

Dagvattenutredning

Del av fastigheterna Farsta 2:1, Mätånalen 2,
Mätkedjan 1 m fl, Fagersjö i Stockholm

2021-10-13

Reviderad 2022-03-14

Structor

Beställare: White Arkitekter AB

Konsultbolag: Structor Uppsala AB

Uppdragsnamn: Del av fastigheterna Farsta 2:1, Mätstålen 2, Mätkedjan 1 m fl, Fagersjö i Stockholm

Uppdragsnummer: 2162

Datum: 2021-10-13

Senast reviderad: 2022-03-14

Uppdragsledare: Erika Hagström

Handläggare: Erika Hagström

Granskare: Anna Thorsell

Status: Slutgiltig handling

Versionshistorik:

Datum	Typ av förändring	Utförd av	Förändring på sida/sidor
2022-02-15	Omtag gällande utformning delområde B1	EHM	s. 11, 16-18, 22, 24, 30
2022-03-14	Uppdaterade avvattningsplaner	EHM	s. 23+24

SAMMANFATTNING

Fagersjö, en mindre stadsdel i Stockholm nära Farsta, har pekats ut som ett område med stor utvecklingspotential. Som en första etapp i ett större utvecklingsprojekt planerar AB Familjebostäder att exploatera två mindre områden inom ett befintligt bostadsområde, kallat delområde A och B. Delområde B är i sin tur uppdelad i B1, B2 och B3. Delområde A avser exploatering av naturmark mellan befintliga bostadskvarter medan delområde B planeras ersätta främst parkeringsplatser och mindre gårdsytor. En befintlig byggnad inom delområde B avses rivas.

Recipienten för områdets avrinning är Magelungen, vars främsta miljöproblem är övergödning. Enligt Stockholm stads åtgärdsnivå ska 20 mm nederbörd renas och fördröjas inom fastigheten innan utsläpp får ske till kommunal ledning vilket resulterar i en total volym på 139 m³ som behöver tas omhand inom planområdet.

För att uppnå erforderlig fördröjnings- och reningsvolym är lämpliga dagvattenåtgärder i området regnbäddar och skelettjordar som anläggs inom respektive kvarter. Eventuellt kan dagvattensystemet kompletteras med underjordiska makadammagasin om inte tillräcklig yta finns att anlägga regnbäddar eller skelettjordar. Viktigt att tänka på i vidare planering av respektive gårdar är hur dagvattnet kan ledas till planerade dagvattenlösningar, samt att lösningar måste kunna anläggas på förgårdsmark där taken lutar utåt.

Om dagvattenhanteringen kan ske i dessa typer av lösningar beräknas samtliga av de beräknade föroreningarna minska eller ligga på ungefär samma utsläppsnivå jämfört med beräknade utsläpp vid befintlig situation. Reningseffekten som uppnås beräknas till mellan 50–80%. Exploateringen beräknas därmed inte medföra försämrade möjligheter för recipienten att uppnå uppsatta miljö kvalitetsnormer.

Gällande skyfall behöver en sekundär avrinningsväg säkerställas längst den befintliga gångvägen norr om delområde A för att inte öka risken för översvämning i de befintliga husen norr om området. Exploatering av naturmark medför en ökad avrinning vilket gör att mer dagvatten rinner mot dessa hus vid kraftiga regn om inga åtgärder görs. En sekundär avrinningsväg behöver också säkerställas väster om byggnaden i delområde B2 för att avvattna den befintliga lågpunkten i vändplanen mellan område B1 och B2. Det är viktigt att ytligt avrinnande dagvatten fortsätter rinna söderut så att det inte bräddar in i garage i hus B1 och källare i hus B2. Detta behöver säkerställas genom höjdsättningen av markytan. Det finns även risker att det blir mindre vatten stående i den befintliga gångtunneln vid område B3 (storleksordningen 20 cm), det kan behöva tas i beaktning vid planering och utformning av kvarteret.

INNEHÅLL

1. Inledning	5
2. Förutsättningar	6
2.1. Områdesbeskrivning.....	6
2.1.1. Befintlig dagvattenhantering	8
2.1.2. Befintliga va-ledningar	8
2.1.3. Planerad exploatering.....	10
2.2. Recipient	11
2.2.1. Recipienter och miljö kvalitetsnormer	11
2.3. Geologi och hydrogeologi.....	12
2.3.1. Jordarter och jorddjup	12
2.3.2. Grundvatten	13
2.3.3. Föroreningar i mark och grundvatten.....	13
3. Krav på dagvattenhantering	14
3.1. Åtgärdsnivåer vid ny- och större ombyggnationer	14
3.2. Dimensioneringskrav	14
3.3. Rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall	14
4. Dagvattenberäkningar	15
4.1. Markanvändning	15
4.2. Dagvattenflöden	17
4.3. Erforderlig fördröjningsvolym.....	18
5. Förslag till dagvattenhantering	18
5.1. Regnbäddar	18
5.2. Skelettjordar	19
5.3. Skålade grönytor.....	20
5.4. Gröna tak.....	21
5.5. Underjordiskt magasin.....	21
5.6. Dimensioneringsförutsättningar	21
5.7. Drift och skötsel.....	22
6. Föroreningar i dagvatten.....	25
7. Skyfall och översvämningrisker	26
7.1. Delområde A.....	26
7.2. Delområde B.....	29
7.2.1. Lågpunkt slutet av Ejdevägen mellan delområde B1 och B2.....	29
7.2.2. Lågpunkt i gångtunneln intill delområde B3	32
8. Slutsats	35
9. Inför nästa skede	36

1. INLEDNING

Fagersjö, söder om Stockholm, har pekats ut i översiktsplanen som ett område med stor utvecklingspotential. Som en första etapp i denna större utveckling planerar AB Familjebostäder att exploatera två mindre delområden i ett befintligt bostadsområde vilka båda ingår i en kommande detaljplan, *Del av Farsta 2:1 invid Vinkelspegeln 4*. Den planerade bebyggelsen möjliggör ca 200 nya lägenheter och projektet ska bland annat bidra till att öka möjligheterna för handel, service och kollektivtrafik i området. Som underlag inför kommande detaljplan har Structor Uppsala AB fått i uppdrag att upprätta en dagvattenutredning som redovisar hur dagvattenhanteringen kan utformas för att uppfylla aktuella krav och riktlinjer. Läget för detaljplanen i förhållande till Stockholm visas i Figur 1-1 nedan.

Det totala området som ingår i utredningen benämns vidare som *utredningsområdet*. Utredningsområdet består vidare av två delområden, delområde A och delområde B. Delområde B är i sin tur uppdelad i B1, B2 och B3. Uppdelningen av delområden visas i Figur 1-2.



Figur 1-1. Orienteringsfigur i förhållande till Stockholm. Fagersjö har ringats in med rött. Bild hämtad från Eniro 2021-04-07.



Figur 1-2. Delområde A samt B1, B2 och B3 markerat med svarta polygoner. Bild hämtad från Eniro 2021-04-07.

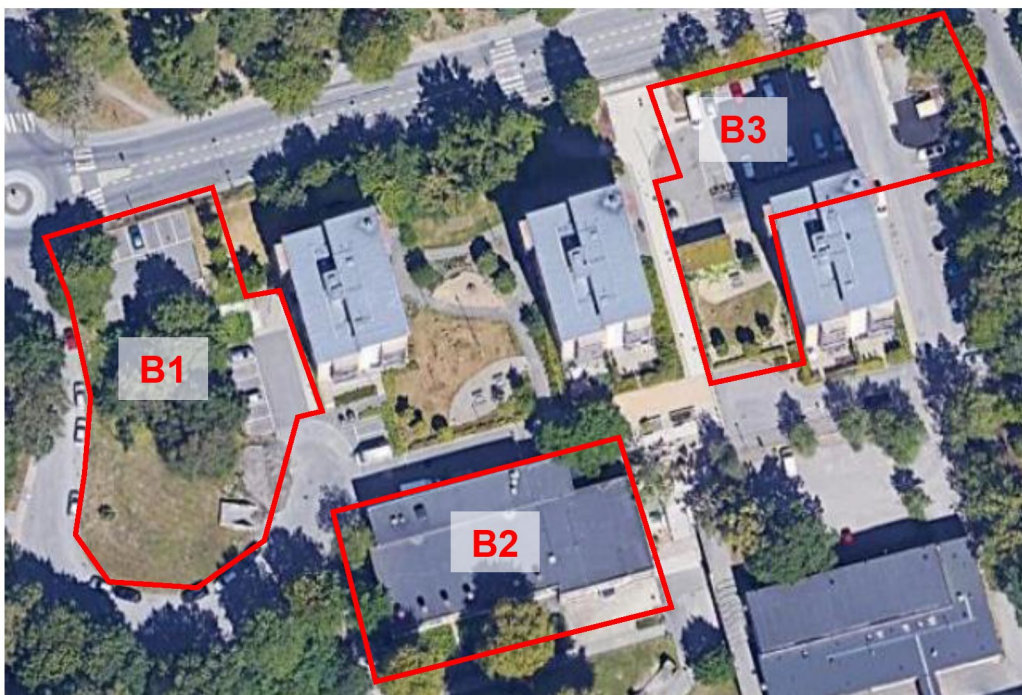
2. FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1. OMRÅDESBESKRIVNING

Det aktuella utredningsområdet är beläget i Fagersjö, ett naturnära område i Farsta stadsdel ca två kilometer från Farsta centrum. Omgivningen har höga natur- och rekreativvärden. Området kring den nya exploateringen består av befintlig bebyggelse med flerbostadshus från 1960-talet. Delområde A utgörs av naturmark mellan befintliga flerbostadshus, det finns gott om vegetation och marken lutar norrut (Figur 2-1). Delområde B utgörs i dagsläget av parkeringsplatser och gårdsytor till befintliga bostadshus (Figur 2-2). En stor del av delområde B1 består av en obebyggd slänt med gräsytor och träd. Inom delområde B2 finns ett befintligt hus som avses rivas. Det totala utredningsområdet är ca 1,2 ha stort, varav 0,7 ha i område A och totalt 0,5 ha i område B. Delområdena och dess lägen i förhållande till varandra redovisas i Figur 2-1 och Figur 2-2.



Figur 2-1. Delområde A i befintlig situation.



Figur 2-2. Delområde B1, B2 och B3 i befintlig situation.

2.1.1. BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

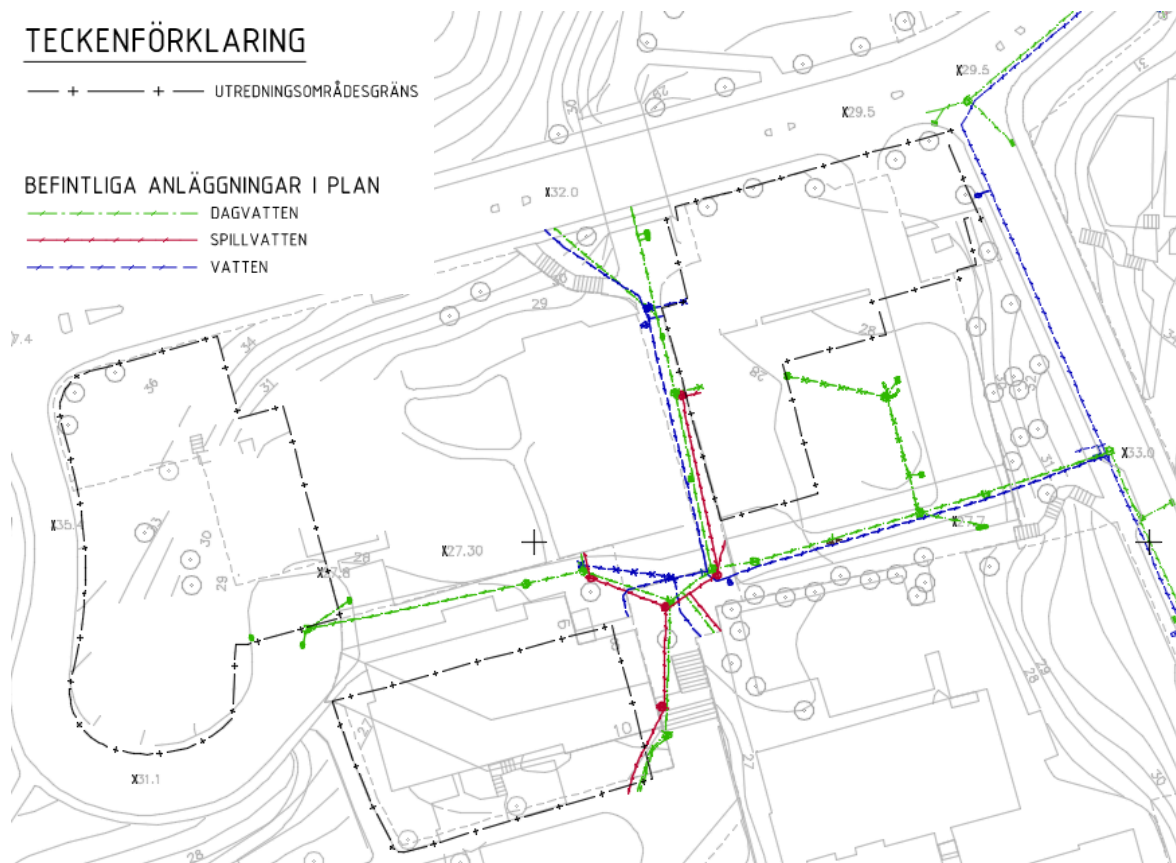
I dagsläget sker befintlig dagvattenhantering genom naturlig infiltration i naturmarken i delområde A, vid kraftigare regn rinner eventuellt överskottsvatten norrut då området är relativt kuperat. Dagvatten från parkeringsytor och andra hårdgjorda ytor i delområde B tas delvis upp i brunnar och ansluts direkt mot ledningsnät utan föregående rening eller fördröjning. I de delar som utgörs av naturmark tas mycket nederbörd upp av växter och infiltrerar i marken.

2.1.2. BEFINTLIGA VA-LEDNINGAR

Befintliga VA-ledningar i anslutning till delområde A och B redovisas i Figur 2-3 och 2-4.



Figur 2-3. Befintliga ledningar i område A.



Figur 2-4. Befintliga VA-ledningar i område B.

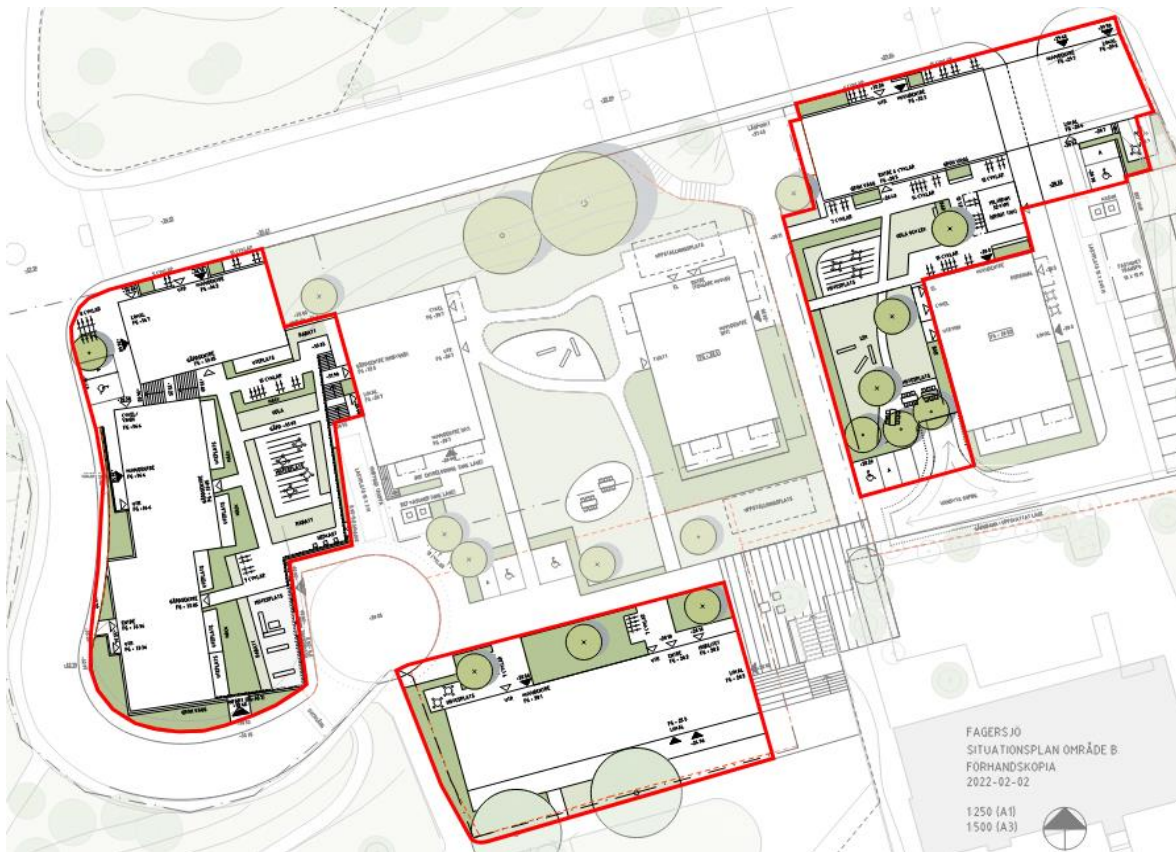
2.1.3. PLANERAD EXPLOATERING

Illustrationsplan med planerad exploatering redovisas i Figur 2-5 och 2-6.

Planerad exploatering avser en förtätning av bebyggelsen med ett antal flerbostadshus i alla delområden. Bebyggelsen kommer kompletteras med gårdar med bibehållen grönska där det är möjligt. Vidare syftar bebyggelsen till att bidra med ökad trygghet runt utpekade platser i Fagersjö genom entréer och lägenheter mot dessa för att skapa en levande front.



Figur 2-5. Illustrationsplan för område A, erhållen av White arkitekter 2021-08-25.



Figur 2-6. Illustrationsplan för område B, erhållen av White arkitekter 2022-02-02.

2.2. RECIPIENT

2.2.1. RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Avrinningen från Fagersjö går via ledningsnät till recipienten Magelungen. Magelungen ingår i Tyresåns avrinningsområde och får sitt huvudsakliga tillflöde från ett antal ovanliggande vattendrag, Orlången, Trehörningen och Ågestasjön. Den västra delen av Magelungen, Fagersjöviken, är mycket grund med ett vattendjup på omkring 2 meter. Sjön har ett mycket stort friluft- och naturvärde.

Magelungen har klassats med **otillfredsställande** ekologisk status och **uppnår ej god** kemisk status.

Tabell 2-1. Statusklassning och miljö kvalitetsnorm för recipienten Fyrisån, sträcka Fyrisån-Vattholma.

Ekologisk statusklassning	Dålig	Otillfredsställande	Måttlig	God	Hög
Status		X			
Kvalitetskrav				X	
Kemisk statusklassning	Uppnår ej god			God	
Status		X			
Status utan överallt överskridande ämnen		-		-	
Kvalitetskrav				X	

Ekologisk status – Den utslagsgivande faktorn avseende den ekologiska statusen är övergödning, men sjön har även problem med morfologi även om denna klassning har ökad tillförlitlighet. Kvalitetskravet avseende ekologisk status är satt till god status till år 2027, men förslag finns på att förlänga tidsfristen ända till 2033. Anledningen är att problemen avseende övergödning anses för stora och att juridiska begränsningar gör att god status inte kan nås till 2027. Urban markanvändning, jordbruk, enskilda avlopp och historiska föroreningar pekas ut som betydande punktkällor gällande övergödningen.

Kemisk status - Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status på grund av kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE). Bedömningen är nationellt antagen och har tillförlitlighet medel. Bedömningen av Hg grundas på att halten i fisk anses överskrida gränsvärdet för biota. Bedömningen av PBDE grundas på att gränsvärde i fisk överskrider nationellt i samtliga ytvatten. Undantag har dock getts för båda dessa ämnen då problemen härstammar från långväga luftburna föroreningar och bedöms ha en sådan omfattning att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det.

2.2.2. LOKALT ÅTGÄRDSPROGRAM

Det finns ett lokalt åtgärdsprogram framtaget för Magelungen och Forsån som fastställdes juni 2020. Syftet med åtgärdsprogrammet är att belysa de huvudsakliga utmaningarna och ge förslag på åtgärder för att vattenförekomsterna ska nå de uppsatta miljö kvalitetsnormerna. De mest prioriterade åtgärderna för de båda vattenförekomsterna är att åtgärda bottenarnas läckage av fosfor och tillförseln av näringsämnen och miljögifter via dagvattnet inom avrinningsområdet. Magelungens avrinningsområde är mer än 19 km² stort där 68% ligger i Stockholm stad och 32% i Huddinge kommun. Förbättringsbehovet gällande fosfor är mycket stort och belastningen från landbaserade källor behöver minska med 135 kg fosfor/år vilket motsvarar 25% för Magelungen. Utöver den externa belastningen behöver internbelastningen minska med 500 kg/år vilket motsvarar 100% för Magelungen.

Det finns ett antal övergripande åtgärder föreslagna inom ramen för åtgärdsprogrammet, exempelvis fosforfällning, tillsynsåtgärder inom miljöfarliga verksamheter och industrier, enskilda avlopp, båtklubbar och skötsel av befintliga dagvattenanläggningar. Det finns utöver de övergripande åtgärderna förslag på ett antal platsspecifika åtgärder i form av ett antal nya dagvattendammar dit befintliga dagvattenledningar kan ledas. Inga av de föreslagna dammarna påverkar utredningsområdet eller föreslagna åtgärder inom utredningsområdet.

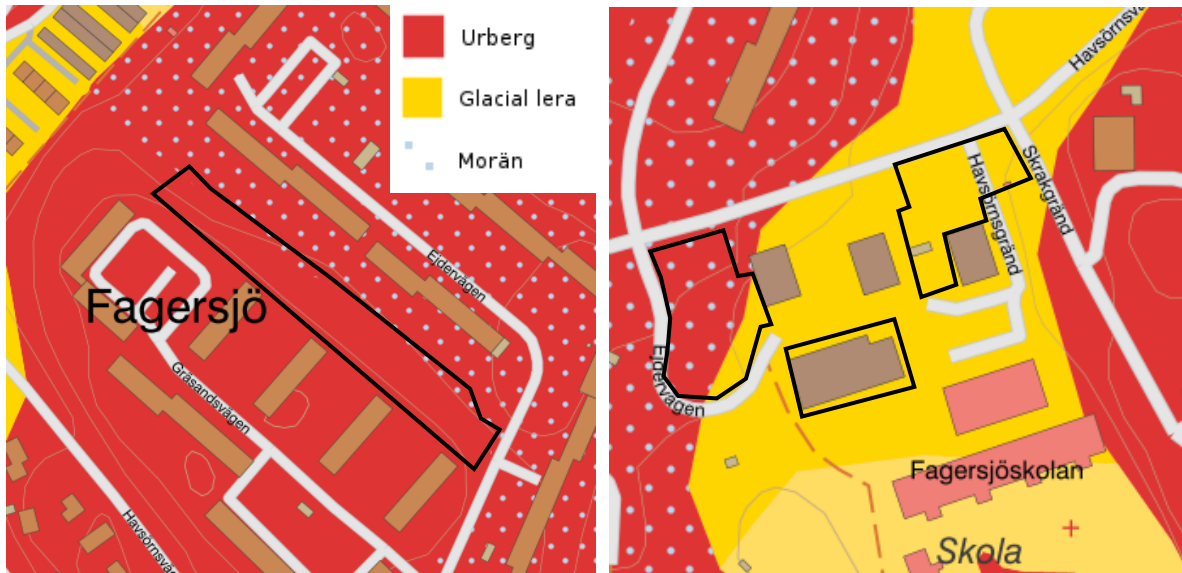
2.3. GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI

2.3.1. JORDARTER OCH JORDDJUP

Marken inom utredningsområdet består främst av berg och lera som båda är marktyper/jordarter med generellt låg infiltrationskapacitet. Delområde A som är relativt kuperat, består av berg med ovanliggande morän i de norra delarna som är de lägre

liggande partierna. Beroende på moränlagrets mäktighet kan infiltration av dagvatten vara möjlig i dessa delar.

I delområde B består marken främst av glacial lera förutom i den västra delen som utgörs av berg med ovanliggande morän. Figur med jordarter och områdesgränser redovisas i Figur 2-7.



Figur 2-7. Jordartskarta över utredningsområdet. Delområde A och B redovisas med svarta polygoner. Källa: SGU, 2021.

2.3.2. GRUNDVATTEN

Inga uppgifter finns om grundvattennivåer inom utredningsområdet. Det är viktigt att ta reda på den normala grundvattennivån och dess variation över året, bland annat för att veta vilken nivå dräneringar runt byggnader ska läggas på. Det är också viktigt ur avseendet att botten på planerade dagvattenanläggningar inte får ligga lägre än grundvattenytan då det skulle resultera i att dagvattenanläggningen fylls upp med grundvatten i stället för att ha kapacitet att ta hand om dagvattnet. Om så är fallet måste dagvattenanläggningarna utformas täta.

2.3.3. FÖRORENINGAR I MARK OCH GRUNDVATTEN

Utredning gällande markföroreningar har gjorts inom område B. Resultatet av analyserna visar att det förekommer zink i halter överstigande riktvärdet för MKM i en provtagningspunkt. Halter av krom, kvicksilver, bly och PAH förekommer i nivåer över det generella riktvärdet för KM i två mätpunkter. Infiltration av dagvatten bör inte ske på platser där det förekommer föroreningar i markprofilen eftersom det kan göra att föroreningarna sprider sig ner till grundvattnet. Massor som innehåller föroreningar bör heller inte användas som fyllning i dagvattenanläggningar. I punkter där inga föroreningar påträffats kan infiltration av dagvatten ske utan risk.

3. KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING

3.1. ÅTGÄRDSNIVÅER VID NY- OCH STÖRRE OMBYGGNINGER

Stockholms stad har tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall AB tagit fram en åtgärdsnivå för dagvattenhantering vid ny- och ombyggnationer för att nå miljökvalitetsnormerna för stadens vatten¹. Åtgärdsnivån innebär att dagvatten från hårdgjorda ytor ska ledas till dagvattenanläggningar som ska kunna fördröja och rena motsvarande 20 mm. Åtgärdsnivån innebär att över 90% av dagens årsmedelnederbörd fördröjs och renas.

3.2. DIMENSIONERINGSKRAV

Dimensioneringsberäkningar för aktuellt utredningsområde utgår från en återkomsttid på 5 år, vilket motsvarar minimikrav för tät bostadsbebyggelse i Svenskt Vatten P110. Vidare ska trycklinje i marknivå klara ett 20-årsregn, detta kontrolleras dock vanligtvis i projekteringskedet. I enlighet med Svenskt Vattens publikation P110 bör även en klimatfaktor på 1,25 inkluderas för flödesberäkningar i situationen efter exploatering, för att ta hänsyn till ökad nederbörd till följd av klimatförändringar.

3.3. REKOMMENDATIONER FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGAR TILL FÖLJD AV SKYFALL

Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram rekommendationer för hantering av skyfall² som beskriver att risken för översvämningar till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner. Där framgår att Länsstyrelsen rekommenderar bland annat att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn. Risken från ett 100-årsregn med tanke på framkomligheten till och från detaljplaneområdet ska också bedömas och vid behov säkerställas

¹ Åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnation, Stockholm stad 2016

² Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall, Länsstyrelsen Stockholm 2018.

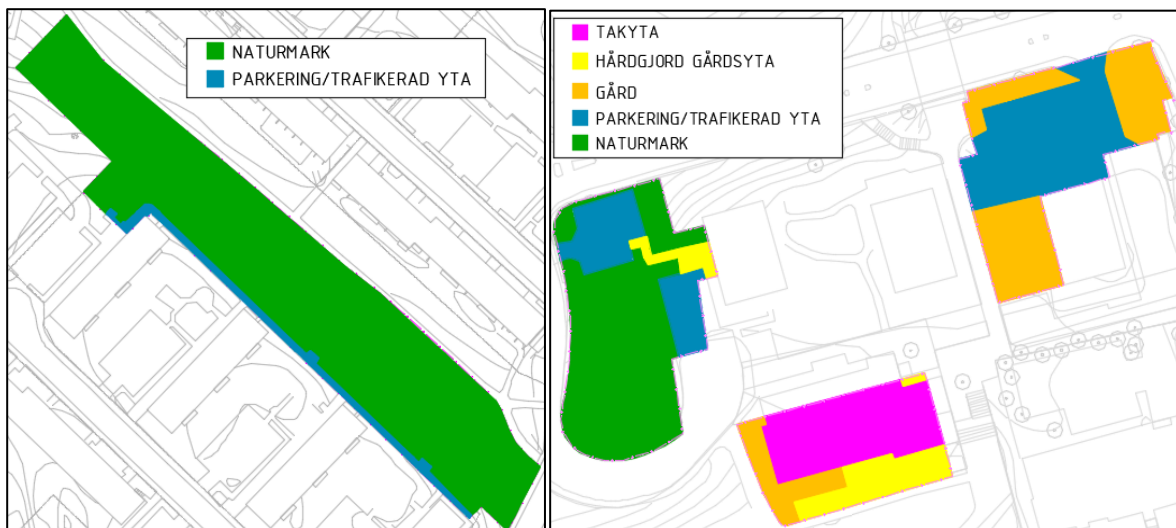
4. DAGVATTENBERÄKNINGAR

Beräkningar har utförts uppdelat för de olika delområdena. Områdesgränserna har valts utifrån förändrad markanvändning och har tagits fram i samråd med staden. Gränserna för de olika delområdena är inte synonyma med fastighetsgränserna utan endast en avgränsning för flödes- och volymsberäkningar. Åtgärder kan därför anläggas utanför gränserna för delområdena vid behov men inom Familjebostäders fastighet.

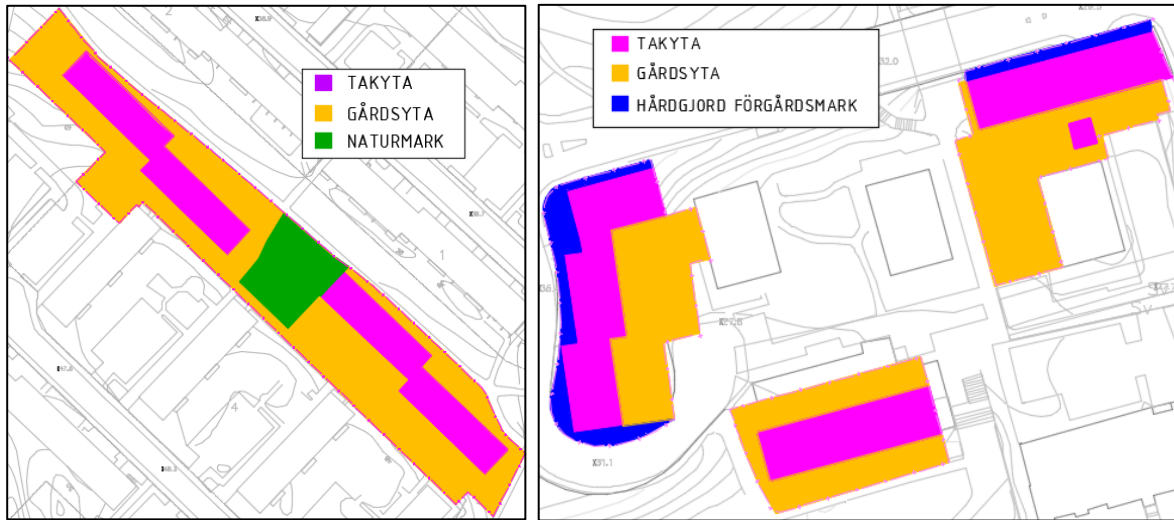
4.1. MARKANVÄNDNING

Vid befintlig situation har markanvändningen gjorts enligt grundkarta samt flygfoton från Google maps. Vid planerad framtida exploatering har ytkartering gjorts efter illustrationsplan daterad 2022-02-02. I Figur 4-1 och 4-2 redovisas ytkarteringen för befintlig respektive planerad situation. Avrinningskoefficienterna är hämtade från Svenskt Vatten P110 i så stor utsträckning som möjligt och är satta till:

- Naturmark: 0,1
- Trafikerad yta (avser parkering och infarter till parkeringar): 0,8
- Hårdgjord gårdsyta (avser asfalterade gångvägar): 0,8
- Hårdgjord förgårdsmark (avser asfalterade ytor mot gator): 0,8
- Gårdsyta (avser en sammanslagning av ytor på innergårdar dvs grönytor, ytor med plattor och annan genomsläpplig beläggning samt mindre asfalterade gångvägar): 0,45
- Takytor: 0,9



Figur 4-1. Markanvändning befintlig situation, delområde A till vänster och delområde B till höger, baserad på baskarta och satellitbild.



Figur 4-2. Markanvändning planerad situation, baserad på underlag från White 2022-02-02..

En sammanställning av de olika markanvändningarna samt dess area och avrinningskoefficient i både befintlig och planerad situation redovisas i Tabell 4-1 och 4-2. Avrundningar kan göra att summeringarna inte ser ut att stämma exakt.

Tabell 4-1. Markanvändning med tillhörande areor och avrinningskoefficienter i befintlig situation.

Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Area befintlig situation [m ²]			
		Delområde A	Delområde B1	Delområde B2	Delområde B3
Takyta	0,9	-	-	700	-
Trafikerad yta	0,8	340	430	-	910
Hårdgjord gårdsyta	0,8	-	80	-	-
Innergård	0,45	-	-	690	780
Naturmark	0,1	6 630	1 390	-	-
Total area [m ²]		6 970	1 900	1 200	1 690
Sammanvägd avrinningskoefficient ⁽¹⁾		0,13	0,31	0,80	0,69
Total reducerad area [m ²]		940	590	960	1 170

(1) Sammanvägd avrinningskoefficient=total reducerad area/total area

Tabell 4-2. Markanvändning med tillhörande areor och avrinningskoefficienter i planerad situation.

Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Area planerad situation [m ²]			
		Delområde A	Delområde B1	Delområde B2	Delområde B3
Takyta	0,9	2 010	790	510	590
Hårdgjord förgårdsmark	0,8	-	320	-	110
Innergård	0,45	4 220	790	470	990
Naturmark	0,1	740	-	-	-
Total area [m ²]		6 970	1 900	1 200	1 690
Sammanvägd avrinningskoefficient ⁽¹⁾		0,54	0,70	0,86	0,63
Total reducerad area [m ²]		3 780	1 320	850	1 070

(1) Sammanvägd avrinningskoefficient=total reducerad area/total area

4.2. DAGVATTENFLÖDEN

Enligt Svensk Vatten P110 Tabell 2.1 är dimensionerande regn för tät bostadsbebyggelse 5 år för fylld ledning vilket detta område bedöms klassas som. Flödesberäkningar för befintlig och planerad situation har gjorts både utan klimatfaktor och med klimatfaktor 1,25 enligt rekommendationer från Svenskt Vatten. Rinntiden inom respektive delområde beräknas till 10 minuter för både befintlig och planerad situation, vilket gör att varaktigheten 10 minuter blir dimensionerande för flödesberäkningarna.

För beräkning av flödet efter exploatering tas uppfyllnadstiden av dagvattenanläggningarna i beaktning vilket innebär att den totala rinntiden till utloppspunkt förlängs. Enligt figur 1.24 i Svenskt Vattens publikation P110 faller 20 mm nederbörd vid en varaktighet på 50 min för ett 5-årsregn. Det innebär att den nya dimensionerande varaktigheten efter exploatering efter fördröjning blir 50 min + 10 min = 60 min.

Beräkning av dagvattenflöden i befintlig och planerad situation har genomförts med rationella metoden enligt Ekvation 1 och redovisas i Tabell 4-3.

$$Q_{dim} = A \cdot \phi \cdot i \cdot Kf \quad \text{Ekv 1}$$

där Q_{dim} är dimensionerande dagvattenflöde (l/s), A är area (ha), ϕ är avrinningskoefficient (-), i är regnintensitet (l/s ha) och Kf är klimatfaktor (-).

Tabell 4-3. Flödesberäkningar för utredningsområdet i befintlig situation och situation efter exploatering.

Dagvattenflöde		Q _{dim} 5-årsregn	
		exklusive klimatfaktor	inklusive klimatfaktor
Befintlig situation	Delområde A	17 l/s	21 l/s
	Delområde B1	11 l/s	13 l/s
	Delområde B2	17 l/s	22 l/s
	Delområde B3	21 l/s	27 l/s
	SUMMA	66 l/s	83 l/s
Efter exploatering utan fördröjning	Delområde A	69 l/s	86 l/s
	Delområde B1	24 l/s	30 l/s
	Delområde B2	14 l/s	17 l/s
	Delområde B3	19 l/s	24 l/s
	SUMMA	126 l/s	157 l/s
Efter exploatering med fördröjning	Delområde A	22 l/s	27 l/s
	Delområde B1	8 l/s	9 l/s
	Delområde B2	4 l/s	5 l/s
	Delområde B3	6 l/s	8 l/s
	SUMMA	40 l/s	49 l/s

4.3. ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Enligt Stockholm stads dagvattenkrav ska 20 mm nederbörd renas och fördröjas inom fastigheten innan utsläpp får ske till kommunal ledning. Fördröjningen beräknas baserat på reducerad area vilket innebär att dagvatten som naturligt tas upp av växtlighet inte behöver genomgå ytterligare fördröjning. Fördröjningsvolymen har beräknats för respektive delområde och redovisas i Tabell 4-4 nedan. Beräkningarna har även delats upp inom respektive delområde beroende på taklutningarna, eftersom det gör att dagvattnet avvattnas åt olika håll inom delområdena.

Tabell 4-4. Erforderlig fördröjningsvolym uppdelad på respektive area.

Delområde	Avvattningsriktning	Erforderlig fördröjningsvolym
Delområde A	Avvattning söderut	28 m ³
	Avvattning norrut	48 m ³
Delområde B1	Avvattning mot förgårdsmark	8 m ³
	Avvattning mot gård	18 m ³
Delområde B2	Avvattning söderut	8 m ³
	Avvattning norrut	7 m ³
Delområde B3	Avvattning mot förgårdsmark	4 m ³
	Avvattning mot gård	18 m ³
Totalt		139 m³

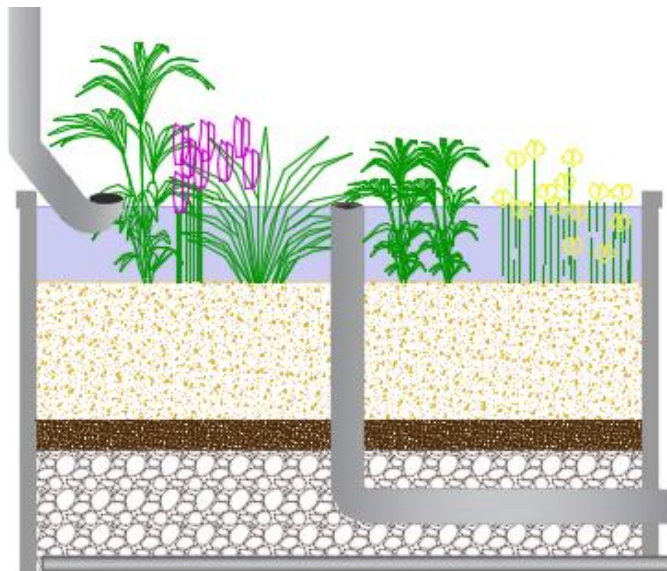
5. FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Nedan följer förslag på olika typer av dagvattenlösningar som föreslås inom området. I vidare arbete bör man utreda hur dagvatten från olika hårdgjorda ytor kan ledas mot föreslagna lösningar, om de exempelvis kan släppas ytligt mot grönytor eller om det behöver ledas mot dagvattenanläggningar i ledning. Genomförbarheten beror av flertalet faktorer, exempelvis tillgängliga ytor för dagvattenanläggningar, anslutningshöjd på servis, mm. Detta måste stämmas av under arbetets gång.

5.1. REGNBÄDDAR

Regnbäddar liknar vanliga planteringsytor, dock med skillnaden att de anläggs med en ytlig fördröjningszon där dagvatten kan fördröjas tillfälligt innan det infiltrerar vidare ner i jorden. Regnbäddar kan utformas på en rad olika sätt och anläggs antingen upphöjda eller nedsänkta. Upphöjda regnbäddar kan omhänderta dagvatten från takytor eller andra högre liggande ytor genom att stuprör med utkastare leds direkt ned i regnbädden. Om regnbäddarna i stället anläggs nedsänkta kan de även utformas för att ta emot ytlig avrinning från närliggande markytor.

Rening av dagvattnet sker via sedimentation, upptag av växter, fastläggning på jordpartiklar samt mikrobiell nedbrytning. Reningseffekten i regnbäddar är generellt hög. Om marken är underbyggd, alternativt har en låg genomsläpplighet, ska regnbädden anläggas med en dräneringsledning i botten för att leda bort det överskottsvatten som inte tas upp av växterna. En bräddfunktion ska också finnas.



Figur 5-1. Principupbyggnad av en regnbädd.

5.2. SKELETTJORDAR

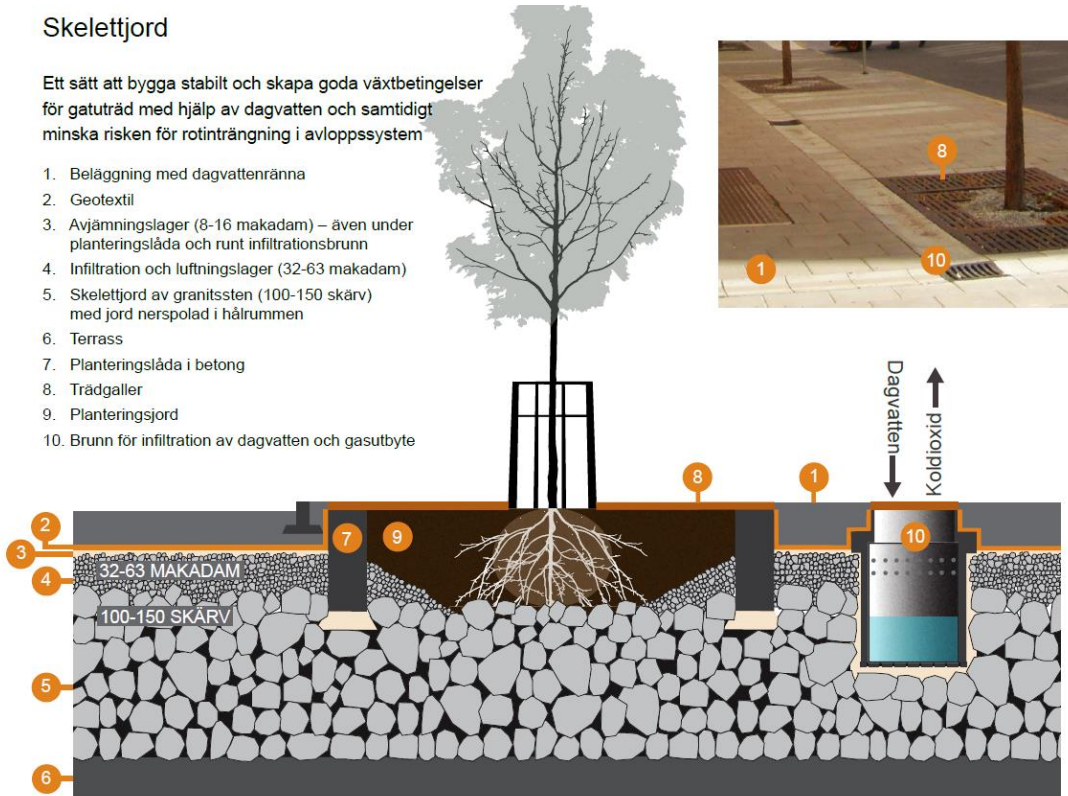
Då träd finns planerade, alternativt det råder platsbrist på ytan för dagvattenlösningar som regnbäddar, är skelettjordar ett lämpligt val att hantera dagvatten i. Skelettjorden utgörs av grova fraktioner makadam som blandas med matjord eller biokol kring trädets rotklump, vilket ger en plantering med stor porvolym som både gynnar trädens luft- och vattenförsörjning och möjliggör att anläggningen kan nyttjas för fördröjning av dagvatten. Porvolymen mellan stenarna ger möjlighet till vattenmagasinerings. Skelettjorden kan breda ut sig under hårdgjorda vistelseytor, därav kan den vara mer platseffektiv än regnbäddar. Träd tar upp stora mängder vatten och både jord och träd har en renande effekt på dagvattnet genom att partiklar fastläggs och exempelvis kväveföreningar bryts ner.

Dagvatten kan antingen ledas till skelettjordar med ytlig avrinning eller via brunnar och ledningar. För ytlig avrinning bör skelettjorden anläggas i en låglinje så att dagvattnet kan ledas och spridas över skelettjorden med hjälp av höjdsättningen. Det är då viktigt att planteringsytan är nedsänkt jämfört med överbyggnadens nivå så att dagvattnet inte tillåts rinna förbi. Ytliga flödesvägar kan förstärkas med hjälp av rännalar för att säkerställa att dagvattnet avleds på ett kontrollerat sätt. Ett alternativ är att anlägga gatubrunnar med nedsänkt spridningskärl, gärna i kombination med sidointag i kantstenen så att dagvattnet kan rinna ner i planteringsytan ytledes med självfall.

Skelettjord

Ett sätt att bygga stabilt och skapa goda växtbetingelser för gatuträd med hjälp av dagvatten och samtidigt minska risken för rotinträngning i avloppssystem

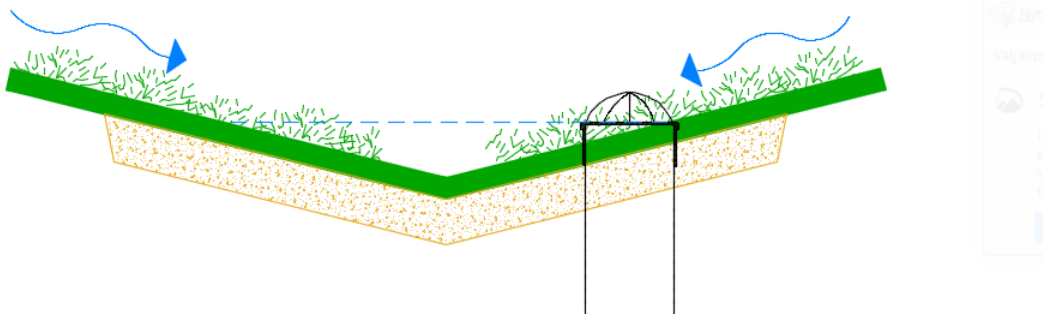
1. Beläggning med dagvattenränna
2. Geotextil
3. Avjämningslager (8-16 makadam) – även under planteringslåda och runt infiltrationsbrunn
4. Infiltration och luftningslager (32-63 makadam)
5. Skelettjord av granitssten (100-150 skärv) med jord nerspolad i hålrummen
6. Terrass
7. Planteringslåda i betong
8. Trädgaller
9. Planteringsjord
10. Brunn för infiltration av dagvatten och gasutbyte



Figur 5-2. Principupbyggnad för skelettjord enligt typritning av Stockholm stad.

5.3. SKÅLADE GRÖNYTOR

Vanliga grönytor kan användas för dagvattenhantering genom att göra de något skålade. Dagvattnet släpps då ytligt och fördröjs tillfälligt innan det infiltrerar ner i marken eller tas upp av brunn och ansluts mot ledning. Bräddbrunnen anläggs lämpligen något upphöjd för att skapa en ytlig fördröjningszon i grönytan. Då dagvattnet fördröjs på ytan sedimenterar partikelbundna föroreningar och i gräsytan renas dagvattnet genom att vegetationen kan binda föroreningar och ta upp näringsämnen.



Figur 5-3. Princip för skålad grönyta.

5.4. GRÖNA TAK

Vid brist på markytan för att anlägga dagvattenanläggningar kan en del fördröjning flyttas upp på taken genom gröna tak. Gröna tak kan anläggas på många olika sätt med olika uppbyggnad, och de har god kapacitet för fördröjning av dagvattnet där generellt tjockare uppbyggnad på taken ger större fördröjning. Rening av framför allt partikelbundna föroreningar kan ske i gröna tak, det kan dock finnas risk att de urlakar näringsämnen om de inte sköts rätt och gödslas med eftertänksamhet. Förutom rening och fördröjning av dagvatten kan även andra ekosystemtjänster uppnås med gröna tak som exempelvis ett förbättrat mikroklimat, bullerdämpning, ge livsmiljöer till olika organismer och en ökad biologisk mångfald där tjockare uppbyggnad på det gröna taket generellt ger högre värden/ekosystemtjänster. Dessa värden bör också uppmärksammas vid anläggning och val av gröna tak.

Om gröna tak väljs som en del av dagvattenlösningen bör ett grönt tak väljas som har kapacitet att fördröja 20 mm nederbörd, enligt det aktuella kravet. Gröna tak kan kombineras med solceller som planeras i detta projekt.

5.5. UNDERJORDISKT MAGASIN

I de fall där dagvatten inte kan ledas mot planerade grönytor eller träd, kan underjordiska magasin användas som kompletterande lösning. Underjordiska magasin kan anläggas som exempelvis rörmagasin, kassettmagasin eller makadammagasin. Kassetter och rörmagasin ger högst fördröjning per m³ men makadammagasin erhåller den högsta reningseffekten av de tre genom exempelvis fastläggning av partiklar på krossmaterialet och sedimentation. Reningseffekten är dock generellt lägre än i skelettjordar och växtbäddar. Rörmagasin och kassettmagasin uppfyller inte heller kravet på att dagvattnet ska renas genom filtrerande material.

5.6. DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Nedan redovisas dimensioneringsförutsättningar för respektive delområde som möjliggör att kommunens fördröjningskrav uppfylls inom kvarteren. Specifika åtgärdsförslag för respektive utredningsområde bör detaljprojekteras i kommande skeden av exploateringsprocessen, men förutsättningarna nedan ger en indikation på vilka ytor som krävs för dagvattenhantering. En kombination av föreslagna lösningar kan givetvis användas. Det är viktigt att i nästa skede av planeringen säkerställa att tillräckligt stora ytor kan avsättas för dagvattenhanteringen, samt hur dagvattnet ska ledas mot tänkta lösningar. Det behöver också säkerställas att lösningar kan anläggas på förgårdsmark där taken lutar utåt. Beräkningarna nedan är uppdelade på yta som krävs på innergården respektive på förgårdsmark.

Gröna tak har inte tagits i beaktning i beräkningarna nedan. Om gröna tak anläggs minskar fördröjningsbehovet inom respektive delområde med motsvarande som taket kan hålla. Dagvatten leds inte till gröna tak från hårdgjorda ytor utan det är den nederbörd som faller direkt på ytan som fördröjs.

För varje utredningsområde har exempelberäkningar utförts av dagvattenanläggningarnas ytbehov för att uppnå erforderlig fördröjningsvolym, dessa redovisas i Tabell 5-1. I beräkningarna antas att hela fördröjningsbehovet tillgodoses i respektive anläggning; regnbäddar, skelettjordar, skålad grönyta och underjordiska makadammagasin. Beräkningen för ytbehoven utgår från följande förutsättningar:

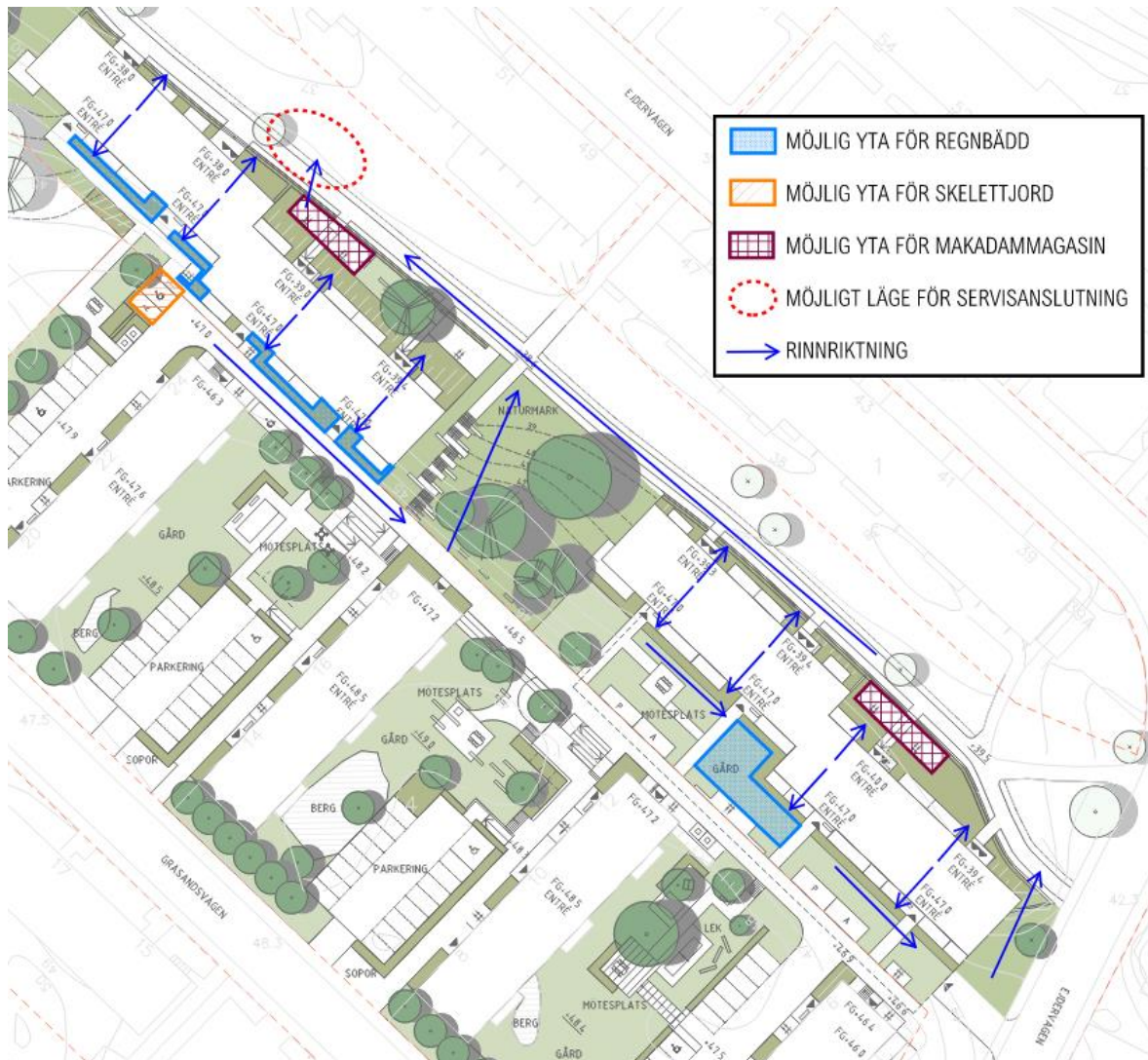
- Regnbäddar: 10 cm ytlig fördröjningszon, 50 cm jorddjup med porositet 0,2
- Skelettjordar: 0,8 m djup enligt Stockholm stads typsektion, porositet 0,3
- Skålad grönyta: 3 m bred, 0,3 m ytlig fördröjning i mitten d.v.s. släntlutning 1:5
- Underjordiskt makadammagasin: 1 m djup, porositet 0,3

Om anläggningarna dimensioneras annorlunda förändras även ytbehovet.

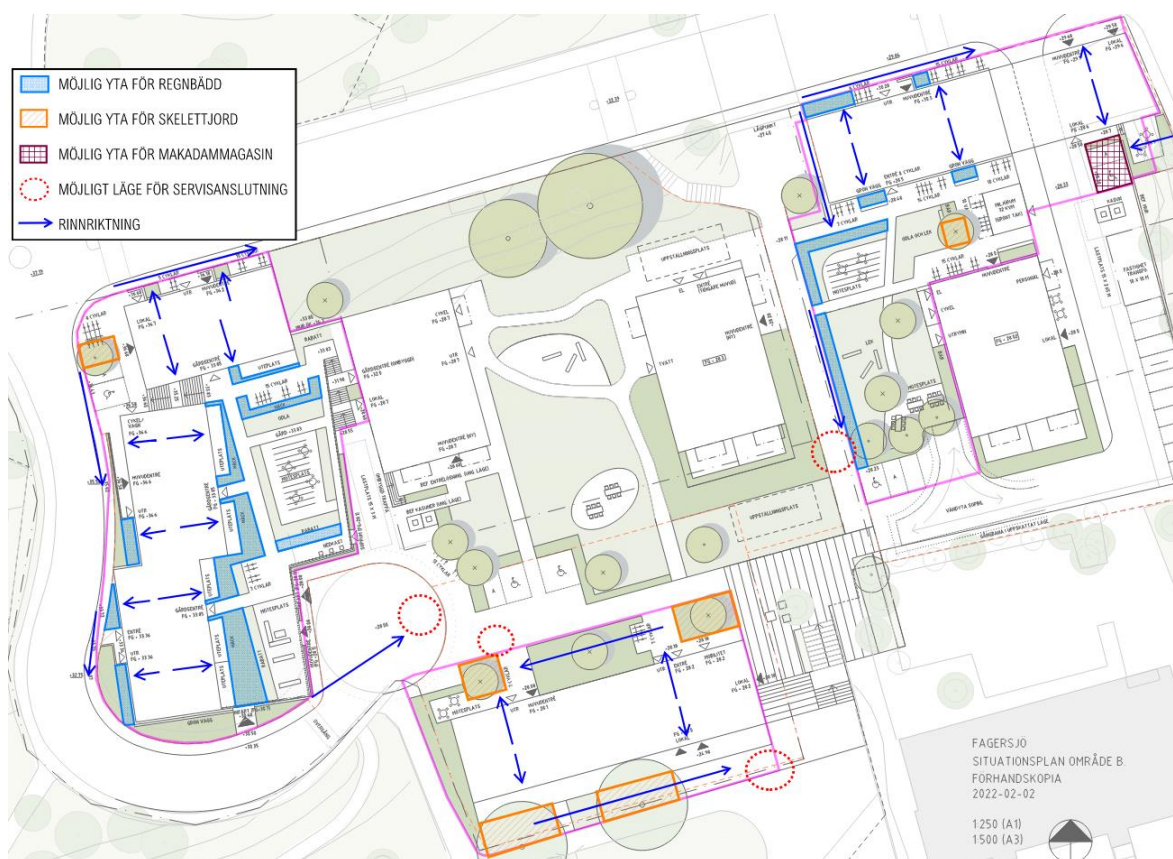
Tabell 5-1. Ytbehov inom respektive utredningsområde för att uppnå erforderlig fördröjningsvolym, utifrån att hela den erforderliga fördröjningsvolymen skulle omhändertas i regnbäddar, skelettjordar eller makadammagasin.

Delområde	Avvattningsriktning	Ytbehov [m ²]			
		Alt 1: Regnbäddar	Alt 2: Skelettjord	Alt 3: Skålad grönyta	Alt 4: Makadam- magasin
A	Norrut	240 m ²	200 m ²	320 m ²	160 m ²
	Söderut	140 m ²	120 m ²	190 m ²	90 m ²
B1	Mot förgårdsmark	40 m ²	30 m ²	50 m ²	30 m ²
	Mot innergård	90 m ²	80 m ²	120 m ²	60 m ²
B2	Norrut	40 m ²	30 m ²	50 m ²	20 m ²
	Söderut	40 m ²	30 m ²	50 m ²	30 m ²
B3	Mot förgårdsmark	20 m ²	20 m ²	30 m ²	10 m ²
	Mot innergård	90 m ²	70 m ²	120 m ²	60 m ²

I Figur 5-4 och 5-5 visas en översiktlig avvattningsplan där olika förslag på lösningar är illustrerade samt lägen för möjliga servisanslutningar. Dagvattenlösningar och lägen är samordnade med landskapsarkitekten i projektet, men det finns utrymme för justeringar. Servislägen är baserade på befintliga ledningar och var det är möjligt och lämpligt att ansluta till dessa.



Figur 5-4. Översiktlig awattningsplan för delområde A.



Figur 5-5. Översiktlig avvattningsplan för delområde B.

5.7. DRIFT OCH SKÖTSEL

Dagvattenanläggningar kräver underhåll och skötselinsatser för att på lång sikt upprätthålla den funktion som avses. Det är viktigt att ta hänsyn och planera för detta vid val av tekniska lösningar. Dagvattnet innehåller fina partiklar som avses filtreras och renas i föreslagna anläggningar (bland annat växtjordslager, skelettjordar och makadamfyllning). Detta medför att porerna som vattnet strömmar genom över tid sätts igen. Massorna kan behöva bytas ut när funktionen i dagvattenanläggningarna minskar. Hur lång tid detta tar beror av föroreningsinnehållet i dagvattnet där dagvatten från trafikerade ytor generellt är mest förorenat.

Det är av stor betydelse att löpande kontroller av dagvattensystemet utförs för att i tidigt skede kunna upptäcka förändringar i funktionen och därmed kunna vidta åtgärder som begränsar onödiga kostnader och/eller skador på infrastruktur. Det är viktigt att ledningsnät och brunnar är i gott skick för effektiv avledning av dagvatten från ytan. Exempelvis behöver sandfång kontrolleras och tömmas regelbundet och skräp som kan blockera inlopp till rännor, brunnar, magasin mm måste avlägsnas.

I bygghandlingskedet bör byggherrar ansvara för att skötselplaner upprättas för de dagvattenanläggningar som ska anläggas.

6. FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Föroreningsbelastningen från utredningsområdet vid befintlig och planerad situation har beräknats i dagvatten- och recipientmodellen StormTac web (Webbversion 20.2.2). I StormTac web används schablonhalter av föroreningar vilka baseras på resultat av flödesproportionella provtagningar från olika typer av markanvändningar. Föroreningshalter i dagvatten har stor variation mellan olika platser och tidpunkter vilket gör att beräkningar utifrån dessa schablonhalter inte kommer bli exakta utan kan ses som uppskattningar.

Föroreningsberäkningarna är inte uppdelade per delområde med anledningen till att det är den totala belastningen som inte får vara för stor. Delområde A byggs exempelvis på naturmark där det är mycket svårt att rena dagvattnet så pass mycket att det motsvarar befintlig situation, medan delområde B byggs på befintliga parkeringsytor där det är lättare att rena dagvattnet till utsläpp motsvarande befintlig situation.

Föroreningsberäkningarna utgår från att hälften av dagvattnet renas i skelettjordar och hälften i växtbäddar. Resultaten av beräkningarna redovisas i Tabell 6-1 som visar föroreningshalter i det avrinnande dagvattnet och Tabell 6-2 som visar den årliga föroreningsbelastningen i kg/år. I Tabell 5 redovisas även förändringen gällande föroreningsutsläppet jämfört med befintlig situation.

- Gröna celler visar att föroreningsbelastningen beräknas minska med minst 20% jämfört med befintlig situation.
- Gula celler visar att föroreningsbelastningen beräknas ligga inom intervallet $\pm 20\%$ jämfört med befintlig situation.

Tabell 6-1. Förväntad föroreningshalt i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och planerad situation; innan och efter rening.

Ämne		P [$\mu\text{g/l}$]	N [mg/l]	Pb [$\mu\text{g/l}$]	Cu [$\mu\text{g/l}$]	Zn [$\mu\text{g/l}$]	Cd [$\mu\text{g/l}$]	Cr [$\mu\text{g/l}$]	Ni [$\mu\text{g/l}$]	SS [mg/l]	BaP [ng/l]
Befintlig situation		120	1,5	11	19	58	0,36	6,3	6,1	62	23
Planerad situation	Utan rening	170	1,4	2,9	11	26	0,46	3,6	3,2	27	7,7
	Med rening	62	0,56	0,86	3,4	5,5	0,095	1,3	1,2	9	4,2

Tabell 6-2. Förväntad årlig föroreningsbelastning i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och planerad situation; innan och efter rening.

Ämne		P [kg/år]	N [kg/år]	Pb [g/år]	Cu [g/år]	Zn [g/år]	Cd [g/år]	Cr [g/år]	Ni [g/år]	SS [kg/år]	BaP [mg/år]
Befintlig situation		0,34	4,4	33	53	170	1,0	18	17	180	67
Planerad situation	Utan rening	0,78	6,8	14	54	120	2,2	17	15	130	37
	Med rening	0,29	2,6	4	16	26	0,45	6,3	5,6	42	20
Reningseffekt i föreslagen lösning		60%	60%	70%	70%	80%	80%	60%	60%	70%	50%

Resultaten av föroreningsberäkningarna visar att utsläppen av samtliga undersökta föroreningar indikerar att minska efter rening i planerade dagvattenlösningar. Fosfor är den enda föroreningen som indikerar att ligga på ungefär samma nivå som tidigare. Den sammantagna reningseffekten som uppnås inom utredningsområdet är mycket god men om man vill öka den ytterligare kan åtgärder som till exempel att blanda in biokol i skelettjorden/jordmassan öka upptaget av föroreningar. Genom att välja växter med omsorg efter behov kan även vissa förbättringar ske.

Över lag bedöms inte den planerade exploateringen bidra negativt till recipientens möjlighet att uppnå uppsatta miljö kvalitetsnormer. z

7. SKYFALL OCH ÖVERSVÄMNINGSRISKER

Vid större regn än det dimensionerande 5-årsregnet kommer fördröjningsanläggningar och dagvattenledningar att vara fulla vilket innebär att dagvattnet fortsätter rinna av på markytan. Dessa typer av extrema regn inträffar sällan, det är dock ändå viktigt att planera för att det kan uppstå. Dagvatten måste då rinna ytligt mot platser som tillåts att översvämmas tillfälligt, höjdsättningen måste säkerställa att det inte rinner in mot entréer och källare eller andra platser där vattnet kan ge upphov till skador på infrastrukturen.

7.1. DELOMRÅDE A

Inom delområde A finns ingen känd översvämningsproblematik i dagsläget. Marken består av naturmark och den största delen nederbörd infiltrerar eller tas upp av växter. Vid mycket kraftiga regn sker avrinning norrut mot befintliga bostadshus, inga lågpunkter finns inom området för den nya exploateringen där det riskerar att ansamlas vatten. Analys i både stadens skyfallskartering (Figur 7-1) och i Scalgo live (Figur 7-2) har utförts. De båda analyserna visar snarlika resultat där rinnvägar går genom delområde A mot bostadshusen i norr, där skyfallsvatten riskerar att ställa sig intill byggnaderna. I figurerna nedan är detta inringat med rött.

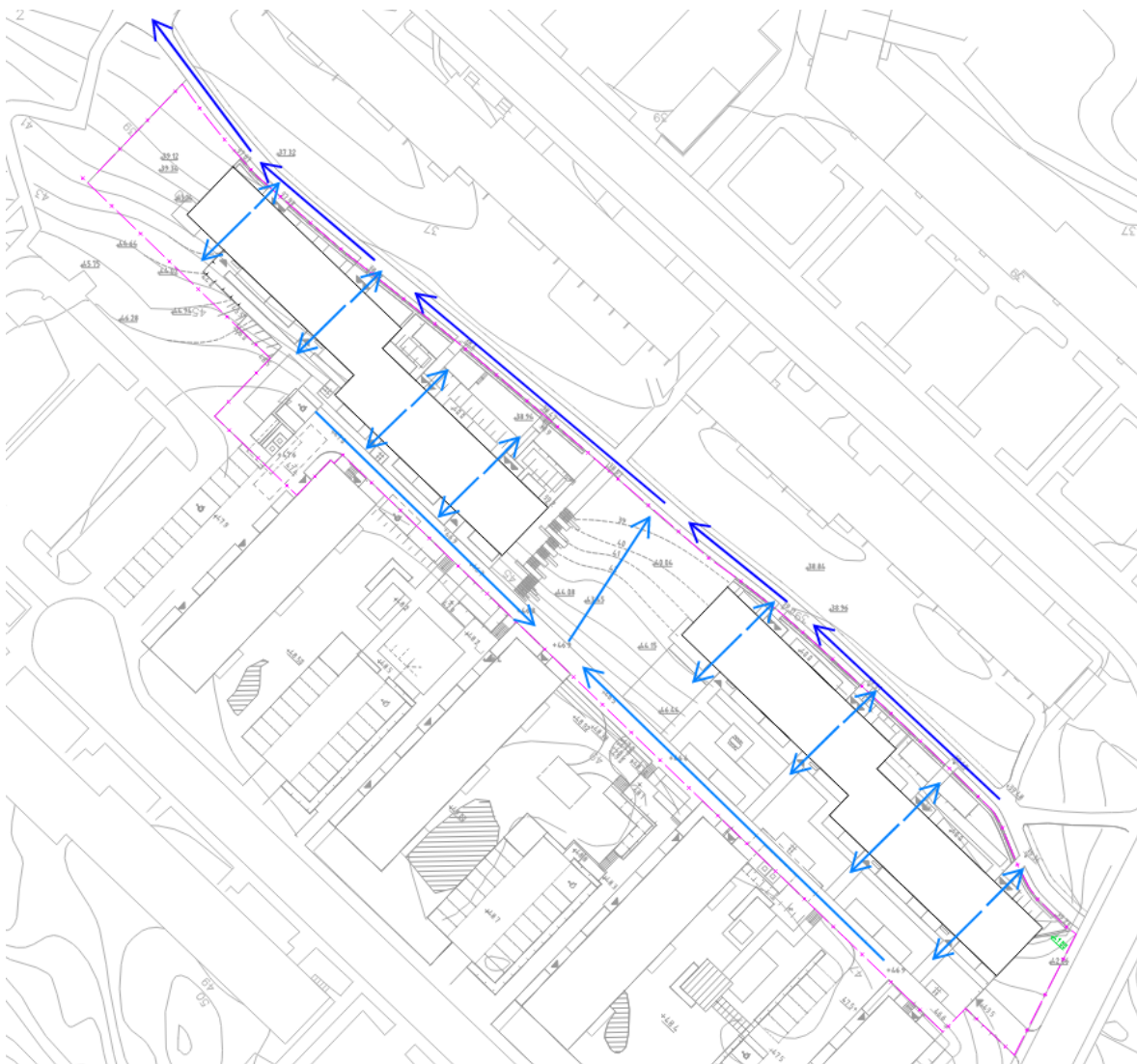


Figur 7-1. Stadens skyfallskartering, där bilden till vänster visar rinnvägar (mörkare blå visar större flöde) och bilden till höger visar maximalt vattendjup (röd färg anger större djup än gul färg). Delområde A är markerat med svart och riskområdet är markerat med rött.



Figur 7-2. Motsvarande analys utförd i Scalgo live. Här har ett 50 mm regn analyserats, analysen gjord 2021-04-08.

Eftersom exploateringen medför en högre hårdgörandegrad ökar avrinningen från utredningsområdet. För att inte förvärra situationen nedströms den tänkta exploateringen (norr om delområde A) behöver rinnvägen brytas. Detta kan antingen göras med ett avskärande dike längs gångvägen, alternativt att gångvägen anläggs något nedsänkt i förhållande till omgivande mark och på så sätt kan användas som en sekundär avrinningsväg vid mycket kraftiga regn. Principen för hur skyfallsvatten bör/kan avledas finns redovisat i Figur 7-3 nedan. De ljusare blå pilarna visar avrinningsriktning baserat på den preliminära höjdsättningen av delområde A, och de mörkare blå pilarna visar den sekundära avrinningsväg som behöver säkerställas för att inte riskera att förvärra situationen för de befintliga bostadshusen norr om den nya exploateringen.



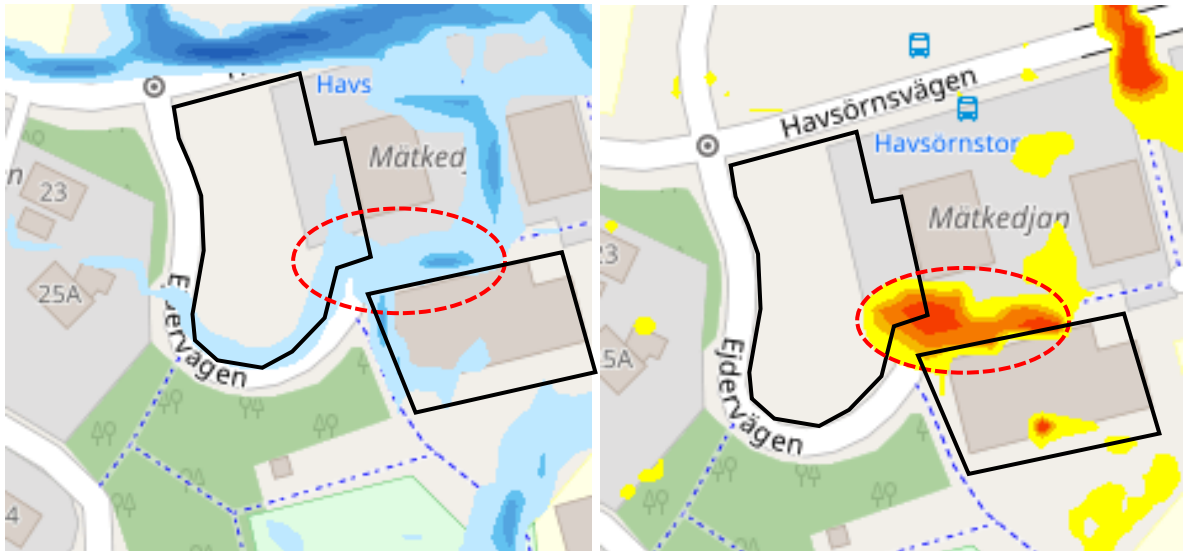
Figur 7-3. Sekundära avrinningsvägar för delområde A. De ljusare blå pilarna visar rinnvägar enligt preliminär höjdsättning och de mörkare blå pilarna visar den sekundära rinnväg som behöver säkerställas.

7.2. DELOMRÅDE B

Inom delområde B finns två primära riskområden, en befintlig lågpunkt mellan delområde B1 och B2 samt en lågpunkt i den befintliga gångtunneln under Havsörnsvägen. Nedan görs närmare analyser kring de båda riskområdena.

7.2.1. LÅGPUNKT SLUTET AV EJDERVÄGEN MELLAN DELOMRÅDE B1 OCH B2

Det går ett befintligt rinnstråk längs Ejdervägen och en lågpunkt mellan husen vid Ejdervägens slut. När lågpunkten är full bräddar vattnet sedan söderut på den västra sidan av det befintliga flerbostadshuset, se Figur 7-4 och 7-5 nedan.

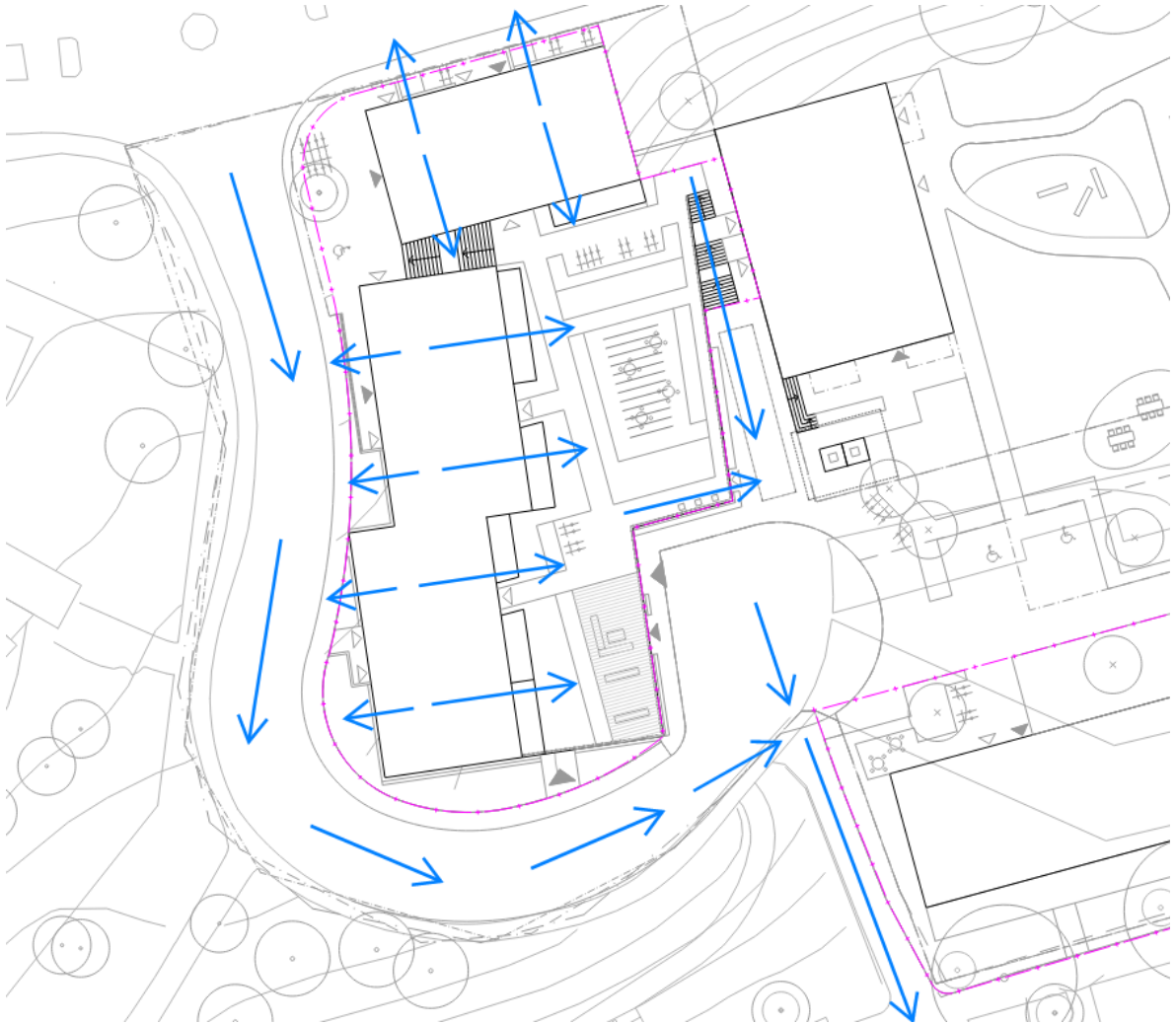


Figur 7-4. Lågpunkt inom delområde B1 markerad med rött. Delområde B1 och B2 markerat med svart polygon.



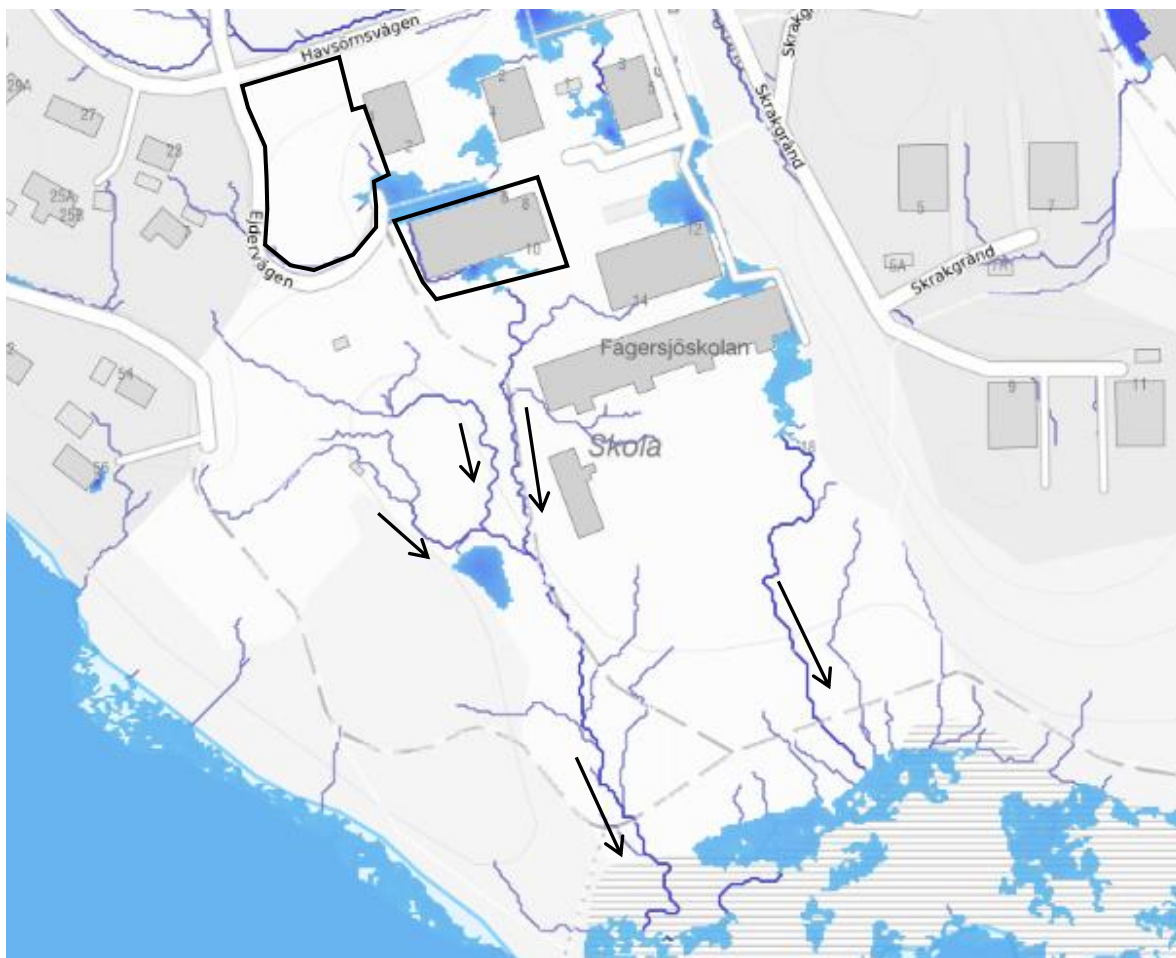
Figur 7-5. Skyfallsanalys utförd i Scalgo live där ett 50 mm regn har simulerats.

Dagvattnet i lågpunkten når inte upp till läget för den nya byggnaden. Däremot behöver det säkerställas att dagvattnet bräddar vidare söderut så att det inte bräddar in i garaget på byggnaden, eller in i byggnaden i område B2. En princip för hur höjdsättningen behöver göras för att skapa säkra avrinningsvägar visas i Figur 7-6 nedan.



Figur 7-6. Sekundära avrinningsvägar för delområde B1. Den mörkare blå pilen är den rinnväg som behöver säkerställas för att kunna avvattna den befintliga lågpunkt som finns inom området.

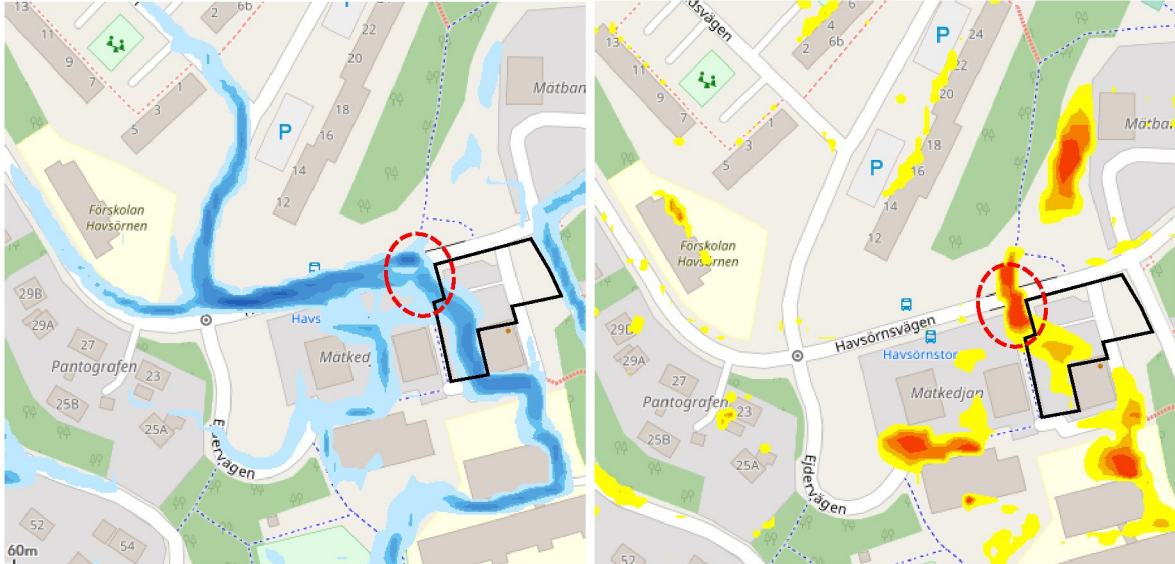
Nedströms utredningsområdet fortsätter rinnvägen rakt ner mot recipienten utan att fastna i någon lågpunkt på vägen och skapar således ingen förvärrad situation för närliggande områden, se Figur 7-7.



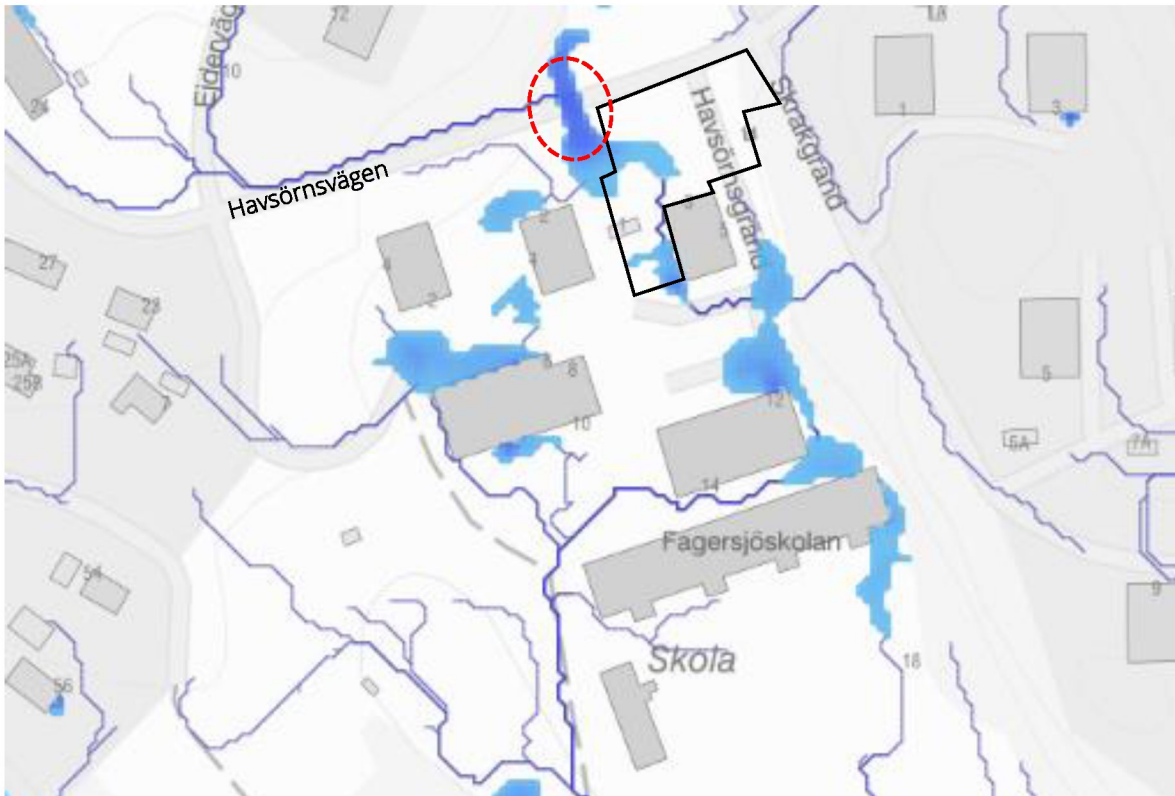
Figur 7-7. Ytliga rinnvägar från delområde B1 och B2 till recipienten. De svarta pilarna avser rinnriktning.

7.2.2. LÅGPUNKT I GÅNGTUNNELN INTILL DELOMRÅDE B3

Det aktuella riskområdet redovisas i Figur 7-8 (stadens skyfallskartering) och i Figur 7-9 (analys i Scalgo) nedan.



Figur 7-8. Stadens skyfallskartering. Figuren till vänster visar rinnvägar där mörkare blå anger högre flöde. Figuren till höger visar maximalt vattendjup där röd färg anger ett högre vattendjup än gul färg.



Figur 7-9. Visualisering i Scalgo live över ett nederbördstillfälle på 50 mm.

Enligt de båda skyfallsanalyserna får lågpunkten i GC-tunneln primärt sitt dagvatten från ett stort rinnstråk längs Havsörnsvägen. Dagvattnet rinner sedan "över kanten" från

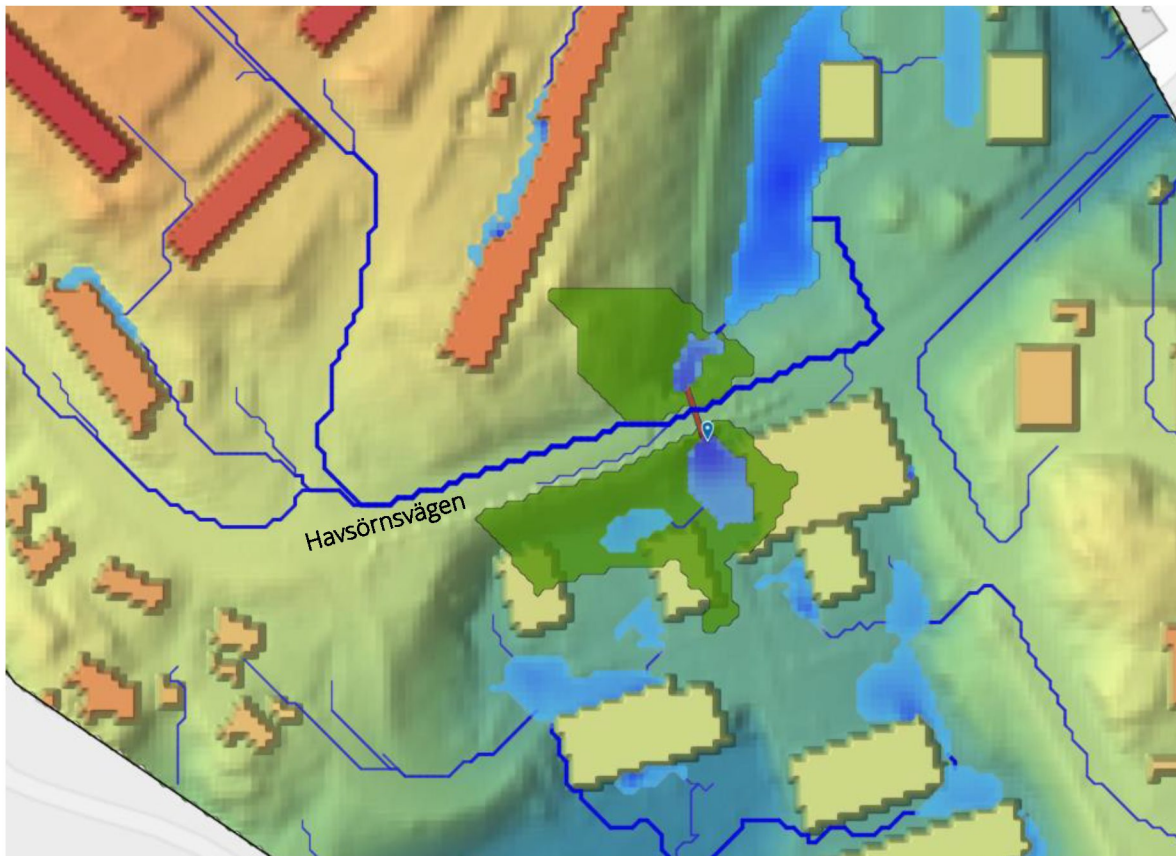
Havsörnsvägen ner i lågpunkten i gångtunnel. I en närmare analys kring hur området faktiskt ser ut bedöms denna rinnväg inte som trolig. Havsörnsvägen har en relativt hög lutning och gatan skärmas av med både kantsten och fundament för räcke över tunneln, detta framgår i Figur 7-10 nedan. Dessa typer av små höjdskillnader ryms normalt sett inte i skyfallskarteringar, stadens skyfallskartering baseras på en höjdmmodell med upplösning 4x4 m och Scalgo på en höjdmmodell på 2x2 m. Det bedöms inte sannolikt att avrinnande dagvatten vid ett skyfall ska "vika av" från Havsörnsvägen ner i gångtunneln på det sätt som skyfallskarteringarna indikerar på utan snarare fortsätta rinna rakt fram över gångtunnel vidare längs Havsörnsvägen. Slutsatsen dras därför att scenariot som stadens skyfallskartering och Scalgo live visar ovan inte stämmer.



Figur 7-10. Bild från Google maps, hämtad 2021-03-25. Höjdskillnaderna för kantstenen och fundamentet för räcket över gångtunneln ryms inte i upplösningen för höjddatat som skyfallsanalyserna baseras på.

För att simulera ett mer troligt scenario, där dagvatten fortsätter rinna över Havsörnsvägen vid kraftiga regn, lades en kantsten till manuellt i modellen för Scalgo live. Resultatet blir då att rinnvägen fortsätter längs Havsörnsvägen och rinner ner i en lågpunkt norr om gångtunneln. Översvämningen i gångtunneln blir i sin tur mycket mindre med resultatet att mängden dagvatten som samlas också blir mindre. Avrinningsområdet till lågpunkten i gångtunneln för detta scenario visas med grönt i Figur 7-11 nedan. I modellen lades även den nya planerade byggnaden in. Enligt analysen riskerar det att stå ca 20 cm vatten vid ett 50 mm regn, vilket är ett worst case scenario då inget dagvatten antas infiltrera eller tas upp i ledning, allt antas rinna av ytligt. Inga entréer planeras mot denna sida och huset planeras förses med upphöjda växtbäddar längs fasaden. Dessa planeras kunna svälja en del dagvatten, samt skydda mot en eventuell översvämning i gångtunneln. Om den upphöjda växtbädden är högre än 20 cm når inte eventuellt översvämningensvatten över denna.

Den nya byggnadens utformning i kombination med att avrinningsområdet till lågpunkten inte är så stort, antas lågpunkten i gångtunneln inte utgöra någon risk för planerad exploatering.



Figur 7-11. Resultat av skyfallsanalys då höjdmодellen är justerad och en kantsten har lagts in manuellt. Dagvattnet rinner då inte ner i gångtunneln via Havsörnsvägen utan fortsätter rinna österut mot en lågpunkt norr om delområde B3.

8. SLUTSATS

Dagvattenutredningens syfte är att beskriva de förändringar gällande dagvatten som förväntas uppstå i samband med planerad exploatering. Flöden och fördröjningsvolymerna har beräknats uppdelat på de olika delområdena för att lättare kunna bryta ut de behov av åtgärder som krävs inom varje område.

- Dagvattensystemet bör dimensioneras efter att kunna omhänderta ett 5-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25, detta enligt rekommendationer i Svenskt Vatten P110. De dimensionerande flödena förväntas öka för delområde A och B1, vilket är en naturlig följd av exploatering av naturmark. För delområde B2 och B3, vilka byggs på redan exploaterade ytor, beräknas dock det dimensionerande flödet istället minska något.
- Inom respektive delområde ska en volym som motsvarar fördröjning av 20 mm nederbörd tas omhand. Detta resulterar i en total fördröjningsvolym på 139 m³ för de fyra delområdena.
- Föreslagna dagvattenlösningar för rening och fördröjning av dagvatten består av regnbäddar och skelettjordar. Kompletterande fördröjning kan ske i underjordiska makadammagasin om dagvattnet inte kan ledas mot någon planerad grönyta.
- Resultaten av föroreningsberäkningarna visar att utsläppen av samtliga undersökta föroreningar indikerar att minska med en betydande andel jämfört med i befintlig situation, med undantag från fosfor som indikerar att ligga mot ungefär samma utsläppsnivå. Den sammantagna reningseffekten som uppnås inom området är mycket god, mellan 50–80%.
- Vid regn större än det dimensionerande regnet kommer planerade dagvattenanläggningar vara fulla och dagvattnet kommer i stället rinna på ytan. För att inte förvärra situationen nedströms delområde A behöver en skyfallsväg säkerställas längs den befintliga gångbanan. Den kan antingen utföras som ett mindre dike med en tydlig låglinje, alternativt kan själva gångvägen anläggas något nedsänkt för att kunna fungera som en skyfallsväg.
- För den befintliga lågpunkten mellan delområde B1 och B2 behöver det säkerställas genom höjdsättningen att det ansamlade dagvattnet bräddar söderut så att det inte rinner in i de nya byggnaderna.

I och med ovan redovisade resultat anses krav på dagvattenhantering för exploatering inom utredningsområdet att uppfyllas.

9. INFÖR NÄSTA SKEDE

Inför kommande projektering av dagvatten och VA är det särskilt viktigt att beakta följande förutsättningar:

- Säkerställa att tillräckliga ytor för dagvattenhantering kan avsättas, och utreda vidare hur dagvatten leds mot hårdgjorda ytor mot planerade dagvattenlösningar. Säkerställa att ytor finns för dagvattenhantering på förgårdsmark där taken lutar utåt. Ytor för dagvattenhantering kan specificeras i plankartan vid behov.
- För att kunna infiltrera dagvatten i markprofilen (där marken inte är underbyggd) måste det via markundersökningar säkerställas att det inte förekommer föroreningar i markprofilen som riskerar att spridas till grundvattnet.
- Det är viktigt att utföra mätningar gällande grundvattennivån och hur den normalt varierar för att kunna säkerställa att planerade dagvattenlösningar inte anläggs under den normala grundvattenytan.
- För att säkerställa att föreslagna lösningar genomförs i det fortsatta planarbetet är det viktigt att framtida projektörer är väl insatta i dagvattenlösningarnas syfte, funktion, drift och underhåll.
- För att säkerställa dagvattenanläggningarnas funktion på lång sikt bör skötselplaner upprättas och regelbunden tillsyn och kontroll av anläggningarna utföras.

10. BILAGOR

Bilaga 1 – Föroreningsberäkningar i StormTac web

BILAGA FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

- BEFINTLIG SITUATION

StormTac Web v21.3.3

Filnamn: Fagersjö

Datum: 2021-08-31

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A1 Befintlig situation	Tot
Parkering	0.80	0.80	0.19	0.19
Takyta	0.90	0.90	0.093	0.093
Blandat grönområde	0.10	0.10	0.80	0.80
Gång & cykelväg	0.80	0.80	0.014	0.014
Gårdsyta inom kvarter	0.45	0.45	0.078	0.078
Totalt	0.31	0.31	1.2	1.2
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.36	0.36
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.36	0.36

Övriga dimensionerande indata

		A1 Befintlig situation
Återkomsttid	år	5.0
Klimatfaktor	f_c	1.00
Rinnsträcka	m	600
Rinnhastighet	m/s	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10

1.2 Utdata

Flöden

		A1 Befintlig situation	Tot
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	m ³ /år	2900	2900
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.090	
Medelavrinning	l/s	1.1	
Dim. flöde	l/s	65	

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A1	Befintlig situation	0.34	4.4	0.033	0.053	0.17	0.0010	0.018	0.017	180	0.000067
	Total	0.34	4.4	0.033	0.053	0.17	0.0010	0.018	0.017	180	0.000067

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.29	3.7	0.028	0.045	0.14	0.00087	0.015	0.015	150	0.000057

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A1	Befintlig situation	120	1500	11	19	58	0.36	6.3	6.1	62000	0.023
	Total	120	1500	11	19	58	0.36	6.3	6.1	62000	0.023
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030

BILAGA FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

- EFTER EXPLOATERING

StormTac Web v21.3.3

Filnamn: Fagersjö

Datum: 2021-08-31

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A2 Efter exploatering skelettjord	A3 Efter exploatering växtbädd	Tot
Takyta	0.90	0.90	0.19	0.19	0.38
Blandat grönområde	0.10	0.10	0.037	0.037	0.074
Gång & cykelväg	0.80	0.80	0.030	0.030	0.060
Gårdsyta inom kvarter	0.45	0.45	0.33	0.33	0.66
Totalt	0.59	0.59	0.58	0.58	1.2
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.35	0.35	0.69
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.35	0.35	0.69

Övriga dimensionerande indata

		A2 Efter exploatering skelettjord	A3 Efter exploatering växtbädd
Återkomsttid	år	5.0	5.0
Klimatfaktor	f_c	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	600	600
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A2 Efter exploatering skelettjord	A3 Efter exploatering växtbädd	Tot
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	m ³ /år	2400	2400	4700
Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.075	0.075	
Medelavrinning	l/s	1.0	1.0	
Dim. flöde	l/s	78	78	

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering skelettjord	0.39	3.4	0.0068	0.027	0.061	0.0011	0.0085	0.0075	65	0.000018
A3	Efter exploatering växtbädd	0.39	3.4	0.0068	0.027	0.061	0.0011	0.0085	0.0075	65	0.000018
	Total	0.78	6.8	0.014	0.054	0.12	0.0022	0.017	0.015	130	0.000037

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.67	5.9	0.012	0.046	0.10	0.0019	0.015	0.013	110	0.000031

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering skelettjord	170	1400	2.9	11	26	0.46	3.6	3.2	27000	0.0077
A3	Efter exploatering växtbädd	170	1400	2.9	11	26	0.46	3.6	3.2	27000	0.0077
	Total	170	1400	2.9	11	26	0.46	3.6	3.2	27000	0.0077
	Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering skelettjord	49	62	64	66	74	74	71	53	64	35
A3	Efter exploatering växtbädd	76	60	76	73	83	85	55	72	71	55

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering skelettjord	0.19	2.1	0.0043	0.018	0.045	0.00080	0.0060	0.0040	41	0.0000065
A3	Efter exploatering växtbädd	0.30	2.1	0.0052	0.020	0.051	0.00091	0.0047	0.0054	46	0.000010
	Total	0.49	4.2	0.0095	0.037	0.095	0.0017	0.011	0.0094	88	0.000016

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering skelettjord	0.20	1.3	0.0024	0.0091	0.016	0.00028	0.0025	0.0035	24	0.000012
A3	Efter exploatering växtbädd	0.094	1.4	0.0016	0.0072	0.010	0.00017	0.0038	0.0021	19	0.0000083
	Total	0.29	2.6	0.0040	0.016	0.026	0.00045	0.0063	0.0056	42	0.000020

Summa belastning kg/ha/år efter rening.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering skelettjord	0.34	2.2	0.0042	0.016	0.027	0.00048	0.0043	0.0061	41	0.000020
A3	Efter exploatering växtbädd	0.16	2.3	0.0027	0.012	0.017	0.00029	0.0066	0.0036	32	0.000014

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
A2	Efter exploatering skelettjord	85	550	1.0	3.9	6.7	0.12	1.1	1.5	10000	0.0050
A3	Efter exploatering växtbädd	40	570	0.68	3.0	4.3	0.070	1.6	0.88	7900	0.0035
	Total	62	560	0.86	3.4	5.5	0.095	1.3	1.2	9000	0.0042
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	40000	0.030