

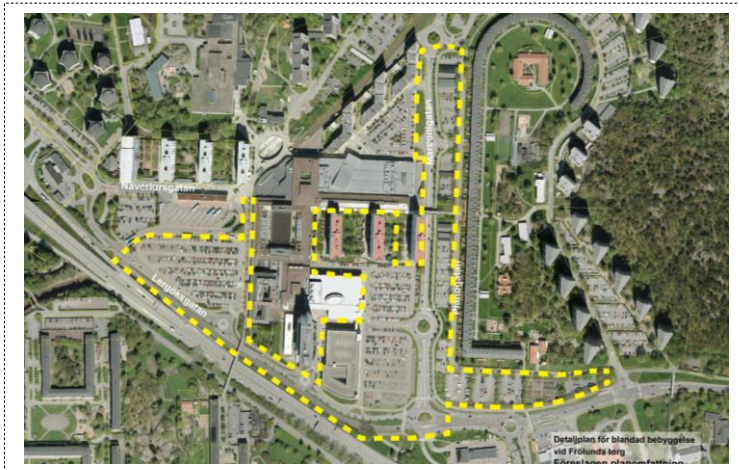


Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

2018-09-28



Förstudie för dagvatten- och skyfallshantering



Projekt: *Detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Frölunda torg, inom stadsdelen Järnbrott*

Beställare:	<i>Sirpa Ruuskanen Johansson, SBK Handläggare</i>
Projektledare	<i>Simon Trevik UPS, Projektledare</i>
Handläggare, KoV:	<i>Emily Margossian, UPR, Dagvatten</i> <i>Dick Karlsson, UPR, Skyfall</i>
Handläggare, konsult:	<i>Pia Sjöholm, Sweco Environment AB, Dagvatten</i> <i>Helena Svensson, Sweco Environment AB, Dagvatten</i> <i>Tove Lindfors, Sweco Environment AB, Dagvatten</i> <i>Anna Dahlström, Sweco Environment AB, Dagvatten</i> <i>Marie Larsson, Sweco Environment AB, Skyfall</i> <i>Jonas Althage, Sweco Environment AB, Skyfall</i> <i>Yihong Liu, Sweco Environment AB, Skyfall</i> <i>Madeleine Burgren, Sweco Management AB, Skyfall</i>
Kvalitetsgranskare, KoV:	<i>Emily Margossian, UPR, Dagvatten</i> <i>Dick Karlsson, UPR, Skyfall</i>

Uppdragsnummer Sweco

Dagvatten 13006135

Skyfall 14503058



Sammanfattning

Denna dagvatten- och skyfallsutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor inför framtagande av detaljplanen för en förtätning vid Frölunda Torg. Planen omfattar byggnation av handel och bostäder på ytor som idag huvudsakligen används för parkering.

Dagvatten från planområdet leds till recipienten Stora Än som har en problematik med miljögifter och förhöjda fosforhalter, och som enligt Göteborgs stad är klassad som en mycket känslig recipient. Föroreningsberäkningar visar att halter av fosfor och ett antal övriga föroreningar förväntas öka om planförslaget genomförs. Ökade halter av fosfor beror främst på en förväntad ökad biltrafikintensitet på Marconigatan och Lergöksgatan, samt tillkommande trafik på planerade lokalgator.

För att uppnå Göteborgs stads krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta, och samtidigt visa att detaljplanen inte försämrar möjligheten att uppnå MKN, föreslås lokala dagvattenåtgärder inom planområdet. På kvartersmark föreslås växtbäddar. För lokalgator och parkeringsytor föreslås skelettjordar eller nedsänkta växtbäddar i planerad gatumark. För Marconigatan och Lergöksgatan föreslås infiltrationsstråk i befintliga längsgående gröna stråk.

Föroreningsberäkningar har utförts för två reningsalternativ; dels att dagvatten från de befintliga gatorna Lergöksgatan och Marconigatan inte renas, dels att dagvatten från de befintliga gatorna renas. För båda reningsalternativen förutsätts att dagvatten från byggnader, tillkommande lokalgator, torg, gårdsytor och parkeringar genomgår rening. Göteborgs stads riktlinjer avseende fosforhalter förväntas inte uppnås för någondera av alternativen. Fosformängderna som planområdet genererar till dagvattnet förväntas öka jämfört med befintlig situation ifall dagvatten från Marconigatan och Lergöksgatan inte renas, och minska ifall dagvatten från Marconigatan och Lergöksgatan renas.

För att planförslaget ska bidra till att MKN uppnås bör fosformängden som leds till recipienten minska jämfört med nuläget. Detta kan ske antingen genom att dagvattnet genomgår tillräcklig rening inom planområdet, eller genom att ett sekundärt reningssteg tillkommer nedströms exempelvis i form av en damm.

Dagvattenflödet från området är idag 2500 l/s vid ett 10 minuter långt regn med 30 års statistisk återkomsttid. Planförslaget innebär en viss ökning av reducerad area. Dessutom ska planen bära den förväntade ökningen i flöde som klimatförändringarna medför. Kombinationen av ökningen av reducerad area och klimatförändringar innebär att planförslaget ska bära ett framtida flöde på 3400 l/s vid ett 10 minuter långt regn med 30 års statistisk återkomsttid. Även kapaciteten i dagvattenledningsnätet är otillräcklig redan i dagsläget och åtgärder krävs uppströms och/eller nedströms planområdet för att situationen ska klara gällande riktlinjer för dimensionering. Marköversvämning inom



planområdet sker eftersom ledningsnätet i dagsläget bräddar inom planområdet, till följd av att flöden tillförs planområdet från andra områden uppströms. Tidigare utredning (Sweco, 2017) har visat att det är svårt att skapa erforderlig fördröjning i ledningsnätets avrinningsområde för att avlasta ledningsnätet. Ledningsnätets överbelastning innebär att det blir mycket svårt att genomföra åtgärder inom planområdet som är tillräckliga för att marköversvämningar inte ska uppstå vid dimensionerande regn, eftersom det kommer att krävas stora fördröjningsvolymmer då inte magasinerna kan tömmas förrän trycket i ledningsnätet minskar.

Dagvattnet från planområdet avleds till ett markavvattningsföretag. Eftersom flödet förväntas öka om inga fördröjningsåtgärder genomförs krävs anmälan. Fördröjningsåtgärder kan bidra med adekvat fördröjning för att inte öka flödet utan snarare minska det.

Följande åtgärder har föreslagits i syfte att klara stadens riktlinjer för skyfallshantering:

- Skyfallsyta vid Lergöksgatan/Marconigatan, som tex kan utformas som en kombinerad dagvatten-och skyfallspark med rening av dagvatten, kan förhindra översvämning av den prioriterade vägen Lergöksgatan
- Reservering av yta för förbindelse av skyfallsled på Pianogatan (strukturplansåtgärd) med utlopp under GC-tunnel
- Föreslagen byggnad vid lastkaj Marconigatan slopas på grund av översvämningssrisk, ledningskollision samt att byggnaden ökar risken för översvämning av närliggande befintlig bebyggelse
- Marken höjdsätts så att marken lutar från byggnader och att tillgänglighet till entréer kan säkras
- Nya kvartersstrukturer utformas för att undvika att instängda områden skapas

Framkomlighet på prioriterade vägen Lergöksgatan ska följas upp när lämplig yta och utformning för hantering av skyfall har identifierats i samråd med fastighetsägare.

Kostnad, genomförande och ansvar för skyfallsåtgärder har ej utvärderats i förstudien.



Innehållsförteckning

1.	Projektbeskrivning.....	7
1.1	Syfte och huvuddrag	7
1.2	Områdesbeskrivning	8
1.3	Föreslaget planområde	9
2.	Förutsättningar.....	10
2.1	Geoteknik och markmiljö	13
2.2	Recipient	13
2.3	Höga vattennivåer i havet	15
2.4	Höga flöden i vattendrag	15
2.5	Grundvatten	15
2.6	Hydrogeologi	15
3.	Skyfall	16
3.1	Strukturplan Sydväst.....	17
	Generell beskrivning av strukturplanens syfte och roll.....	17
	Planförslaget i relation till strukturplanen för sydväst	18
3.2	Beskrivning av befintliga förutsättningar	21
3.2.1	Befintliga lågpunkter	22
3.2.2	Befintliga flödesvägar.....	24
3.2.3	Osäkerheter i skyfallsmodellen.....	24
3.3	Analys av planförslag	27
3.3.1	Utvärdering av risk för skador på befintliga byggnadsverk	28
3.3.2	Utvärdering av risk för skador på nya byggnadsverk.....	29
3.3.3	Utvärdering av framkomlighet	37
3.3.4	Risikanalyser förknippade till liv och hälsa.....	39
3.3.5	Kostnadsbedömning skyfallsåtgärder	40
3.4	Förutsättningar för åtgärder	40
3.4.1	Strategiska riktlinjer för skyfallsåtgärder	40
3.4.2	Sammanfattning av identifierade åtgärdsbehov.....	41
3.5	Föreslagna skyfallsåtgärder	43
4.	Dagvattenavledning.....	47
4.1	Dimensionerande flöden	47
4.2	Kapacitet i dagvattenledningssystemet.....	51
4.3	Påverkan på nedströms vattendrag	52
4.4	Åtgärder för avledning.....	52
5.	Fördröjning och rening av dagvatten.....	52
5.1	Förutsättningar för dagvattenhantering.....	53
5.1.1	Befintliga gator	53
5.1.2	Planerade lokalgator	53
5.1.3	Tak- och gårdsytor	53
5.1.4	Infiltration till grundvattnet.....	54
5.1.5	Fördröjningskrav	54



5.1.6	Reningskrav utgående från riktlinjer.....	54
5.1.7	Reningskrav utgående från MKN	55
5.1.8	Markavvattningsföretag	55
5.2	Föreslagna åtgärder.....	55
5.2.1	Planerad kvartersmark.....	55
5.2.2	Planerade lokalgator	56
5.2.3	Marconigatan och Lergöksgatan	59
5.2.4	Funktion, drift och underhåll	61
	Skelettjord med träd	61
	Växtbädd	61
5.2.5	Investering- och driftkostnad	62
5.3	Resultat från föroreningsmodellering	63
5.4	Miljökvalitetsnormer	64
6.	Rekommendationer	68
7.	Sammanställning av dag- och skyfallshantering	69
8.	Referenser.....	70



1. Projektbeskrivning

1.1 Syfte och huvuddrag

Kretslopp och Vatten har gett Sweco i uppdrag att utreda dagvatten- och skyfallsfrågorna kopplade till en förtätning av Frölunda Torg. I dagsläget finns en detaljplan som ska revideras. Syftet med föreliggande utredning är att fungera som underlag inför revideringen av detaljplanen.

Syftet med detaljplanen är att utveckla området kring Frölunda torg och Marconigatan som "kraftsamlingsområde" bland annat genom att förtäta och komplettera med fler bostäder och verksamheter, att samla handel och service och att nyttja läget med tät bebyggelse som präglas av mer stadsmässighet. Ett kraftsamlingsområde karaktäriseras bland annat av att utvecklas utifrån en övergripande idé med helhetstänkande, mångfald, hög exploatering, fler funktioner i varje stadsdel, kvarter och byggnad, samverkan mellan aktörer, resurs- och markeffektivitet. Det offentliga rummets kvaliteter behöver utvecklas för att bidra till en attraktiv, grön och tät stadsmiljö. Det finns ett underskott av boende i förhållande till det stora serviceutbudet och det finns potential att förstärka personalintensiva kontorsnäringar. Marconigatan ska utvecklas till gata av mer stadsmässig karaktär och utgöra en urban koppling i stadsdelen.

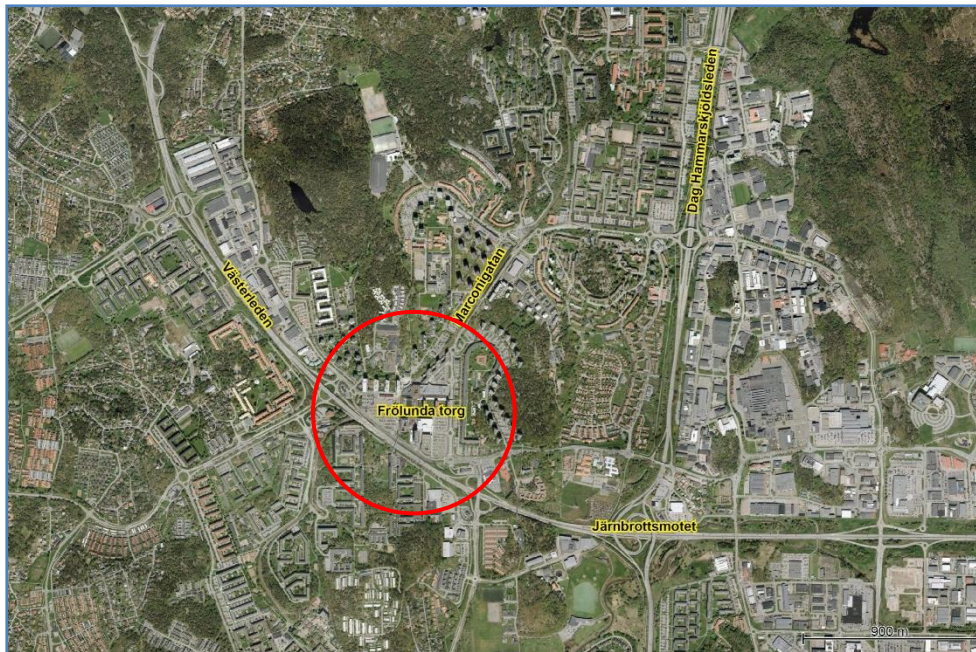
I det utvecklingsförslag som skisserats anges upp mot 1 650 nya bostäder, ca 40 000 m² nya handels- och verksamhetsytor ytor samt 62 000 m² parkering. Befintliga markparkeringar ersätts av kvartersbebyggelse och nya bostadskvarter utefter Marconigatan. Detta ger förutsättningar för en gata med mer stadsmässig karaktär. I skisserna finns också med ett riktigt högt punkthus i den västra delen.

Planen tas fram enligt PBL (2010:900) och drivs med utökat planförfarande.

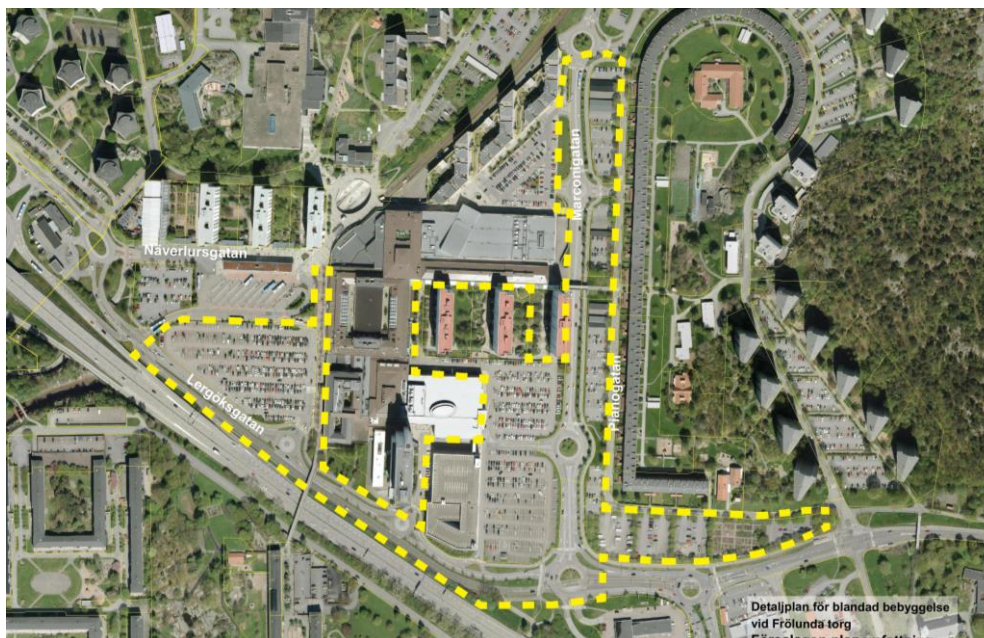


1.2 Områdesbeskrivning

Planområdet ligger i stadsdelen Frölunda i sydvästra Göteborg (Figur 1). Området består huvudsakligen av parkeringsytor idag (Figur 2).



Figur 1. Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden.



Figur 2. Föreslaget planområde (2018-01-22)



1.3 Föreslaget planområde

I stadens strategi för utbyggnadsplanering för en hållbar blandstad anges Frölunda Torg som en tyngdpunkt och ett kraftsamlingsområde, varför en utveckling av området kring Frölunda torg ligger i linje med stadens övergripande ambitioner.

Planerna på ett köpcentrum går tillbaka till 50-talet och när Frölunda torg den 8 september 1966 invigdes var det nordens största köpcentrum under ett tak. Det har sedan dess byggts ut i flera etapper och den senaste utbyggnaden blev färdigbyggd 2011. Torget omfattar idag ca 56 000 m² butiker, 17 000 m² vård, 180 nya lägenheter, en ännu inte utbyggd bygg rätt för ca 60 lägenheter samt 300 befintliga lägenheter i Poseidons bostadshus norr och öster om torget.

Föreslaget planområdet omfattar dagens Frölunda Torg med parkeringsytor och delar av Marconigatan med nuvarande parkeringsytor öster om gatan. Området ligger i direkt anslutning till spårvagnshållplats och knutpunkt för buss.

Området kring Frölunda torg är beläget utmed Västerleden i söder, med Positivparken och Rudalen i norr samt grönområdet mot Järnbrott i öster. Närmast leden ligger nivån på ca +20 m, medan topparna för Rud i norr och grönområdet i öster ligger på drygt +60 m.

Planområdet består nästan uteslutande av redan i anspråkstagen mark, där majoriteten är hårdgjorda ytor i form av gator eller parkeringsplatser.

Planområdet omfattar cirka 11 hektar och marken ägs av Skandia Köpcentrum AB; Järnbrott 142:16, Bostads AB Poseidon; Järnbrott 142:6, 142:5, Göteborgs stads Bostads AB; Järn-brott 758:73, 758:102, 758:124, 758:566 och Göteborgs Stad; Järnbrott 758:66, 758:621(huvudsakligen gatu- och vägmark).

Vattenavrinningen sker i huvudsak åt söder med slutlig recipient i Stora Ån.

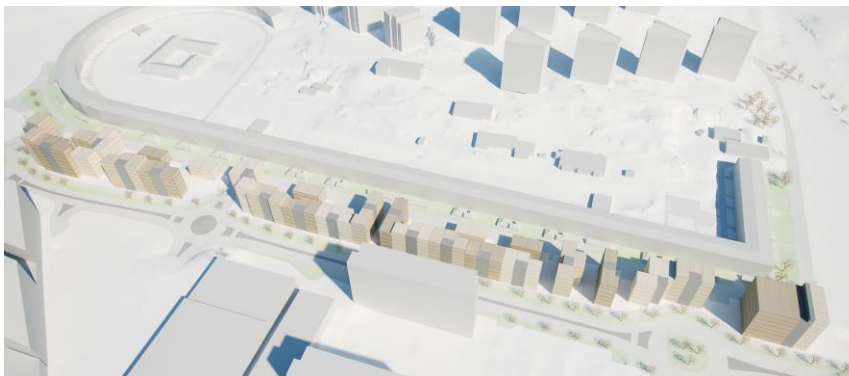
Området idag är särpräglad av modernismens ideal med relativt storskalig struktur, där flera byggnadstyper har blivit begrepp, t ex stjärnhusen, ”kommandobryggorna”, ”käppen” m fl.

I och kring planområdet finns förhållandevis höga byggnader, 8 – 13 våningar och sjukhuset med sina 18. Idén är att nu tillföra ytterligare en ”årsring” med mer kvartersbetonad bebyggelse.

Exploatörerna Skandiafastigheter (Figur 3) och Framtiden (Figur 4) har tagit fram förslag för sina respektive områden.



Figur 3. Utvecklingsskiss över delen som omfattar nuvarande Frölunda torg. Bild: Skandiafastigheter AB/Wingårds (2016-09-01)



Figur 4. Utvecklingsskiss över Framtidens del öster om Marconigatan. Bild: Förvaltnings AB Framtiden (2017-04-05)

2. Förutsättningar

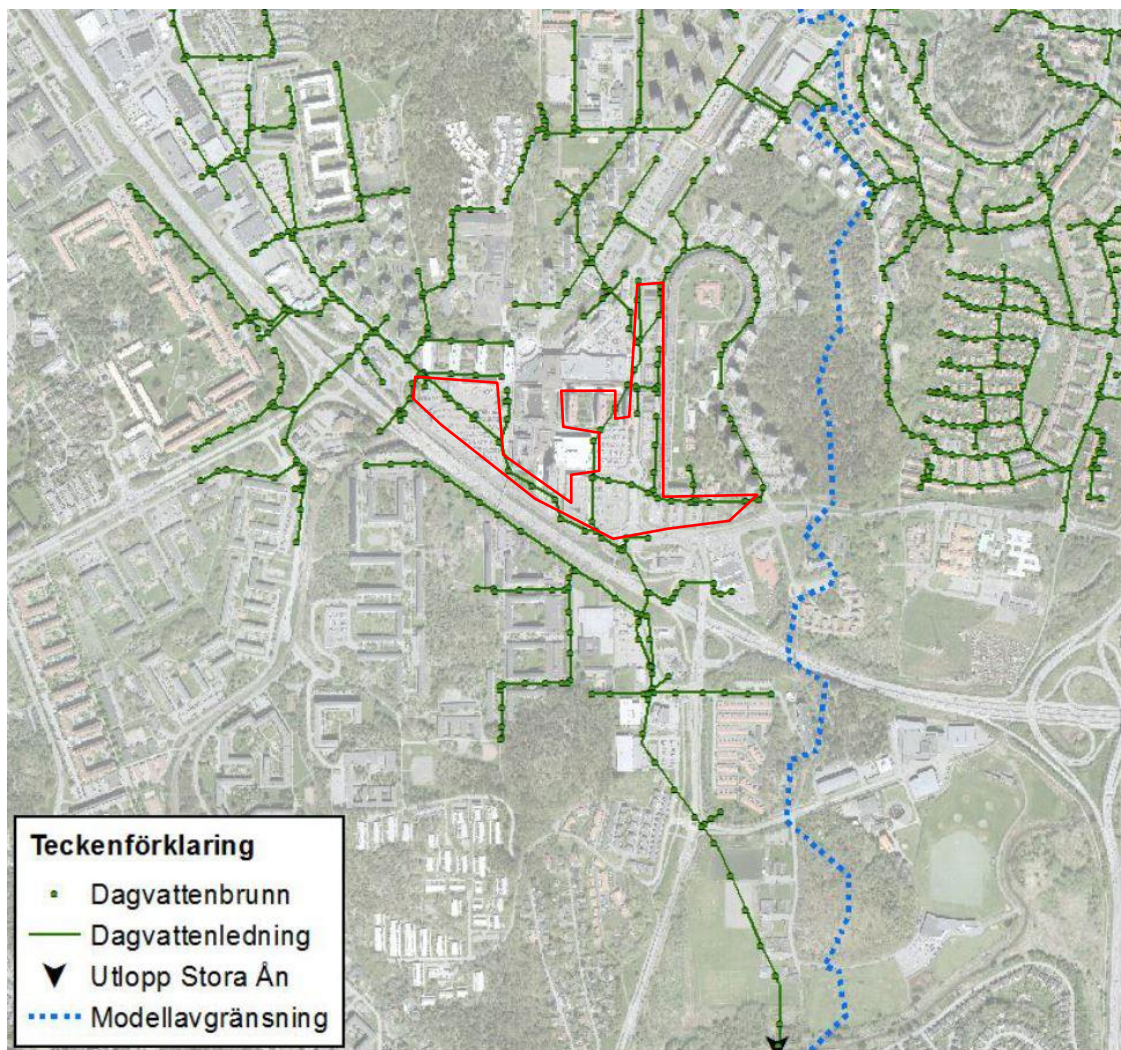
Baserat på startmötet (startmötet hölls i juni 2018 med representanter från Sweco, SBK och KoV) finns ett antal förutsättningar som styr dagvatten- och skyfallsutredningen:

- Utredningen ska utgå från att gröna tak inte anläggs för dagvattenhantering
- I dagsläget finns ett antal alléer med biotopskydd, det råder osäkerheter kring huruvida dessa bevaras och därmed huruvida dessa stråk kan användas för skyfalls- eller dagvattenhantering
- Framtida anslutningspunkter för dagvatten är inte fastställda
- Höjsättning för planerad bebyggelse är inte fastställd
- Placering av framtida bebyggelse är inte fastställd



- Befintliga gator (dvs Marconigatan och Lergökgatan) inom planområdet ska inte byggas om, vilket innebär att t.ex. skelettjordsstråk under gatumark inte är aktuellt för dessa gator

Idag avvattnas planområdet via dagvattenledningsnät mot recipienten Stora Ån som har en problematik med miljögifter och förhöjda fosforhalter (Figur 5). Ett antal större ledningar möts i planområdets södra del och ledningsnätet är överbelastat, vilket resulterar i marköversvämningar redan i nuläget. Översiktlig inventering utfördes i juni 2018 (Figur 6 och Figur 7).



Figur 5 Ledningsnätet sträckning, planområdets ungefärliga läge i rött (Bildkälla: "Åtgärdsstrategier för dagvattensystemet i Västra Frölunda", Sweco 2017)



Figur 6 Planområdet är huvudsakligen hårdgjort med stora parkeringsytor



Figur 7 Undantaget till parkeringsytorna är koloniträdgårdar i planområdets sydöstra del

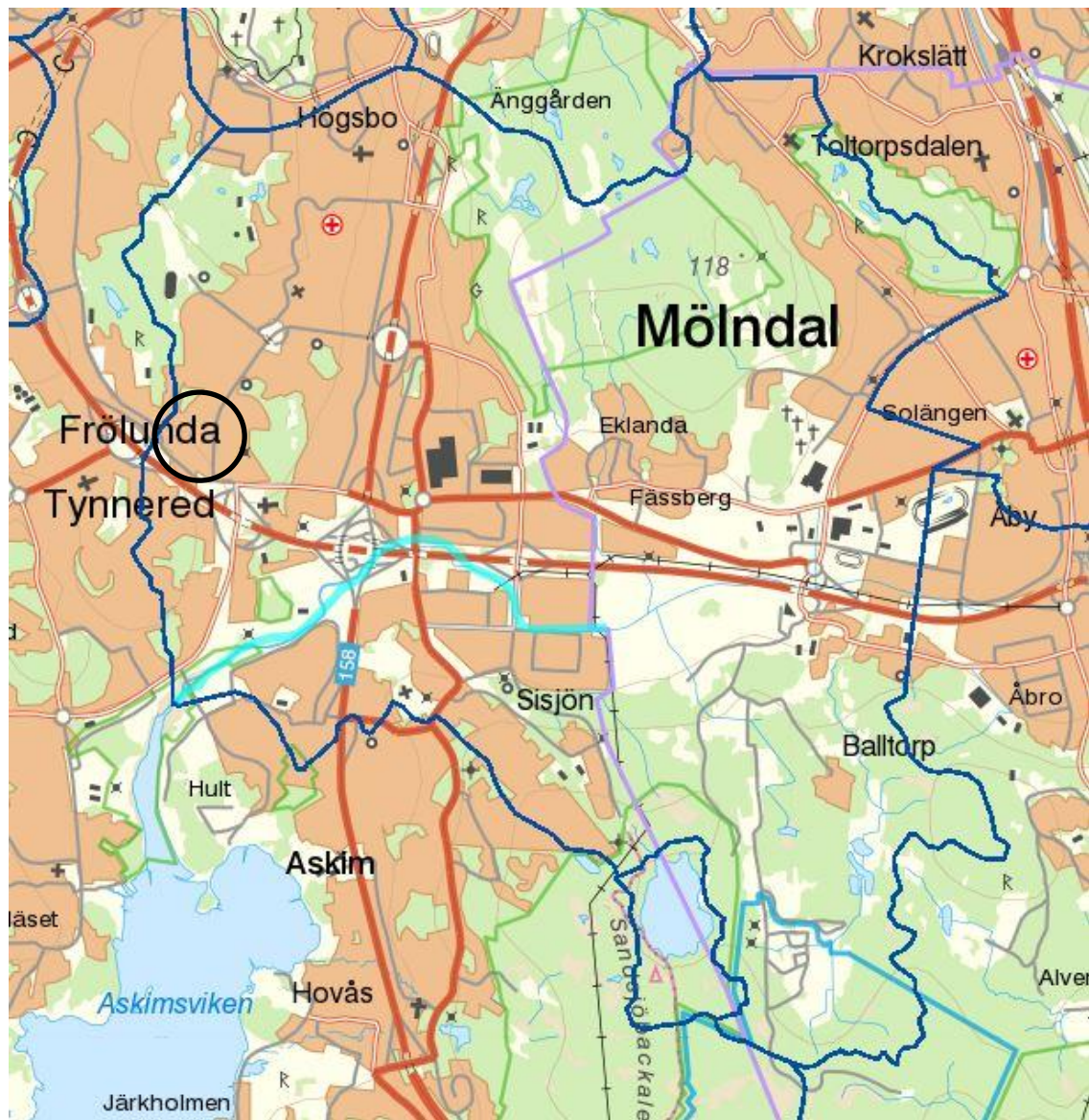


2.1 Geoteknik och markmiljö

Ingen ny geoteknisk utredning eller markmiljöutredning har påbörjats ännu. Äldre utredningsmaterial finns för delar av området.

2.2 Recipient

Planområdet ligger inom delavrinningsområdet för Stora Ån (SMHI, SUBID 2977), som uppgår till en yta om 28,5 km². Avrinningsområdets utbredning framgår av Figur 8. Den totala vattenföringen i medel i delavrinningsområdet, enligt SMHI:s vattenweb, uppgår till 0,56 m³/s. Det framtida totala årsvattenflödet från planområdet beräknas uppgå i medel till cirka 2 l/s och motsvarar ca 4 ‰ av den totala vattenföringen i recipienten Stora ån.



Figur 8 Avrinningsområde till Stora Än inom mörkblå linje, planområdets ungefärliga läge inom svart cirkel (VISS)

Recipienten är klassad enligt miljökvalitetsnormer. I vattenförekomsten finns en problematik med övergödning, miljögifter och morfologiska förändringar enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS). Enligt klassningen beslutad 2017 uppnår Stora Än måttlig ekologisk status, och ej god kemisk status. Vattenförekomsten uppnår inte god kemisk status med avseende på polybromerade difenyletrar (PBDE), kvicksilver och kvicksilverföreningar. Målet för vattenförekomsten är att uppnå god kemisk status med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver, och att uppnå god ekologisk status 2027.



För att kvalitetskravet god ekologisk status år 2027 ska kunna nås, måste åtgärder genomföras i så stor omfattning som möjligt till år 2021 med målet att sänka fosforhalterna (VISS). Recipienten har en problematik med förhöjda fosforhalter samtidigt som urban markanvändning är identifierad som en betydande påverkanskälla.

Tabell 1 Vattenförekomsten Stora åns miljökvalitetsnorm och statusklassning.

Grundinformation		Ekologisk status		Kemisk ytvattenstatus	
Vattenförekomst EU-ID	Namn	Ekologisk status 2017	Miljökvalitetsnorm och tidpunkt	Kemisk ytvatten-status 2017	Miljökvalitetsnorm
WA95689295	Stora Ån	Måttlig status	God ekologisk status 2027	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus, med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar (mindre stränga krav)

2.3 Höga vattennivåer i havet

Planområdet påverkas inte av höga nivåer i havet.

2.4 Höga flöden i vattendrag

Planområdet påverkas inte av höga nivåer i Göta Älv eller andra vattendrag.

2.5 Grundvatten

Mätningar genomförda i tidigare utredningar visade att grundvattennivån låg i skiktet mellan fyllnadsmassor och det naturliga jordartslagret. Grundvattennivåer mellan ca 0,5 m till 2,3 m under befintlig markyta har uppmätts.

I södra delen av planområdet vid rondellen mellan Marconigatan och Lergöksgatan har artesiskt tryck uppmätts, dvs. grundvattennivåer ovan markyta (ca 0,4-1,6 m). Eventuella underjordiska magasin måste göras täta för att inte få en minskad kapacitet p.g.a. grundvatteninträning där grundvattennivån är högre än nivån på magasinet. Även öppna anläggningar där permanent vattenspiegel inte är önskvärt, kan behöva anläggas täta.

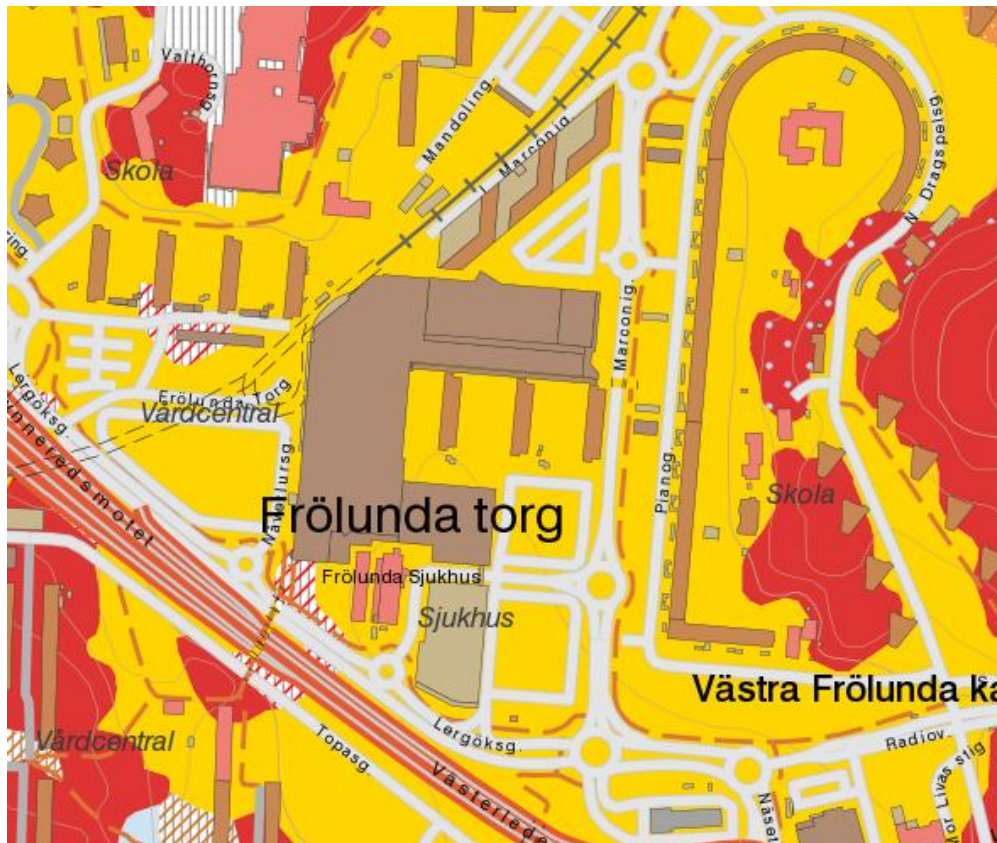
Sättningar har förekommit och kan fortfarande pågå. Med anledning av områdets sättningskänslighet bör uppfyllnad undvikas. (Ramböll, 2018)

2.6 Hydrogeologi

Området kring Frölunda Torg är uppfyllt med fyllnadsmassor med djup mellan ca 0,5-2 m. Under fyllnadsmassorna täcks större delen av planområdet av glacial lera (Figur 9). Undantag gäller för ett mindre område väster om sjukhuset där det är fyllningsmassor på berg. (Ramböll, 2018).



Infiltration bedöms inte vara möjligt inom planområdet med anledning av att lerlagret ligger som ett tätt lock. Viss infiltration kan dock vara möjligt i det begränsade området med fyllningsmassor på berg.



Figur 9 SGU:s jordartskarta (gul=glacial lera, rödvit=fyllning på urberg, röd=urberg)

3. Skyfall

Följande utredning av översvämningsrisker till följd av skyfall följer utställningshandlingen för det tematiska tillägget till översiktsplanen avseende översvämningsrisker, häraneftre kallad TTÖP (Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden, 2017-12-19). I Tabell 2 anges krav på höjdsättning för att minska översvämningsrisk enligt TTÖP.



Tabell 2. Krav på höjdsättning för att minska översvämningsrisk.

FUNKTION/ SKYDDSOBJEKT	DIMENSIONERANDE HÄNDELSE/PLANERINGSNIVÅ		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnads- funktion - nyanläggning	0,5 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet prioriterade stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 meter		

3.1 Strukturplan Sydväst

Göteborgs Stad bedriver ett långsiktigt arbete för att minska stadens sårbarhet mot översvämnningar orsakade av extrema väderhändelser. En del av arbetet har varit framtagande av geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplaner för översvämnningar. I en strukturplan redovisas översvämningsrisken vid ett framtida 100-årsregn. Strukturplanen innehåller åtgärder vilka syftar till att fördröja och avleda överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av dagvattensystem.

Generell beskrivning av strukturplanens syfte och roll

Strukturplanens uppgift är bland annat att förhindra att skyfall når områden där negativa konsekvenser uppstår. Målsättningen är att förflytta överskottsvatten orsakat av skyfall från områden där översvämnningar idag riskerar att orsaka betydande samhällskonsekvenser eller skada till områden där denna risk är mindre. Föreslagna åtgärder i strukturplanen är av typerna skyfallsyta (för att magasinera vatten under skyfallet), skyfallsled (för att leda vatten vidare nedström på ett säkert sätt) samt styrning (ett komplement för att förstärka de övriga två).

Strukturplanens roll är att utgöra ett centralt planeringsverktyg och vägledning för stadens planeringsenheter. Strukturplanen ska tillämpas i tidiga planskeden och användas som beslutsunderlag och vägledning för vattenhantering i detaljplaneringen. I all planering är det viktigt att samordning sker med strukturplanen.

I dagsläget är det osäkert om och när åtgärder som föreslagits i strukturplaner kan komma att tillämpas. Några av orsakerna är att vid framtagande av åtgärder i strukturplaner har aspekter så som rådighet över marken, teknisk genomförbarhet och investeringar hittills ej beaktats. Det innebär att i nuläget finns inga möjligheter att i enskilda planer hänvisa till strukturplansåtgärder, utan respektive plan måste säkra upp de åtgärder som behövs

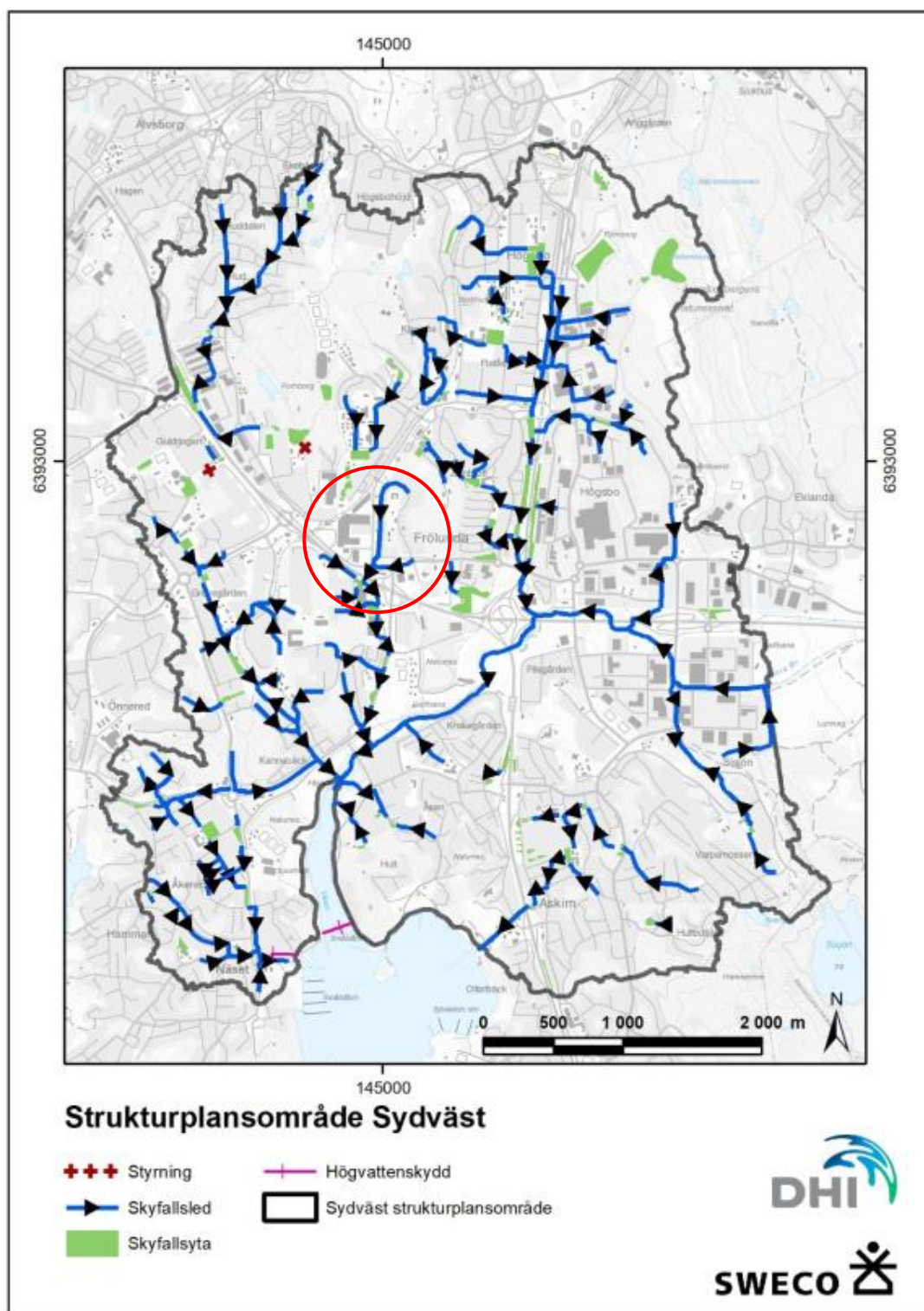


för planens genomförande. Det är dock mycket viktigt att nya planer inte omöjliggör de åtgärder som nämns i strukturplanerna.

Nästa steg i stadens arbete med översvämningsrisker är att omvandla framtagna strukturplaner till åtgärdsplaner. Arbetet med åtgärdsplaner har påbörjats under våren 2018. I åtgärdsplanen skall i strukturplanen föreslagna åtgärder prioriteras och kostnadsuppskattas.

Planförslaget i relation till strukturplanen för sydväst

Planområdet ligger inom strukturplanen för sydvästra Göteborg (DHI & Sweco, 2018). Inom planområdet finns i strukturplanen föreslagna åtgärder för att minska översvämningsrisken vid skyfall, se Figur 10. Åtgärdsförslagen utgörs av skyfallsleder längs Pianogatan och Radiovägen som syftar till att avleda skyfall förbi Frölunda torg mot en gång- och cykeltunnel under Västerleden.



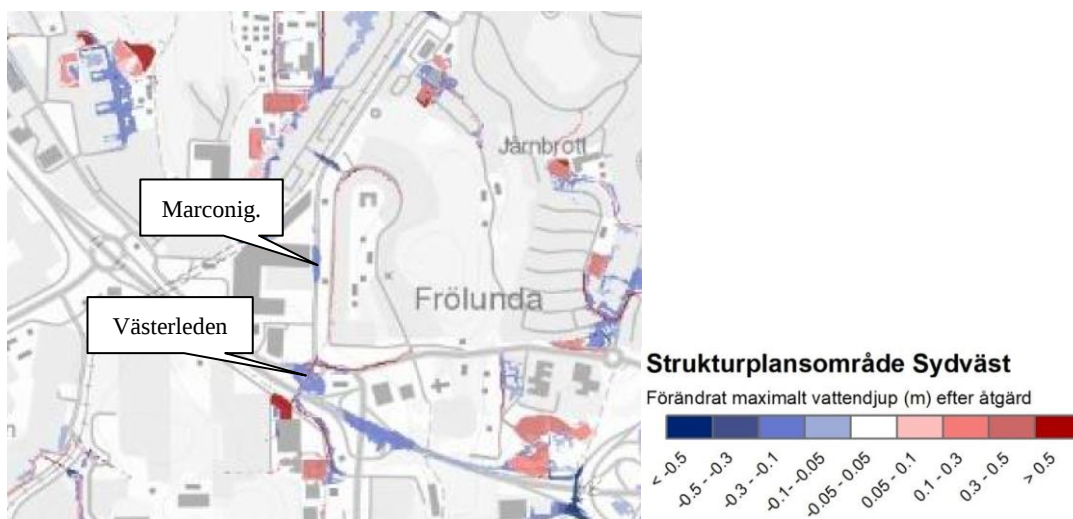
Figur 10. Strukturplan för strukturplansområde Sydvest (DHI & Sweco, 2018).



I strukturplanen redovisas den samlade effekten av strukturplansåtgärderna, se Figur 11. Som framgår av figuren förväntas vattendjupet att öka på de utpekade skyfallslederna Pianogatan och Radiovägen, medan Marconigatan och grönytan vid tunneln avlastas.

Det ska observeras att förbättringen på Marconigatan och vid Västerleden inte enbart beror på den förbättrade avledningen på Pianogatan, utan är en samlad effekt av ökad fördröjning uppströms i ledningsnätet bl.a. i Positivparken, och ökad avledning söderut.

Strukturplansåtgärder i form av fördröjning uppströms har bidragit till att avlasta ledningsnätet som passerar Marconigatan och därmed minskat översvämningen som sker från ledningsnätet. Det innebär således att ökad skyfallsavledning på Pianogatan inte räcker som åtgärd för att uppnå samma effekt på Marconigatan som visas i Figur 11.



Figur 11. Strukturplanens förväntade effekt på maximala djup efter genomförande av föreslagna åtgärder (DHI & Sweco, 2018). Ett negativt djup (blå färg) innebär att vattendjupet minskat till följd av åtgärderna och ett positivt djup (röd färg) innebär att vattendjupet ökat.

Samtliga strukturplansåtgärder har prioriterats i klasserna A-C, där A är viktigast. Prioklass A syftar till att skydda bebyggelse med verksamhet inom Styrel klass 1 och 2. Prioklass B syftar till att skydda bebyggelse med verksamhet inom Styrel klass 3 och 4 eller klass 2 vägar (större statliga och högprioriterade vägar). Övriga åtgärder ingår i prioklass C. Skyfallsleden längs Radiovägen mot tunneln har prioritetsklass B och skyfallsleden på Pianogatan har prioritetsklass C.



Figur 12 visar den beräknade varaktigheten för översvämningsdjup som överstiger 0.2 m för befintlig situation.



Figur 12. Beräknad varaktighet för översvämningsdjup överstigande 0.2m, utifrån dagens situation vid dimensionerande klimatanpassat 100-årsregn, för Sydväst avrinningsområde.

3.2 Beskrivning av befintliga förutsättningar

I Figur 13 visas översvämnning vid regn med 100 års återkomsttid med dagens rådande förutsättningar. Översvämnningen i figuren är beräknad med Göteborgs Stads skyfallsmodell från 2015 som är uppbyggd på höjddata från år 2011 och som redovisas på vattenigoteborg.se (2018-08-30).



Figur 13. Utdrag ur skyfallsmodellen, planområdet markerat med röd cirkel. Figuren visar maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn mmd klimatfaktor 1,2 med dagens förutsättningar. Källa: vattenigoteborg.se (resultat från modellberäkningar med "skyfallsmodellen" från år 2015 och höjdsättning från år 2011).

3.2.1 Befintliga lågpunkter

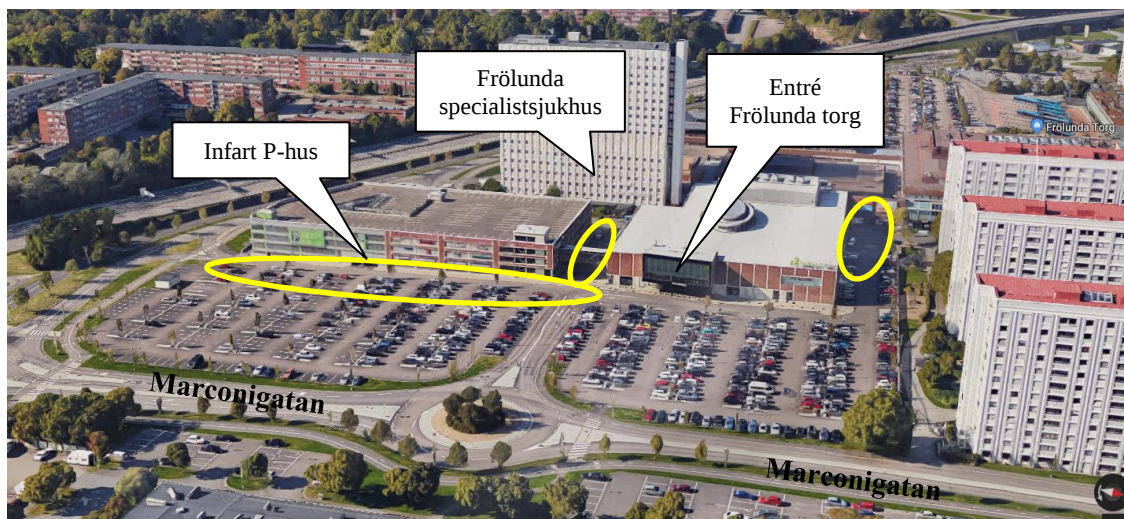
Figur 13 visar att det i nuläget främst ansamlas skyfall i lågpunkter på Marconigatan och intill Frölunda torgs huvudentré, p-hus och Frölunda specialistsjukhus.

Figur 14 visar att lågpunkten på Marconigatan utgörs av en nedfart till en lastkaj.

Figur 15 visar lågpunkter vid entréer och p-hus.



Figur 14. Lågpunkt i svacka på Marconigatan och nedfarter till lastkaj och p-garage.

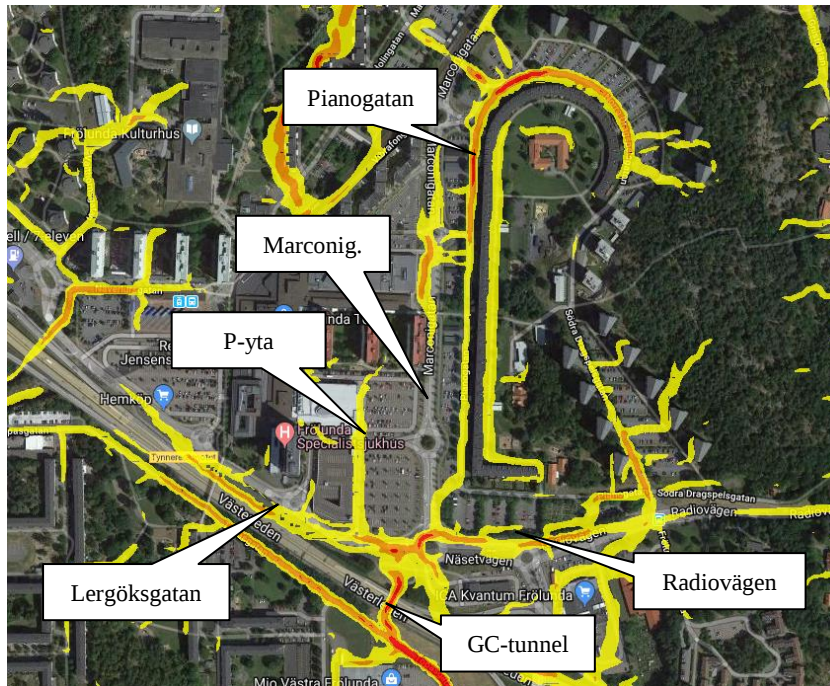


Figur 15. Lågpunkter vid entréer och p-ylor.



3.2.2 Befintliga flödesvägar

I Figur 16 visas befintliga flödesstråk vid skyfall. Området lutar åt söder och har ett ”utlopp” genom en gång- och cykeltunnel under Västerleden. De främsta skyfallsstråken i området är belägna längs Pianogatan, Lergöksvägen, Radiovägen och på parkeringsytor vid Frölunda torg.



Figur 16. Utdrag ur skyfallsmodellen. Figuren visar flödesstråk vid 100-årsregn år 2100 med dagens förutsättningar. Källa: vattenigoteborg.se (resultat från modellberäkningar med ”skyfallsmodellen” från år 2015 och höjdsättning från år 2011).

3.2.3 Osäkerheter i skyfallsmodellen

Observera att i modelluppsättningen finns begränsningar som påverkar de ovan redovisade resultaten från skyfallsmodellen (Figur 13 och Figur 16). Begränsningarna och dess inverkan på de redovisade resultaten från skyfallsmodellen har listats nedan:

- Skyfallsmodellen visar att vatten ansamlas och hålls kvar väster om flerbostadshuset längs Pianogatan (även kallad ”Käppen”). I modellen saknas en passage genom byggnaden som sammankopplar gångbron från Frölunda torg med Södra Dragspelsgatan (se Figur 17). Det innebär att en del av det vatten som i beräkningen fastnat innanför Käppen, i verkligheten rinner ner mot Marconigatan.

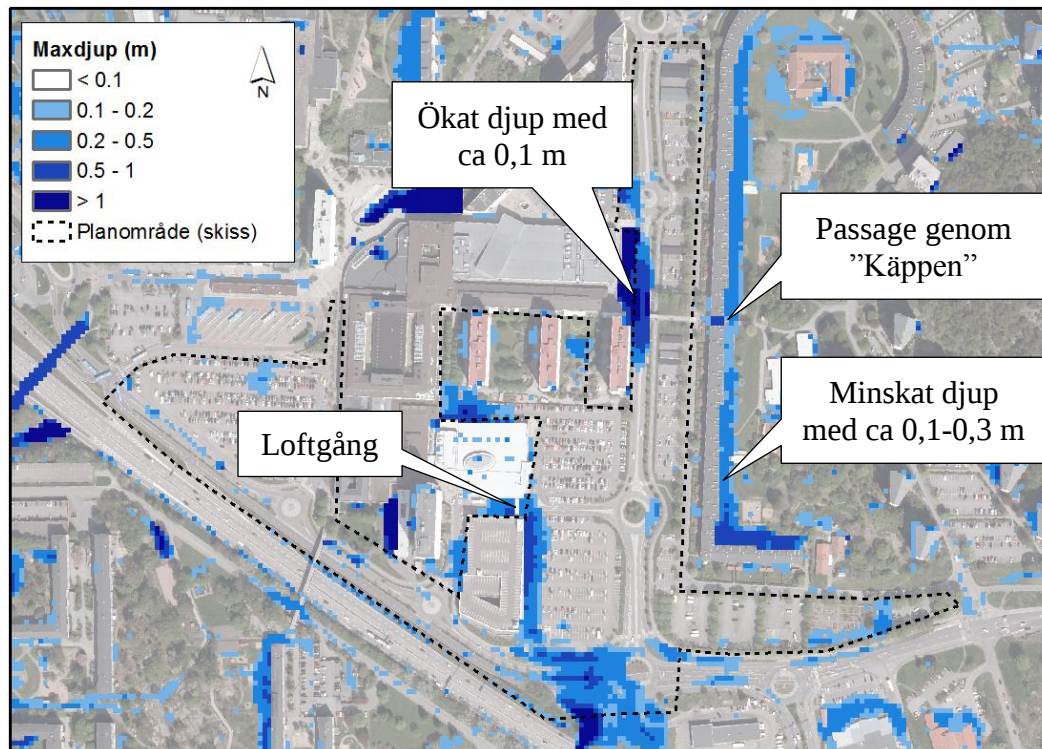


Figur 17. Passage genom Käppen.

- I skyfallsmodellen beskrivs inte hur mycket vatten som rinner in i de befintliga p-garagen som utpekats i Figur 14 respektive Figur 15. Det medför att de resultat som redovisats är konservativa, och visar vilken situation som kan väntas om vatten kan hindras från att rinna in i p-garagen.
- Översvämningsdjupet som redovisas vid spårvagnshållplatsen är överskattad eftersom spårvagnstunneln ej beskrivs i modellen. I verkligheten avrinner vatten in i spårvagnstunneln.

I Figur 18 redovisas uppdaterade beräkningsresultat¹ för befintlig situation efter att en passage i Käppen öppnats upp. Öppningen medför att skyfall avrinner mot Pianogatan och Marconigatan och resulterar i att översvämningsdjupet ökar med ca 0,1 m i den befintliga lågpunkten på Marconigatan. Skyfall fastnar fortfarande öster om Käppen, men vattendjupet minskar med mellan 0,1-0,3 m i området sydöst om öppningen. Jämförelse av resultat visar inga ytterligare förändringar som överstiger 0,1 m djup.

¹ Nya beräkningar har genomförts i kombinerad markavrinnings- och ledningsnätsmodell framtagen för strukturplan sydväst år 2018.



Figur 18. Nya beräkningsresultat för befintlig situation med justering för öppning genom byggnaden "Käppen". Anmärkning: i höjdmodellen är loftgången från p-huset till gallerian upphöjd till +20 m, vilket skapat en felaktig barriär som hindrar vatten från specialistsjukhuset att rinna ut mot parkeringen. Resultatet visar att vattenytan på västra sidan om loftgången är +18,65 m och på östra sidan ca +18,53 m. Om hindret tas bort i höjdmodellen skulle översvämningen balanseras så att vattennivån på västra sidan minskar och på östra sidan ökar. Differensen är dock så pass liten att ingen ny simulering har genomförts.

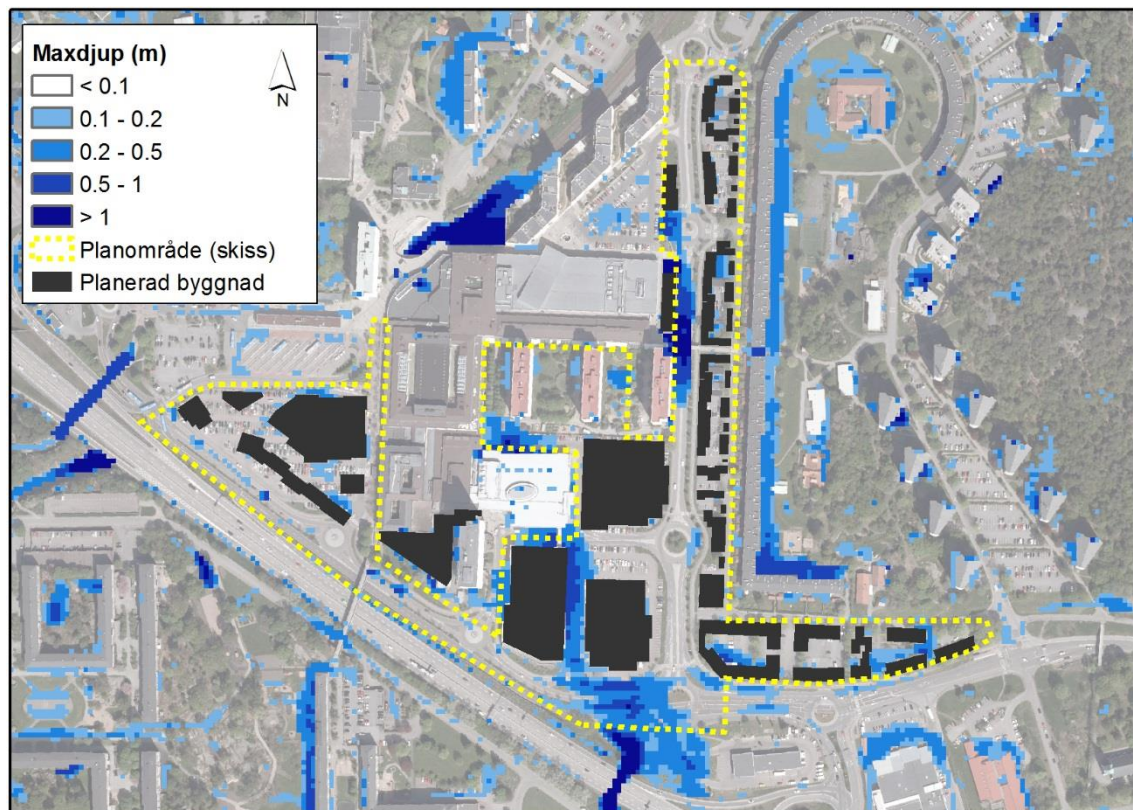


3.3 Analys av planförslag

Planförslaget innefattar ny bebyggelse på ytor som idag utgörs av parkeringsplatser. Det innebär att planförslaget inte ökar andelen hårdgjorda ytor och därmed förväntas inte avrunnen volym att öka jämfört med dagens situation. Däremot har placeringen av nya byggnader i planförslaget en påverkan på hur skyfall avrinner och var det ansamlas.

Vid tidpunkten för förstudien finns ännu inget förslag till framtida höjdsättning. I nuläget har det antagits att planförslaget inte innebär några större förändringar mot dagens marknivåer. I framtagen höjdmodell för analys av planförslaget har befintlig höjdsättning endast justerats med avseende på föreslagna byggnaders placering, det vill säga planerade byggnader har "höjts upp" i markmodellen.

Figur 19 visar maximalt översvämningsdjup för planförslaget vid framtida 100-årsregn.

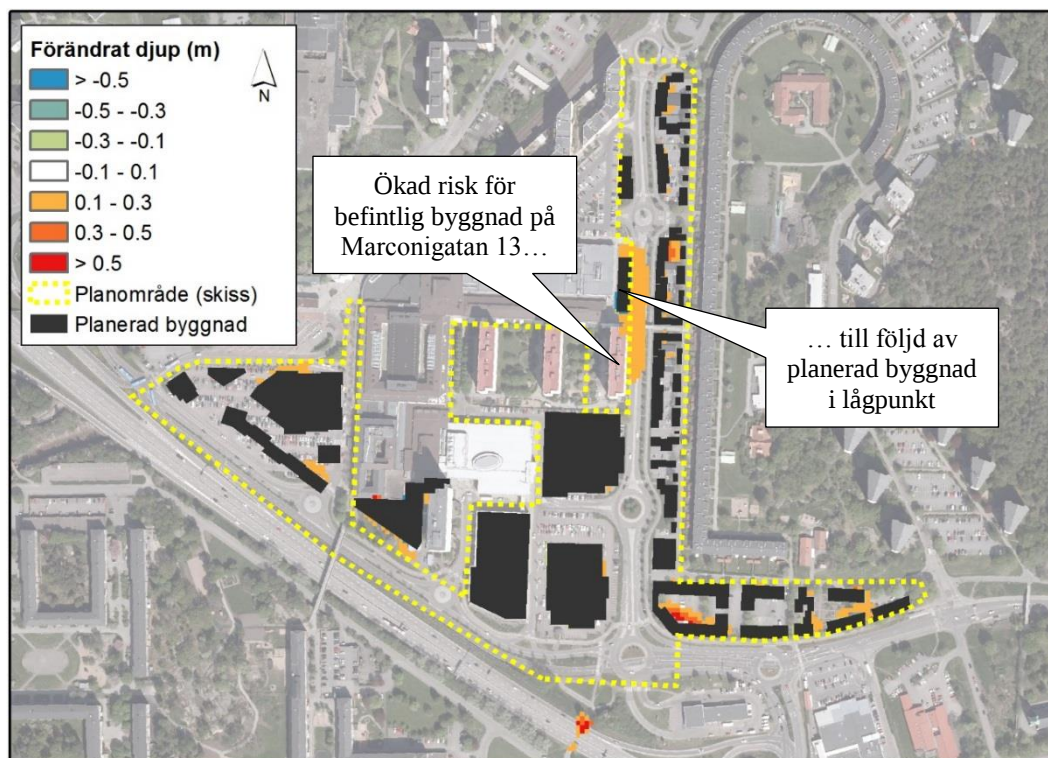


Figur 19. Framtida situation.



3.3.1 Utvärdering av risk för skador på befintliga byggnadsverk

Planen får ej leda till en ökad översvämningsrisk för befintliga byggnadsverk inom eller utanför planen. Detta har utvärderats genom att studera det förändrade översvämningsdjupet som planförslaget medför jämfört med idag, se Figur 20.



Figur 20. Förändrat djup jämfört med befintlig situation. En befintlig flerbostadsbyggnad (Marconigatan 13) får en ökad risk för översvämning, bl.a. till följd av planerad byggnad i lågpunkt.

Problembeskrivning

Figur 20 visar att planförslaget orsakar ett ökat översvämningsdjup vid den befintliga flerbostadsbyggnaden Marconigatan 13. En planerad byggnad på lastkajen intill Marconigatan innebär att lågpunkten vid lastkajen kommer att fyllas igen. Det vatten som idag rinner ned mot lastkajen, kommer i framtiden att stanna på Marconigatan. Situationen försämras då för byggnaden på Marconigatan 13 eftersom vattennivån stiger på Marconigatan.

Åtgärdsförslag

Om planerad byggnad på lastkaj vid Marconigatan skall uppföras här krävs åtgärder för att skydda befintlig byggnad på Marconigatan 13. Motsvarande utjämningsvolym som finns i lågpunkten idag måste kompenseras för på annan plats för att inte förvärra situationen nedströms. En lämplig alternativ plats för utjämning av skyfall har ej kunnat

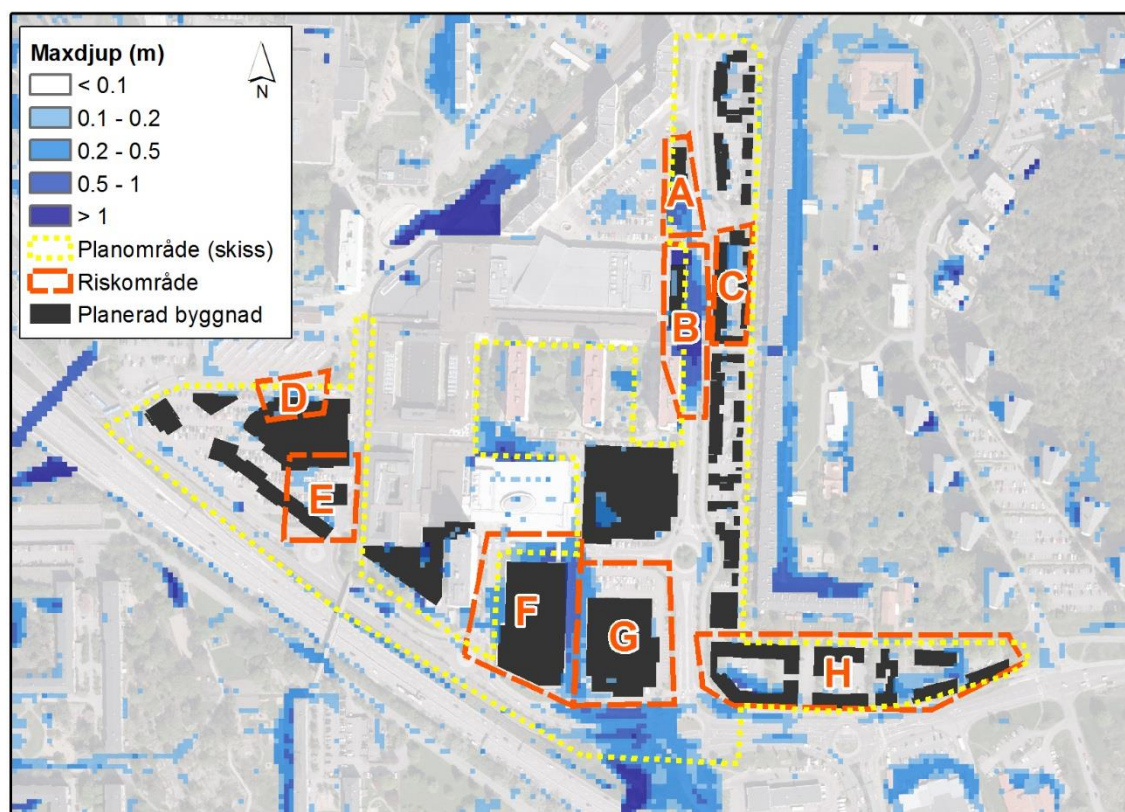


hittas. På grund av det översvämningsskänsliga läget och kostnader för att åtgärda riskerna det medför bör möjligheten att inte bygga här övervägas.

3.3.2 Utvärdering av risk för skador på nya byggnadsverk

För nya byggnadsverk gäller att det vid skyfall ska finnas en marginal om minst 0,2 m mellan vattenytan och underkant golvbjälklag och vital del (se Tabell 2). Om byggnaden inrymmer samhällsviktig verksamhet ska marginalen vara 0,5 m.

I föreliggande förstudie har endast utvärderats om det föreligger någon uppenbar risk för planerade byggnader. Med uppenbar risk menas stora vattenansamlingar i direkt anslutning till byggnader. Identifierade risker för planerad bebyggelse beskrivs områdesvis enligt indelning A - H i Figur 21.



Figur 21. Indelning i riskområden A - H.



Område A



Figur 22. Detalj över riskområde A.

Problembeskrivning

Modellberäkningar visar att vatten ansamlas i en rondell rakt söder om planerad byggnad (till vänster om planerad byggnad i Figur 23) och medför en risk för skador på den planerade byggnaden. Lågpunkten utgörs dock av en garagedörr där den ”tillgängliga” volymen i garaget ej finns beskriven i modellberäkningarna. Det innebär att om garageinfarterna fortsätter att vara öppna så kommer lågpunkten inte att fyllas upp till den grad som modellberäkningarna visar. Vatten kommer istället att rinna ned i garaget med risk för skador i garaget. Blockeras infarterna till garaget kvarstår risken på den planerade byggnaden.



Figur 23. Planerad byggnad och lågpunkt inom riskområde A.



Åtgärdsförslag

Det rekommenderas att fastighetsägaren informeras om rådande översvämningsrisk för det befintliga p-garaget. Det är inte önskvärt att p-garaget utnyttjas för utjämning/magasinerings av skyfall. Det krävs dock åtgärder för att förhindra att vatten rinner ned i garaget. Möjliga åtgärder kan vara täta garageportar eller vägbulor som styr vattnet i en annan riktning.

Om vatten kan förhindras att ta sig ned i garaget finns risk för att vatten kan ansamlas intill planerad byggnad. För att minska risken kan antingen marken vid planerad byggnad höjas eller byggnadens södra fasad skyddas mot vatten. Kan byggnaden flyttas en bit norrut påverkas den inte längre av översvämning i lågpunkten.

Område B



Figur 24. Detalj över riskområde B.

Problembeskrivning

Översvämning i lågpunkten påverkar framkomlighet på den prioriterade Marconigatan samt skador på byggnader och infrastruktur. Översvämningen orsakas idag av både yttlig tillrinning från Marconigatan samt översvämning från dagvattenledningsnätet. Med planförslaget ökar översvämningen på Marconigatan till följd av en byggnad som planeras i en lågpunkt som idag är en lastplats (Figur 25). Som tidigare beskrivit i avsnitt 3.3.1 innebär uppförandet av byggnaden att det vatten som idag rinner ned mot lastkajen, i framtiden istället kommer att stanna på Marconigatan. Observera att modellberäkningarna visar en konservativ bild av översvämningsrisken, eftersom



beräkningarna inte tillgodoräknat den utjämningsvolym som garaget i område A (Figur 23) ger. Detta eftersom det inte är önskvärt att garaget nyttjas som skyfallsåtgärd.

Av en tidigare utredning framgår att dagvattenledningsnätet som passerar under den planerade byggnaden är mycket högt belastad. Marköversvämningar via ledningsnätet kan förväntas redan vid ett regn som i framtiden har en statistisk återkomsttid på 10 år (Sweco, 2017).

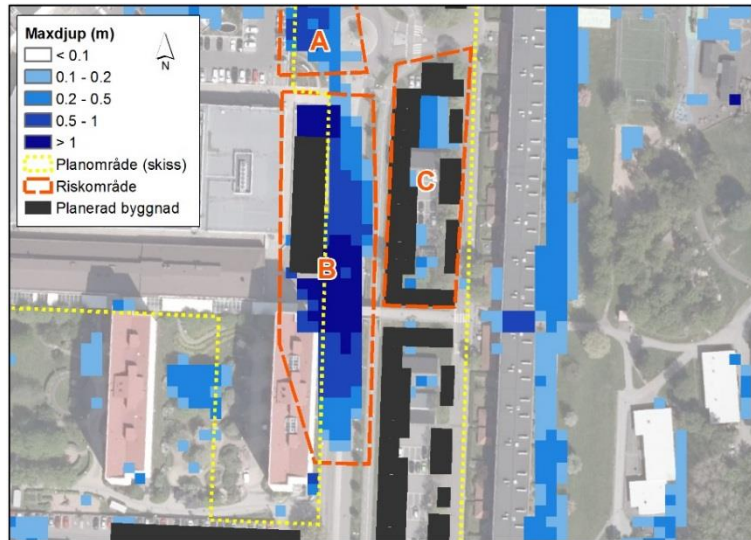


Figur 25. Planerad byggnad och lågpunkt inom riskområde B.

Åtgärdsförslag

Med hänsyn till befintlig översvämningrisk i lågpunkten samt att en ny byggnad skulle medföra en ökad översvämningrisk för kringliggande bebyggelse, rekommenderas att byggnad endast placeras här om tillräckliga kompensationsåtgärder utförs. Lämplig yta för kompensationsåtgärd har ej kunnat hittas, men byggnaden skulle eventuellt i samverkan med arkitekter och byggnadskonstruktörer kunna utformas utan att befintliga markförhållanden förändras.

Område C



Figur 26. Detalj över riskområde C.



Problembeskrivning

Planerade byggnader inom område C (Figur 26) skapar ett delvis instängt område som medför en risk för skador på byggnader till följd av vatten fastnar mot fasader samt påverkar framkomligheten till byggnader vid evakuering.

Åtgärdsförslag

Marken höjdsätts så att vatten inte rinner in från Pianogatan samt att marken lutar bort från fasader. Pianogatan är en utpekad skyfallsled i strukturplanen (DHI & Sweco, 2018). En öppning i fasaden mot Marconigatan gör att vatten inte ansamlas på gården.

Område D och E



Figur 27. Detalj över riskområde D och E.

Problembeskrivning

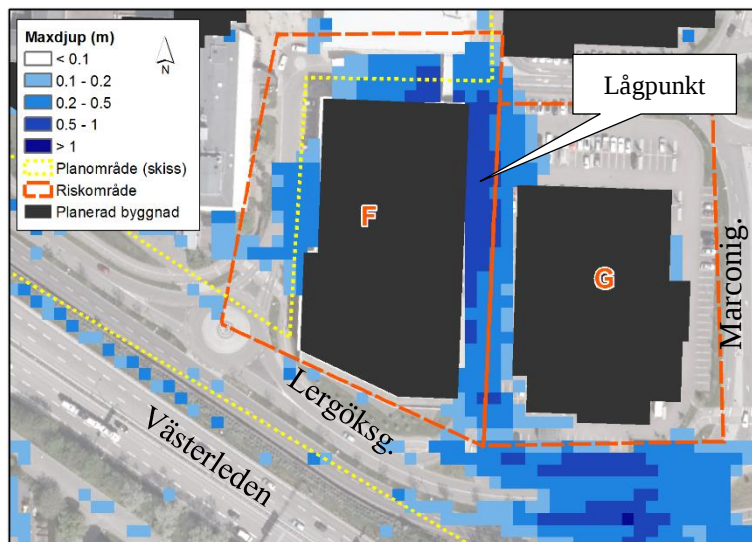
Lågpunkter uppstår intill planerade byggnader.

Åtgärdsförslag

Marken höjdsätts så att det lutar bort från fasader.



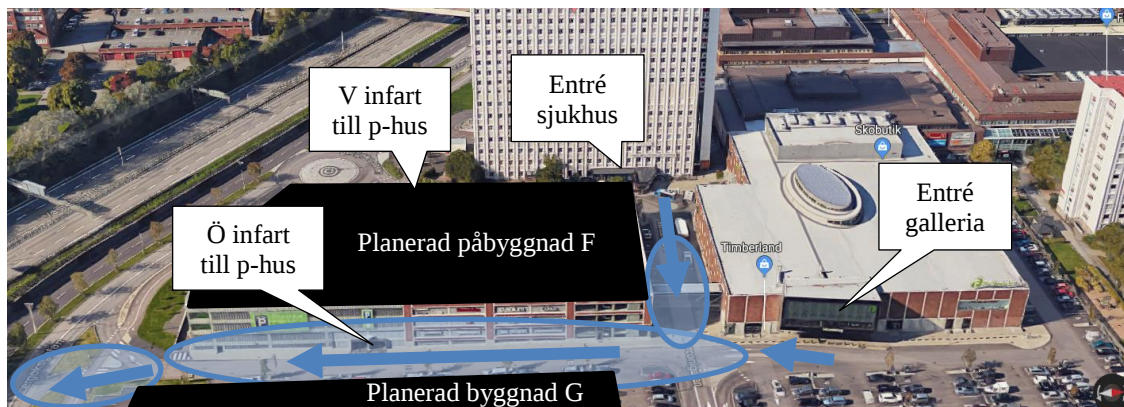
Område F och G



Figur 28. Detalj över riskområde F och G. Anmärkning: i höjdmodellen är loftgången från p-huset till Frölunda torg upphöjd till +20 m, vilket skapat en felaktig barriär som hindrar vatten från specialistsjukhuset att rinna ut mot parkeringen. Resultatet visar att vattenytan på västra sidan om loftgången är +18,65 m och på östra sidan ca +18,53 m. Om hindret tas bort i höjdmodellen skulle översvämningen balanseras så att vattennivån på västra sidan minskar och på östra sidan ökar. Differensen är dock så pass liten att ingen ny simulering har genomförts.

Problembeskrivning

Vid befintligt p-hus, som planeras att byggas på, finns en lågpunkt där vatten ansamlas (se befintliga risker i Figur 18). Vatten kan även rinna in i p-huset från två håll (Figur 29). Planförslaget innebär inte någon ökad översvämningssrisk jämfört med idag (se jämförelse av djup i Figur 20), men planerad byggnad G riskerar att ta skada. Framkomligheten till Frölunda specialistsjukhus begränsas av översvämning på Marconigatan.



Figur 29. Lågpunkt i anslutning till planerad påbyggnad F och planerad byggnad G.

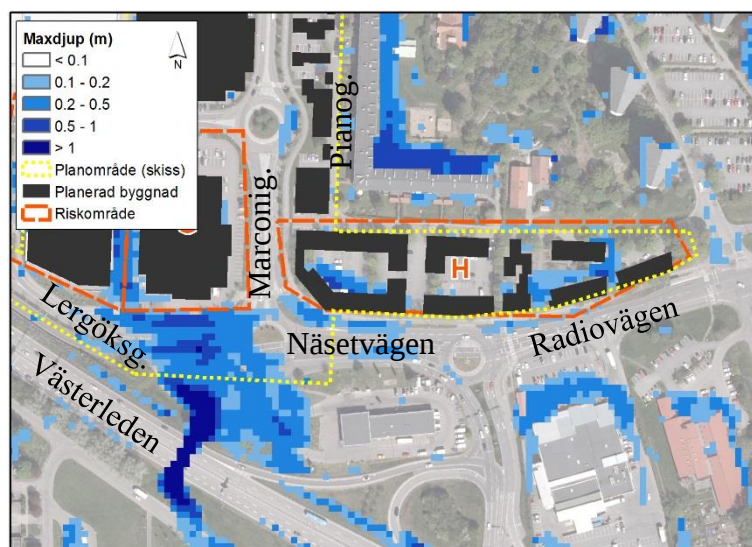


Åtgärdsförslag

Planerad påbyggnad F sker på ett befintligt p-hus. Eftersom det är en befintlig konstruktion får inte översvämningsrisken öka till följd av planförslaget, vilket uppfylls enligt Figur 20. Liksom för p-garaget på Marconigatan är det inte önskvärt att p-garaget översvämmas. Det rekommenderas att fastighetsägaren informeras om rådande översvämningsrisk. Möjliga åtgärder för att förhindra att vatten rinner in kan vara täta garageportar eller vägbulor som styr vattnet i en annan riktning.

För att minska ansamlingen av vatten i lågpunkten måste skyfallsavledningen från lågpunkten förbättras och vatten avledas till en yta där den inte påverkar framkomligheten eller utgör en risk för skador. Det rekommenderas att överväga att flytta byggnad G norrut, för att istället anlägga en kombinerad park för rening av dagvatten och fördröjning av skyfall. På så sätt skapas möjlighet att minimera översvämningsrisk på den prioriterade gatan Lergöksvägen.

Område H



Figur 30. Detalj över riskområde H.

Problembeskrivning

Planerade byggnader inom område H skapar ett delvis instängt område närmast korsningen Marconigatan - Nässetvägen (Figur 30). I områdets östra del, norr om Radiovägen, utgör planerade byggnader hinder för avrinningen och orsakar dämning.



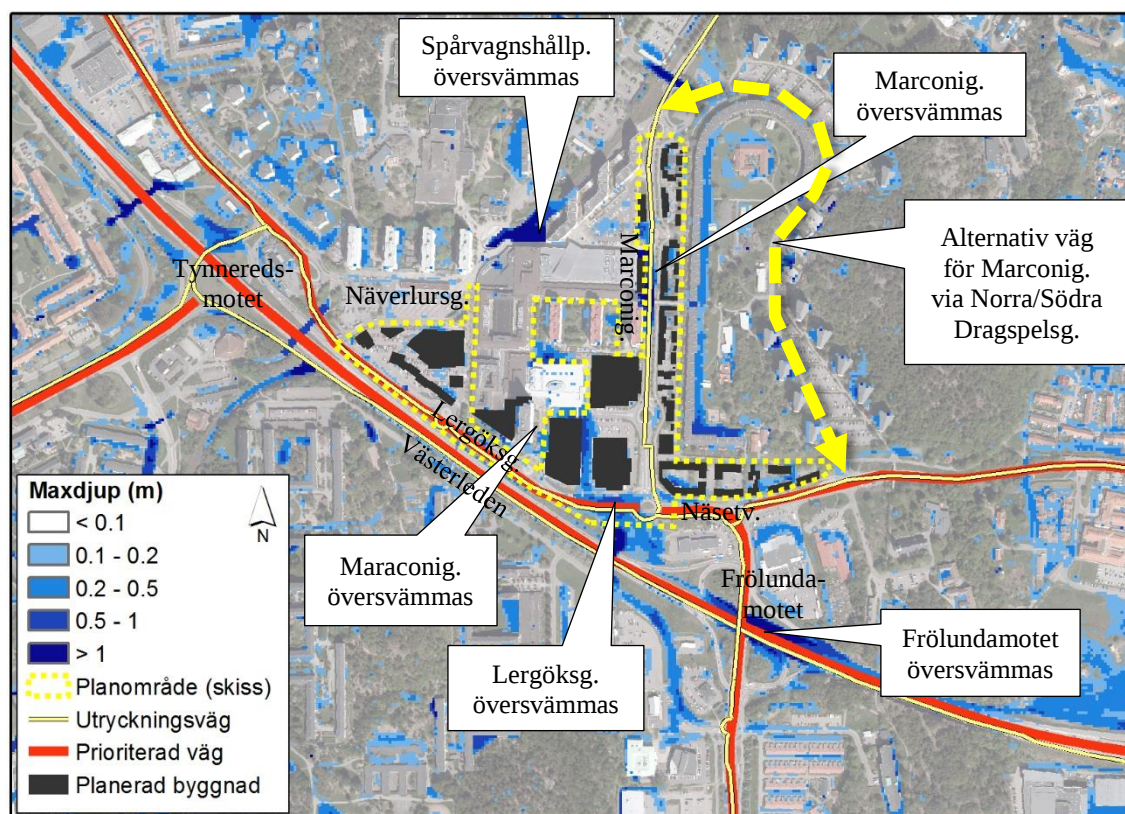
Åtgärdsförslag

Pianogatan är en utpekad skyfallsled i strukturplanen (DHI & Sweco, 2018). Planförslaget ska ej förhindra framtida möjlighet att genomföra strukturplansåtgärden, eller så skall en alternativ sträckning för skyfallsleden ges för när planen har byggts. Det rekommenderas att avrinningen på Pianogatan får en förbindelse med GC-tunneln under Västerleden. För att undvika att planerade byggnader översvämmas kan krävas strukturer (tex vallar/vägbulor) för att styra vatten i önskad riktning.

För att minska översvämningsrisker inom kvartersstrukturer ska marken höjdsättas så att det lutar från fasader och instängda områden undvikas med tex öppningar i fasader.

3.3.3 Utvärdering av framkomlighet

Framkomlighet utvärderas med avseende på framkomlighet till och inom planområdet.



Figur 31. Påverkan på framkomlighet vid framtida situation.



Framkomlighet till planområdet

Planområdet kan med bil nå västerifrån via Västerleden och avfart Tynneredsmotet och därefter antingen via Lergöksgatan eller Näverlursgatan. Norrifrån är planområdet tillgängligt via Marconigatan och österifrån via Näsetvägen och Radiovägen. Frölundamotet och Västerleden i riktning mot Järnbott översvämmas.

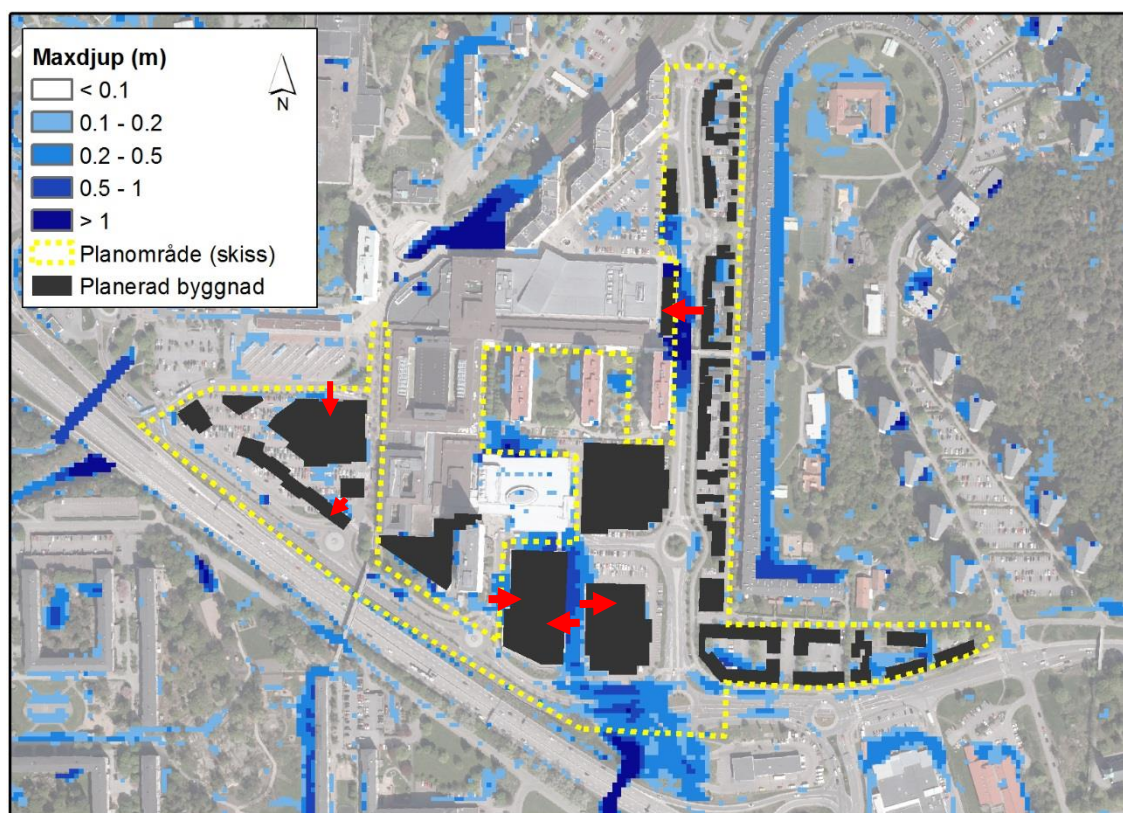
Planområdet kan med kollektivtrafik nå säkrast med buss eftersom spårvagnshållplatsen riskerar att översvämmas. Översvämningsdjupet som redovisas vid spårvagnshållplatsen är överskattad eftersom spårvagnstunneln ej beskrivs i modellen. I verkligheten avrinner skyfallet in i spårvagnstunneln.

Framkomlighet på prioriterade vägar/utryckningsvägar

Lergöksgatan och Marconigatan är utpekade prioriterade vägar/utryckningsvägar inom planområdet. Båda dessa översvämmas vid skyfall. Till Marconigatan finns en alternativ väg via Norra/Södra Dragspelsgatan. Den alternativa vägen kan innebära en ökad körtid pga. längre färdsträcka, hastighetsbegränsningar och ökat antal korsningar. Det rekommenderas att Stadsbyggnadskontoret informerar Räddningstjänsten om förutsättningar för framkomlighet vid extrema regn. Lergöksgatan föreslås byggas om så att vatten ges möjlighet att passera under körbanan och ledas vidare till gångtunneln.

Framkomlighet till entréer inom planen

Samtliga byggnader ska kunna evakueras vid en översvämningshändelse. I Figur 32 visas Skandia Fastigheters entréer som riskerar att bli otillgängliga vid skyfall. Information om entréer till Framtidens planerade byggnader saknas i erhållet underlaget för utredningen, varför dessa byggnader ej har utvärderats.



Figur 32. Fastigheter där framkomlighet till entréer inte tillgodoses (endast Skandia Fastigheters entréer har utvärderats).

Huvudentrén till Frölunda specialistsjukhus är beläget på Marconigatan som kan översvämmas vid skyfall (förutsatt att tillrinning in i befintligt p-hus förhindras). Som alternativ till uppfarten vid huvudentrén kan den vid skyfallshändelse idag nås till fots från byggnadens baksida och bilar kan stanna till på baksidan via infart från rondellen Lergökgatan/Marconigatan.

3.3.4 Riskanalys förknippade till liv och hälsa

Enligt TTÖP är huvudprincipen för stadens byggande att undvika översvämningsproblematik genom att bygga på en säker nivå. I undantagsfall kan avsteg från det tematiska tilläggets rekommendationer ske utifrån kulturhistoriska värden, miljövärden, samhällsekonomiska avvägningar och god bebyggd miljö. Görs avsteg ska en riskanalys genomföras för att säkerställa att människors hälsa inte äventyras. Stadens verktyg för riskhantering av översvämning i detaljplaner framgår av Cowis rapport: http://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport_160426.pdf?MOD=AJPERES)



Ingen riskanalys förknippad till liv och hälsa har genomförts pga att inga avsteg föreslagits.

3.3.5 Kostnadsbedömning skyfallsåtgärder

Enligt TTÖP ska strävan vara att minimera översvänningsrisk och negativa konsekvenser och åtgärder väljas utifrån principen om störst samhällsnytta. Med samhällsnytta menas att den riskminskning som åtgärder ger ska stå i proportion mot kostnaden för åtgärden.

Att genomföra åtgärder för skyfall har i många fall visat sig vara mer samhällsekonomiskt än att inte göra något alls, vilket bland annat diskuteras i (Sweco, 2014) och (Svenskt Vatten Utveckling, 2017).

Ingen bedömning av varken dagens eller framtida riskkostnader har utförts. Planförslaget befinner sig i ett tidigt skede där utformningen ännu är osäker, varför även framtida översvänningsrisker blir osäkra. När planförslaget har kommit längre kan framtida riskkostnad beräknas. Om behov finns kan sedan nyttan som skyfallsåtgärder ger, dvs summan av den reducerade riskkostnaden, vägas mot investerings- och underhållskostnader för skyfallsåtgärder i en kostnads-nyttoanalys.

3.4 Förutsättningar för åtgärder

3.4.1 Strategiska riktlinjer för skyfallsåtgärder

Enligt TTÖP:en ska anpassning till översvänningsrisker ske utifrån vattnets flödesvägar, d.v.s. med ett avrinningsområdesperspektiv.

Utgångspunkten vid fysisk planering är att stadens planering i första hand ska utgå ifrån robust höjdsättning (planeringsnivåer) och i andra hand tekniska skyddsåtgärder. Robusthet ska dock uppnås med utgångspunkt att åtgärder ska ge god samhällsnytta, dvs att den riskminskning som uppnås via skyddsåtgärder ska stå i proportion mot kostnaden för åtgärden.

Under vissa förutsättningar kan det finnas skäl att tekniska skydd kan ersätta skydd via höjdsättning. Motiv för avsteg kan t.ex. handla om målkonflikter med stadbyggnadskvaliteter eller samhällsekonomiska avvägningar dvs att föreslagna riktlinjer innebär dålig samhällsekonomi och motverkar målet om god bebyggd miljö. Ett krav för avsteg är att särskild riskutredning kan visa på att acceptabel risk kan uppnås tex via tekniska skydd eller annan åtgärd.

Anpassningsåtgärder ska så långt som möjligt utformas så att de ger tillskott till stadsmiljön. Vid planering ska nödvändiga kostnader för att säkra lämpligheten av planerad markanvändning på medellång och lång sikt i enlighet med TTÖP:ens rekommendationer särskilt redovisas.

Skyfallsåtgärder ska så långt det är möjligt genomföras inom planområdet utan att risken utanför ökar. Skyfallsåtgärder ska i möjligaste mån ha andra nyttor än skyfallshantering,



och om möjligt genomförs de på allmän platsmark. Åtgärder ska vara nödvändiga för planen och genomförbara (åtgärderna väljs enligt nedan där överst normalt är mest önskvärt och nederst minst önskvärt):

1. Flytta drabbade planerade byggnader (anpassa till rådande översvämningssituation)
2. Stora åtgärder inom plan
 - a. Utjämna volymer inom planen (skyfallsyta)
 - b. Påskynda flödet till recipient (skyfallsled)
 - c. Skyfallsbarriärer
3. Stora åtgärder utanför plan
 - a. Utjämna volymer utanför planen (skyfallsyta)
 - b. Påskynda flödet till recipient (skyfallsled)
 - c. Skyfallsbarriärer
4. Objektsskydd
5. Pumpning
6. Flytta drabbade befintliga byggnader

3.4.2 Sammanfattning av identifierade åtgärdsbehov

Strukturplansåtgärder

- **Tillgodose möjlighet till framtida förbindelse av skyfallsled mellan Pianogatan och GC-tunnel under Västerleden**

Inom planområdet har strukturplansåtgärder förslagits i form av skyfallsleder på Pianogatan och Radiovägen. Genomförandet av strukturplansåtgärder minskar översvämning på Marconigatan och Lergöksvägen och ökar därmed framkomligheten inom området. Planförslaget bedöms ej förhindra möjligheten att genomföra dessa åtgärder i framtiden, förutsatt att det finns utrymme att i framtiden skapa en förbindelse av skyfallsled mellan Pianogatan och GC-tunnel under Västerleden. För att säkerställa detta föreslås att ytan reserveras för skyfallshantering i plankartan. Observera att innan strukturplansåtgärder kan genomföras krävs att nedströms strukturplansåtgärder (dvs söder om Västerleden) som ingår i åtgärdskedja 15 har genomförts. Annars kan strukturplansåtgärderna medföra att risken för översvämning ökar på annan plats.

Risker för befintlig bebyggelse

- **Ökad risk för befintlig fastighet på Marconigatan 13**

För att undvika en ökad översvämningssrisk föreslås i första hand att inte bygga på denna plats (se steg 1 i strategi för skyfallsåtgärder). Om ytan bebyggs behöver den borttagna utjämningsvolymen kompenseras för att inte skada kringliggande bebyggelse. En sådan yta har ej kunnat lokaliseras.



Risker för planerad bebyggelse

- **Risk för planerad byggnad vid Lergöksgatan/Marconigatan**

Den planerade byggnaden vid Lergöksgatan/Marconigatan (kallad byggnad G i Figur 28) har planerats i nära anslutning till en befintlig lågpunkt och avrinningsväg och löper därför risk för att översvämmas (förutsatt att tillrinning in i befintligt p-hus förhindras). Det är viktigt att det finns en marginal mellan vattenytan och underkant golvbjälklag om minst 0,2 m och att fasaden är klarar att vatten står till denna nivå.

- **Stående vatten intill fasader**

Utredningen visar att det kan bli vatten ståendes intill fasader, vilket främst beror på att befintliga marknivåer (höjddata från år 2011) tillämpas. Vid framtida höjdsättning säkerställs att marken lutar bort från fasader så att inga instängda områden skapas vid fasaderna.

- **Instängda kvartersstrukturer**

Föreslagen bebyggelse skapar på vissa håll instängda kvartersstrukturer. Helt stängda kvarter utformas för att klara den regnvolym som skapas inom kvartersstrukturen, tex nedsänkning av marknivå där vatten kan tillåtas och upphöjning av marknivå för att garantera framkomlighet. Delvis stängda kvarter öppnas upp så att vatten kan passera, tex med gångpassager.

- **Framkomlighet till/från entréer**

Utredningen visar att det kan bli vatten ståendes intill fasader, vilket främst beror på att befintliga marknivåer tillämpas. Vid framtida höjdsättning säkerställs att "högstråk" anläggs fram till entréer (dvs att marken till entréer är högre än omgivande mark).

Övriga behov som ej behöver hanteras inom ramen för planens genomförande (för information)

- **P-garage på Marconigatan norr om Frölunda torg samt p-hus på Marconigatan/Lergöksgatan**

De befintliga p-garagen/husen översvämmas vid skyfall. Denna risk finns redan idag och det finns därför inget krav om att hantera risken. Eftersom garagen bidrar med stora volymer finns det en fördel med att tillåta översvämning vid skyfall, bl.a. för att underlätta framkomlighet på prioriterade vägar samt till och från byggnader. Garagen är dock inte konstruerade för att hantera skyfall och det är därför inte önskvärt att så sker. För att förhindra att vatten rinner in rekommenderas täta portar och vägbulor samt att genomföra en riskanalys och handlingsplan. Det för att bl.a. säkerställa att det inte uppstår några risker för människoliv och att vatten kan avledas.



- **Framkomlighet på den prioriterade vägen/utryckningsvägen Lergöksgatan**

Lergöksgatan är en prioriterad väg och utryckningsväg inom planområdet som kan översvämmas vid skyfall redan idag. Enligt stadens mål för anpassningsåtgärder ska funktionen i prioriterade transport- och kommunikationsstråk upprätthållas (se tabell 3 i TTÖP).

3.5 Föreslagna skyfallsåtgärder

Nedan föreslås åtgärder som hanterar en eller flera av de behov som beskrivits i avsnitt 3.4.2. Föreslagna åtgärder som presenteras tabellvis (Tabell 3 - Tabell 7) har översiktligt utvärderats med avseende på funktion, påverkan för markägare, genomförbarhet och påverkan/relation till strukturplan. Ingen bedömning har genomförts avseende riskkostnader, investerings- och driftkostnader eller ansvarsfördelning avseende genomförande, drift- och underhåll.

Tabell 3. Åtgärdsförslag: Kombinerad dagvatten- och skyfallspark i korsningen Lergöksgatan/Marconigatan

Åtgärd	Planerad byggnad (kallad G i Figur 28) föreslås flyttas norrut för att skapa plats för en nedsänkt dagvattenpark med extra buffertvolym för att utjämna skyfall. Det finns möjlighet att koppla utlopp från parken till närliggande dagvattensystem. I Figur 33 ges ett exempel på multifunktionell yta i Portland, USA. 
Åtgärdseffekt (med avseende på framkomlighet till/ inom	Åtgärden syftar till att minska översvämningsrisk för planerad byggnad (kallad G), befintligt p-hus och öka

Figur 33. Multifunktionell yta, Tanner Spring, Portland USA. Foto: Göteborg när det regnar – En exempel och inspirationsbok för god dagvattenhantering.



planen samt påverkan på befintliga och nya byggnader och infrastruktur)	framkomlighet på prioriterad utryckningsväg (Lergöksgatan)
Multifunktionalitet och kombinerade effekter	När åtgärden inte brukas för utjämning av skyfall bidrar den med följande mervärden: - rening av dagvatten - rekreation i parkmiljö - ekosystemtjänster
Påverkan för markägare	Åtgärden föreslås på befintlig kvartersmark. Eventuellt kan markägarförhållandena behöva förändras.
Genomförbarhet	Möjlig utformning och genomförbarhet diskuteras med markägare och andra intressenter.
Relation till strukturplan	Påverkas ej.

Tabell 4. Åtgärdsförslag: Reservera yta i plankarta för skyfallshantering

Åtgärd	Yta reserveras för skyfallshantering i plankarta för framtida förbindelse av skyfallsled på Pianogatan till Marconigatan.
Åtgärdseffekt (med avseende på framkomlighet till/ inom planen samt påverkan på befintliga och nya byggnader och infrastruktur)	Åtgärden syftar till att möjliggöra strukturplansåtgärden på Pianogatan för att i framtiden kunna minska översvämningen på Marconigatan och därmed förbättra framkomligheten på den prioriterade vägen.
Multifunktionalitet och kombinerade effekter	Förutsatt att vatten kan ledas genom ytan kan ytan utformas som grönyta, gångstråk, lekyta mm.
Påverkan för markägare	Åtgärden föreslås på befintlig kvartersmark. Eventuellt kan markägarförhållandena behöva förändras.
Genomförbarhet	Kan vara begränsad till följd av att marken är kvartersyta. Möjlig utformning och genomförbarhet diskuteras med markägare och andra intressenter.
Relation till strukturplan	Möjliggör strukturplansåtgärd.

Tabell 5. Åtgärdsförslag: Planerad byggnad i lastkaj vid Marconigatan slopas

Åtgärd	Planerad byggnad i lastkaj vid Marconigatan slopas. Byggnaden är ej lämplig att uppföra på föreslagen plats med hänsyn till översvänningsrisker och påverkan på närliggande byggnad. Utöver åtgärder för att hantera översvänningsrisker medför byggnaden att
--------	---



	befintlig huvudledning för dagvatten behöver flyttas. Sammantaget bedöms åtgärder för att möjliggöra byggnation bli alltför omfattande.
Åtgärdseffekt (med avseende på framkomlighet till/ inom planen samt påverkan på befintliga och nya byggnader och infrastruktur)	Åtgärden innebär att planerad byggnad ej uppförs pga. omfattande och kostsamma åtgärdsbehov. Därmed medför åtgärden att dagens risker i lågpunkten ej försämras.
Multifunktionalitet och kombinerade effekter	Nej.
Påverkan för markägare	Ej aktuellt.
Genomförbarhet	Ej aktuellt.
Relation till strukturplan	Påverkas ej.

Tabell 6. Åtgärdsförslag: Höjdsättning i anslutning till byggnader

Åtgärd	Vid projektering höjdsätts marken för att säkra framkomlighet till byggnadsentréer vid översvämning. Marken höjdsätts så att vatten lutar bort från fasader.
Åtgärdseffekt (med avseende på framkomlighet till/ inom planen samt påverkan på befintliga och nya byggnader och infrastruktur)	Åtgärden möjliggör evakuering från planerade byggnader vid översvämning. Instängda områden mot fasader undviks, vilket i sin tur minskar risk för fuktskador på planerade byggnadsverk.
Multifunktionalitet och kombinerade effekter	Nej.
Påverkan för markägare	Minskad risk för skador på fastigheter. Möjlighet att evakuera vid översvämning.
Genomförbarhet	Bedöms vara genomförbart med hänsyn till planens tidiga skede.
Relation till strukturplan	Påverkas ej.



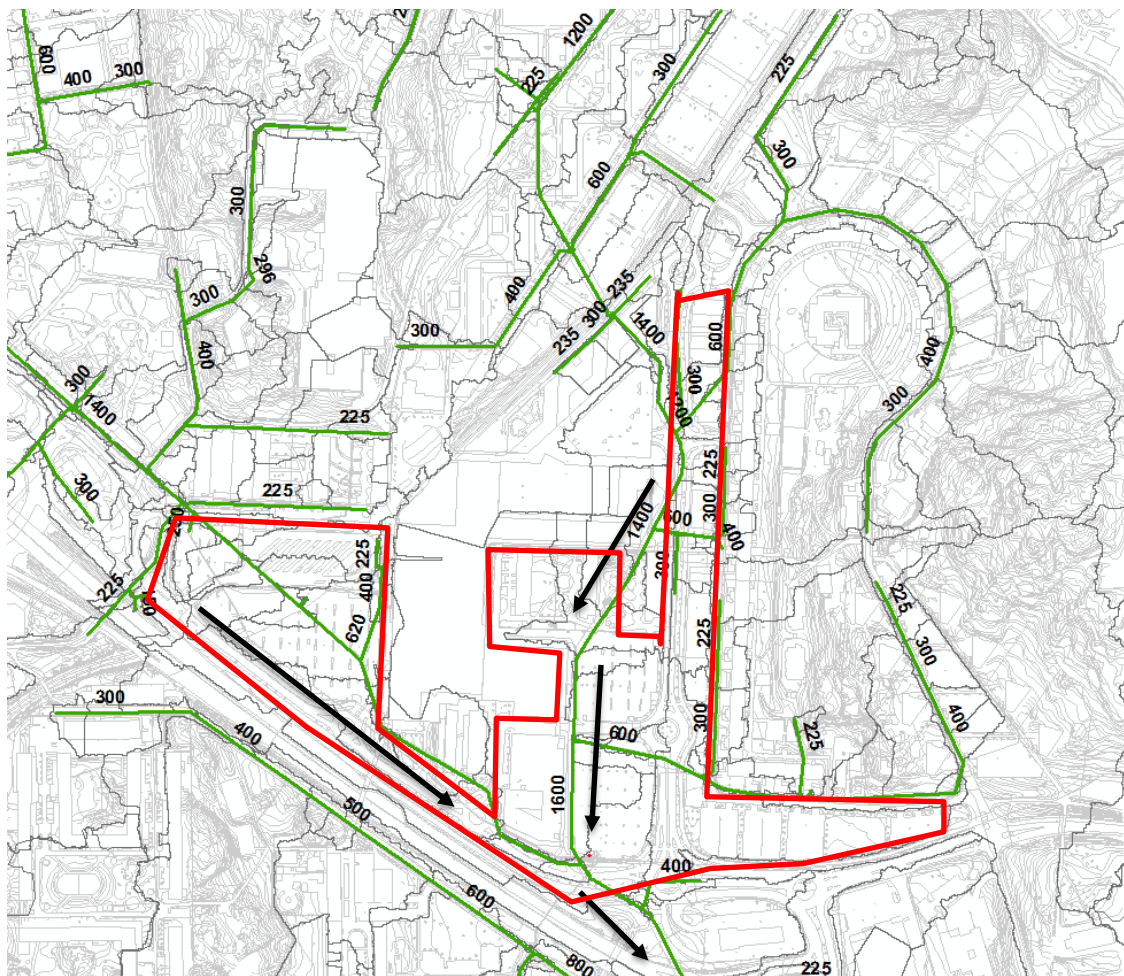
Tabell 7. Åtgärdsförslag: Anpassning av kvarter och kvartersstrukturer

Åtgärd	Delvis instängda kvartersstrukturer där vatten kan rinna in men inte ut, anpassas efter flödesvägar genom öppningar i fasader. Inom helt slutna kvarter höjdsätts marken på innergården genom höjning av markyta som behöver vara framkomlig och nedsänkning av markyta där vatten kan stå.
Åtgärdseffekt (med avseende på framkomlighet till/ inom planen samt påverkan på befintliga och nya byggnader och infrastruktur)	Åtgärden syftar till att säkerställa framkomlighet till entréer och undvika skador på planerade byggnader.
Multifunktionalitet och kombinerade effekter	För att skapa ytterligare fördröjning och buffert kan skyfallsytor anläggas på innergårdar. Skyfallsytor kan utformas som nedsänkta parkytor eller dagvattenanläggningar med reningsfunktion.  Figur 34. Exempel på utformning av skyfallsyta på kvartersmark. Foto: Marie Larsson/Sweco.
Påverkan för markägare	Minskad risk för skada på byggnader.
Genomförbarhet	Bedöms vara genomförbart med hänsyn till planens tidiga skede.
Relation till strukturplan	Påverkas ej.



4. Dagvattenavledning

Dagvattnet avleds från planområdet med dagvattenledningsnät till Stora Ån (Figur 35). Dagvattenledningsnätet är i dagsläget överbelastat.



Figur 35 Dagvattenledningsnät, planområdets ungefärliga gränser i rött. Flödesriktning i ledningsnät markerad med svarta pilar.

4.1 Dimensionerande flöden

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiderna 10, 30 och 100 år valts, i enlighet med rekommendationer i Svenskt Vattens publikation P110. Återkomsttiderna baseras på att den planerade bebyggelsen motsvarar centrum- och affärsområde, och att dagvattenflödena beräknas för fylld ledning, trycklinje i marknivå och marköversvämning med skador på byggnader. Dimensionerande regnvaraktighet är satt till 10 min. Avrinningskoefficienten har satts till 0,8 för planerad bebyggelse innefattande gatumark, takytor och bjälklagsgårdar. I denna utredning syftar termen bjälklagsgårdar på gårdsytor som



byggs ovanpå bjälklag, vilket möjliggör parkeringsgarage undertill. Valet av avrinningskoefficient grundar sig i att det inte finns några planerade grönytor inom allmän platsmark, och att inga klara planer finns för grönska på framtida gårdsytor eller tak. Ingen naturlig infiltration förväntas ske inom planområdet.

Baserat på markanvändning har planområdet i beräkningarna delats in i delområden (Figur 36). Delområde 1 och 4 består av parkeringsytor, delområde 2 av ett parkeringshus, delområde 3 av flerbostadshus med gröna gårdsytor, delområde 5 av parkeringsytor med vissa inslag av grönytor, och så har gatorna Marconigatan och Lergöksgatan definierats som varsitt delområde. Alla närliggande områden bedöms avvattas tekniskt via ledningsnät.



Figur 36 Skiss över delområden inom planområdet som använts i beräkningar



Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet (Tabell 8).

Tabell 8 Beräkning av reducerad area, före och efter exploatering.

Delområde	Area [ha]	Avrinnings- koefficient nuläge	Avrinnings- koefficient enligt plan	Reducerad area nuläge [ha]	Reducerad area enligt plan [ha]
Lergöksgatan	1	0,8	0,8	0,8	0,8
Marconigatan	1	0,8	0,8	0,8	0,8
Delområde 1	1,7	0,8	0,8	1,36	1,36
Delområde 2	0,8	0,8	0,8	0,64	0,64
Delområde 3	1	0,4*	0,8*	0,4	0,8
Delområde 4	1,9	0,8	0,8	1,52	1,52
Delområde 5	3,1	0,7**	0,8**	2,17	2,48
Totalt	10,5	0,73	0,8	7,69	8,4

* Avrinningskoefficienter baserade på att nuvarande gröna gårdssytor byggs över

** Avrinningskoefficienter baserade på att befintliga koloniträdgårdar, träd och grönytor mellan parkeringsytorna ersätts av tak och bjälklagsgårdar

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 1 nedan. Före exploatering används klimatfaktor på 1 och efter exploatering på 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar. Årsflödet har beräknats baserat på SMHI:s värden från mätstationen i Göteborg, 760 mm/år.

$$Q_{dim} \left[\frac{l}{s} \right] = \text{regnintensitet} \left[\frac{l}{s} \cdot ha \right] \cdot \text{reducerad area [ha]} \cdot \text{klimatfaktor} \quad (1)$$

Tabell 9 Årsflöde samt dimensionerande flöde (Q) för nuläget med återkomsttiden 10 år, 30 år och 100 år. Klimatfaktor = 1.

Delområde	Årsflöde [m³/år]	Q (10) [l/s]	Q (30) [l/s]	Q (100) [l/s]
Lergöksgatan	6080	182	262	391
Marconigatan	6080	182	262	391
Delområde 1	10336	310	446	665
Delområde 2	4864	146	210	313
Delområde 3	3040	91	131	196
Delområde 4	11552	347	498	743
Delområde 5	16492	495	711	1061
Totalt	58 444	1753	2521	3759



Tabell 10 Årsflöde samt dimensionerande flöde (Q) enligt plan med återkomsttiden 10 år, 30 år och 100 år. Klimatfaktor = 1,25.

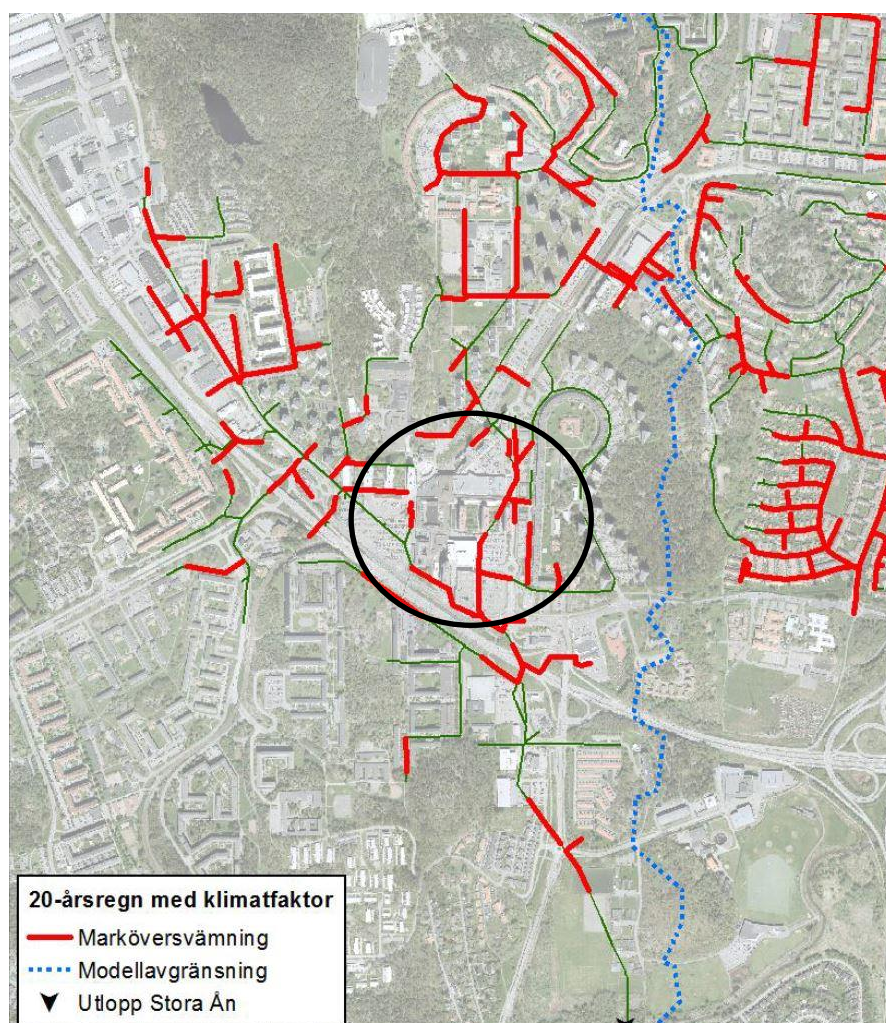
Delområde	Årsflöde [m ³ /år]	Q (10) [l/s]	Q (30) [l/s]	Q (100) [l/s]
Lergöksgatan	6080	228	328	489
Marconigatan	6080	228	328	489
Delområde 1	10336	388	557	831
Delområde 2	4864	182	262	391
Delområde 3	6080	228	328	489
Delområde 4	11552	433	623	929
Delområde 5	18848	707	1016	1515
Totalt	63840	2394	3442	5132

Flödesökningen (Tabell 9 och Tabell 10) beror huvudsakligen på klimatfaktorn, men även på att grönytor hårdgörs. Tillkommande gröna tak, växtbäddar på gårdsytor, grönska på allmän platsmark, trädgröpar, skelettjordar eller motsvarande kommer att bidra med fördröjning och därmed sänkta flöden.



4.2 Kapacitet i dagvattenledningssystemet

Dagvattennätets kapacitet begränsas av en gemensam ledning ut från planområdet mot Stora Ån (Figur 37). Rapporten ”Åtgärdsstrategier för dagvattensystemet i Västra Frölunda” (Sweco 2017) visar på resultatet av hydraulisk modellering av det ledningssystem som planområdet ingår i. Enligt rapporten uppstår marköversvämningar inom planområdet vid ett 20-årsregn med klimatfaktor (Sweco 2017). Det innebär att ledningsnätet inte klarar av en ökad flödesbelastning. I rapporten föreslås ett antal fördröjningsåtgärder uppströms planområdet på totalt ca 8000 m³. Dessa åtgärder har i skrivande stund inte genomförts.



Figur 37 Urklipp ur rapporten ”Åtgärdsstrategier för dagvattensystemet i Västra Frölunda” (Sweco 2017) som visar på resultatet av hydraulisk modellering där röda ledningar indikerar marköversvämning i befintligt system vid 20-årsregn med klimatfaktor 1,25. Planområdets ungefärliga läge markerat med svart cirkel.



4.3 Påverkan på nedströms vattendrag

Planförslaget innebär ett visst ökat flöde eftersom befintliga koloniträdgårdar och grönska mellan parkeringsytor ersätts av takytor, bjälklagsgårdar och lokalgator. Klimatfaktorn innebär ytterligare ökat flöde. Detta innebär en ökad belastning på ledningsnätet, och ett ökat flöde till Stora Åns markavvattningsföretag under förutsättning att inga fördröjande åtgärder anläggs. Ifall kravet på fördröjning av 10 mm uppfylls, antingen med åtgärder inom planområdet eller med kompensationsåtgärder nedströms planområdet, behöver inte belastningen på markavvattningsföretaget öka.

4.4 Åtgärder för avledning

För att marköversvämning inte ska uppstå inom planområdet behövs fördröjningsåtgärder inom planområdet men även uppströms, det är inte rimligt att hantera hela översvämningssproblematiken inom planområdet. Enligt rapporten ”Åtgärdsstrategier för dagvattensystemet i Västra Frölunda” (Sweco 2017) föreslås åtgärder med kapacitet att fördröja 8000 m³ uppströms planområdet. Rapporten visar på en klart förbättrad situation inom planområdet ifall dessa åtgärder genomförs. Ifall åtgärder uppströms inte genomförs, är marköversvämningar att förvänta inom planområdet. Vid ett dimensionerande regn blir konsekvenserna sannolikt att dagvatten blir stående på vägar vilket kan försvåra framkomligheten för räddningstjänst. Det flödar sannolikt även in dagvatten i befintliga garage redan i nuläget, och strömmar upp dagvatten ur ledningsnätet. En ambitionsnivå motsvarande att vattennivån i anslutningspunkten ska inte överstiga marknivå/fylld ledning vid dimensionerande situation är inte rimlig, om inte åtgärder utanför planområdet tillkommer.

Ett principiellt alternativ till fördröjningsåtgärder uppströms, är att byta ut ledningen mellan planområdet och Stora Ån till en ledning av grövre dimension. Både alternativet med fördröjningsåtgärder uppströms, och alternativet att byta ut ledningen, är förknippade med omfattande kostnader. Ingendera av dessa åtgärder har utretts vidare.

5. Fördröjning och rening av dagvatten

Dagvatten från planområdet leds till recipienten Stora Ån som har en problematik med förhöjda fosforhalter. För att kvalitetskravet ”God ekologisk status 2027” ska kunna nås, bör detaljplanen helst kunna visa på att lägre mängder av fosfor än i dagsläget kommer att ledas till Stora Ån ifall planförslaget genomförs.

De huvudsakliga föroreningarna genereras från gatumark och parkering, medan byggnader och gårdsytor huvudsakligen genererar ett mindre förorenat dagvatten. Därför är reningseffekten för lösningarna som hanterar dagvatten från Marconigatan,



Lergöksgatan och de planerade lokalgatorna viktigare än reningseffekten för lösningarna som hanterar dagvatten från byggnader och gårdsytor.

Enligt Göteborgs stads riktlinjer för dagvattenhantering ska 10 mm dagvatten fördröjas. Det innebär att dagvatten ska fördröjas motsvarande 10 mm/m² reducerad area.

5.1 Förutsättningar för dagvattenhantering

5.1.1 Befintliga gator

En förutsättning för föreliggande utredning är att de befintliga gatorna Marconigatan och Lergöksgatan inte ska byggas om. Samtidigt genereras den största mängden föroreningar från dessa gator samt från tillkommande lokalgator. För att rena dagvatten från de befintliga gatorna bör dagvattnet ledas till en eller flera renande anläggningar. Antingen placeras dessa anläggningar i befintliga längsgående gröna stråk, eller i en gemensam uppsamlade lösning nedströms. Ytor för en gemensam uppsamlade lösning saknas inom planerad allmän platsmark, däremot finns lämpliga ytor inom planerad kvartersmark. Drift och underhåll av anläggningar på kvartersmark måste säkerställas genom avtal.

Ytor i form av längsgående gröna stråk finns inom allmän platsmark, men ytorna har relativt nyligen planterats med träd. Höjdsättningen för dessa ytor i dagsläget gör det omöjligt för dagvatten att rinna mot grönytorna, eftersom grönytorna inte är nedsänkta utan snarare upphöjda. Skulle grönytorna istället ha anlagts nedsänkta med ett underliggande makadamlager och en ledning i botten, skulle dessa ytor kunna ha en fördröjande och renande funktion. Grönytor har valts framför diken för att passa in i stadsbilden.

5.1.2 Planerade lokalgator

Beroende på om lokalgatorna placeras på allmän platsmark eller på kvartersmark finns olika förutsättningar. I de fall lokalgatorna placeras på kvartersmark finns möjligheten att leda dagvatten från tak, gårdar, torg och gator till samma anläggning. I de fall lokalgatorna ligger på allmän platsmark ansvarar kommunen för skötseln av anläggningarna i lokalgatorna, och då ska dagvatten från tak och gårdar, samt parkeringsytor inom kvartersmark, hanteras inne på kvartersmarken.

5.1.3 Tak- och gårdsytor

För att fördröja dagvatten från tak- och gårdsytor rekommenderas anläggningar på planerade innergårdar som motsvarar kravet på 10 mm. Det finns ingen garanti för den framtida skötseln av dessa anläggningar eftersom de ligger inom kvartersmark.



5.1.4 Infiltration till grundvattnet

Dagvattenlösningar som bygger på infiltration till grundvattnet är inte aktuella inom planområdet. Detta beror främst på det underliggande lerlagret men även på en hög grundvattenyta och en översvämningssituation.

5.1.5 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas. Detta krav gäller både på kvartermark och på allmän platsmark.

Tabell 11 Volym som motsvarar kravet på 10 mm fördröjning

Delområde	Area [ha]	Avrinnings- koefficient enligt plan	Reducerad area enligt plan [ha]	10 mm fördröjning [m ³]
Lergökgatan	1	0,8	0,8	80
Marconigatan	1	0,8	0,8	80
Delområde 1	1,7	0,8	1,36	136
Delområde 2	0,8	0,8	0,64	64
Delområde 3	1	0,8	0,8	80
Delområde 4	1,9	0,8	1,52	152
Delområde 5	3,1	0,8	2,48	248
Totalt	10,5	0,8	8,4	840

Ifall inget ökat flöde får ledas till markavvattningsföretaget kring Stora Ån och ledningsnätet inte ska belastas mer, får inte flödet från planområdet öka jämfört med dagsläget. För att inte flödet ska öka vid ett dimensionerande regn med 30 års återkomsttid och en klimatkoefficient på 1,25 krävs en effektiv magasinvolym på ca 150 m³. Detta i kombination med resultaten i Tabell 11 kan tolkas som att belastningen från planområdet på ledningsnätet blir lägre än i dagsläget vid ett dimensionerande regn ifall fördröjningskravet på 10 mm uppfylls.

5.1.6 Reningskrav utgående från riktlinjer

Planområdet är en medelbelastad yta utgående från Göteborgs stads indelning av markanvändningar. I kombination med en mycket känslig recipient visar matrisen i Tabell 12 att rening ska användas. Enligt riktlinjerna innebär detta sedimentation + infiltration/filtrering, exempelvis krossdike, biofilter, eller magasin med filter.

Tabell 12. Göteborgs stads matris för dagvattenrening

Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning



5.1.7 Reningskrav utgående från MKN

Recipienten Stora Ån har en problematik med förhöjda fosforhalter. Urban markanvändning är identifierad som en betydande påverkanskälla för recipienten. För att kvalitetskravet ”God ekologisk status 2027” ska kunna nås, måste åtgärder genomföras i så stor omfattning som möjligt till år 2021 (VISS). Planförslaget bör kunna visa på att det inte medför en ökad fosforbelastning på recipienten, och därtill gärna en reducering av fosforbelastningen jämfört med i dagsläget.

5.1.8 Markavvattningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds till ett markavvattningsföretag, ”Stora Åns dagvattenföretag” år 1993. Det är inte lagligt att öka flödet till ett markavvattningsföretag utan att ansöka om dispens. När planerade fördröjningsåtgärder inom planområdet och nedströms planområdet har kopplats till förväntat dagvattenflöde som leds från planområdet till Stora Ån, ska en bedömning göras av huruvida det blir aktuellt att ansöka om dispens.

5.2 Föreslagna åtgärder

Utgående från Göteborgs stads riktlinjer ska dagvattnet från planområdet genomgå rening genom metoder som sedimentation i kombination med infiltration/filtrering, exempelvis krossdike, biofilter, eller magasin med filter.

En reducerad yta om 8,4 ha innebär att ca 840 m³ dagvatten behöver fördröjas inom planområdet för att uppnå kravet på fördröjning av 10 mm. Utöver detta finns ett stort behov av ytterligare fördröjning, rening och skyfallshantering, eftersom ledningsnätet är överbelastat och recipienten är mycket känslig med en problematik rörande förhöjda fosforhalter.

5.2.1 Planerad kvartersmark

För att kvartersmarken ska uppnå stadens krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta, föreslås att takvatten leds till växtbäddar på innergårdar eller på förgårdsmark för fördröjning. Ytbehovet beror på anläggningens djup och fyllnadsmaterialval. Om växtbäddar anläggs med kapacitet att fördröja 400 mm dagvatten bör växtbäddarnas yta utgöra ca 2 % av kvarterets totala yta. En sådan utformning liknar exemplet i Figur 38 nedan. För att fördröja dagvatten från gårdsytor kan växtbäddar anläggas med kapacitet att fördröja t.ex. 40 mm dagvatten (dvs en lägre konstruktion som mer liknar en perennplantering) och då bör växtbäddarnas yta utgöra ca 20 % av kvarterets totala yta. Dessa växtbäddar kan placeras ovanpå bjälklaget för att skapa en grön innergård, och utformas av exempelvis landskapsarkitekter. Denna typ av lösning innebär att parkeringsgarage kan byggas under bjälklaget utan att påverka



möjligheten att fördröja dagvatten, så länge utformningen sker i samråd med konstruktör. Det måste finnas tillräcklig marginal mellan garagets bjälklag och markytan på gården för att inrymma växtbädd, fördröjningszon och dränering.

Det är viktigt att växtbäddarna är anpassade för dagvattenfördröjning vad gäller utformning, växtval och skötsel. Dessutom bör höjdsättningen medgöra att dagvatten med självfall kan rinna till växtbäddarna, och sedan dräneras från dessa.

Beroende på utformningen av delområde 3 kan eventuellt fördröjningskraven sänkas för detta delområde. Fördröjningsvolymerna har beräknats utgående från antagandet att delområdets befintliga grönytor ersätts av överbyggnationer.



Figur 38 Växtbädd i en upphöjd konstruktion (Vinnova/ Kent Fridell & Kristian Klasson)

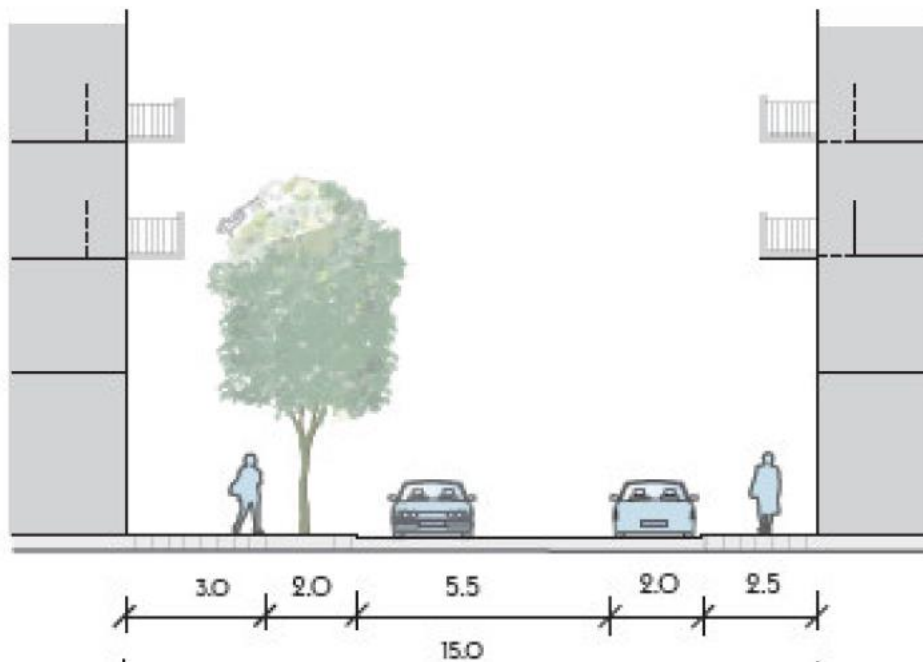
5.2.2 Planerade lokalgator

För att rena dagvatten från planerade lokalgator, föreslås antingen skelettjordar eller växtbäddar/raingardens nedsänkta i gatumark (Figur 39 och Figur 40). Det är viktigt att tillräcklig yta avsätts i gatusektionen i ett tidigt skede. Enligt dokumentet Göteborgs stads exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering kan man anpassa skelettjordar till göteborgsförhållanden (dvs hög lerhalt i jorden) genom att bredda



skelettjordsbäddarna eller göra genomföringar mellan träden där enbart sten i fraktion 32 - 64 mm eller 90 - 150 mm används utan inblandning av jord.

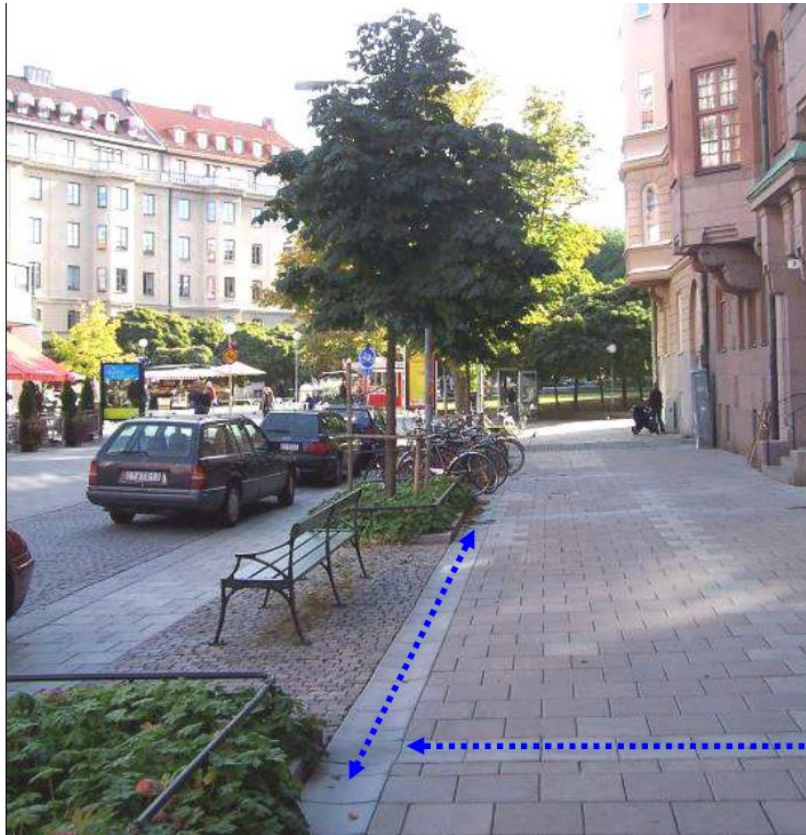
Beroende på om lokalgatorna kommer att ligga inom allmän platsmark eller inom kvartersmark får ansvarsfrågan utredas vidare.



Figur 39 Gatusektion lokalgata med träd i skelettjord (WRS 2016)



Figur 40 Skelettjord i stadsmiljö (WRS 2016 /Björn Embrén)



Figur 41 Exempel som visar hur takvatten i stadsmiljö leds till skelettjord i gatumark via rännor (WRS 2016)

5.2.3 Marconigatan och Lergöksgatan

Stora mängder föroreningar uppstår på grund av biltrafiken på Marconigatan och Lergöksgatan. Den förväntade ökningen i trafikintensitet leder till ökade halter och mängder av föroreningar som avleds med dagvattnet. En förutsättning för föreliggande utredning är att befintlig gatumark inte ska byggas om.

För att detaljplanen inte ska försämra möjligheten att uppnå MKN i Stora Ån, och samtidigt uppfylla stadens krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta, bör dagvatten från Marconigatan och Lergöksgatan renas.

Ett förslag är att utnyttja de grönytor som redan löper längs de befintliga gatorna (Figur 42 och Figur 43). I dagsläget är dessa inte lämpliga för dagvattenhantering eftersom de inte är nedsänkta. De är även avgränsade av kantsten som hindrar gaturvattnet från att rinna ut över grönytorna. Skulle delar av dessa grönytor byggas om till infiltrationsstråk, i kombination med förändrat höjdförhållande och öppningar i kantsten, skulle dagvatten kunna renas och fördröjas. Ett infiltrationsstråk kan innebära ett dike fyllt av ett



krosslager med en dräneringsledning i botten. Krosslagret kan täckas av ett skålformat lager av matjord som sås med gräs, för att få en liknande stadsbild som den i dagsläget. Placering av infiltrationsstråk får anpassas efter gatornas skevning för att undvika ombyggnation av gator.



Figur 42 Befintligt längsgående grönt stråk i Lergöksgatan (eniro.se)



Figur 43 Befintligt längsgående grönt stråk i Marconigatan (eniro.se)



Skulle inte dessa längsgående grönytor byggas om, bör dagvattnet från Marconigatan och Lergöksgatan renas nedströms. Föroreningsberäkningar bygger på två alternativ; dels att dagvattnet från Marconigatan och Lergöksgatan inte renas, dels att dagvattnet renas i totalt 200 meter långa krossdiken. Krossdikena innebär en ombyggnation av delar av grönstråken och kan bearbetas vidare till ett infiltrationsstråk som motsvarar designmässiga önskemål för stadsbilden. Enligt StormTac skulle totalt 200 meter krossdiken med bredden 1,3 meter, ett djup på 0,65 meter varav ett krosslager på 0,35 meter, vara lämpligt för att hantera dagvatten från gatumarken. Skulle förslaget bearbetas vidare får man ta hänsyn till frågor som lutning och lokala höjdskillnader.

Dagvattenanläggningen skulle ligga i den direkta vägmiljön och ansvarig förvaltning blir därför Trafikkontoret.

5.2.4 Funktion, drift och underhåll

Skelettjord med träd

Träd som planteras i statsmiljö, har ofta för lite utrymme för att utvecklas tillfredställande. Med så kallad skelettjord (makadam 100-150 mm) skapar man en extra tillväxtzon för rotsystemen. Den porösa skelettjorden kan anläggas under körbara hårdgjorda ytor och fungerar som ett magasin för dagvatten. Skelettjorden för varje träd rymmer upp till 5 m³ vatten (skelettjordsvolymen beräknas till 15 m³ per träd). (WRS 2016).

Skötsel för att bevara skelettjordarnas funktion innefattar rensning och slamsugning av dagvattenbrunnarna. Rensning och slamsugning uppskattas vara av behov en gång per år. Utbyte av skelettjorden kan vara av behov vid höga föroreningshalter och sedimenterade partiklar sätter igen porerna. Ingen gödsling behöver ske då trädet tar upp näring ifrån dagvattnet.

Växtbädd

Nedsänkta växtbäddar (även kallade regnbäddar eller biobäddar) är planteringsytor dit dagvatten leds, antingen genom ytavrinning eller via brunnar och ledningar. Med begreppet nedsänkt avses i detta sammanhang att växtbädden ligger nedsänkt under anläggningens kant. Nedsänkningen skapar en utjämningsvolym. Reningen uppstår när dagvattnet sedan infiltrerar genom växtbädden. I botten av växtbädden finns normalt ett lager makadam och en dränering som ansluter till dagvattenledningsnätet. (WRS 2016).

Skötseln för vegetationen i en växtbädd bedöms inte vara mer än skötseln för en perennplantering. Därtill behöver även regelbundna (ungefär en gång i kvartalet) kontroller och rengöring göras för inlopp/utlopp och bräddkonstruktioner. Anläggningen bör även besökas efter kraftigt skyfall för att säkerställa dess funktion. Byte av filtermaterial är aktuellt då infiltrationskapaciteten minskat p.g.a. igensättning. Okulär



kontroll av infiltrationskapaciteten bör göras i samband med de regelbundna kontrollerna.

Infiltrationsstråk

Ett dike grävs ur och fylls med makadam, och en dräneringsledning placeras i botten. Dagvatten fördröjs och renas genom sedimentation och adsorption. Anläggningen kan utvecklas genom att exempelvis placera ett skålformat lager matjord högst upp som besås med gräs. På så vis skapas ett svackdike med en underliggande krossvolym.

Enligt Göteborgs stads exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering sker igensättning på sikt vilket gör att materialet i infiltrationsstråk kommer att behöva bytas ut efter ca 25 år. Genomspolning av dräneringsrör och rensning brunnar är nödvändigt.

5.2.5 Investering- och driftkostnad

Detta stycke visar uppskattningar på vad det kostar att bygga och sköta dagvattenlösningar. Text och information i detta kapitel kommer från WRS:s rapport nr 2016-0915-A, *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*. Kostnadsanalysen baseras på nybyggnation eller omfattande ombyggnation.

Tabell 13. Grovt uppskattade investerings- och driftkostnader (WRS:s rapport nr 2016-0915-A)

Anläggning	Investeringskostnad (inkl. material och anläggning) (kr/m ³ magasinvolym)	Driftkostnad per år (kr/m ²)
Skelettjord med träd*	12 000 (60 000 /träd)	Rensning av dagvattenbrunnar en gång / år
Växtbädd i upphöjd konstruktion, kapacitet 40 cm vattenpelare	6000 - 10 000	12 -35
Växtbädd nedsänkt i gata eller torg, kapacitet 40 cm vattenpelare	3500	12 - 35
Infiltrationsstråk	3000**	3

* inklusive material, trädet och anläggningen av trädet (exklusive schakt, vilket ingår i övrig markentreprenad)

**Källa: Göteborgs stads exempel- och inspirationsbok som redovisar en kostnad på 1000 kr/m² och en porvolym på 30 % vilket motsvarar ca 3000 kr/m³ magasinvolym om stråket är 1 meter djupt



5.3 Resultat från föroreningsmodellering

Halter och mängder av föroreningar som planområdet genererar i nuläget och enligt planförslaget har beräknats med verktyget StormTac. Detta verktyg utgår från schabloner för olika marktyper. Syftet med föroreningsberäkningarna är att uppskatta hur förändringen i markanvändning påverkar dagvattnets transport av föroreningar till recipienten. De schabloner som har använts i StormTac kan avläsas i Tabell 14 nedan. Avrinningskoefficienter har satts enligt Tabell 8.

Tabell 14 Schabloner som använts i StormTac

	Schabloner
Nuläge	Väg*, parkering, flerfamiljshus, centrumområde
Enligt plan	Väg*, parkering, centrumområde

*Olika trafikintensiteter har använts för olika delsträckor, baserat på underlag från Göteborgs stad för nuvarande och planerade trafikintensiteter

Utöver beräkningar för planförslaget har beräkningar gjorts för två reningsalternativ:

- Alternativ 1 innebär att dagvatten från planerad kvartersmark och planerade lokalgator renas i skelettjordar i lokalgator. Dagvatten från Marconigatan och Lergöksgatan renas inte, dvs den befintliga gatumarken byggs inte om.
- Alternativ 2 innebär att dagvatten från planerad kvartersmark och planerade lokalgator renas i skelettjordar. Dagvatten från Marconigatan och Lergöksgatan renas i infiltrationsstråk, dvs den befintliga gatumarken byggs delvis om och delar av de längsgående gröna stråken utnyttjas för dagvattenhantering.

Tabell 15 Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) (ug/l) för nuläge, planförslag, samt två olika reningsalternativ. Halter som överskrider eller tangerar gränsvärden är gråmarkerade.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nuläge	130	1600	22	35	140	0,44	12	12	0,051	110000	770	0,050	0,006	19000
Enligt planförslag	250	1900	18	25	150	0,80	6,1	8,4	0,053	92000	1300	0,079	0,047	22000
Efter rening alt. 1	130	1105	6.2	13	62	0.31	3.7	3.9	0.033	23048	313	0.023	0.031	13073
Efter rening alt. 2	111	846	4.0	6.2	29	0.26	1.8	2.6	0.026	7125	205	0.020	0.031	11007
Riktvärde (mycket känslig recipient)	50	1250	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	0.001	12000



Tabell 16 Föroreningsmängder från planområdet kg/år. Mängder som ökar jämfört med nuläget är gråmarkerade.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Nuläge	8,7	100	1,5	2,3	9,1	0,029	0,81	0,78	0,0034	7400	51	0,0033	0,00042	1300
Enligt planförslag	17	140	1,2	1,8	10	0,057	0,43	0,59	0,0037	6500	89	0,0056	0,0033	1600
Efter rening alt. 1	9,2	78	0,44	0,91	4,4	0,022	0,26	0,27	0,0024	1629	22	0,0016	0,0022	924
Efter rening alt. 2	7,8	60	0,28	0,44	2,0	0,019	0,13	0,18	0,0019	504	14	0,0014	0,0022	778

Ur beräkningsresultaten (Tabell 15 och Tabell 1) kan avläsas att halten av majoriteten föroreningar ökar från området enligt planförslaget, och även överstiger aktuella riktvärden. Även mängden av flera föroreningar förväntas öka. Huruvida mängden fosfor som leds till recipienten ökar eller minskar beror på vilket reningsalternativ som väljs.

Enligt information från Kretslopp och Vatten (september 2018) planeras ett dammsystem innan utloppet i Stora Ån. Förväntad reduktion i dammsystemet av föroreningar från dagvattnet från planområdet är i dagsläget okänd för Sweco.

5.4 Miljökvalitetsnormer

Planen kan påverka möjligheten att uppnå MKN i Stora Ån negativt. Denna bedömning grundar sig i att planförslaget leder till att fosformängden som leds till Stora Ån ökar, ifall inga reningsåtgärder anläggs i Marconigatan eller Lergöksgatan. Eftersom en förutsättning för denna utredning har varit att gatumarken inte ska byggas om, anses detta vara det mest aktuella alternativet.

En kompensationsåtgärd i form av ett dammsystem planeras nedströms planområdet (enligt uppgift från Kretslopp och Vatten i september 2018) innan utloppet i Stora Ån. Denna kompensationsåtgärd ska reducera bl.a. fosfor från dagvattnet från planområdet. Då utformningen av kompensationsåtgärden inte är känd kan Sweco inte bedöma reningseffekten på dagvattnet från detaljplaneområdet. Kompensationsåtgärden behöver kopplas mot detaljplanen för att det ska gå att tillgodoräkna åtgärden vid bedömning av påverkan på MKN.

De kvalitetsfaktorer som kan kopplas till påverkan från dagvatten från detaljplaneområdet, är främst fysikalisk-kemiska faktorer (dvs näringsämnen och föroreningar) och prioriterade ämnen.



Näringsämnen

Förorenings- och flödesberäkningar för recipienten har hämtats från SMHIs databas *Vattenweb*. Recipientens förorenings- och flödesberäkningar har utförts i SMHIs hydrologiska modell S-HYPE. Data från S-HYPE har i denna utredning utgått från år 2017 vilket motsvarar året då den senaste klassningen beslutades.

Referenshalten för fosfor, dvs den halt som råder om ett vatten är relativt opåverkat av mänskliga verksamheter, är beräknad till 16 µg/l i Stora ån enligt VISS. Denna halt motsvarar hög status. Det saknas motsvarande referenshalt för kväve. Recipienthalten totalfosfor har beräknats till ca 60 µg/l och halten totalkväve har beräknats till ca 750 µg/l (S-HYPE), inklusive påverkan från planområdet i dagsläget. Planområdets koncentrationstillskott till recipienten har beräknats och redovisas i Tabell 17. Koncentrationstillskottet är beräknat utifrån beräknade föroreningshalter från planområdet (StormTac) samt total vattenföring från planområdet och i recipienten.

Tabell 17 Beräknat koncentrationstillskott av kväve och fosfor i recipienten från planområdets dagvatten för befintlig situation och för planalternativ.

Planområdets påverkan på recipienthalt (µg/l)		
Beräknat koncentrations- tillskott	Befintlig situation	Planalternativ efter rening alt 1
Totalkväve	6	4
Totalfosfor	0,5	0,5

Tabell 17 visar att bidraget av kväve från planalternativet efter rening är lägre än för den befintliga situationen, för fosfor har bidraget detsamma för befintlig situation och för planförslaget.

Klassificering av näringsämnesstatus i ett vattendrag utgår från fosforhalt. En ekologisk kvot (EK-värde) beräknas enligt Havs och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19). Kvoten beräknas utifrån referenshalten för fosfor (dvs 16 µg/l) för vattenförekomsten och uppmätt/beräknad recipienthalt (dvs 60 µg/l). Koncentrationstillskottet från planområdet efter rening (dvs 0,5 µg/l) blir motsvarande som för befintlig situation (dvs 0,5 µg/l). Den ekologiska kvoten kommer inte att påverkas vilket innebär att planområdets påverkan inte kommer ge en försämrad statusklassning avseende näringsämnen till följd av planförslaget.

För att nå god status i vattenförekomsten Stora ån som helhet avseende näringsämnen behöver fosfortransporterna till vattendraget minska. Enligt VISS bör det ske en minskning avseende totalfosfor med 400 kg totalt i recipienten. Det innebär att en



minskning av utflödet av fosfor även från detta området är relevant. Dagvatten från planalternativet beräknas uppgå till ca 17 kg/år om åtgärder inte vidtas. Vid anläggande av dagvattenåtgärder enligt alternativ 1 eller motsvarande beräknas att ca 8 kg renas och inte avleds till recipienten. Det innebär att motsvarande belastning som för den befintliga situationen kan förväntas.

Särskilda förorenande ämnen (SFÄ) och prioriterade ämnen

För SFÄ och prioriterade ämnen finns det haltgränser för ett antal ämnen. Överskrider dessa haltgränser uppnår vattenförekomsten inte god kemisk ytvattenstatus. Haltgränserna uttrycks både som årsmedelvärden och maximal tillåten halt. SFÄ och prioriterade ämnen som förekommer i dagvatten utgörs främst av metaller. I Tabell 18 redovisas beräknade totalhalter av metaller i dagvattnet för befintlig situation och för planförslag med rening.

Tabell 18 Beräknande årliga halter av metaller i dagvatten från planområdet.

Halter i dagvattnet från utredningsområdets (µg/l)							
	Bly	Kadmium	Koppar	Krom	Nickel	Zink	Kvicksilver
Beräknad halt befintlig situation	22	0,4	35	12	12	140	0,05
Beräknad halt planalternativ med rening	6	0,3	13	4	4	62	0,03

Samtliga beräknade metallhalter är lägre för planförslaget med rening jämfört med befintlig situation. Tabell 19 redovisar koncentrationstillskottet från planområdet till recipienten för befintlig situation och för planförslaget med rening.



Tabell 19 Beräknat koncentrationstillskott av metaller i recipienten från dagvatten från planområdet samt haltgränser (HVMFS 2013:19) i recipient.

Utredningsområdets påverkan på recipienthalt (µg/l)							
	Bly	Kadmium	Koppar	Krom	Nickel	Zink	Kviksilver
Beräknat koncentrationstillskott befintlig situation	0,08	0,002	0,13	0,04	0,04	0,5	0,0002
Beräknat koncentrationstillskott planalternativ efter rening	0,02	0,001	0,05	0,01	0,01	0,2	0,0001
Årsmedel Gränsvärde recipient (SFÄ ¹ , AA-MKN ²)	1,2	0.08-0.25 ³	0,5	3,4	4	5,5	-
Maximal tillåten halt Gränsvärde recipient (MAC-MKN ³)	14	0.45-1.5	-	-	34	-	0,07

1) Särskilt förorenande ämnen, HVMFS 2013:19

2) Prioriterade ämnen, årsmedelvärde, HVMFS 2013:19

3) Prioriterade ämnen, maximal tillåten koncentration, HVMFS 2013:19

Halterna av SFÄ och prioriterade ämnen i recipienten är inte kända, däremot finns det gränsvärden för hela vattenförekomsten att förhålla sig till. Planförslagets bidrag till recipienten kan beräknas, även om osäkerheter finns i resultaten. En del av dessa osäkerheter grundar sig i att beräkningsresultaten avser total halt medan gränsvärdena avser löst halt eller biotillgänglig halt. Koncentrationstillskottet från planområdet utgör 0,5-4 % av haltgränserna med undantag från koppar som utgör 9%. Vattenföringen från området utgör 0,4 % av recipienten totala vattenföring. Koncentrationstillskottet som planförslaget förväntas bidra med till recipienten är lägre än för nuläget. Den sammanfattande bedömningen är därför att planförslaget med åtgärder inte kommer att innebära att statusen avseende SFÄ och prioriterade ämnen försämras samt att möjligheten att uppnå MKN inte försvåras.

Sammanfattande bedömning

Planförslaget med åtgärder enligt reningsalternativ 1 bedöms inte bidra till att statusen avseende näringsämnen, SFÄ och prioriterade ämnen försämras i vattenförekomsten Stora ån. För SFÄ och prioriterade ämnen bedöms halter och transporterade mängder att minska vilket bidrar till att underlätta möjligheten att följa MKN. Halten och mängden fosfor från planområdet enligt planförslag bedöms motsvara dagens situation vilket inte bidrar till att underlätta möjligheten att uppnå MKN avseende näringsämnen.

Att ett dammsystem planeras nedströms detaljplaneområdet ökar möjligheten att uppnå MKN även om dagvatten från befintliga gator inte renas inom planområdet.



6. Rekommendationer

För att planförslaget ska bidra till att MKN kan uppfyllas för Stora Ån, för att följa stadens riktlinjer, och för att avlasta ledningsnätet, bör dagvatten från planområdet fördröjas och renas lokalt. Lämpliga lösningar i en stadsmiljö är växtbäddar på innergårdar, skelettjordar eller nedsänkta växtbäddar i planerade lokalgator, och infiltrationsstråk längs delar av Marconigatan och Lergöksgatan. Ifall dagvatten från Marconigatan och Lergöksgatan inte renas inom planområdet bör ett sekundärt reningssteg, exempelvis i form av en damm, tillkomma nedströms planområdet.

Att fördröja enligt kravet på 10 mm räcker inte för att vattennivån i anslutningspunkter inom planområdet inte ska överstiga marknivå/fylld ledning vid dimensionerande situation. Enligt tidigare utredning trycker ledningsnätet upp dagvatten vid dimensionerande regn redan i dagsläget längs vissa ledningssträckor. För att avlasta ledningsnätet krävs en kombination av åtgärder uppströms/nedströms planområdet samt inom planområdet. Dessutom riskerar skyfall att försvåra framkomligheten på prioriterade vägar inom planområdet. Därför rekommenderas att yta avsätts för skyfallsfördröjning i korsningen Marconigatan/Lergöksgatan. Denna yta kan utformas som en multifunktionell yta enligt exempel i Göteborgs stads exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering.

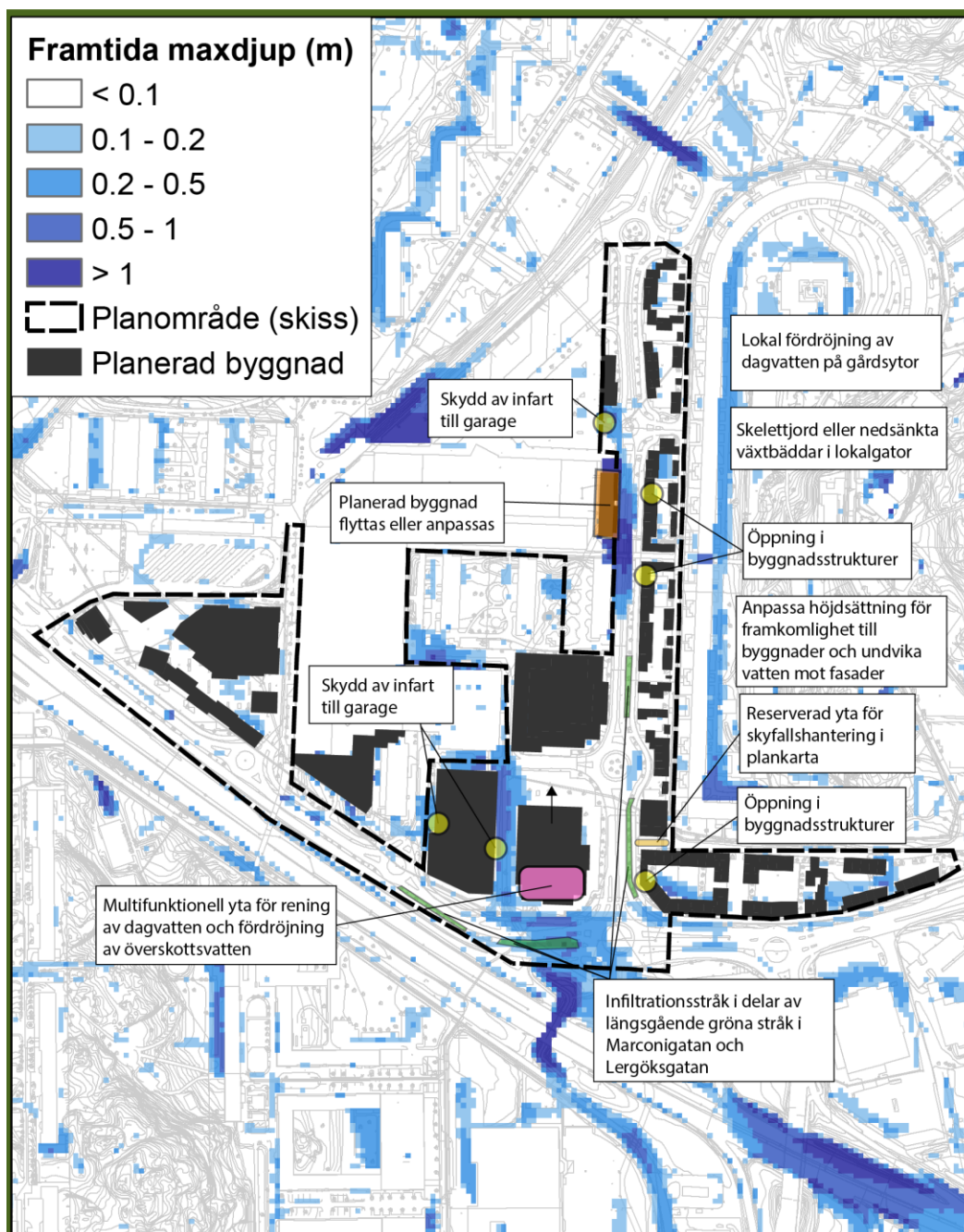
Följande rekommenderas för skyfallshantering inom planområdet (se även avsnitt 3.5):

- Skyfallsyta vid Lergöksgatan/Marconigatan, som tex kan utformas som en kombinerad dagvatten-och skyfallspark med rening av dagvatten, kan minimera översvämningsrisken vid prioriterade vägen Lergöksgatan
- Öronmärkning av yta för förbindelse av skyfallsled på Pianogatan (strukturplansåtgärd) med utlopp under GC-tunnel
- Föreslagen byggnad vid lastkaj Marconigatan slopas på grund av översvämningsrisk, ledningskollision samt att byggnaden ökar risken för översvämnning av närliggande befintlig bebyggelse
- Marken höjdsätts så att marken lutar från byggnader och att tillgänglighet till entréer kan säkras
- Nya kvartersstrukturer förses med öppningar/passager för att undvika att instängda områden skapas



7. Sammanställning av dag- och skyfallshantering

För att visualisera åtgärdsförslag och rekommendationer har dessa sammanställts i Figur 44 nedan. Sammanställningen är en grov skiss och dimensionering av de förslag man väljer att genomföra får utföras i ett senare skede.



Figur 44 Kartbild med skiss av åtgärdsförslag



8. Referenser

Underlag som används vid framställandet av detta PM är:

DHI & Sweco. (2018). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Sydväst avrinningsområde*. Göteborgs stad, Förvaltningen Kretslopp och vatten.

DHI. (2017a). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Kvillebäckens avrinningsområde*.

Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden. (2017-12-19). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, tillägg till översvämningsrisker (Utställningshandling)*.

Sweco. (2017). *Åtgärdsstrategi för dagvattensystemet i Västra Frölunda (Uppdragsnummer 1321727)*.

Skandia Fastigheter Väst AB, Framtida Byggutveckling AB, Ramböll (2018-06-11). *PM Geoteknik, Detaljplan Frölunda Torg*

Svenskt Vatten Utveckling (2016). *Kunskapssammanställning Dagvattenrening, Godecke Blecken, Rapport Nr 2016-05*

WRS (2016-04-11). *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten, Stockholms stad, Rapport nr 2016-0915A*

Göteborgs stad. *Göteborg när det regnar – En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*

Göteborgs stad. *Reningskrav för dagvatten*

Svenskt Vatten (2016). *Publikation P110*