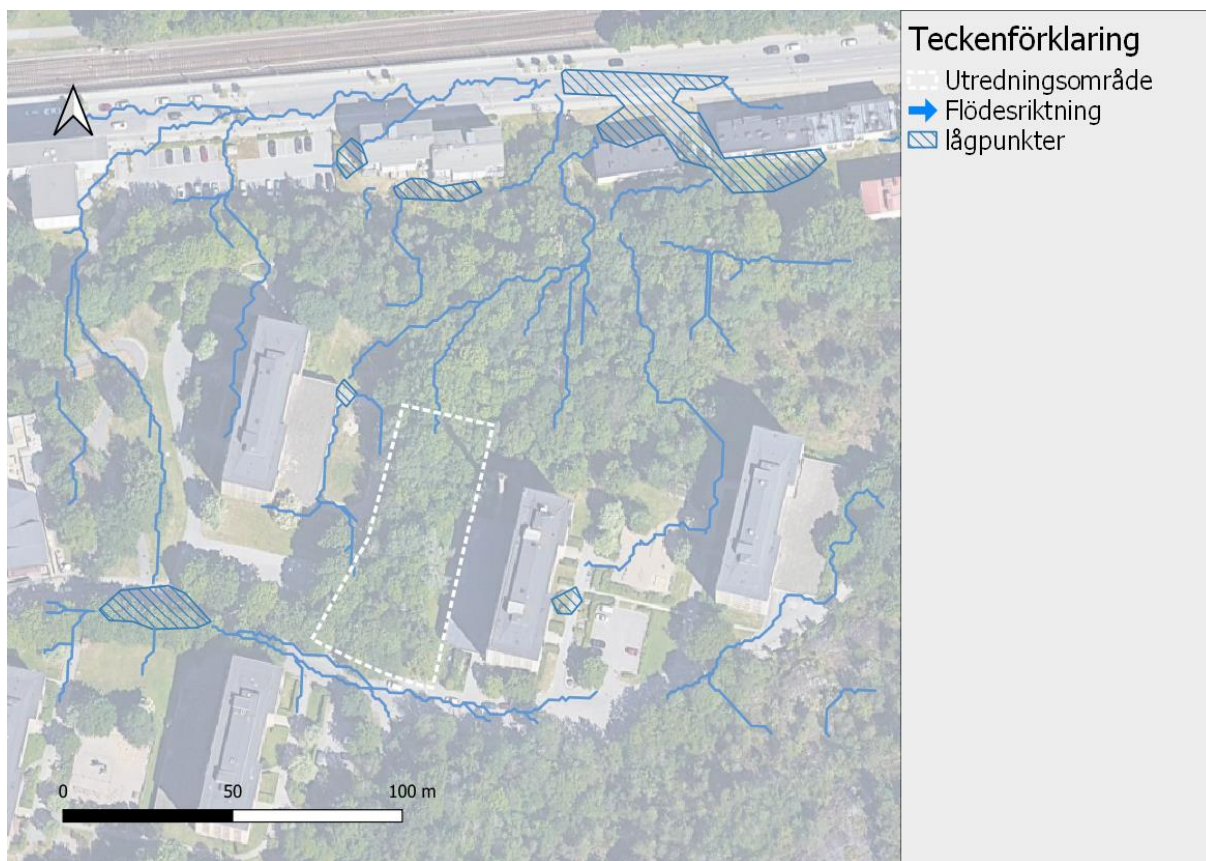
3.1 TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN OCH LÅGPUNKTER

Utredningsområdet är delvis kuperat då det ligger på en lokal höjd med sluttningar bort från området i nordlig och östlig riktning.

Det dagvatten som bildas inom utredningsområdet avrinner norrut via de naturliga sluttningarna och stigarna i naturmarken norr om utredningsområdet. Den befintliga avrinningsriktningen återges i Figur 3-1.

En mindre mängd tillkommande dagvatten kan komma utifrån utredningsområdet längs trottoaren söder om området.

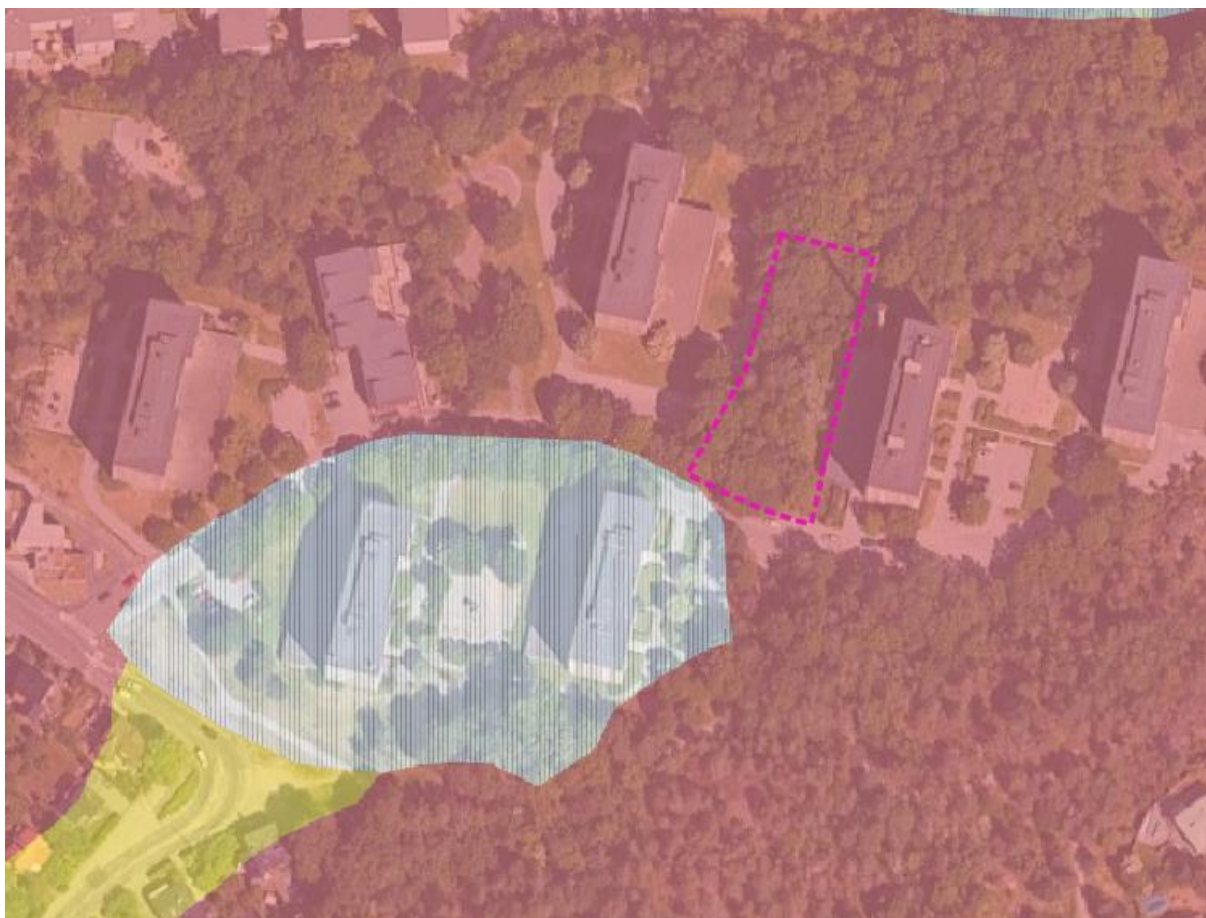
Enligt översiktlig lågpunktskartering i Scalgo Live förekommer det inga lokala lågpunkter inom utredningsområdet. En översikt ges i Figur 3-1.



Figur 3-1. Avrinningsriktning och lågpunkter inom och omkring utredningsområdet. Kartering är genomförd med SMHI:s definition av skyfall på 50 mm nederbörd.

3.2 JORDARTER OCH JORDDJUP

I Figur 3-2 illustreras jordarter inom och omkring utredningsområdet, enligt SGU (2022). Enligt SGU:s modell utgörs hela utredningsområdet av berg i dagen och närliggande jordarter är fyllning och morän. Det förekommer ett tunt jordtäckte ovan berg med varierande mäktighet. Sammantaget bedöms möjlighet till infiltration i naturlig jord inom utredningsområdet som begränsat.



Figur 3-2. Jordarter inom och omkring utredningsområdet. Röd färg – Berg i dagen, Gul färg – Glacial lera, vita streck – fyllning. Data har erhållits från SGU (2022).

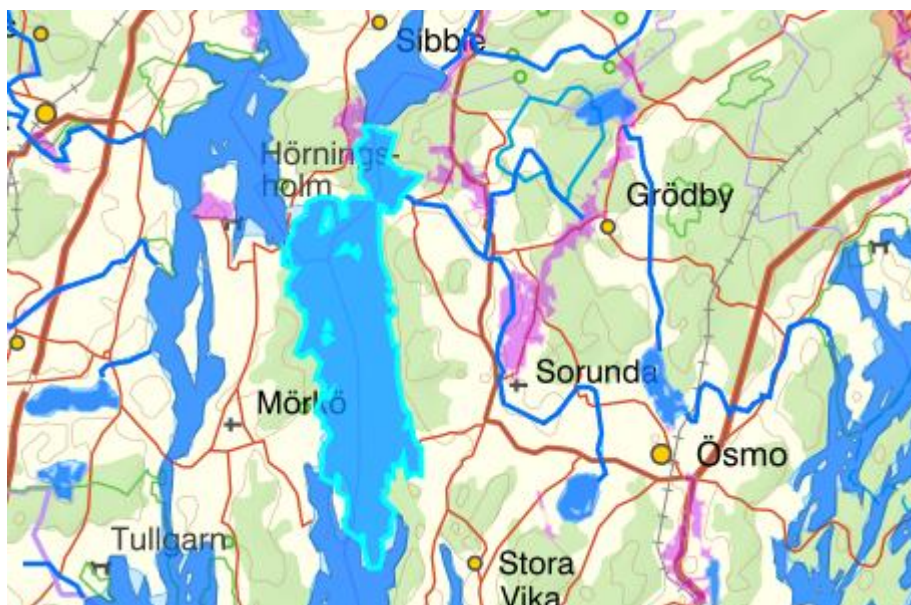
3.3 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Enligt Länsstyrelsernas geodatakatalog (2022) finns inga markavvattningsföretag inom eller omkring utredningsområdet.

3.4 RECIPIENTBESKRIVNING

För den ytliga avrinning som sker från utredningsområdet är recipienten Mälaren-Fiskarfjärden (SE657865-161900).

Dagvatten från utredningsområdet ingår idag i de tekniska avrinningsområdena för Syvab reningsverk, Himmerfjärdsverket med utlopp i Himmerfjärden (SE590000-174400). Då majoriteten av dagvatten når gator med dagvattenbrunnar antas att det mesta dagvatten når den tekniska recipienten via ett kombinerat ledningsnät, se Figur 3-3.



Figur 3-3. Översiktskarta för recipienten Himmerfjärden (markerad i ljusblått (VISS, 2022)).

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor. Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt.

Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2027 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska i stället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status (HaV, 2013).

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen (HaV, 2016) har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt tabell 3-1. Lokalt åtgärdsprogram saknas.

Tabell 3-1. VISS statusklassificering av recipienten Himmerfjärden.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Himmerfjärden SE590000-174400	Måttlig	God ekologisk status 2039	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus 2027

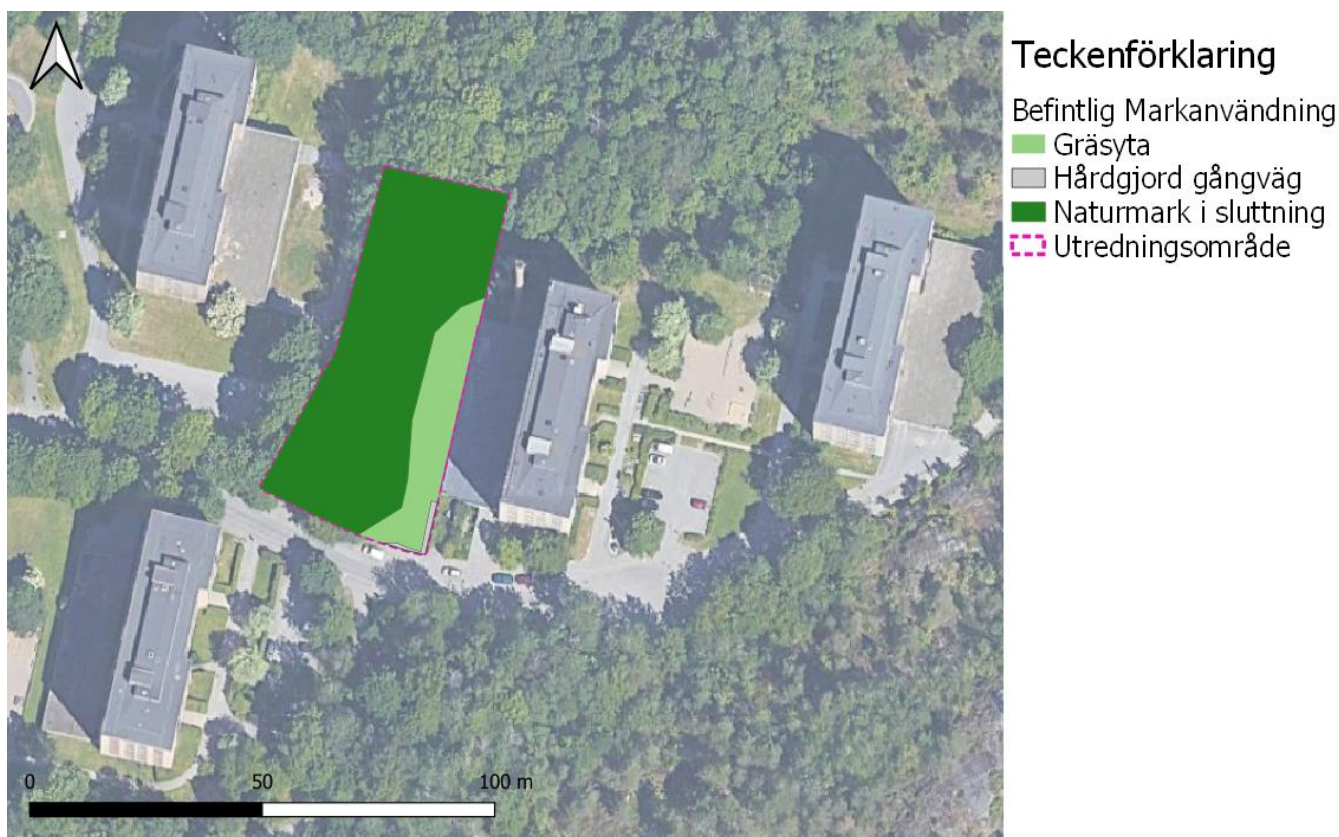
Den ekologiska statusen bedöms till måttlig med medel tillförlitlighet. Utslagsgivande miljökonsekvenstyp är övergödning med störst vikt hos totalmängden fosfor i vattnet.

Klassificeringen för den kemiska statusen är Uppnår ej god på grund av att flera prioriterade ämnen har bedömts ej uppnå god status för recipienten. Dessa ämnen är bromerade difenyletrar och kvicksilver.

Dessa ämnen är vanligt förekommande miljöproblem för vatten i Sverige där undantag för framtida målet finns då enskilda detaljplaner bedöms som omöjligt kunna hantera ämnesrening på egen hand. Utan överallt överskridande ämnen bedöms recipientens kemiska status som god.

3.5 BEFINTLIG MARKANVÄNDNING

Totalt omfattar utredningsområdet en areal på cirka 0,23 ha. Befintlig markanvändning återges i Figur 3-4. Markanvändningen utgörs till största del av kuperad skogsmark, gräsyta samt asfalterad gångväg.



Figur 3-4. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

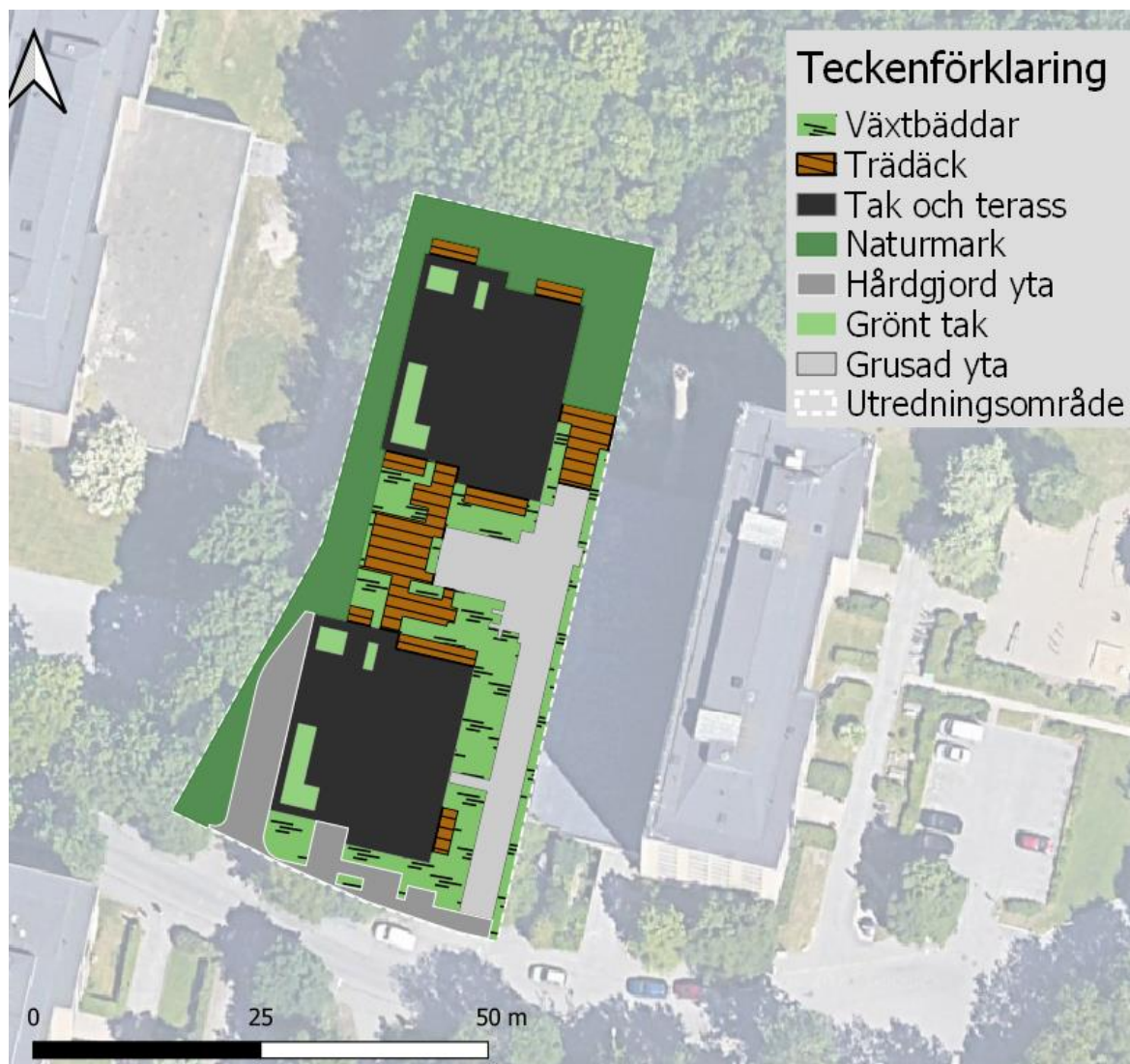
Exploatering medför två flerfamiljshus med garageplan under marknivå och ett gårdsbjälklag mellan husen, Figur 4-1.



Figur 4-1. Illustrationsplan på den nya exploateringen. Erhållet från Fojab Arkitekter 2023-05-16.

4.1 PLANERAD MARKANVÄNDNING

Utredningsområdet kommer att förändras genom andelen naturmark ersätts av två byggnader med gemensamt garageutrymme under mark. Den planerade markanvändningen visas i Figur 4-2. Infartsvägen till det norra huset blir en grusad gång och på takterrassen kommer grönt tak planteras på delar av ytan. Växtbäddar kommer ligga runt byggnaderna.



Figur 4-2. Planerad markanvändning inom utredningsområdet. Kategorierna är hämtade från StormTac för att bäst representera typen av bebyggelse som är avsett för respektive område.

5 FLÖDESBERÄKNINGAR

5.1 AVRINNINGSKOEFFICIENT

Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som rinner av en yta efter förluster på grund av avdunstning, infiltration och upptag av växlighet (Svenskt Vatten, 2016) I Tabell 5-1 redovisas vilka avrinningskoefficienter som har använts i denna utredning.

Tabell 5-1. Avrinningskoefficienter (Svenskt Vatten (2016), StormTac (2022)).

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Naturmark i sluttning	0,25
Grusad yta	0,30
GC-väg	0,80
Gräsyta	0,10
Tak och terrass	0,90
Hårdgjord yta	0,80
Grönt Tak	0,40
Växtbäddar	0,20
Trädäck	0,70

5.2 AREOR – BEFINTLIG OCH PLANERAD

I tabellerna nedan återges areal för förekommande markanvändning samt reducerad areal. En översikt av den befintliga markanvändningen inom utredningsområdet framgår av Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Areor för befintlig markanvändning. Observera att areorna är avrundade.

Markanvändning	ϕ	Total area (ha)
Naturmark i sluttning	0,25	0,18
Gräsyta	0,10	0,04
GC-väg	0,80	0,002
Summa		0,23
Reducerad area (ha_{red})		0,05

Planerad markanvändning inom utredningsområdet återges i Tabell 5-3.

Tabell 5-3. Areor för planerad markanvändning. Observera att areorna är avrundade.

Markanvändning	ϕ	Total area (ha)
Tak och terrass	0,90	0,08
Grönt Tak	0,40	0,01
Naturmark i lutning	0,25	0,05
Hårdgjord yta	0,80	0,02
Grusad yta	0,40	0,03
Växtbäddar	0,20	0,03
Trädäck	0,70	0,02
Summa		0,23
Reducerad area (ha_{red})		0,13

5.3 FLÖDESBERÄKNINGAR

Dagvattenflödena har beräknats enligt den rationella metoden (ekvation 2-2). Utredningsområdets dagvattenflöden beräknas vid ett 10-årsregn samt ett 20-årsregn enligt dagvattenpolicyn. Detaljer för flödesberäkningar återfinns i Bilaga 1.

Flödena har beräknats för planerad markanvändning inklusive klimatfaktor enligt dagvattenpolicyn.

5.3.1 BEFINTLIGA DAGVATTENFLÖDEN

Befintliga dagvattenflöden för utredningsområdet återges i Tabell 5-4. Vid ett 10-årsregn uppstår ett flöde på cirka 10 l/s. Flöden vid ett 20-årsregn motsvarar ca 13 l/s.

Tabell 5–4. Dagvattenflöden vid befintlig markanvändning.

Återkomsttid (år)	10	20
Maxflöde (l/s) exkl klimatfaktor	12	15

5.3.2 FRAMTIDA DAGVATTENFLÖDEN

Beräkningar visar att dagvattenflöden kommer öka med ca 141%. Beräkning av dagvattenflöden för den blivande situationen återges i Tabell 5–5. Hantering av extrem nederbörd redovisas ytterligare i kapitel 8.

Tabell 5–5. Dagvattenflöden vid planerad markanvändning.

Återkomsttid (år)	10	20
Maxflöde (l/s) utan klimatfaktor	29	36
Maxflöde (l/s) inkl klimatfaktor	36	45

5.4 ERFORDERLIG UTJÄMNINGSVOLYM

Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå (2016) för dagvattenutredningar ska 20 mm nederbörd från hårdgjorda ytor fördröjas lokalt. Den erforderliga utjämningsvolymen för att fördröja 20 mm nederbörd för kvartersmarken är 19 m³.

De erforderliga utjämningsvolymerna för de båda kvarteren presenteras i Tabell 5–6.

Tabell 5–6. Erforderlig utjämningsvolym.

	Reducerad area (ha)	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)
Tak och terrass	0,07	14
Hårdgjord yta	0,01	3
Trädäck	0,01	2
Summa	0,11	19

6 FÖRORENINGAR

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvattnet har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.23.1.2 använts. Schablonvärden är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten. Beräkningar har gjorts för tre scenarier:

- Befintlig markanvändning
- Planerad markanvändning
- Planerad markanvändning med reningsåtgärder enligt lösningsförslag redovisas i Kap 10.

I Tabell 6–1 och Tabell 6–2 redovisas den beräknade föroreningsbelastningen för fastigheten inom utredningsområdet. För planerad bebyggelse samt nuläge redovisas mängder och halter. I Bilaga 2 redovisas mer detaljer kring föroreningsberäkningen.

Resultatet från beräkningen visar att föroreningsbelastningen i dagvatten ökar efter exploatering utan LOD. Främsta anledningen till att föroreningsbelastningen ökar är för att i nuläget består fastigheten av obebyggd naturmark.

Värt att nämna är att värden erhållna från StormTac inte är platsspecifika och ger därför inte en exakt bild av föroreningssituationen i området. För att ytterligare minska belastningen av föroreningar är det viktigt att göra genomtänkta materialval i

byggskede. För att ytterligare minska mängden näringsämnen bör genomtänkta val göras vid anläggande av växtbäddar och gröna ytor. Att de fungerar som mottagare av näringsämnen snarare än att vara en källa till det, samt att gödsling inte sker i högre grad än nödvändigt.

Tabell 6-1. Föreningshalter för befintlig och planerad markanvändning utan LOD. Röd= halten överstiger den befintliga, grön= halten understiger eller är lika med den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning utan LOD
Fosfor	µg/l	30	110
Kväve	µg/l	500	1600
Bly	µg/l	4,8	4,1
Koppar	µg/l	8,2	17
Zink	µg/l	22	51
Kadmium	µg/l	0,17	0,41
Krom	µg/l	3,9	7,5
Nickel	µg/l	4,7	3,6
Kvicksilver	µg/l	0,01	0,006
Suspenderad substans	µg/l	31000	27000
Olja	µg/l	140	130
PDBE 47	µg/l	0,00017	0,00018

Tabell 6-2. Årlig belastning för befintlig och planerad markanvändning utan LOD. Röd= mängden överstiger den befintliga, grön= mängden understiger eller är lika med den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning utan LOD
Fosfor	kg/år	0,011	0,09
Kväve	kg/år	0,18	1,3
Bly	kg/år	0,0017	0,0034
Koppar	kg/år	0,003	0,014
Zink	kg/år	0,0078	0,04
Kadmium	kg/år	0,00006	0,0003
Krom	kg/år	0,0014	0,006
Nickel	kg/år	0,0017	0,003
Kvicksilver	kg/år	0,0000035	0,000005
Suspenderad substans	kg/år	11	22
Olja	kg/år	0,05	0,1
PDBE 47	kg/år	0,00000006	0,00000015

7 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

7.1 LEDNINGSNÄT

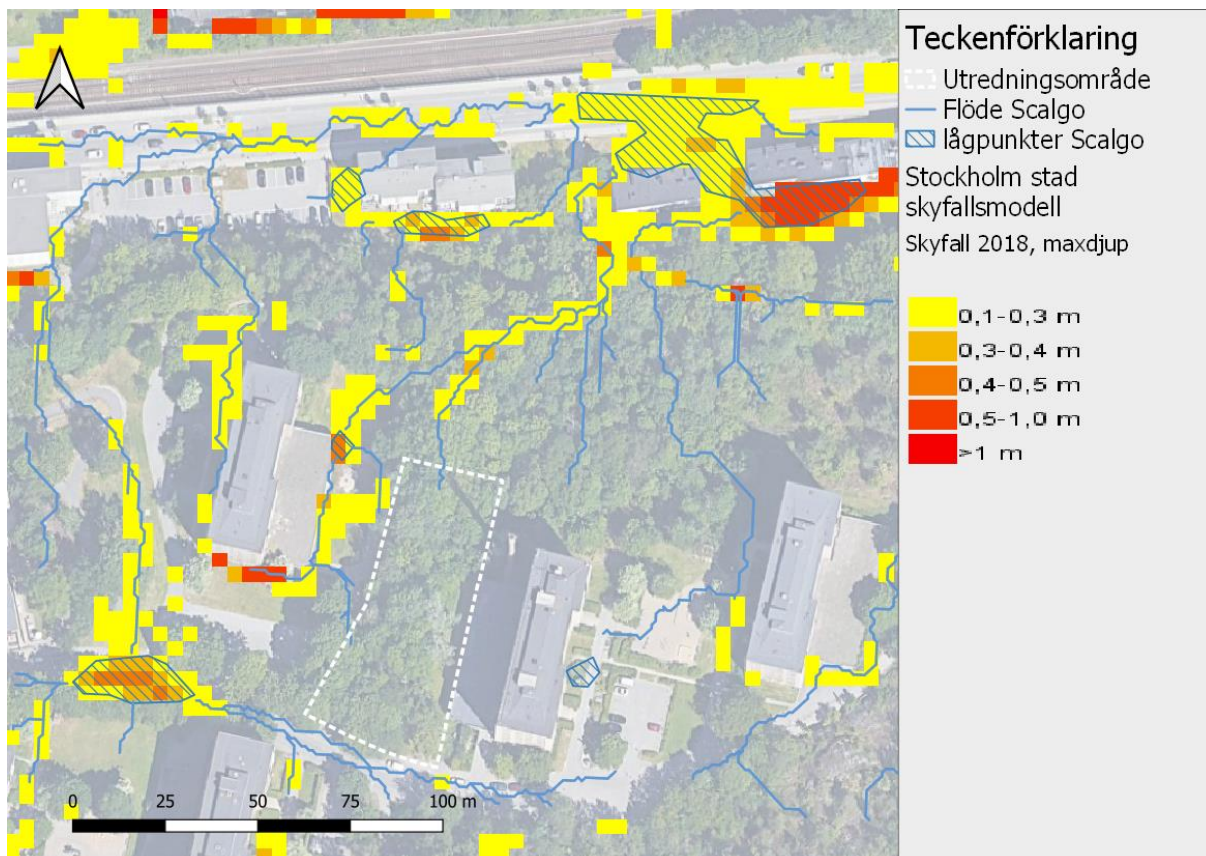
SVOA har enligt exploateringskontoret informerat om att det ej råder kapacitetsbrist för det befintliga kombinerade ledningsnätet i området (SVOA 2022). Det finns därmed inga begränsningar att låta dagvatten från exploateringen nå brunnar nedströms vid Hägerstensvägen.

7.2 NÄRLIGGANDE YTVATTEN

Det finns inga närliggande vattendrag eller sjöar som kan översvämma utredningsområdet vid höga vattenflöden/vattenstånd.

7.3 INSTÄNGDA OMRÅDEN OCH SKYFALL

Lågpunktskartering i Scalgo Live visar att på grund av områdets topografi så ansamlas inget vatten inom området och allt rinner mot lågpunkter norr om utredningsområdet vid Hägerstensvägen. Figur 7-1 visar flödesvägar och lågpunkter i förhållande till området. I figuren syns även Stockholm stads skyfallsmodell som visar på samma skyfallssituation.



Figur 7-1. Utredningsområdet i förhållande till kringliggande lågpunkter och ansamlingsvägar. Källa: Scalgo Live

7.4 HANTERINGSBEHOV SKYFALL

Den ökade hårdgjordheten i utredningsområdet efter byggnation kommer att generera mer vatten vid ett skyfall. För att inte öka översvämningsrisker i områden nedströms utredningsområdet krävs att 48 m³ kan hanteras inom utredningsområdet vid ett skyfall (Tabell 7-3).

Hanteringsbehovet har beräknats som skillnaden i uppkommen skyfallsvolym innan och efter exploatering. Uppkommen skyfallsvolym har beräknats för ett 100-årsregn med varaktighet 6 h och klimatfaktor 1,25 (motsvarande varaktigheten som används i Stockholm stads skyfallsmodell), se Ekvation 7-1.

$$V = \phi \cdot A \cdot i \cdot t \quad (\text{ekvation 7-1})$$

Där ϕ är avrinningskoefficient, A är area (ha), i är nederbördsintensitet (l/s och ha) och t är varaktighet (s).

SMHI definierar skyfall som ett regn där det faller cirka 50 mm inom en timme (SMHI, 2017), det vill säga ett regn med hög intensitet. Enligt P110 ökar avrinningen från en yta vid mer intensiva regn jämfört med lågintensiva regn, det innebär att det är lämpligt att höja antagna avrinningskoefficienter jämfört med de som används vid dagvattendimensionering. Det finns inga framtagna standardvärden på avrinningskoefficienter vid skyfall men utifrån erfarenheter från modellberäkningar har avrinningskoefficient för grönytor antagits öka till 0,3. Övriga antagna avrinningskoefficienter ses i Tabell 7-1 och Tabell 7-2 tillsammans med resulterande uppkommen skyfallsvolym innan respektive efter exploatering.

Tabell 7-1. Areor för befintlig markanvändning och antagna avrinningskoefficienter vid skyfall.

Befintlig Markanvändning	ϕ - skyfall	Total area (ha)
Naturmark i sluttning	0,50	0,18
Gräsyta	0,30	0,04
GC-väg	0,80	0,002
Summa		0,23
Reducerad area (ha_{red})		0,11

Tabell 7-2. Areor för framtida markanvändning och antagna avrinningskoefficienter vid skyfall.

Framtida Markanvändning	ϕ	Total area (ha)
Tak och terrass	0,90	0,08
Grönt Tak	0,60	0,01
Naturmark i lutning	0,50	0,05
Hårdgjord yta	0,80	0,02
Grusad yta	0,50	0,03
Växtbäddar	0,40	0,03
Trädäck	0,70	0,02
Summa		0,23
Reducerad area (ha_{red})		0,15

Tabell 7-3. Skyfallsvolymer som uppkommer inom utredningsområdet innan och efter exploatering samt skillnaden (hanteringsbehovet).

Fall	Volym vid 100-årsregn, 6 h och kf 1,25 (m ³)
Befintlig markanvändning	113
Framtida markanvändning	161
Skillnad = hanteringsbehov	48

8 LÖSNINGSFÖRSLAG FÖR DAGVATTENHANTERING

8.1 GENERELLA REKOMMENDATIONER

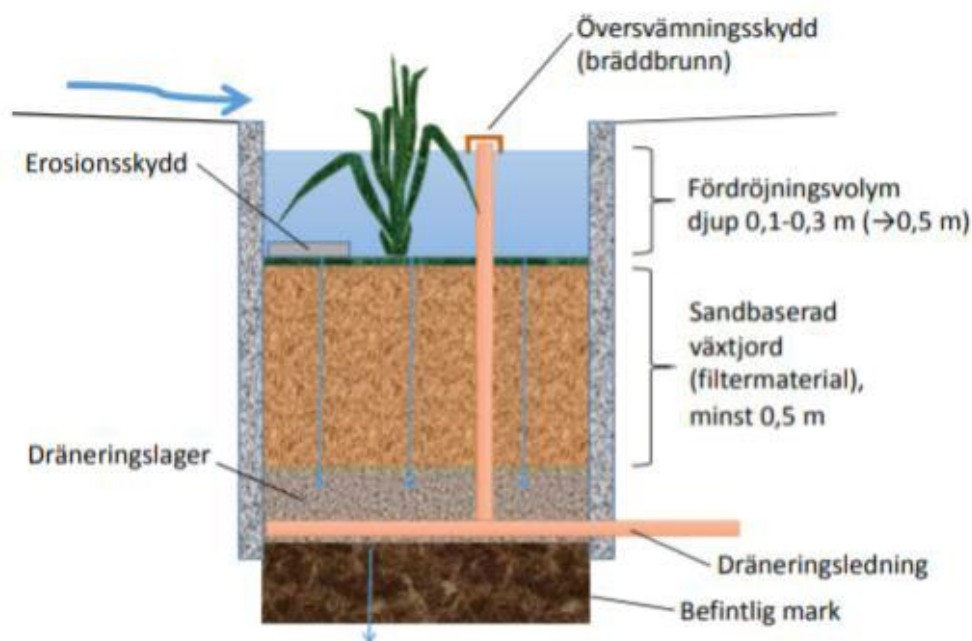
Grundprincipen är att dagvatten ska fördröjas och renas, i första hand genom infiltration. Enligt Stockholm stads dagvattenpolicy ska minst 20 mm nederbörd fördröjas. För att säkerställa att anläggningar kan hantera flöden som överskrider den dimensionerande nederbördsvolym bör dagvattenanläggningar förses med en bräddfunktion.

8.2 PRINCIPLÖSNING FÖR DAGVATTENHANTERING

Lämpliga lösningar för ett hållbart omhändertagande av dagvatten inom utredningsområdet är regnbäddar och genomsläppliga beläggningar. De följande avsnitten beskriver de aktuella principlösningarna. En detaljerad beskrivning av lösningsförslag återges i avsnitt 6.3.

8.2.1 REGNBÄDDAR/VÄXTBÄDDAR

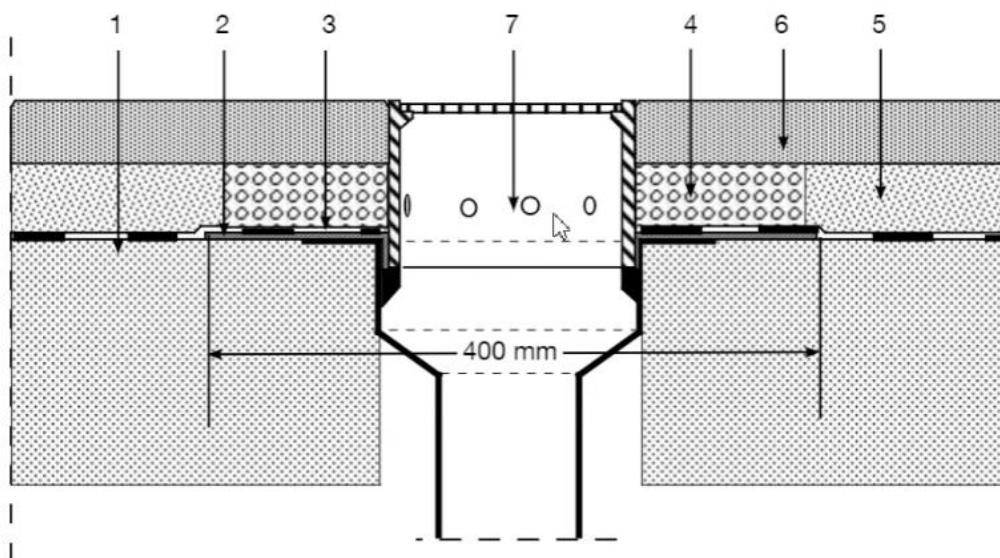
Regnbäddar, även kallat växtbäddar kan utformas som planteringsytor där dagvattnet leds via ytavrinning eller via brunnar och ledningar. Regnbäddar bör anläggas något nedsänkt så att det uppstår en magasinsvolym ovanpå bädden och vatten har tid att perkolera genom bädden. Figur 6-1 visar exempel på utformning av en regnbädd. Se Kapitel 10 för mer platsspecifika rekommendationer.



Figur 6-1. Principskiss för regnbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden (Stockholms Stad, 2017).

8.2.2 BJÄLKLÄGSBRUNNAR

Då delar av gården kommer anläggas på ett bjälklag ovan garage behöver dagvatten hanteras så det inte skapas stående vatten. Ett gruslager anläggs ovan betongen som skapar en flödesväg för vatten mot brunnarna. Bjälklagsbrunnar anläggs i flertal punkter med en svag lutning mot inloppet. Vattnet från brunnarna leds sedan till regnbäddarna för rening och fördröjning, förslagsvis via ledningar i taket av garaget under gården. Figur 6-2 visar exempel på utformning av en bjälklagsbrunn.



Figur 6–2. Exempelskiss på bjälklagsbrunn. Källa: Waernulf, 2005.

9 HANTERING AV SKYFALL

De föreslagna dagvattenlösningarna inom utredningsområdet är inte dimensionerande för att fördröja ett skyfall så att det kan avledas i ledningsnät. Hantering av skyfall sker normalt ytligt och avledning prioriteras framför fördröjning. Vid skyfall måste vatten kunna brädda ut från dagvattenanläggningarna till de planerade och befintliga gatorna så att skador på byggnader inte uppstår, se figur 10–4.

Det är dock viktigt att exploateringen inte medför försämrade förutsättningar för nedströmliggande områden, så viss fördröjning av skyfall krävs. Hanteringsbehovet har beräknats till 48 m³ (se avsnitt 7.4) vilket behöver hanteras inom utredningsområdet, helst ytligt då infiltration tar tid och skyfall kännetecknas av hög regnintensitet. Skyfallsvolymen föreslås främst hanteras i ett krossdike i utredningsområdet norra del. Volymen kan dels erhållas i krossmaterialet, dels i skålad yta ovanpå krosset. En del av skyfallsvolymen kommer även att omhändertas i det ytliga magasinet hos växtbäddarna.

Den naturliga topografin bör behållas i så stor utsträckning som möjligt för att gårdsytor inte ska bli instängda och så att skyfallsvatten fortsatt har en fri väg ut mot antingen Gösta Ekmans väg eller naturmarken i norr. Allt skyfallsvatten behöver alltså inte ledas till krossdiket för fördröjning så länge en betydande andel av vattnet leds dit. Att en del skyfallsvatten rinner vidare utan fördröjning kompenseras genom att övriga andelar fördröjs mer.

10 HELHETSBILD AV DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERINGEN

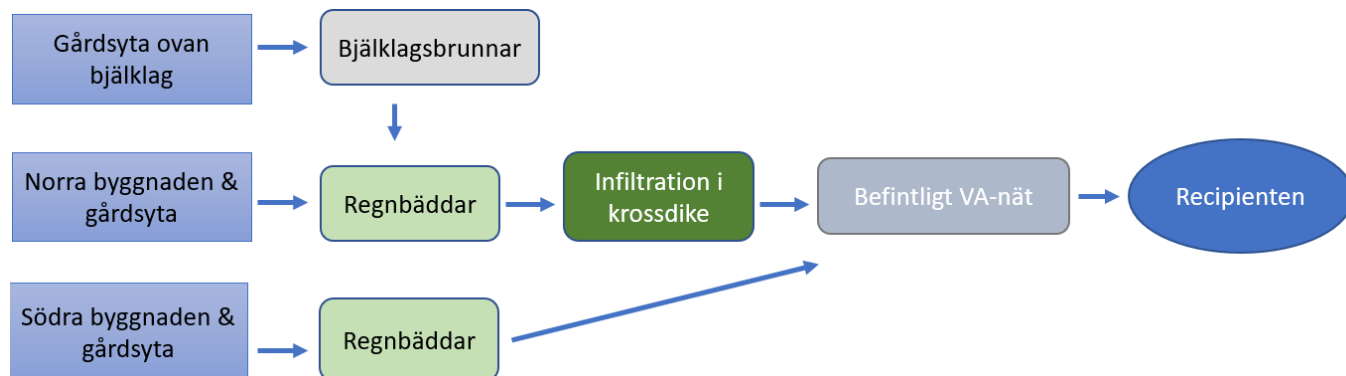
Utförda beräkningar visar att den planerade exploateringen av utredningsområdet, tillsammans med framtida klimatförändringar, medför ökade dagvattenflöden och föroreningsbelastning. Lösningförslaget för fastigheten utgår ifrån att dagvatten från olika delar avleds till dagvattenanläggningar i form av regnbäddar för fördröjning och rening.

Dräneringsrör kopplar samman anläggningarna vid den norra byggnaden samt för gårdsbjälklaget och leder vatten till ett krossdike norr om området. Krossdiket är inte en

LOD-åtgärd i sig utan rekommenderas för att hjälpa att infiltrera dagvattnet i naturmark efter fördröjning och förhindra erosion nedströms. Via infiltration i krossdiket når sedan dagvattnet dagvattenbrunnar nedströms vid Hägerstensvägen. Krossdiket dimensioneras även för att fördröja den skyfallsvolym som behöver hanteras för att inte försämrade för nedströmliggande områden vid skyfall.

Regnbäddar vid det södra huset kan kopplas mot dagvattennät vid Gösta Ekmans väg.

En schematisk översikt av föreslagen lösning för hållbar dagvattenhantering inom utredningsområdet framgår av Figur 10-1.



Figur 10-1. Systematiskt förslag på dagvattenhantering inom utredningsområdet.

För att uppfylla erforderlig utjämningsvolym krävs volymer och areor av respektive dagvattenlösning per delområde enligt Tabell 10-1.

Hela magasinvolymen bör bestå av regnbäddar för att uppnå tillräcklig rening.

Tabell 10-1. Dimensioner och magasinvolym i de föreslagna dagvattenanläggningarna i respektive delområde.

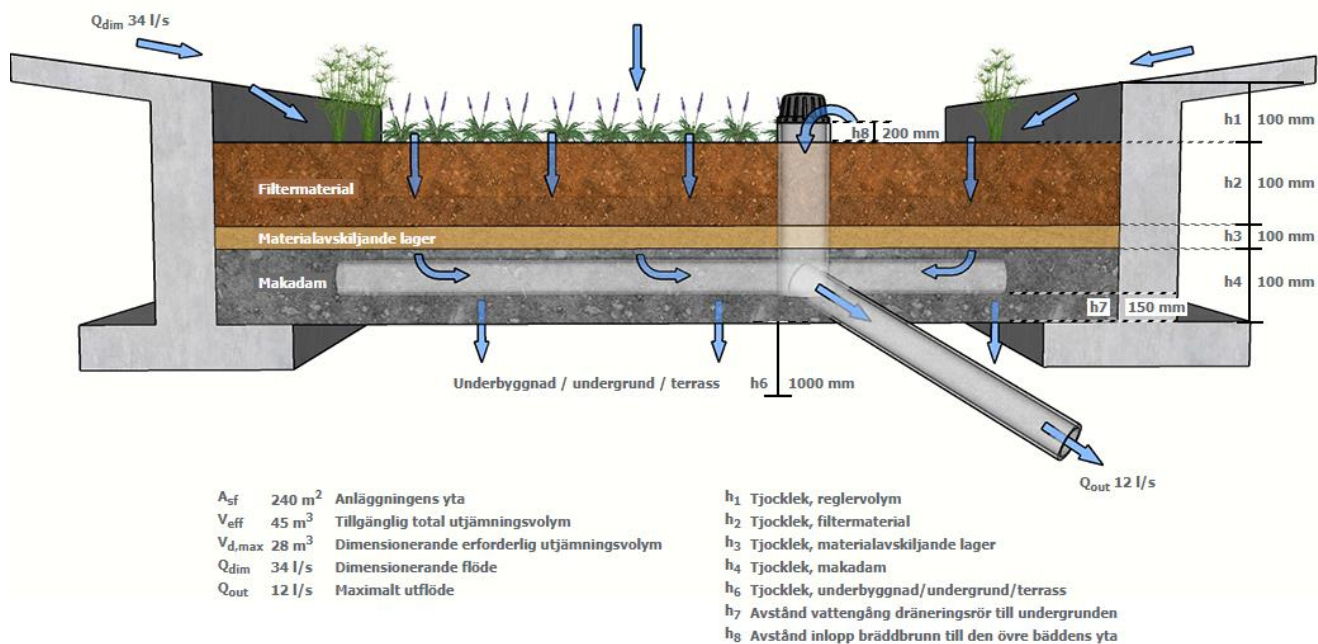
Anläggningstyp	Area (m ²)	Magasinvolym (m ³)	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)
Regnbädd 400 mm	250	45	19

De flöden som den lokala fördröjningen medför kan jämföras i Tabell 10-2 med den befintliga samt planerade markanvändningen utan åtgärder.

Tabell 10-2. Jämförelse av flöden (l/s) för de tre olika scenariona för båda kvarteren. Flöden är avrundade

Dimensionering enligt	SVOAs ledningar	P110	Skyfall
Flöden (l/s)	10-års flöde exklusive klimatfaktor	20-årsflöde inklusive klimatfaktor	100-årsflöde inklusive klimatfaktor
Befintlig situation	12	19	32
Planerad situation	29	45	77
Planerad situation inklusive LOD	13	33	68

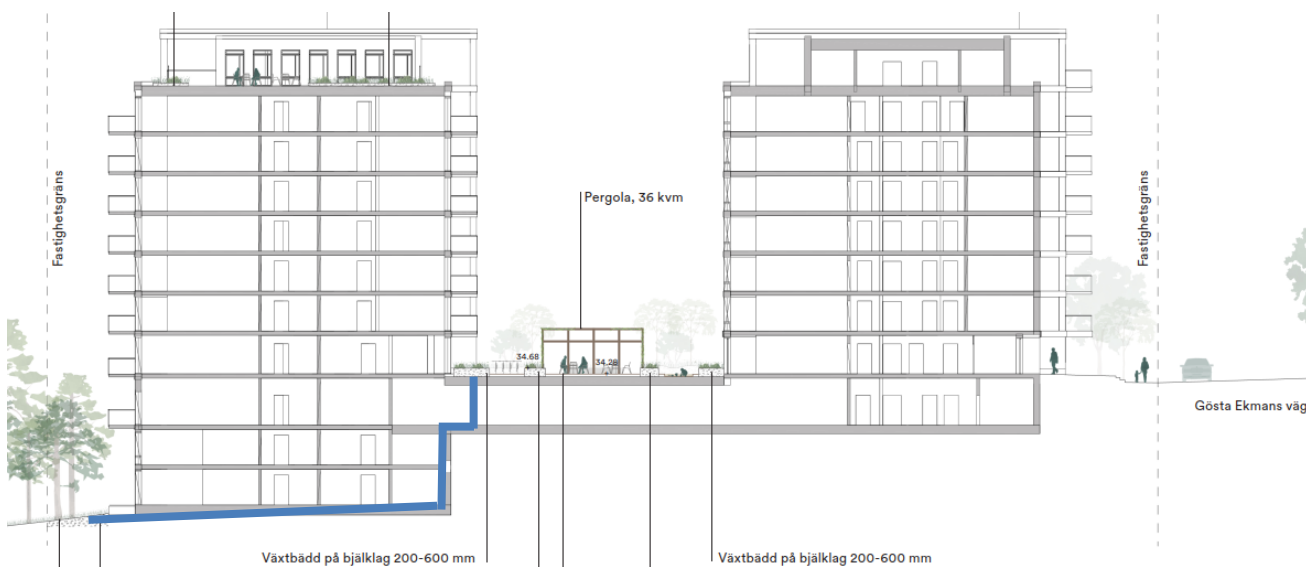
Dimensioner av regnbäddar är beräknade enligt Figur 10-2.



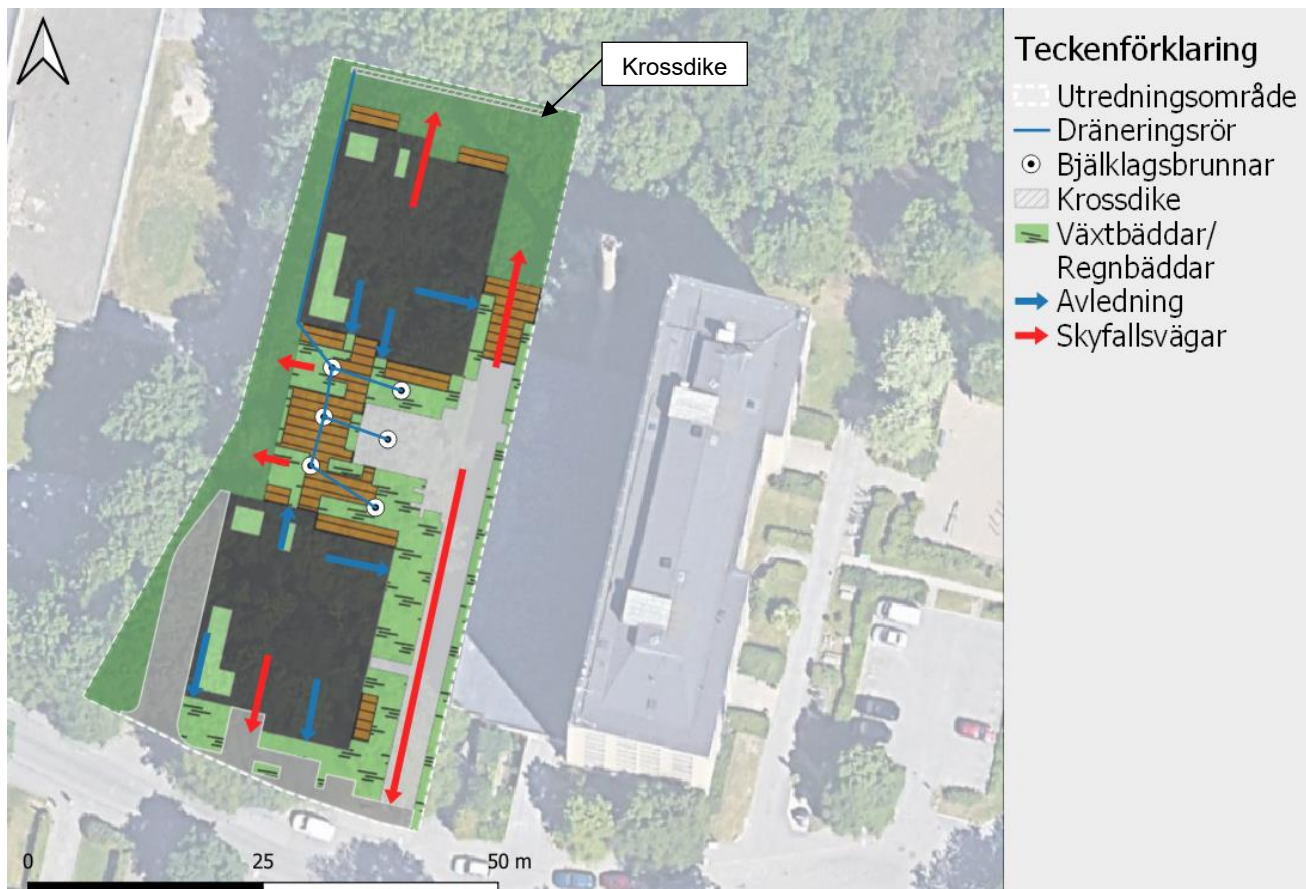
Figur 10-2. Dimensionering av regnbäddar.

En illustrationsbild visas i Figur 10-4 på växtbäddarna (som i dagvattensyfte agerar som regnbäddar) och dess ytanspråk, samt hur bjälklagsbrunnar kan avleda dagvatten från gårdsytan och tak mot regnbäddarna.

Via infiltration i krossdicket kan delar av dagvattnet sedan efter LOD släppas ut i sin naturliga riktning genom naturmark innan det når dagvattenbrunnar nedströms vid Hägerstenvägen då slutningen gör det problematiskt att få upp dagvatten från norra byggnaden upp till Gösta Ekmans väg (se Figur 10-3). Dagvatten från södra byggnaden kan avledas mot dagvattennät vid Gösta Ekmans väg.



Figur 10-3. Sektionsillustration på exploateringen sett i sydöstlig riktning. Förslag på hur dräneringsrör från bjälklagsbrunnar efter LOD kan ledas ut mot naturmark i norr visas som blåa streck.



Figur 10-4. Illustration av förslag på LOD. Blå pilar visar önskvärd avledning från hårdgjorda ytor till regnbäddar och röda pilar visar skyfallsvägar.

10.1 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR MED LOD

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror. De osäkerheterna som är redovisade i StormTac i schablonhalter för respektive markanvändningstyp samt reningsgrad redovisas i Bilaga 2. Beräkning av LOD-åtgärder innefattar växtbäddarna.

Föroreningshalterna från utredningsområdet är redovisade i Tabell 10-3 och den årliga belastningen från området i Tabell 10-4. Den totala reduktionen av de studerade ämnen i jämförelse med dagens situation presenteras även i tabellen.

Med föreslagna dagvattenåtgärder överskrider inga föroreningshalter nuvarande situation. Enligt beräkning av föroreningsbelastning ökar totalmängden av fosfor och kväve.

Sammantaget bedöms den planerade exploateringen av utredningsområdet inte äventyra att recipienten uppnår dess miljö kvalitetsnormer om den föreslagna dagvattenlösningen inom fastigheten implementeras. För befintliga situationen bidrar området enligt ett dimensionerande regn för SVOAs ledningar med ca 12 l/s till ledningsnätet som skulle öka till 13 l/s för exploateringen inklusive LOD. För ett ledningsnät utan kapacitetsbrist bedöms exploateringen ej påverka belastningen på reningsverket vid recipienten märkbart.

Tabell 10-3. Föreningshalter för befintligt markanvändning och planerad inkl LOD. Röd= halten överstiger den befintliga, grön= halten understiger eller är lika med den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning inkl LOD	Förändring
Fosfor	µg/l	30	22	-27%
Kväve	µg/l	500	470	-6%
Bly	µg/l	4,8	0,21	-96%
Koppar	µg/l	8,2	1,4	-83%
Zink	µg/l	22	2,6	-88%
Kadmium	µg/l	0,17	0,05	-71%
Krom	µg/l	3,9	1,5	-62%
Nickel	µg/l	4,7	0,55	-88%
Kvicksilver	µg/l	0,01	0,003	-70%
Suspenderad substans	µg/l	31000	3100	-90%
Olja	µg/l	140	25	-82%
PBDE 47	µg/l	0,00017	0,000055	-68%

Tabell 10-4. Årlig belastning för befintlig och planerad markanvändning inkl LOD. Röd= mängden överstiger den befintliga, grön= mängden understiger eller är lika med den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning inkl LOD	Förändring
Fosfor	kg/år	0,011	0,018	+64%
Kväve	kg/år	0,18	0,38	+111%
Bly	kg/år	0,0017	0,00017	-90%
Koppar	kg/år	0,003	0,0011	-63%
Zink	kg/år	0,0078	0,0021	-73%
Kadmium	kg/år	0,00006	0,00004	-33%
Krom	kg/år	0,0014	0,0012	-14%
Nickel	kg/år	0,0017	0,0005	-71%
Kvicksilver	kg/år	0,0000035	0,0000025	-29%
Suspenderad substans	kg/år	11	2,5	-77%
Olja	kg/år	0,05	0,02	-60%
PBDE 47	kg/år	0,00000006	0,000000045	-25%

10.2 OSÄKERHETER OCH DISKUSSION

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom utredningsområdet är utformade enligt Stockholm stads åtgärdskrav för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att recipienten på sikt ska uppnå god status. Eftersom utredningsområdet idag utgörs av uteslutande naturmark är den befintliga föroreningsbelastningen från området väldigt låg. Att uppnå den befintliga föroreningsbelastningen, och till och med understiga den, skulle innebära en förbättring från en redan låg påverkan.

För att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas i recipienten bedöms att föroreningsbelastningen från dagvattnet totalt sett behöver minska. Eftersom en enskild fastighet eller ett enskilt utredningsområde ensamt inte kan säkerställa att miljö kvalitetsnormerna i recipienten uppfylls är det viktigt att åtgärdsnivån uppfylls vid samtliga ny- och ombyggnationer.

Genom att ta ett helhetsgrepp för samtliga av kommunens recipienter och ställa samma krav vid all ny- och ombyggnation skapas en jämlik ansvarsfördelning över reningen av dagvattnet där alla bidrar likvärdigt till att miljö kvalitetsnormerna i kommunens recipienter uppnås oavsett hur den befintliga situationen ser ut. Beroende på vad den befintliga markanvändningen inom ett område som ska omvandlas är kommer olika stora förändringar för recipienten ske. Vid omvandling av ett område som till stor del består av grönytor kommer en mindre förbättring ske jämfört med ett område som redan har hårdgjorda ytor. Det viktiga för recipienten är att fördröjning och rening införs i hela tillrinningsområdet för att säkerställa att miljö kvalitetsnormerna kan uppfyllas.

Vid framtagning av renings- och fördröjningsåtgärder för kvartersområdet har fokus legat på anläggningar som kan avskilja både partikulärt bundna och lösta föroreningar, i detta fall genom regnbäddar.

Den samlade bedömningen av effekten på recipienten som görs, om föreslagna dagvattenåtgärder tillämpas, motsvarar en generellt förbättrad föroreningsituation jämfört med dagsläget eftersom alla föroreningshalter minskar samt att dagvattnet även passerar SYVAB:s reningsverk. Detta medför att exploateringen av kvarteret förbättrar recipientens möjligheter att uppnå fastställda MKN.

Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och bör inte tolkas som exakta siffror, samt att ämnen kan renas ytterligare på vägen mellan utredningsområdet och recipienten.

11 BYGGSKEDET

Under anläggningsskedet finns risk för grumling av dagvatten och utsläpp av främst oljeprodukter från entreprenadmaskiner. Vid sprängningsarbeten inom området tillkommer kväve från s.k. "bomsalvor" och spill av sprängmedel som transporteras bort med dagvattnet. Slam från schaktarbeten kan även påverka ledningssystemet nedströms området. Exempel på åtgärder som kan vidtas är slam- och oljeavskiljning i containersystem av dag- och dränvatten från arbetsområden. Om det anses vara befogat kan vatten efter viss rening (slam/oljeavskiljning) ledas till spillvattennätet eftersom utsläpp av kväve från sprängningsarbeten inte kan renas i reningsanläggningar på platsen. Detta måste ske i reningsverk vilket det kommer att göra för det aktuella planområdet. Genom att redan i inledningsskedet vidta åtgärder för att förhindra utsläpp kan effekterna av byggverksamheten dämpas eller helt utebli.

12 SLUTSATS

Syftet med denna utredning var att studera lösningar för en hållbar dagvattenhantering inom utredningsområdet för projektet Spöksonaten som planeras exploateras med förtätning av bostäder. Dagvattenlösningen går ut på att fördröja och rena dagvatten i öppna gröna dagvattenlösningar i form av regnbäddar. Enligt föroreningsberäkningar kommer exploatering med implementering av de föreslagna dagvattenlösningarna leda

till en reduktion av årlig belastning för majoriteten av studerade ämnen i jämförelse med dagens situation.

Vid skyfall bör dagvattnet från de föreslagna anläggningarna brädda ut till Gösta Ekmans väg samt naturmarken nedströms kvarteret. Innan avledning mot naturmarken fördröjs den ökning i skyfallsvolym som uppkommer till följd av ökad hårdgöring.

13 REFERENSER

Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. 2013. Rapport 2013:19.

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

Larm T. 2000. Watershed-based design of stormwater treatment facilities: model development and applications. Doktorsavhandling, KTH, Stockholm.

SMHI. 2017. Skyfall och rotblöta

Stockholm stad. 2016. Dagvattenpolicy

Stockholms Vatten och Avfall. 2017. Genomsläpplig beläggning

Stockholms Vatten och Avfall. 2017. Växtbäddar.

Stockholm Vatten och Avfall. 2022. E-mail 2022-09-14. <api.svoa-arende@svoa.se>. Ärendenummer: 2022PE146.

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

Svenskt Vatten. 2016. Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, publikation 110.

Svenskt vatten. 2011. Hållbar dag- och dränvattenhantering. Publikation P105 augusti 2011.

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

Uppsala Vatten och Avfall. 2014. Genomsläpplig beläggning.

Waernulf S. 2005. Trädgårdar på tak- och gårdsbjälklag. Examensarbete, SLU.

Internet

SGU, Sveriges Geologiska Undersökning

<https://www.sgu.se/>

Storm Tac version 22.2.3

<http://www.stormtac.com/>

VISS, Vatteninformationssystem Sverige

<http://www.viss.lansstyrelsen.se/>