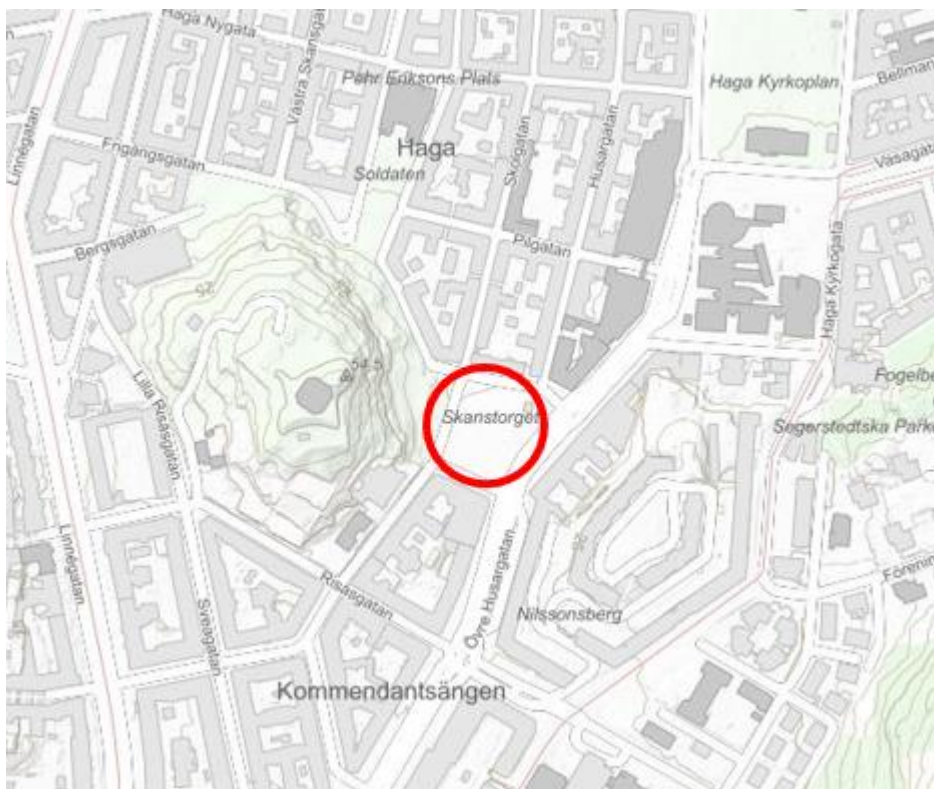


Dagvatten- och skyfallsutredning

Detaljplan för bostäder och förskola vid
Skanstorget inom stadsdelen Haga

2024-06-10



Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning

Underrubrik: Detaljplan för bostäder och förskola vid Skanstorget inom stadsdelen Haga

Datum: 2024-06-10

Stadsbyggnadsförvaltningen Kontakt: Kundenservice, telefon 031-368 19 60
stadsbyggnad@stadsbyggnad.goteborg.se

Kretslopp och vatten Kontakt: dagvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se

Sammanfattning

Skanstorget ligger i södra delen av stadsdelen Haga cirka 1,5 km sydväst om centrala Göteborg. Planområdet är cirka 12 800 kvm. Marken utgörs idag av allmän plats i form av torg och park och den primära användningen idag är parkering. Planområdet omfattar även en del av Skansbergets östra fot. Området utgör ett riksintresse för kulturmiljö. Syftet med planen är att möjliggöra bostäder, förskola och allmän plats i form av ett torg. Planförslaget är uppdelat i allmänplatsmark som består av gator, torg och parkmiljö (Skansbergets fot) och kvartersmark uppdelat på två fastigheter; ett flerbostadshus och en förskola.

Dagvatten

Dagvatten från området avleds via kommunala dagvattenledningar till Fattighusån som mynnar ut i Göta älv söder om råvattenintaget. Exploateringen förväntas öka den hårdgjorda ytan och öka det dimensionerande flödet från planområdet. För att fördröja och rena dagvatten föreslås regnbäddar på kvartersmark som dimensioneras för att klara stadens krav på 10 mm fördröjning per kvadratmeter reducerad area. På allmänplatsmark föreslås ett s.k. BGG-system som består av regnbäddar som avvattnas till ett öppet förstärkningslager där dagvatten kan fördröjas och magasineras. Med rening i föreslagna regnbäddar uppfyller planen stadens målvärden och minskar föroreningsmängderna vilket innebär en förbättring för recipienten och påverkar inte möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna negativt. Det mest förorenade dagvattnet i urban miljö är trafikdagvatten, därför är det viktigt att anläggningarna placeras, och gator och torg höjdsätts, så att dagvatten från de trafikerade ytorna når regnbäddarna.

Eftersom det finns risk för markföroreningar samt att det ska byggas ett underjordiskt garage under planområdet bör dagvattenanläggningar anläggas med tät botten. Kretslopp och vatten rekommenderar att möjligheten att leda trafikdagvatten från Övre Husargatan in till regnbäddarna inom planområdet studeras.

Skyfall

Skanstorget ligger vid en befintlig avrinningsväg med ca 2 m³/s flöde vid ett klimatanpassat 100årsregn. Detta innebär att det krävs genomtänkta skyfallsåtgärder och marknivåer för att säkerställa att TTÖP:ens riktlinjer uppnås.

Den föreslagna placeringen av flerfamiljshuset ligger i den befintliga avrinningsvägen. Utifrån den befintliga markutformningen skulle rinnvägen i stället gå västerut mot Skansberget längst den s.k. Södra gatan och sedan norrut mot Haga. För att möjliggöra mer flexibilitet i detaljplanen med färdiga golvnivåer och placering av en garagednfart på den Södra gatan har alternativ studerats som minskar flödet på Södra gatan genom att i stället också leda flödet på den östra sidan av flerbostadshuset.

I samarbete med projektgruppen har det föreslagits åtgärder och markjusteringar för att uppnå TTÖP:ens riktlinjer:

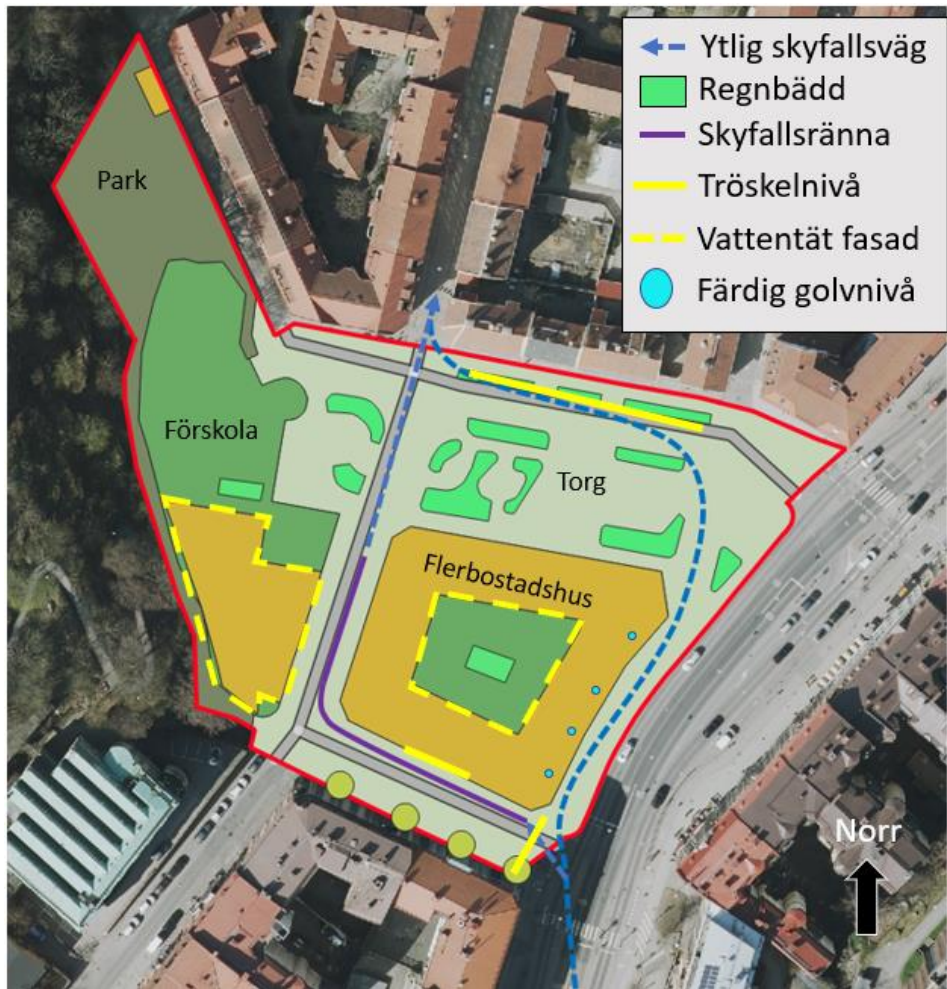
- Tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra gatan för att dela upp flödet runt kvarteret (+12,2 m eller +12,3 m). Denna tröskel höjdsättnings val kommer att påverka alla andra föreslagna åtgärder nedan.
- Skyfallsränna längst Södra gatan och södra delen av Västra gatan (kapacitetsbehovet beror på nivåerna som nämns ovan, 900 l/s för + 12,2 m tröskelnivå och 300 l/s för + 12,3 m tröskelnivå).
- För att skydda fastigheter norr om planområdet föreslås på norra sidan av norra gatan en tröskelnivå minst 25 cm eller 20 cm över mitten av Norra gatan (V-sektion) för att klara flödet som förväntas om tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra gatan höjdsätts till respektive + 12,3 m eller +12,2 m.
- Föreslagna färdigt golvnivåer för östra sidan av flerbostadshuset.
- Övriga entréer 20 cm över gatunivåer bredvid och att marken lutar bort från byggnaden.
- Garageentré med tröskelnivå på 20 cm över gatunivån för att undvika skador och eventuellt risk för människors liv och hälsa i de nedre delarna av byggnaden.

Dock förväntas inte TTÖP:en uppnås för:

- Östra fasaden av flerfamiljshuset: färdigt golv på ca 40–50 cm från trottoaren behövs för att uppnå TTÖP:ens marginalen mot Övre Husargatan. Projektgruppen har dock beskrivit svårigheten att möjliggöra levande bottenvåningar med föreslagen höjdsättning och därmed föreslår avsteg från TTÖP.
- Botten våningen av förskolan: kommer placeras under marknivån och kommer därmed inte kunna uppnå marginalen om 20 cm ovan förväntad vattennivå vid ett skyfall. Det finns en befintlig mur som är av riksintresse för kulturmiljö som kommer användas som del av fasad och därmed blir styrande för hur förskolan kan byggas.

Med föreslagna åtgärder förväntas stadens riktlinjer uppnås förutom vid östra fasaden av flerfamiljshuset och förskolans bottenplan. Detta innebär att projektgruppen föreslår avsteg från TTÖP.

Det förväntas även ske en lokal ökad översvämningsrisk på Övre Husargatan. Översvämningsrisken på Övre Husargatan påverkar inte framkomligheten och är accepterad av markförvaltaren.



Versionshantering

Datum	Version	Beskrivning	Ändrat av
2024.02.16	1	Dagvatten- och skyfallsutredning - Konceptrapport	Adam Santesson, Quentin Barbier
2024.06.10	2	Dagvatten- och skyfallsutredning inför samråd	Adam Santesson, Quentin Barbier

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Syfte och mål.....	8
1.2	Planförslag	9
2	Förutsättningar	11

2.1	Fältbesök.....	11
2.2	Tidigare utredningar och pågående projekt.....	15
2.3	Geologi, grundvatten och markmiljö.....	16
2.4	Dagvatten.....	18
2.4.1	Funktionskrav.....	20
2.4.2	Fördröjningskrav.....	22
2.4.3	Markavvattningsföretag.....	23
2.4.1	Miljö kvalitetsnormer och reningskrav.....	23
2.5	Skyfall.....	24
2.5.1	Skyfallssäkring och klimatanpassning.....	25
2.5.2	Befintlig skyfallssituation.....	26
2.5.3	Strukturplansåtgärder.....	28
2.6	Högvatten.....	30
3	Analys.....	31
3.1	Markanvändning.....	31
3.2	Fördröjningsbehov dagvatten.....	32
3.2.1	Fördröjning på kvartermark.....	32
3.2.2	Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats.....	33
3.3	Dagvattenkvalitet.....	34
3.3.1	Föroreningsberäkning.....	34
3.4	Skyfallsanalys.....	37
3.4.1	Risker.....	50
4	Föreslagna åtgärder.....	52
4.1	Kvartermark.....	54
4.1.1	Kvarter 1 – Flerfamiljshus.....	56
4.1.2	Kvarter 2 – Förskola.....	60
4.2	Allmän platsmark.....	63
4.2.1	Dagvatten.....	63
4.2.2	Skyfall.....	70
4.3	Kostnads kalkyl och ansvarsfördelning.....	74
4.4	Alternativa lösningar.....	75
5	Slutsats och rekommendationer.....	79
6	Referenser.....	85

1 Inledning

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten. Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för.

Vattenfrågorna följer inte plan- eller fastighetsgränser och måste därför ses som en strukturerande förutsättning i planarbetet. Naturliga strukturer i form av lågpunkter och öppna markområden i terrängen bör nyttjas i största möjliga mån då nya är kostsamma och svårgenomförbara. (Stadsbyggnadskontoret, 2022)

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan för bostäder och förskola vid Skanstorget inom stadsdelen Haga (se Figur 1). Planarbetet innefattar även allmän plats i form av torg och väg. I Figur 2 syns planområdet.



Figur 1. Orienteringskarta. Skanstorgets lokalisering i staden. Planområdet markeras med gul cirkel (Gokart 2023)



Figur 2. Planområdets ungefärliga avgränsning i rött. (Gokart 2023)

1.1 Syfte och mål

Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015).

Utredningen ska säkerställa att följande krav med avseende på dagvatten kan uppfyllas:

- Dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.
- Säker avledning ska kunna ske från planområdet.
- Detaljplanens genomförande ska bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten, i enlighet med miljökvalitetsnormer (MKN) och följa stadens målvärden.

För att säkerställa kraven (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) med avseende på skyfall ska följande punkter uppfyllas:

- Ny bebyggelse ska inte skadas vid skyfall (klimatanpassat 100-årsregn). Samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ska ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall.
- Tillgänglighet till nya byggnaders entréer.
- Framkomlighet till och från planområdet.
- Översvämningssituationen inom eller utanför planen skall inte försämrats.
- Planen ska beakta strukturplaner.

Under 2023 blev Göteborgs stads nya dagvattenpolicy antagen. Exempel på frågor som berörs av dagvattenpolicyn är att dagvatten ska hanteras som en resurs som berikar bebyggelsemiljön med avseende på upplevelser, rekreation, lek, naturvärden och biologisk mångfald. Policyn föreslår att naturhärmande dagvattenlösningar ska eftersträvas.

Göteborg satsar på att bli en internationell förebild som regnstad, både i att bygga en hållbar stad som tar hand om stora regnmängder och att ta tillvara regnets möjlighet till att ge unika upplevelser

Tanken är att genom konst, arkitektur, stadsplanering, lek, multifunktion och pedagogik kopplat till regnvattnet locka människor till utevistelse, upplevelser och möten i en stad som är levande även när det regnar. Detta perspektiv får gärna präglade de nya lösningar som tas fram för dagvatten och skyfall i planområdet. (Göteborgs Stad, 2018).

Ytterligare riktlinjer som är styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor sammanställs i kapitel 2.

1.2 Planförslag

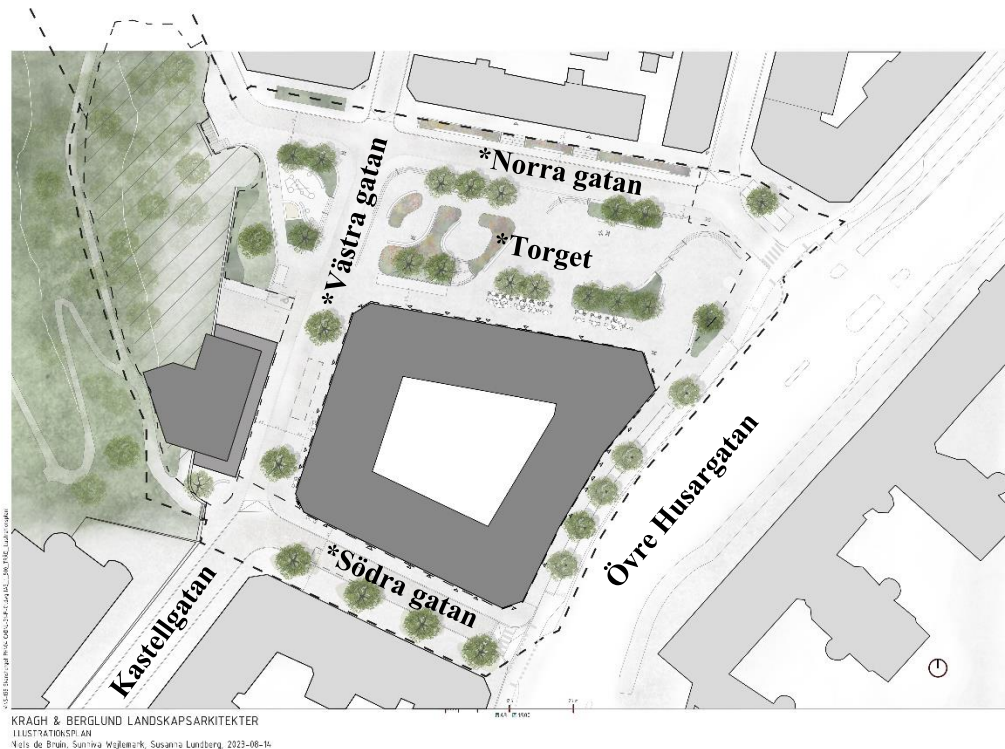
Syftet med planen är att möjliggöra bostäder, förskola och allmän plats i form av ett torg. Utgångspunkten för planarbetet är planbeskedet och tävlingsförslaget som ligger till grund för markanvisningen. I tävlingsförslaget föreslås Skanstorget bebyggas med ett nytt bostadskvarter i fyra till sju våningar med parkeringsplan under mark samt att bygga en förskola med fyra avdelningar med utemiljö mot Skansberget. Lokaler föreslås i bottenvåningarna.

Förslaget håller på att studeras vidare och bearbetas för att kunna tillgodose riksintresset för kulturmiljö men för en första platsbedömning utgår vi från tävlingsförslaget. Detaljplanen innebär ca 150–200 tillkommande bostäder, en förskola med 4 avdelningar och lokaler i bottenplan. Marken ägs i sin helhet av Göteborgs kommun. Skiss för utformning av planområdet syns med projektspecifika benämningar syns i Figur 3.

Skissen har ändrat under arbetet med utredningen. Det har inte bedömts nödvändigt att uppdatera redan utförda beräkningar för dagvattenhantering utifrån nya skisser när ändringarna inte bedöms medföra någon märkbar påverkan på resultaten som presenteras i föreliggande rapport. Vidare har det inte bedömts nödvändigt att uppdatera alla skisser i rapporten m.h.t kostnad.

Skanstorget ligger i södra delen av stadsdelen Haga cirka 1,5 km sydväst om centrala Göteborg. Planområdet är cirka 12 800 kvm. Marken utgörs idag av allmän plats/torg och den primära användningen idag är parkering. Planområdet omfattar även en del av Skansbergets östra fot.

Platsen ligger i mellan Haga och Linné utmed huvudgatan Övre Husargatan. Platsen avgränsas av Haga i norr, Kommendantsängen i söder, Skansberget i väster och Övre Husargatan i öster. Planområdet omfattar en större öppen yta i en för övrigt tätbebyggd stadsdel.



Figur 3: Planskiss från Kragh & Berglund 2023-10-03. (* projektspecifik benämning)

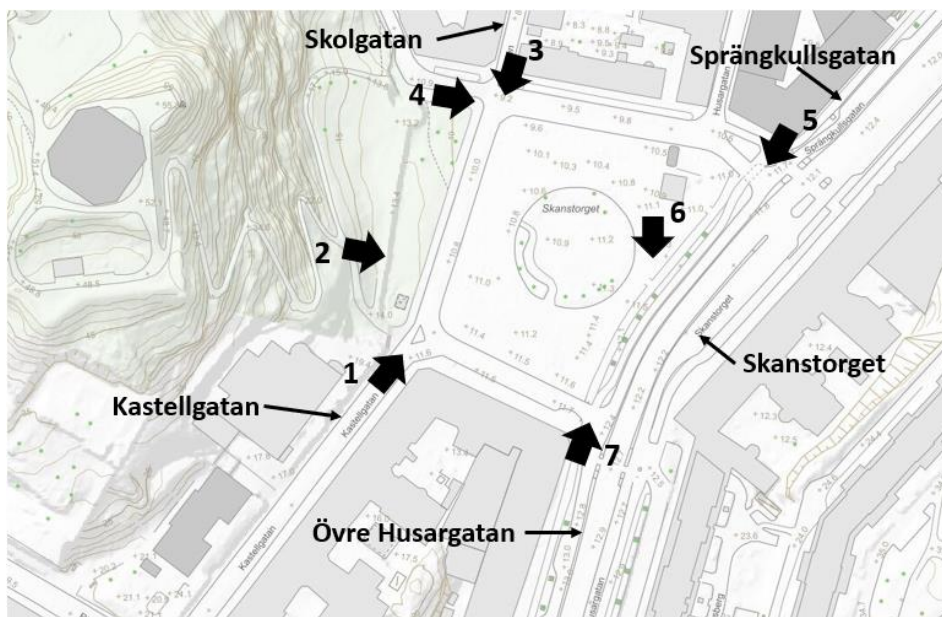
Skissarbetet har pågått parallellt med arbetet med föreliggande rapport. Därför finns det äldre skisser som underlag senare i dokumentet. Ändringarna i skisserna anses inte bidra med en förändring i de argument och slutsatser som presenteras. Om något innebär de senare skisserna en något bättre situation m.h.t dagvatten då den hårdgjorda ytan minskat något.

2 Förutsättningar

I följande avsnitt beskrivs platsspecifika förutsättningar som påverkar framtida förslag till dagvatten- och skyfallshantering.

2.1 Fältbesök

Fältbesöket genomfördes 7/2/2023. I Figur 4 visas vart alla bilder är tagna ifrån, numrerade efter ordning i dokumentet.



Figur 4. Visar vart alla bilder från fältbesöket är tagna. Numrerad efter ordning i dokumentet.

Under fältbesöket bekräftades att området sluttar från söder mot norr, se Figur 6 och Figur 7, vilket stämmer överens med tillgängliga höjddata.

Det noterades att vid den plats som Göteborg stads modellunderlag visar att vatten blir ståendes, korsningen Skanstorget/Skolgatan, fanns en mindre ansamling vatten på marken under besöket, se Figur 8.

Vidare blev höjdskillnaden mellan Skanstorget och GC-väg mellan Skanstorget och Övre Husargatan tydlig, se Figur 10.

Områdets topografi och övriga förhållanden så som brunnar, kantsten med mera stämde överens med förväntad situation utifrån stadens modellunderlag i www.vattenigoteborg.se och vid ett skyfall i en nulägesituation förväntas vattnet röra sig kors över Skanstorget från sydöst för att sedan rinna vidare igenom Haga via Skolgatan mot nordväst.



Figur 5. Bild 1. Skanstorget med Haga i bakgrunden. Marken sluttar nedåt mot Haga. (Adam Santesson, 2023)



Figur 6. Bild 2. Skanstorget med hus på andra sidan Övre Husargatan på andra sidan av torget. (Adam Santesson, 2023).



Figur 7. Bild 3, Skanstorget och Kastellgatan åt höger i bild. Kastellgatan sluttar ned mot Skanstorget. (Adam Santesson, 2023).



Figur 8. Bild 4. Haga till vänster och Skanstorget åt höger i bild. Vattensamlingen i bild stämmer överens med vart vatten samlas ytligt vid stora regn enligt stadens modellunderlag. (Adam Santesson, 2023).



Figur 9. Bild 5. Skanstorget åt höger i bild. Skanstorget ligger lägre än GC-väg och Övre Husargatan. Sprängkullsgatan i ryggen. (Adam Santesson. 2023).



Figur 10. Bild 6. Övre Husargatan samt GC-väg ovan kantsten. Nivåskillnad mellan Skanstorget och GC-väg/Övre Husargatan. (Adam Santesson. 2023).



Figur 11. Bild 7. Skanstorget i bild. Bild tagen i den riktning vatten förväntas flöda över planområdet vid ett skyfall. (Adam Santesson. 2023).

2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt

Det genomförs en rad olika utredningar och undersökningar i samband med detaljplanen. Bland annat tas det fram ett trafikutförningsförslag och ett utförningsarbete för allmänplats som dagvatten- och skyfallsutredningen pågår parallellt med och arbetsmöten har hållits för att synkronisera bland annat höjdsättningen och placering av växtbäddar i dessa utredningar.

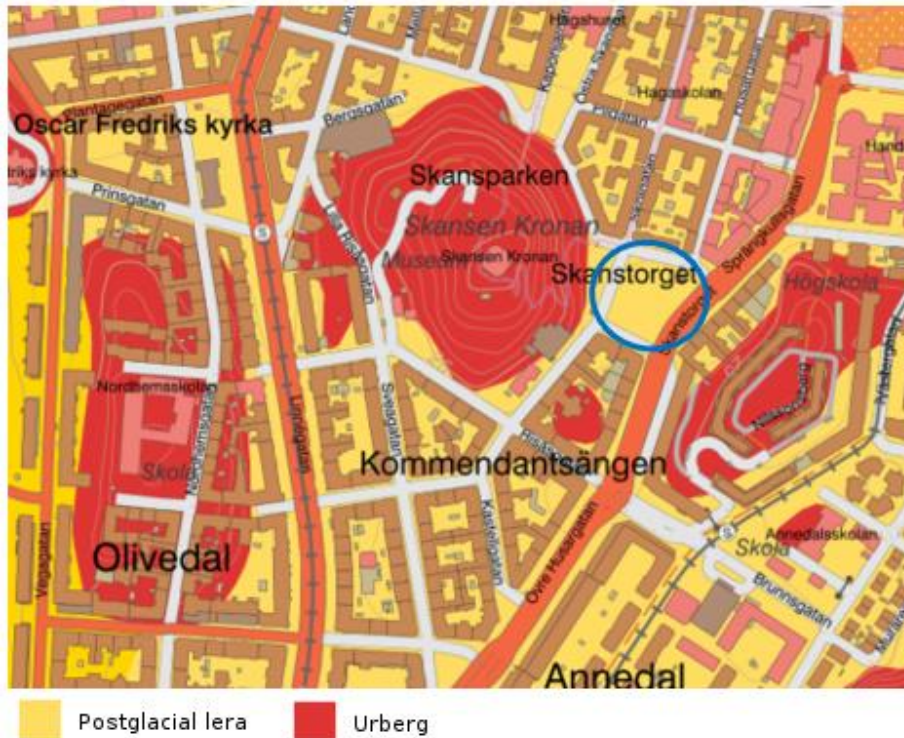
Vidare genomförs miljöteknisk markundersökning, en geoteknisk utredning, naturvärdesinventering, en trafikflödesanalys, en fördjupad artinventering för häckande fågelarter och en artinventering för fladdermöss.

Trafikflödesanalysen (WSP Transportsystem) är mycket översiktlig och innehåller stora osäkerheter kopplade till utformning av infrastruktur och exploateringar utanför planområdet. Vid ett scenario 2023 där 100% regelfterlevnad för västra torggatan har antagits och ingen uppräknig eller nedräknig på Övre Husargatan och Sprängkullsgatan har gjorts så förväntas ca 300 fordonsrörelser per dygn (varav ca 5% tung trafik). I dagsläget uppskattas ca 400 fordonsrörelser per dygn. Eftersom en förskola anläggs med leveranser så förväntas den tunga trafiken öka något, men generellt förväntas fordonsrörelserna minska.

2.3 Geologi, grundvatten och markmiljö

Enligt Sveriges geologiska undersökning (SGU) jordartskartor består planområdet i sin helhet av postglacial lera, se Figur 12. Strax väster om planområdet ligger Skansberget som består av berg. Området i närheten av planområdet består av postglacial lera med inslag av berg i väster och öster.

Områdets geologiska förutsättningar ger indikation på låg genomsläpplighet och därmed begränsat infiltration av dagvatten.



Figur 12. kartutsnitt över Sveriges geologiska undersökning (SGU) jordartskarta över planområdet. (SGU 2023)

Geotekniska utredningen (WSP, 2023-12-22) konstaterar att det finns flertal ledningar, kablar och byggkonstruktioner inom detaljplaneområdet. De marktekniska förhållandena är typiska för området med ett sammanhängande lerlager överlagrat av fyllning och underlagrat av en bottenfriktion, se Figur 13. Fyllnadsmaterialet på torget består mestadels av något grusigt, sandigt slit. På Skansberget består fyllnadsmaterialet mer av sandigt slit och växtdeklar där spår av tegel har påträffats. Samtliga med en mäktighet av drygt 1 meter. Fyllnadsmaterial har påträffats i samtliga undersökningspunkter. Det anses inte finnas någon kvicklera inom området. Uppmätta grundvattennivåer visar på en fri grundvattenyta ca 2 m under markytan, vilket motsvarar ca + 7,7 och + 8,4 m, vilket stämmer överens med tidigare mätningar, se Figur 14. Grundvattennivåerna ska förväntas variera med årstid och nederbördsförhållanden och kan anses som låga på grund av rådande torka och värme vid mätning.

Området är generellt känsligt för pålastning och sättningar då leran är normalkonsoliderad och svagt överkonsoliderad vilket resulterar i stora deformationer även vid mindre pålastningar. Markradonförhållanden är sedan

tidigare uppmätta (av Norconsult) och radiumhalten i samtliga mätpunkter på berget är lägre än gränsvärdet för lågradon.

På grund av områdets geologiska förutsättningar, jordens täthet och grundvattennivå på ca 1,5 till 2 m under markytan, bedöms lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ej lämpligt utan infiltrerande lösningar behöver ha en dräneringsledning som kopplas till det allmänna dagvattennätet.



Figur 13. Schematisk skiss över jordlagerföljden inom området (WSP 2023).



Figur 14: Grundvattennivåer vid Skanstorget. Röda punkter visar placeringen på mätpunkterna med deras medelvärde och svarta linjerna visar dagens marknivåer. Källa: Göteborg Stad.

Enligt klassning av potentiellt förorenade områden i GOKart klassas området med måttlig risk för föroreningar. I planområdets norra del har det tidigare

funnits en bensinstation. Bensinstationen är borttagen sedan länge. År 2000 utfördes en miljöteknisk markundersökning efter saneringsarbetet. (Gbg:1105/00). Miljöförvaltningen gjorde bedömningen att inga ytterligare saneringsåtgärder behövs.

Inom detaljplanearbetet har en miljöteknisk markundersökning genomförts av DeKa Enviroa. Den miljötekniska markundersökningen (DeKa Enviroa AB, 2023-08-18) visar på att det förekommer halter som överstiger Naturvårdsverket generella riktvärden för känslig markanvändning och mindre känslig markanvändning. Jordproverna visar på förekomster av förhöjda halter av aromatiska kolväten, PAH, metaller och PCB. Analyserade asfaltsprover visar påvisar låga halter av PAH16 och bedöms därför vara fria från stenkolstjära.

Resultatet från grundvattenprov visar inte på halter över laboratoriets rapporteringsgränser avseende alifatiska och aromatiska kolväten, och klorerade alifater. Avseende PAH:er har halter uppmätts över laboratoriets rapporteringsgräns och även över riktvärde för dricksvatten. Metallföreningar bedöms till stor del vara partikelbundna då högre halter har uppmätts i uppsluten analys än filtrerad analys. Inför markarbete ska samråd ske med Miljöförvaltningen i Göteborgs stad och vid behov av länshållning av schakt ska denna hantering följa Göteborgs stad riktlinjer gällande utsläpp till dagvattennät och recipient (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020).

Flera markmiljöundersökningar har även gjorts i samband med arbeten i Sprängkullsgatan. Dessa tangerar eller berör planområdet marginellt.

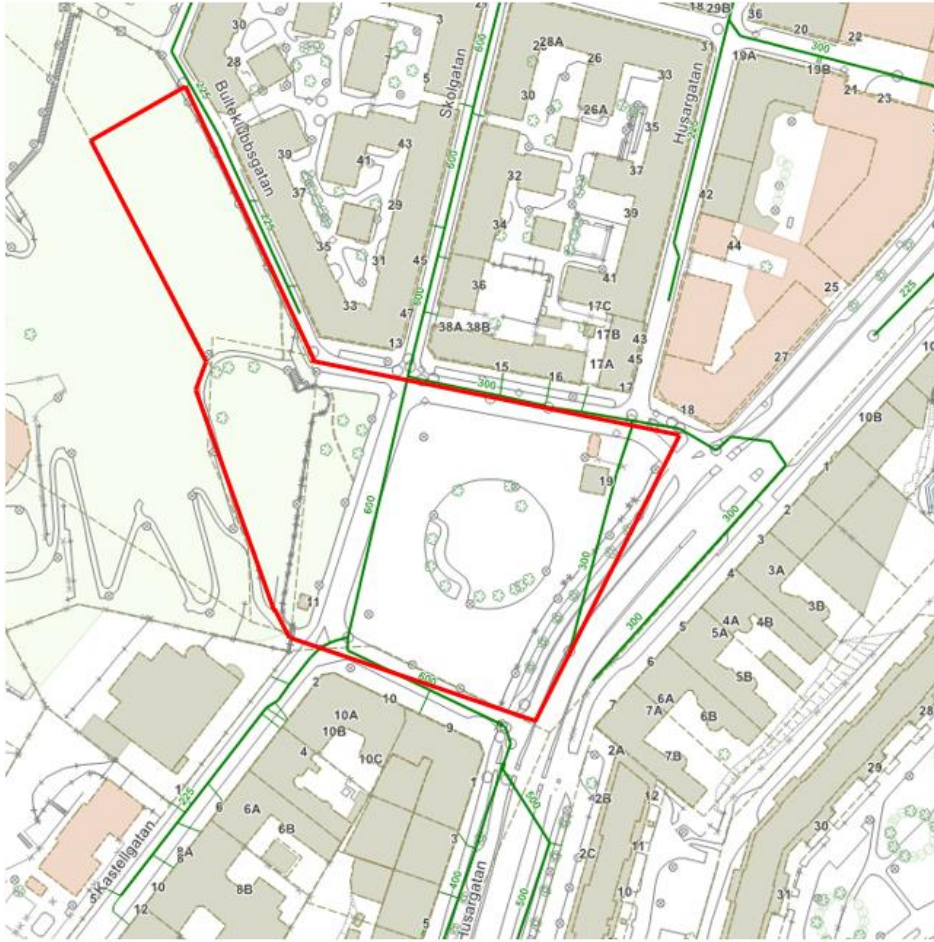
2.4 Dagvatten

Planområdet ligger inom avrinningsområdet till Fattighusån som mynnar ut i Göta älv söder om råvattenintaget, se Figur 15.



Figur 15. Den röda pilen visar hur avledningen sker från planområdet via dagvattenledningar. (Gokart 2023).

Dagvatten från planområdet avleds via dagvattenbrunnar till det kommunala dagvattennätet, se Figur 16. Inom planområdet finns fler dagvattenbrunnar som avleder vatten till separata dagvattenledningar. Det behöver upprättas anslutningspunkter för tillkommande fastigheter på kvartersmark.



Figur 16. Områdets dagledning. Planområdet är markerat med rött. (VA-banken 2024).

2.4.1 Funktionskrav

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt vatten, 2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 1.

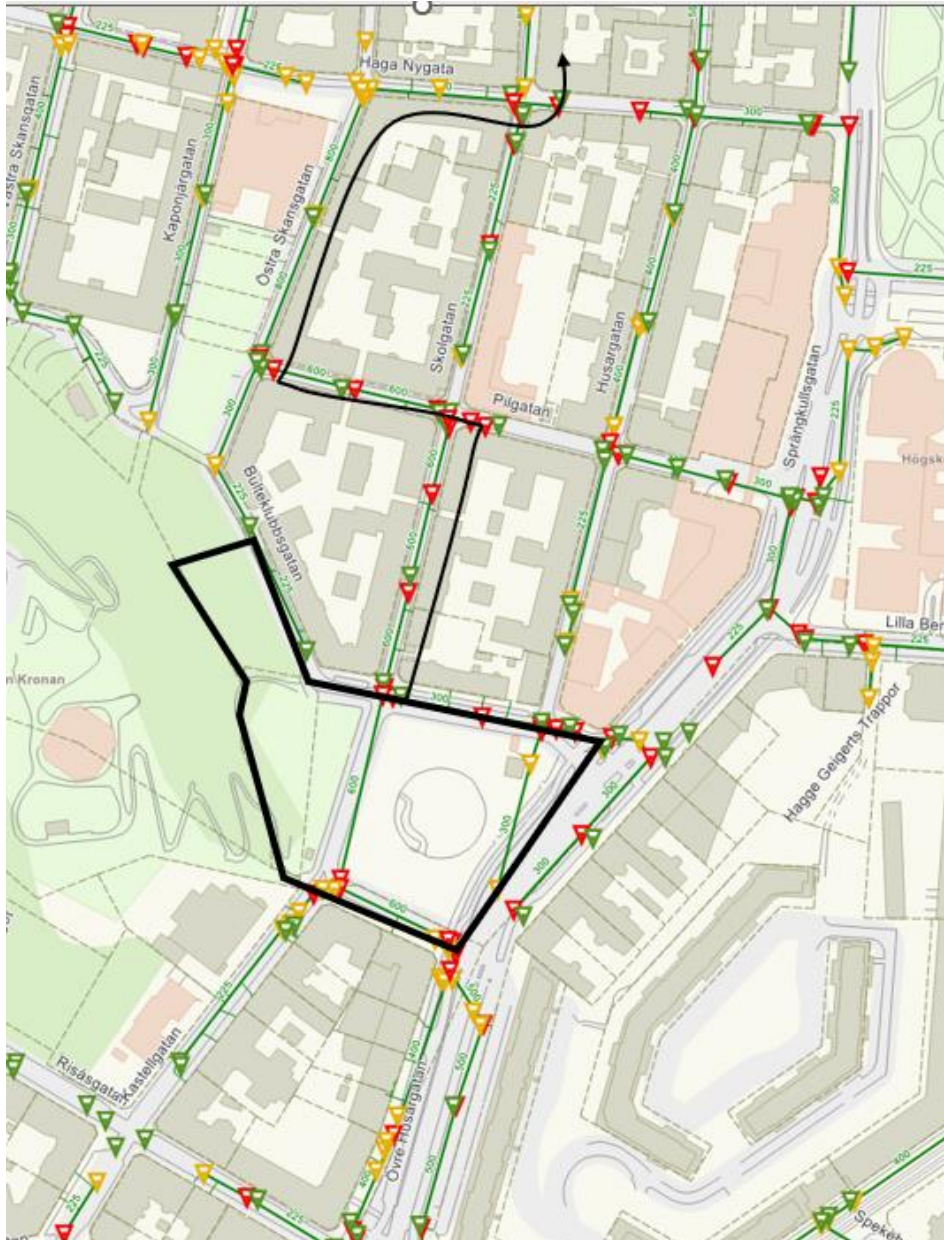
Tabell 1. Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016).

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

Om uppdimensionering, för att uppfylla kraven enligt P110, bedöms bli för omfattande för dagvattensystem som ligger nedströms det förtätade området och nedströms tillkommande system är Kretslopp och vattens bedömning att funktionskraven enligt den tidigare publikationen P90 *Dimensionering av allmänna avloppsledningar* (2004) ska vara uppfyllda.

Kapaciteten i ledningsnätet är begränsad och det står ofta vatten på mark i den nordvästra delen av planområdet där Skolgatan går norrut in i Haga. Detta är en följd av ytliga förhållanden (markens utformning) samt begränsad möjlighet för avvattning, se Figur 8..

Vid kraftiga regn finns en risk att planområdets norra och södra delar översvämmas, samt området direkt nedströms i Haga. Se Figur 17 där trianglar visar förväntad vattennivå. Planområdet och ledningssträcken är markerade med svart. Grön triangel visar vattennivån under hjässa, gul triangel visar vattennivån över hjässa och röd triangel visar vattennivån över marknivå vid ett dimensionerat 30 årsregn. Enligt Kretslopp och Vattens databas finns det dock inga rapporterade mark- eller källaröversvämningar inom 100 m av planområdet.



Figur 17. Kapacitet i det kommunala dagvattennätet vid ett dimensionerat 30årsregn. Planområde markerat i svart. Ledningssträcka markerad med svart linje. Grön triangel visar vattennivån under hjässa, gul triangel visar vattennivån över hjässa och röd triangel visar vattennivån över marknivå.

Alla röda trianglar längst med ledningssträckan fram till Haga Nygata tillhör dagvattennätet, de gröna trianglarna på samma sträcka tillhör spillvattennätet.

2.4.2 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan motsvarar ungefär hårdgjorda ytor inom planområdet och är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Kravet gäller för den delen av fastigheten som genomgår en större förändring av markanvändning

och/eller om markarbeten ska göras. Kravet gäller inte för direkt avledning till Göta älv eller havet.

Utöver fördröjningen på kvartersmark kan staden behöva dimensionera upp ledningsnätet eller fördröja på allmänplatsmark på grund av kapaciteten i ledningsnätet.

2.4.3 Markavvattningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.

2.4.1 Miljökvalitetsnormer och reningskrav

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat miljökvalitetsnormer (MKN) för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av MKN för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential/status och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

Ny exploatering ska inte försämra möjligheterna att uppnå MKN. Det innebär att rening av dagvatten ska bidra till att bibehålla eller förbättra vattnets status, vilket ofta innebär att minska tillförsel av näringsämnen kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar.

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020). Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021) där bland annat styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Stadsutvecklingen behöver därför bidra med sin del i arbetet med att nå en förbättrad situation i vattenmiljöerna.

På grund av att recipienterna är klassad som känslig i *Reningskrav för dagvatten* dokumentet (Kretslopp och vatten, 2021) behöver varje fastighet kunna visa att målvärden uppnås samt att föroreningsmängderna från planområdet inte ökar.

Recipienten Fattighusån (WA39571802 / SE640405-127139) är klassad enligt miljökvalitetsnormer i Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2021). Recipientens tillkomst/härkomst är konstgjord då det är en grävd kanal.

Den ekologiska potentialen för recipienten är klassad som måttlig med god ekologisk potential 2027. Recipienten uppnår inte kraven för god ekologisk potential då det finns betydande påverkan på kvalitetsfaktorn näringsämnen från urban markanvändning. Utsläppsbehandlande åtgärder ska genomföras för att minska påverkan så att god status kan uppnås. Recipienten har en tidsfrist till 2027 då det anses tekniskt omöjligt att uppnå god ekologisk status tidigare än så. Kvalitetsfaktorn näringsämnen är utslagsgivande för bedömningen.

Den kemiska statusen uppnår ej god då de prioriterade ämnena PFOS-Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater som har ett senare målår 2027, Bromerad difenyleter och Kvicksilver och kvicksilverföreningar har bedömts ej uppnå god status och anses i dagsläget tekniskt omöjliga att åtgärda. Bromerad difenyleter och Kvicksilver och kvicksilverföreningar kommer ifrån atmosfärisk deposition. Lokala påverkanskällor för ämnena ska i emellertid åtgärdas oavsett det mindre stränga kravet för atmosfärisk deposition.

Påverkanskällan förorenande områden kan potentiellt tillföra nickel och nickelföreningar, krom, koppar, PFOS i betydande mängd till vattenförekomsten. De listade källorna för förorenade områden är Gjuteri och kemtvätt, Gamla Huvudstationen, Hedens Brandstation och AB Byggnadsbeslag.

Urban markanvändning kan ha en betydande påverkan från dagvatten vilket baseras på att minst 10 % av vattenförekomstens avrinningsområde täcks av markklasserna ”tät stadsstruktur” och/eller ”handel, industri och militära områden”. Ämnen med risk för sänkt status är (total)fosfor, koppar, Benso(a)pyrene, ämnesgrupp PAH’er och ämnesgrupp metaller (koppar, zink, bly och kadmium). Risk för miljöproblem till följd av övergödning p.g.a. belastning av näringsämnen och miljögifter.

Atmosfärisk deposition är klassat som betydande påverkan. Kvicksilver och kvicksilverföreningar och bromerad difenyleter har risk för sänkt status. Risk för miljöproblem till följd av miljögifter. Sveriges vattendrag har generellt för höga halter av kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE). Halterna av kvicksilver och PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige och beror av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats i skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk.

Recipienten har ett förbättringsbehov på 620 kg totalkväve.

2.5 Skyfall

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för och vad som är VA-huvudmans ansvar. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet ”Återkomsttid” (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat statistiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) ska ny bebyggelse anpassas efter klimatanpassat 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid är 2100.

När dagvattensystemet är fullt innebär det i praktiken att avrinningen av regnöverskottet primärt beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Bristande kapacitet för yttlig avledning kan dock också skapa uppdämningseffekter som gör att det bildas

lokala vattensamlingar. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet.

2.5.1 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Kommunen är enligt Plan- och bygglagen (PBL) ansvarig för att bebyggelse anläggs på mark lämplig för ändamålet, och därmed översvämningsrisker vid nyplanering. För befintlig bebyggelse är det fastighetsägare och verksamhetsutövare som har ansvaret att skydda sin egendom.

Det tematiska tillägget för översvämningsrisker, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningsrisker i sin planering. Det övergripande målet som lyfts är:

Göteborg ska göras robust mot dagens och framtidens översvämningsrisker genom att säkra grundläggande samhällsfunktioner och stora samhällsvärden.

Detta konkretiseras genom följande punkter:

- **Identifiera ny bebyggelse som riskerar att översvämmas.** Detta innebär att det ska finnas en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion, på minst 0,2 m. För samhällsviktig infrastruktur gäller en säkerhetsmarginal på minst 0,5 m till vital del för anläggningens funktion. Om det planeras källare eller garage, behöver hela grundkonstruktionen vara vattentät upp till ovan nämnda nivåer.
- **Identifiera vägar inom planområdet där framkomlighet inte kan säkerställas.** För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämningsrisker ska tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom planområdet vara möjlig (man ska kunna nå alla som befinner sig i byggnaden men inte nödvändigtvis alla entréer om möjlighet finns till intern evakuering). Detta innebär ett största vattendjup på 0,2 m.
- **Identifiera vägar som innebär att man inte har framkomlighet till och från planområdet.** Detta innebär att det ska vara ett vattendjup på max 0,2 m på vägar till och från planområdet som ansluter till uttryckningsvägar och högprioriterade vägnätet.
- **Identifiera om översvämningsituationen inom eller utanför planen försämras för befintligheter som en konsekvens av exploateringen.** Detta innebär att flödet ut från planen och till andra delar av planen inte får öka vid planens genomförande (försämrade konsekvenser får inte uppstå för annan part enligt Jordabalken). Därför ska minst samma volymer som fördröjs innan planering fördröjas efter exploatering.
- **Planen ska beakta strukturplaner och hantera eventuella målkonflikter.** Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna behöver säkerställas, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart. Avsteg bör endast ske om en lika hög funktion, i hela den aktuella

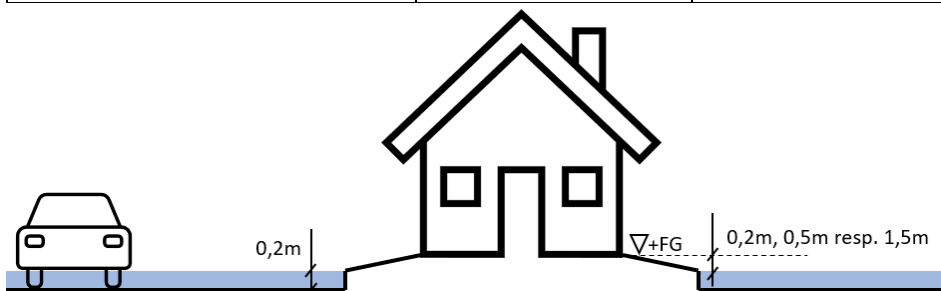
åtgärdskedjan, kan säkerställas (avsteg behöver godkännas av Byggnadsnämnd med tillhörande riskanalys).

- **Planen ska beakta vattenkvalitet i samband med skyfall.** Detta ska göras i samråd med framför allt Miljöförvaltningen (MF).

I Tabell 2 visas en sammanställning av planeringsnivåerna i TTÖP:en. (Kretslopp och vatten; DHI, 2021).

Tabell 2 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse. Angivna nivåer visar marginal till vital del för funktion/byggnadsfunktion samt maximalt vattendjup för framkomlighet

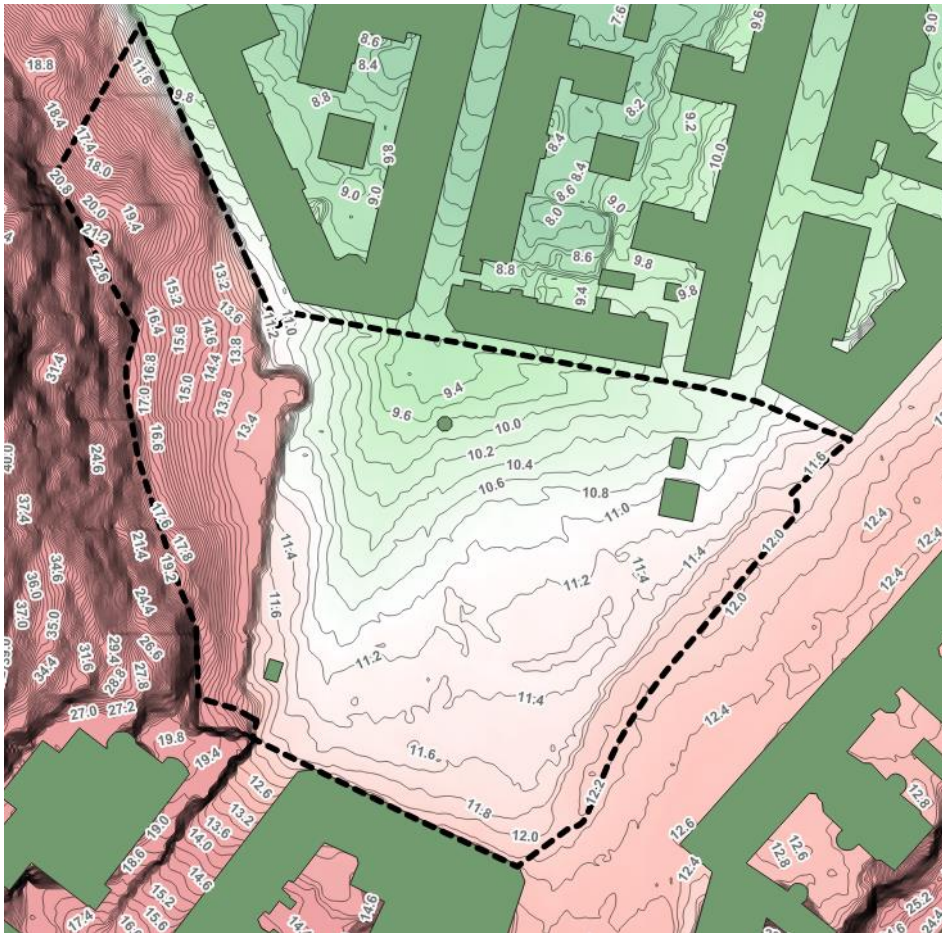
	Högvatten, återkomsttid 200 år	Höga flöden, återkomsttid 200 år	Skyfall, återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning, - nyanläggning	1,5 m	0,5 m	0,5 m
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Byggnad och byggnadsfunktion, - nyanläggning	0,5 m	0,2 m	0,2 m
Framkomlighet – nyanläggning högprioriterade vägnätstråk och utrymningsvägar	0,2 m djup	0,2 m djup	0,2 m djup



Figur 18. Visualisering av Tabell 2.

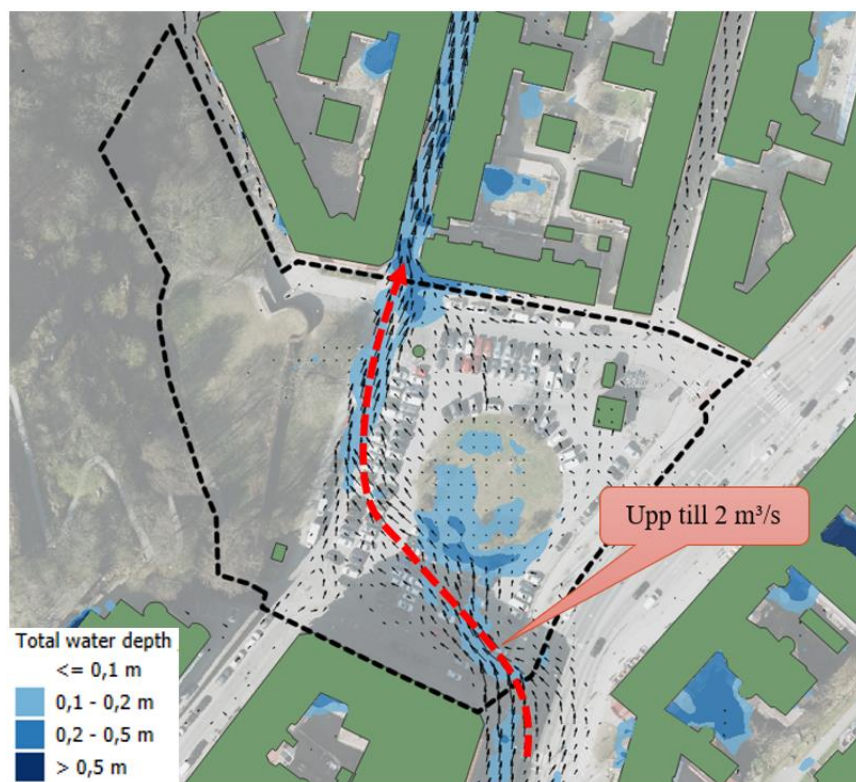
2.5.2 Befintlig skyfallssituation

Planområdet lutar från sydöst till nordväst från ca. +12 m till ca. +9 m, se Figur 19. Det finns inga instängda områden inom planområdet i dagsläget.



Figur 19: Marknivåer vid Skanstorget. Källa: Lantmäteriet 2020.

I Figur 20 nedan presenterar nuläget vid ett klimatanpassat 100 årsregn (skyfall). Vattnet förväntas korsa planområdet med en rinnväg med upp till 2 m³/s flöde. I nuläget skapar det här flödet ingen stor problematik på grund av vattennivåer, ligger under 0,2 m djup, och påverkar således inte framkomligheten enligt TTÖP:ens definition.



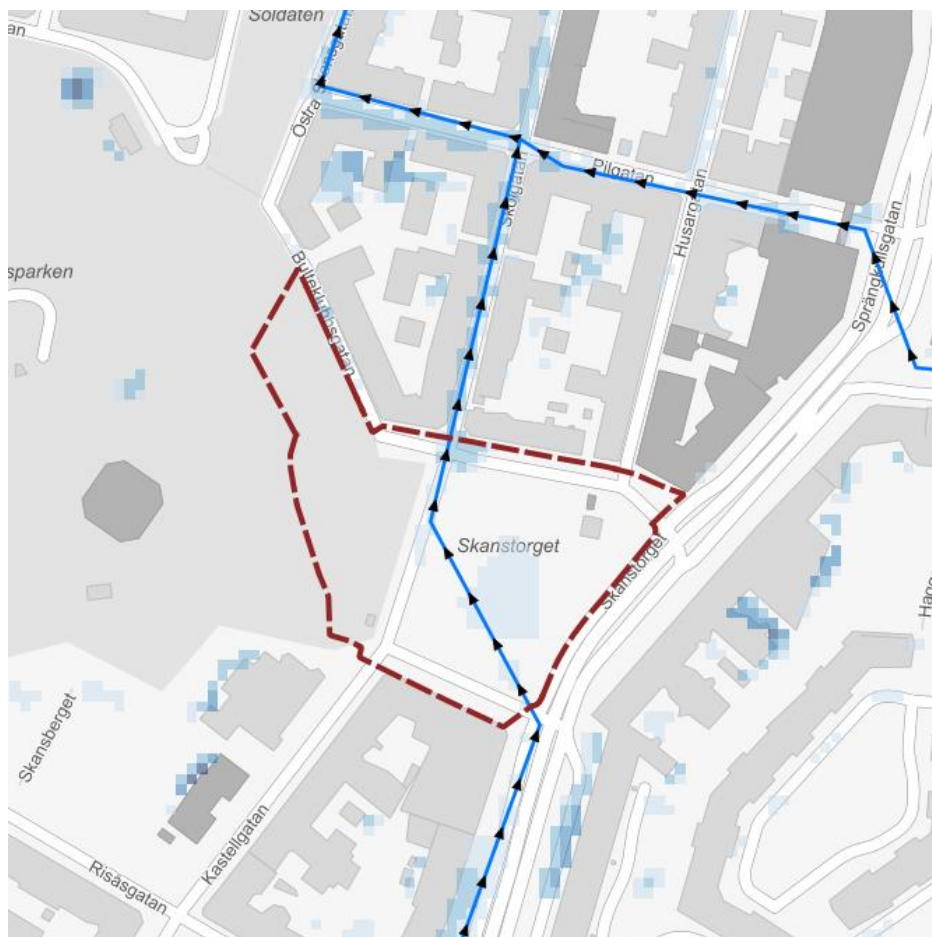
Figur 20: Skyfallsresultat med dagens markutformning (befintlig situation). Röda pilen visar flödesvägen. Planområdet markeras med den svarta polygonen.

2.5.3 Strukturplansåtgärder

Strukturplansåtgärder är upprättade för att tjäna som underlag till åtgärder som skyddar samhällsviktiga funktioner, framkomlighet och bebyggelse från konsekvenser vid skyfall. De är framtagna från uppgifter som till viss del kommer från 2011 och 2017 (topografi) vilket medför att förändrade förutsättningar, exempelvis förändrad höjdsättning, påverkar hur skyfallsåtgärder kan utformas för att riktlinjerna ska uppfyllas.

Strukturplansåtgärder är indelade i prioritetsklasser. Åtgärder i klass A syftar till att skydda bebyggelse med verksamhetstyperna "Hälso- och sjukvård samt omsorg" samt "Skydd och säkerhet". Klass B syftar till att skydda "Skola", "Samhällsledning" samt "Kommunikation" eller klass 1 vägar (större statliga och högprioriterade vägar). Åtgärder i klass C syftar till att skydda övrigt. All bebyggelse skyddas inte med strukturplansåtgärderna (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018).

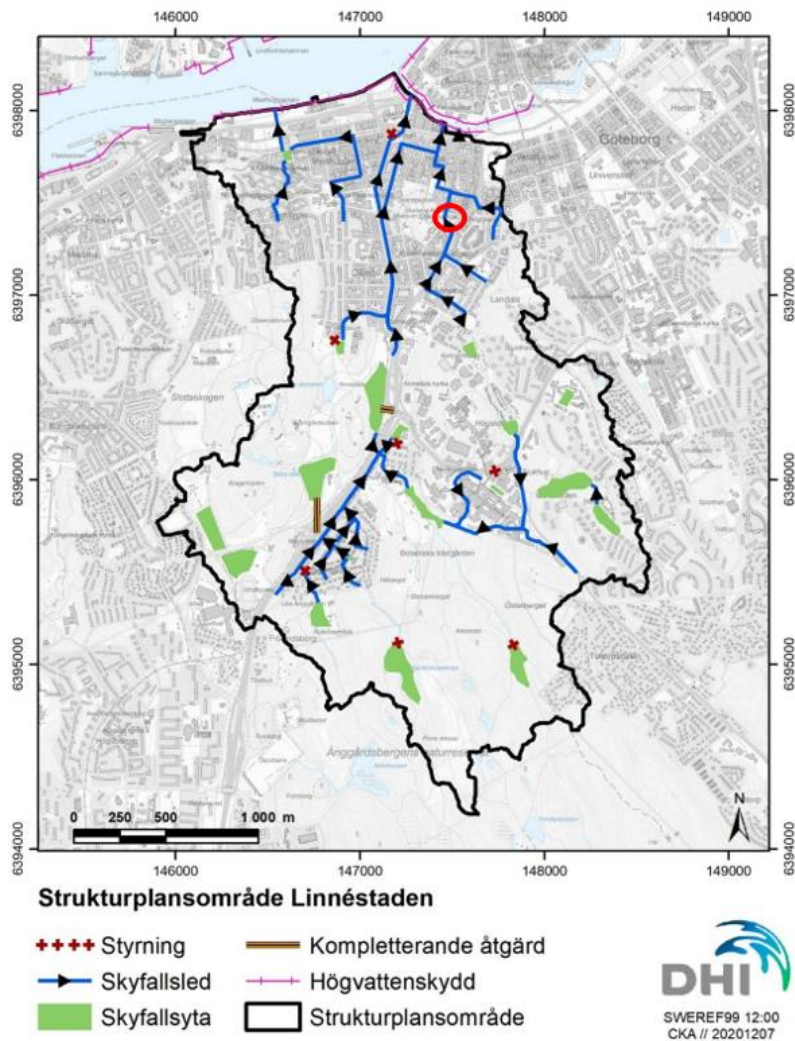
Det finns en föreslagna skyfallsled som korsar planområdet som ses i Figur 21.



Figur 21. Planområdet markerat i mörkrött. Strukturplansåtgärd – skyfallsled (blå linjen) korsar planområdet. (Gokart 2023).

Enligt strukturplanen föreslås en skyfallsled korsa planområdet, från områdets sydöstra hörn, till områdets nordvästra del innan det rinner vidare ut ur planområdet i det nordvästra hörnet. Skyfallsleden har enligt strukturplanen sin början några hundra meter söder om planområdet, strax väster om Landala. Skyfallsleden avleder vatten till Fattighusån.

Enligt strukturplanen har skyfallsleden högsta prioritering (prio A) och ska kunna hantera ca 4 m³/s. När åtgärder enligt strukturplanen genomförs kommer mängden vatten som rinner genom planområdet öka något jämfört med dagens situation. För att kunna uppfylla sin funktion behöver dock skyfallsleden genomföras i sin helhet till recipienten, se Figur 22.



Figur 22. Strukturplanområdet och föreslagna strukturplansåtgärde. Översvämningsytor i grönt, skyfallsleder i blått, samt styrningsåtgärder i rött. Planområdet är markerat med röd cirkel. (Göteborgs stads strukturplan, hämtad 2023).

2.6 Högvatten

Planområdet påverkas inte av höga vattennivåer i havet eller höga flöden i vattendrag.

3 Analys

3.1 Markanvändning

En uppskattning av områdets markanvändning har gjorts utifrån skissunderlag som Stadsbyggnadsförvaltningen har presenterat. Resultatet är redovisat i Tabell 3 nedan. Före utbyggnad består hela området av allmänplatsmark. Efter utbyggnad består området av kvartersmark uppdelat på två fastigheter och allmänplatsmark i form av park och torg.

Före utbyggnad antas området till största del bestå av parkering, torg och parkmark. Efter exploatering bedöms områdets markanvändning motsvara torg, flerbostadshus och förskola. Planförslaget innebär en ökning av hårdgjorda ytor vilket innebär att den reducerade arean ökar. I Figur 23 syns befintlig markanvändning t.v. och planerad framtida markanvändning t.h.



Figur 23. Bild över Skanstorget. Befintlig situation t.v. och planerad byggnation t.h.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet.

Avrinningskoefficienten är ett uttryck för hur stor andel av nederbörden som avrinner efter förluster genom avdunstning, infiltration, absorption av växtlighet eller genom magasinering i markytans ojämlikheter med mera. Den reducerade arean är alltså ett uttryck för hur mycket avrinning som sker från olika marktyper där 1 är allt och 0 inget.

I P110 (Svenskt vatten, 2016) finns bestämda avrinningskoefficienter för särskilda ytor och typer av bebyggelse men ofta behöver man välja en egen koefficient utifrån de lokala förutsättningarna. Den totala ökningen av reducerad area är ca 900 m².

Tabell 3 Markanvändning före och efter exploatering för område 1, område 2 respektive område 3 samt beräkning av reducerad area. Uttryckt i m².

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Område 1 (Flerbostadshus)					
Tak	0,9	-	-	2 060	1 855
Asfalt	0,8	1 880	1 505	-	-
Torgpark	0,1	830	85	-	-
Innergård	0,7	-	-	650	455
Totalt		2 710	1 590	2 710	2 310
Område 2 (Förskola)					
Tak	0,9	-	-	835	750
Asfalt	0,8	-	-	220	175
Park i stark lutning	0,4	2 700	810	-	-
Skolgård	0,3	-	-	1 645	495
Totalt		2 700	810	2 700	1 420
Område 3 (Allmänplatsmark)					
Tak	0,9	80	75	-	-
Asfalt/Torg	0,8	5 680	4 545	6 050	4 840
Torgpark	0,1	290	30	-	-
Park (oförändrad)	0,1	1 325	135	1325	135
Totalt		7 375	4 785	7 375	4 975
Sammanställt		12 785	7 185	12 785	8 705

3.2 Fördröjningsbehov dagvatten

Göteborgs stad ställer krav på fördröjning av dagvatten på kvartersmark motsvarande 10 mm reducerad area. Detta innebär att inom kvartersmark måste dagvattnet fördröjas innan det släpps till det kommunala ledningsnätet.

Ökningen av reducerad yta sker främst på framtida kvartersmark. Kvartersmark och allmänplatsmark hanteras för sig och vardera fastigheter ska hantera sitt egna dagvatten. Markanvändningen för fördröjningskalkylen är hämtad ifrån Tabell 3.

3.2.1 Fördröjning på kvartersmark

För beräkna volymen av 10 mm fördröjning på kvartersmark används ekvationen nedan.

$$\text{Fördröjningsvolym (m}^3\text{)} = \text{reducerad area (m}^2\text{)} * 0,01m$$

Område 1, flerbostadshuset, behöver fördröja ca 23 m³ innan det leds till det kommunala ledningsnätet.

Område 2, förskolan, behöver fördröja 14 m³ innan det avleds till det kommunala ledningsnätet.

3.2.2 Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats

Ledningsnätet har inte kapacitet för tillkommande flöden utan att orsaka risker för översvämningar. Det finns redan idag risk för översvämning även vid mindre regn.

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiden 30 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden blir därmed 328 l/s · ha.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 2 nedan. Före exploatering används en klimatfaktor på 1 och efter exploatering 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar. Den reducerade arean framgår av Tabell 3.

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

Dimensionerande flöden för planområdet redovisas i Tabell 4. För hela planområdet är det befintliga flödet är ca 236 l/s före exploatering och ökar efter exploatering med klimatfaktor till ca 357 l/s. Utan klimatfaktor efter exploatering är det dimensionerade flödet ca 286 l/s. Klimatfaktorn står för ca 71 l/s av ökningen och planens genomförande för ca 50 l/s.

Tabell 4. Dimensionerande flöde för område 1, 2 och 3 före-, efter- och efter exploatering med klimatfaktor.

Område	Före exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering + KF
Område 1	52 l/s	76 l/s	95 l/s
Område 2	27 l/s	47 l/s	58 l/s
Område 3	157 l/s	163 l/s	204 l/s
Totalt	236 l/s	286 l/s	357 l/s

Exploateringsförvaltningen vill anlägga ett s.k. BGG-system (Blå Grön Grå) under den framtida torgytan. Detta skulle vara fördelaktigt ur en ekonomisk synpunkt då det skulle avlasta kapaciteten i det kommunala ledningsnätet, som är hårt belastat, och att dimensionera upp ledningsnätet i lång sträcka nog för att påverka kapaciteten är dyrt. I stället skulle det dagvatten som faller på allmänplats som avleds till ett framtida BGG-system fördröjas (och renas). Förslagsvis skulle även del av Övre Husargatan avledas till BGG-systemet. I dagsläget går dagvattnet direkt till ledningsnätet. Eventuellt skulle även ledningsnätet kunna brädas upp till fördröjningslagret i BGG-systemet, men detta skulle behöva någon typ av filterfunktion för att inte det orenade dagvatten som redan nått dagvattensystemet ska riskera att sätta igen fördröjningslagret.

Flödet från den delen av Övre Husargatan/Skanstorget som studerats, gult område i Figur 24, uppgår till ca 25 l/s och till ca 30 l/s med klimatfaktor och har inte tagits med i beräkningarna ovan. Denna del av gatan avvattnas redan

idag till samma del av ledningsnätet som planområdet. Förändringen skulle bli att dagvattnet renas och fördröjs innan det släpps ner i nätet vilket skulle påverka kapaciteten i systemet positivt och bidra med rening av trafikdagvatten. Området är ungefärligt markerat och grundar sig i befintlig höjdsättning.



Figur 24. Del av Övre Husargatan/Skanstorget som föreslås avvattnas till föreslaget BGG-system markerat med gult. Befintliga dagvattenledningar markerade med grönt.

Hur ett BGG-system kan nyttjas för att avlasta ledningsnätet förklaras i mer detalj i kapitel 4.2.

Räknat på hela planområdet (Övre Husargatan är inte medräknad, detta skulle öka fördröjningsbehovet något men ej markant) skulle ca 25 m³ behöva fördröjas för att inte öka flödet jämfört med befintlig situation vid ett 30 årsregn med klimatfaktor.

För att beräkna den specifika magasinvolymen används P110 och följande ekvation:

$$V = 0,06 \cdot \left[i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

3.3 Dagvattenkvalitet

3.3.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar för vilka halter och mängder som kan antas finnas i dagvattnet har gjorts i programmet StormTac. Beräkningar i StormTac bör ses mer som ett underlag för diskussion än exakta värden. StormTac utgår ifrån

uppmätta halter från olika typer av markanvändning samt reningseffekter för olika typer av reningslösningar. Det även finns felmarginaler i respektive föroreningsämne. Trots att programmet innehåller osäkerheter är det bästa som finns på marknaden idag. Användningen av schablonhalter för beräkning av dagvattnets föroreningstransport i form av årliga medelhalter är en vedertagen metod.

De marktyper som bäst anses representera verkligheten har valts. Före exploatering har marktypen centrumområde valts med en platspecifik avrinningskoefficient. Efter exploatering har också marktypen centrumområde valts med en platspecifik avrinningskoefficient. Resultatet presenteras nedanför. Exploateringen innebär att dagvattnet för med sig ökade föroreningshalter och mängder vilket betyder att rening av dagvattnet också studerats.

Föreslagen rening är regnbädd. Totalt behövs en 180 m² stor regnbädd med en tillgänglig total utjämningsvolym om 120 m³ för att rena hela området. Detta motsvarar ca 1,4 % av hela planområdet.

Tabell 5 visar att halten efter exploatering överstiger målvärden. Efter rening i regnbädd uppnås alla målvärden.

Med avseende på miljö kvalitetsnormerna görs bedömningen att planen inte kommer påverka statusen för Göta älv söder om intaget negativt. Denna bedömning grundar sig i att totalmängderna som släpps ut per år minskar om föreslagna regnbädda anläggs vilket visas i Tabell 6.

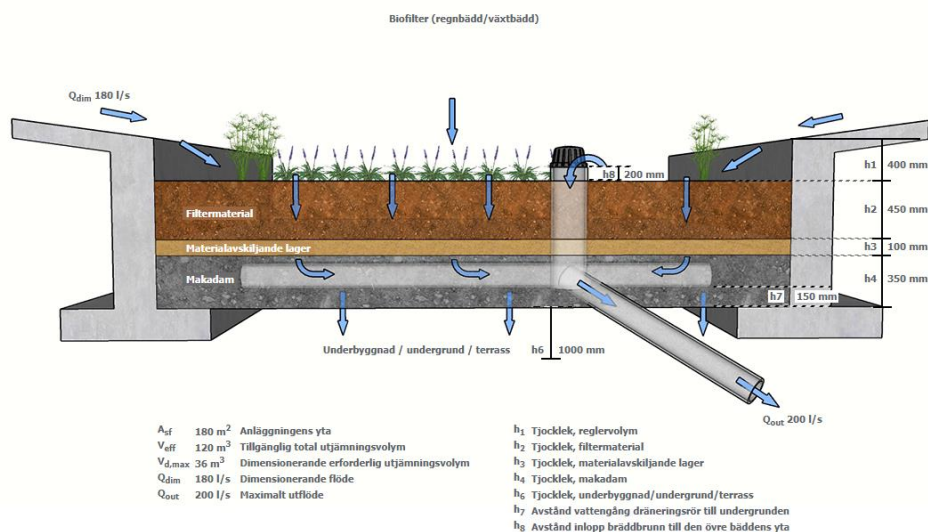
Tabell 5. Föroreningshalter (µg/l) före exploatering samt efter exploatering med och utan rening. Jämförelse mot målvärde där de markerade cellerna överstiger målvärdet och de fetstilta cellerna visar en ökning av föroreningshalterna jämfört med före exploatering.

	P (µg/l)	N (µg/l)	Pb (µg/l)	Cu (µg/l)	Zn (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Ni (µg/l)	Hg (µg/l)	SS (µg/l)	Olja (µg/l)	As (µg/l)
Före exploatering	240	1800	14	26	130	0,78	4	7,6	0,043	79 000	1200	1,9
Efter exploatering	250	1800	15	28	140	0,85	4,3	7,8	0,045	85 000	1300	2
Efter rening	150	1300	4,1	16	36	0,14	2,5	1,9	0,024	27 000	520	1,3
Målvärde	150	2 500	28	22	60	0,90	7,0	68	0,070	60 000	1 000	16

Tabell 6. Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering samt efter exploatering med och utan rening. De markerade cellerna visar en ökning av föroreningsmängderna jämfört med före exploatering.

	P (kg/år)	N (kg/år)	Pb (kg/år)	Cu (kg/år)	Zn (kg/år)	Cd (kg/år)	Cr (kg/år)	Ni (kg/år)	Hg (kg/år)	SS (kg/år)	Olja (kg/år)	As (kg/år)
Före exploatering	2,2	17	0,13	0,24	1,2	0,0073	0,037	0,07	0,0004	730	11	0,017
Efter exploatering	2,6	19	0,16	0,29	1,5	0,0087	0,044	0,081	0,00046	880	13	0,021
Efter rening	1,6	14	0,042	0,17	0,37	0,0015	0,026	0,019	0,00025	280	5,4	0,013

Dimensionering av regnbädd som ligger till grund för föroreningsmodellen syns i Figur 25.



Figur 25. Dimensionering av regnbädd som föroreningsmodellen är baserad på (StormTac, 2023).

På grund av stadens utformning/gestaltningsskrav på att flerbostadshuset ska ha sadeltak blir anses det dyrt och tekniskt komplicerat att rena det dagvatten som faller på den yttre delen av taket. Kvarteret måste följa den byggnadstyp som dominerar Linnéstaden med sadeltak och utan förgårdsmark. Detta innebär att takvatten som faller på yttre delen hade behövts ledas genom byggnaden för att nå innergården där dagvattenrening kan anläggas.

Utifrån dessa utformningskrav har en föroreningsberäkning utförts specifikt för flerbostadshuset för att se om det är möjligt att uppfylla reningskraven trots att allt dagvatten inte genomgår rening i reningsanläggningen. Före exploatering anges centrumområde med en platsspecifik avrinningskoefficient. Efter exploatering anges också centrumområde med en platsspecifik avrinningskoefficient. Den yttre delen av takytan (ca 1 100 m²) har modellerats som takyta och modelleras utan reningen för att få ett representativt resultat som presenteras nedan.

Resultatet visar att med en ca 38 m² stor regnbädd så uppnås alla stadens målvärden, se Tabell 7 och alla föroreningsmängder minskar, se Tabell 8. Detta innebär att om en regnbädd anläggs på innergården som är 1,5 % av flerfamiljshusets area så kan flerfamiljshuset klara reningskraven även om hela takytan inte renas och yttre delen av taket således inte når regnbädden.

Tabell 7. Föroreningshalter (µg/l) före exploatering samt efter exploatering med och utan rening. Jämförelse mot målvärde där de markerade cellerna överstiger målvärdet och de fetstiltta cellerna visar en ökning av föroreningshalterna jämfört med före exploatering.

	P (µg/l)	N (µg/l)	Pb (µg/l)	Cu (µg/l)	Zn (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Ni (µg/l)	Hg (µg/l)	SS (µg/l)	Olja (µg/l)	As (µg/l)
Före exploatering	240	1800	14	26	130	0,79	4	7,6	0,043	80 000	1200	1,9
Efter exploatering	270	1900	17	30	150	0,92	4,6	8,2	0,047	92 000	1400	2
Efter rening (exklusive yttre del av tak)	97	1400	4	17	49	0,34	2,4	2,8	0,015	22 000	280	1,9
Målvärde	150	2 500	28	22	60	0,90	7,0	68	0,070	60 000	1 000	16

Tabell 8. Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering samt efter exploatering med och utan rening. De markerade cellerna visar en ökning av föroreningsmängderna jämfört med före exploatering.

	P (kg/år)	N (kg/år)	Pb (kg/år)	Cu (kg/år)	Zn (kg/år)	Cd (kg/år)	Cr (kg/år)	Ni (kg/år)	Hg (kg/år)	SS (kg/år)	Olja (kg/år)	As (kg/år)
Före exploatering	0,51	3,8	0,03	0,055	0,28	0,0017	0,0085	0,016	0,00009	170	2,5	0,004
Efter exploatering (exklusive yttre del av tak)	0,72	5	0,044	0,079	0,4	0,0024	0,012	0,022	0,00013	240	3,6	0,0058
Efter rening	0,25	3,6	0,01	0,043	0,13	0,00087	0,0063	0,0073	0,000038	56	0,73	0,0049

3.4 Skyfallsanalys

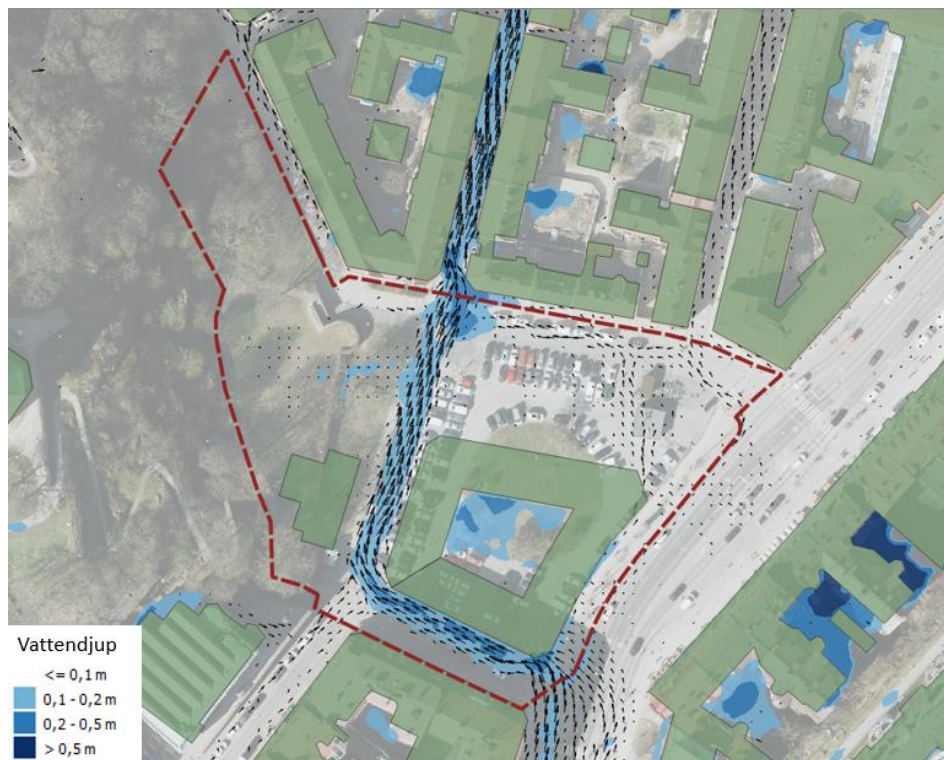
Skiss med den nya byggnadens (flerfamiljshuset) fotavtryck som har använts för att utreda planförslagets påverkan på skyfallssituationen har levererats av SBF ”230621 A-01-1-001.dwg” den 2023-06-21.

Placeringen av den nya byggnaden syns som en linje i Figur 26 nedan som visar den befintliga rinnvägen.



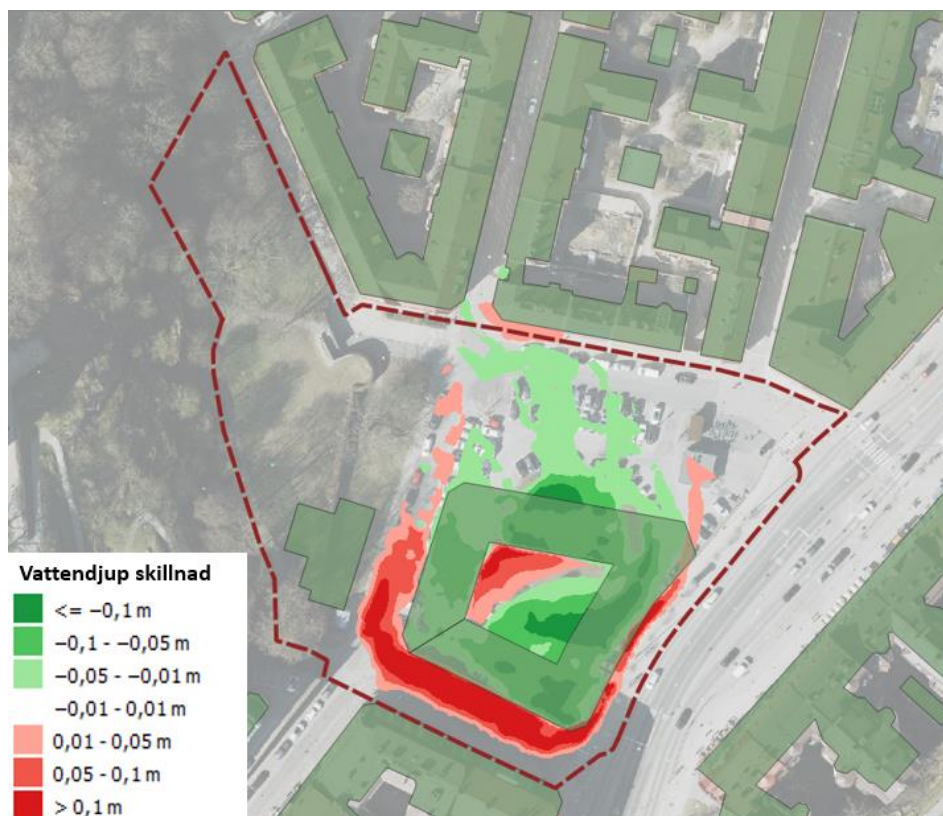
Figur 26: Dagens avrinning med en överlappning av den gula polygonen som visar byggnadens placering.

Byggandens placeringens påverkan på skyfallsavrinningen syns i Figur 27 nedan, där syns flödet som styrs av den södra fasaden längs 'södra gatan' och runt västra sidan av den föreslagna byggnaden. Observera att befintlig höjdmodell har använts för simuleringen nedan. Vattendjupet som observeras inom innegården motsvarar den volymvatten som skapas av kvarters fotavtrycket vid skyfall eftersom det inte finns information om privata dräneringsledningar i modellen eller infiltrationsmöjligheter på grunda av leran. Med ett dräneringssystem dimensionerat för 30 års regn förväntas ingen översvämningssproblematik inom innegården vid skyfall.



Figur 27: Avrinning med en kombination av dagens markutformning och nya byggnadens fotavtryck. Byggnaden syns i ljusgrön i mitten av planområdet.

Analysen av skillnaden mellan vattendjupen för nuläget och framtiden visas nedan i Figur 28 där vattennivåökningar redovisas i rött och vattennivåminskningar redovisas i grönt. Det som är intressant i denna bild utifrån TTÖP:en är att ingen försämring förväntas utanför planen, dvs att risken för översvämningen vid skyfall inte ökar för befintliga fastigheter till följd av byggnadens föreslagna placering. Observera att förändringen på de mindre ytor norr om planen vid befintliga byggnader som visas i ljusröd bedöms försumbar och inom felmarginalen (skillnader måste vara större för att indikera en ökad risk, se figur 32 som exempel).



Figur 28: Vattendjup skillnad mellan Nuläge (Figur 26) och simuleringen med den nya byggnadens fotavtryck (Figur 27). Röda färgen redovisar en vattendjupökning och gröna färgen en vattendjupminskning.

De resultat som redovisas i de figurerna ovan (Figur 26, Figur 27 och Figur 28) visar att det finns risk att riktlinjerna enligt TTÖP inte uppfylls.

- På ”södra gatan” finns en risk för vattensamlingar med över 0,2 m djup som enligt TTÖP:en innebär en risk att framkomlighet på gatan inte säkerställs och risk att vissa entréer inte är framkomliga vid ett skyfall.
- På ”södra gatan” finns en risk för vattensamlingar som innebär att det kan vara svårt att uppnå den minimi marginal till färdigt golv (20 cm) från den högsta förväntade vattenytan på gatan.
- Det finns en planerad garageentrén på södra gatan som kan vara svår att höjdsätta med en viss tröskelnivå och fortfarande vara körbar.

Projektgruppsmöte 2023-05-23

På projektgruppsmötet har Kretslopp och Vatten presenterat de resultat som redovisas ovan samt några förslag till möjlig utformning för Södra gatan.

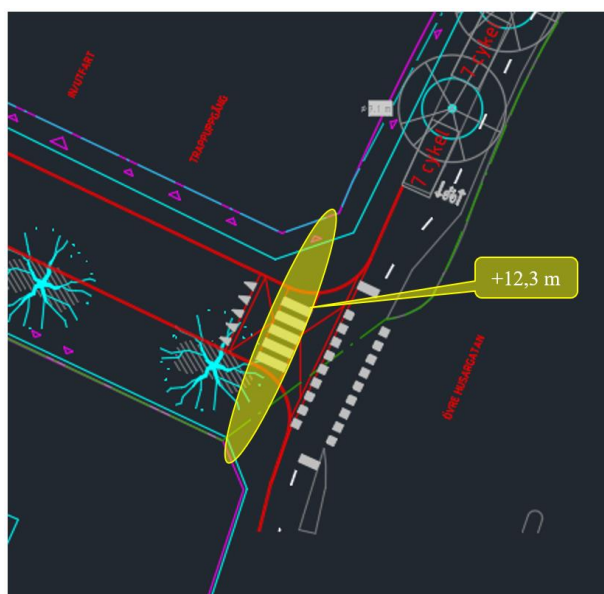
Utifrån dessa resultat har landskapsarkitekterna som arbetar med utformningen av allmänplats tagit upp problematik kring att uppnå de 20 cm marginalen till färdigt golv över högsta vattennivåer på södra gatan. Det blir ett problem för garageentrén, som planeras utan dörr för lätt tillgänglighet, och det blir samma problematik med färdiga golvnivåer där det finns krav för låga nivåskillnaden mellan golvnivåer och gatunivån för att tillåta till ex. sophämtningen.

På grund av detta har det föreslagits av projektgruppen att försöka rikta skyfallsflödet norrut via östra sidan av planen genom att bygga en tröskelnivå vid korningen mellan Övre Husargatan och södra vägen för att fördela flödet vid ett skyfall.

Utifrån detta har KoV kört några skyfallssimuleringar för att utvärdera vilka tröskelnivåer som skulle kunna påverka flödet på södra gatan och utreda effekten av att leda flödet norrut längst östra sidan av planen.

Det har observerats att med en tröskel på +12,2 m finns det upp till ca 900 l/s längst södra gatan och med tröskel på +12,3 m finns det upp till ca 300 l/s som förväntas längst samma gata.

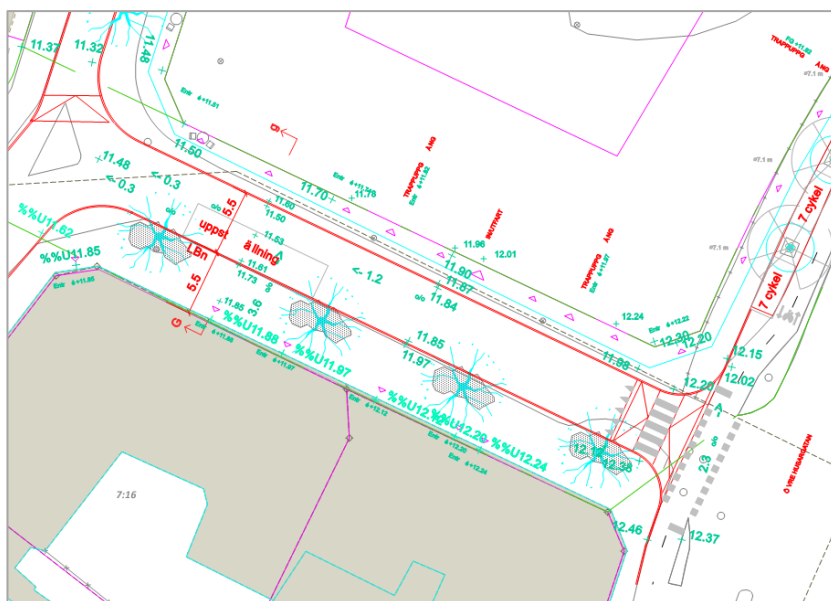
Följande analys baserats på en tröskelnivå på +12,3 m enligt Figur 29 nedan.



Figur 29: Placering av tröskeln mellan Överhusargatan och södra gatan.

Södra gatan

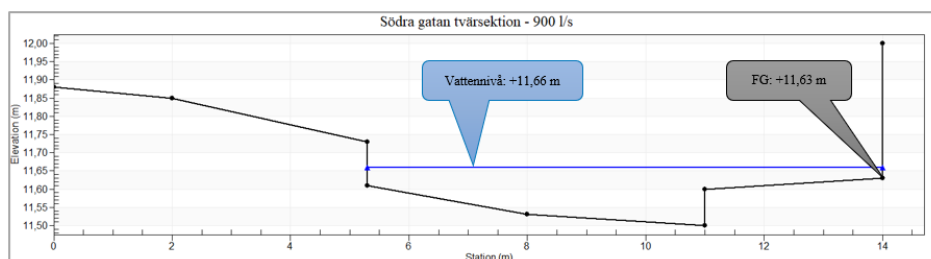
Dessa siffror har varit underlag för diskussion med landskapsarkitekter för att se om marginalen kan uppnås mellan planerade färdiga golvnivåer och förväntat vattendjup på södra gatan. Senaste ritningen som har utgått ifrån för att ta fram tvärsektionerna har levererats till Kretslopp och Vatten från Kragh-Berglund 2023-10-03 och redovisas i Figur 30 nedan.



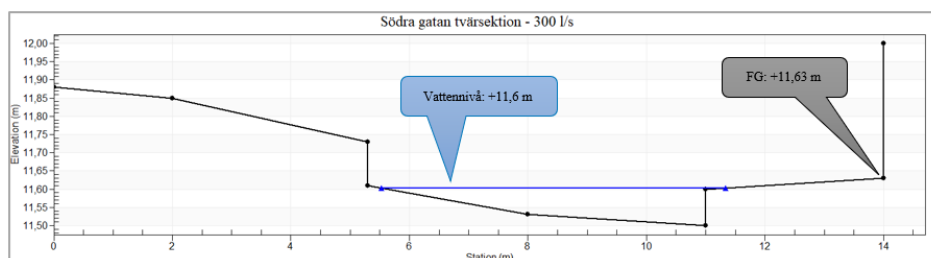
Figur 30: Skiss från Landskap arkitekterna över Södra gatan (Kragh-Berglund 2023-10-03)

Från dessa höjder har det tagits fram en typsektion representativ för hela stråket. Tvärsektionens placering visas i Figur 30 som "G-g".

I Figur 31 och Figur 32 presenteras resultat från Hydraulic Toolbox baserat på Manning beräkningar enligt typsektionen som presenteras ovan. Parametrar som har används för beräkningen är Mannings värde på 50 ($n=0,02$) och lutning på 1,2 %. Det observeras att i första figuren, Figur 31, med 900 l/s förväntas vattennivån ligga ovan (3 cm) planerade färdig golvnivån och i andra figuren, Figur 32, med 300 l/s förväntas vattennivån ligga under (-3 cm) planerade färdig golvnivån. 3 cm marginal är inte tillräckligt för att uppnå TTÖP:ens riktlinjen men det observeras att det blir enklare att ta fram ett rimligt förslag för att uppnå marginalen med 300 l/s än med 900 l/s.

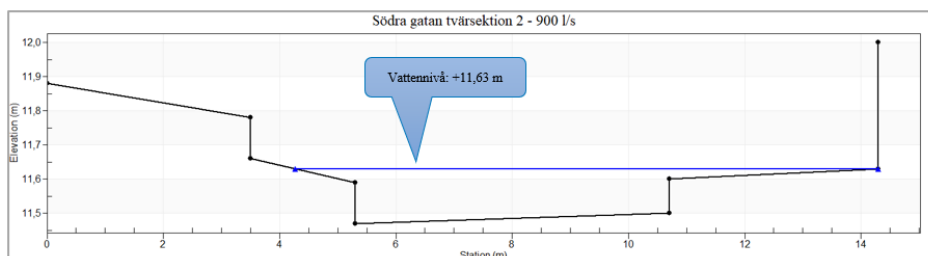


Figur 31: Skiss på typsektion med Mannings beräkning på förväntat vattennivå i gatan med 900 l/s flöde längst gatan.

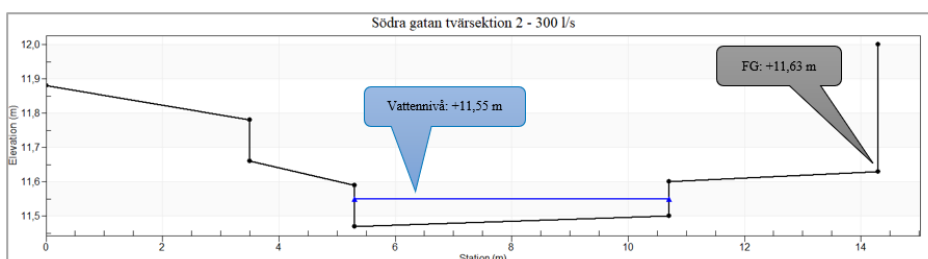


Figur 32: Skiss typsektion för södra gatan med Mannings beräkning på förväntat vattennivå i gatan med 300 l/s flöde längst gatan.

En annan typsektion som har föreslagits av landskapsarkitekterna från Kragh-Berglund redovisas i figurer nedan. I detta förslag finns det en lägre gatussektion som rymmer mer vatten vilket gör att marginalen med färdig golvnivån blir enklare att uppnå. I första figuren, Figur 33, med 900 l/s vattennivån förväntas vara på samma nivå som färdig golvnivån. Med 300 l/s, som syns i Figur 34, förväntas det vara en 8 cm marginal mellan vattennivån och färdig golvnivån. Detta fortfarande uppfyller inte TTÖP:en.



Figur 33: Skiss typsektion 2 för södra gatan med Mannings beräkning på förväntat vattennivå i gatan med 900 l/s flöde längst gatan.



Figur 34: Skiss typsektion 2 för södra gatan med Mannings beräkning på förväntat vattennivå i gatan med 300 l/s flöde längst gatan.

Inget alternativ ovan uppfyller TTÖP:ens riktlinjer med 20 cm marginal från förväntad vattennivå till färdigt golv. Typsektion 2 har dock en större marginal än sektion 1 med förväntad vattennivå på +11,55 m (8 cm marginal) när flödet längst gatan blir upp till 300 l/s (med föreslagen tröskelnivån på +12,3 m).

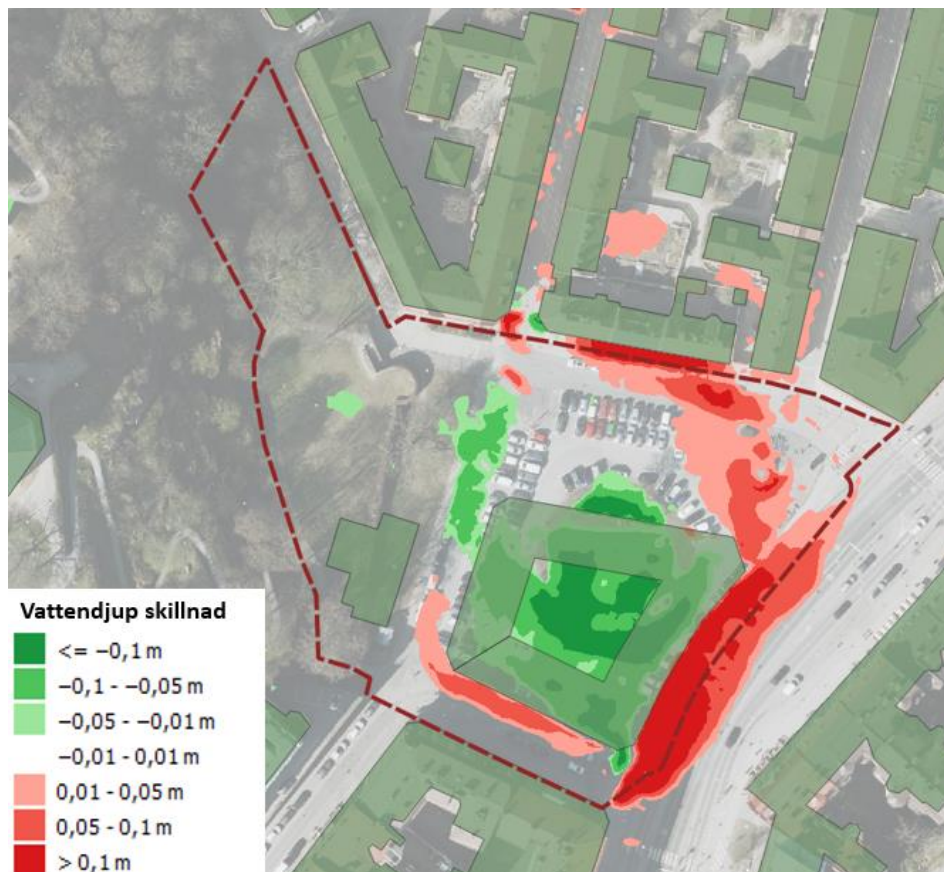
Det förväntas anläggas en parkering under flerfamiljshuset med infart från den Södra gatan. Inför granskning behöver garagedfartens exakta placering studeras m.h.t tröskelnivå. För att uppnå TTÖP:ens riktlinjer behöver en tröskel 20 cm ovan vattennivån anläggas vid infarten.

Övre Husargatan

Med tröskelnivå på +12,3 m på sydöstra korsningen mellan Övre Husargatan och Södra gatan finns det en ny skyfallsavrinning längst östra sidan av planen som innebär ett större flöde norrut.

Som syns i Figur 35 nedan så förväntas en vattennivåökning på Övre Husargatan längs östra sidan av plangränsen. Den här försämringen förväntas inte ha betydande påverkan på framkomligheten på gatan (se Figur 36) enligt TTÖP eftersom vattennivån förväntas behållas under 20 cm.

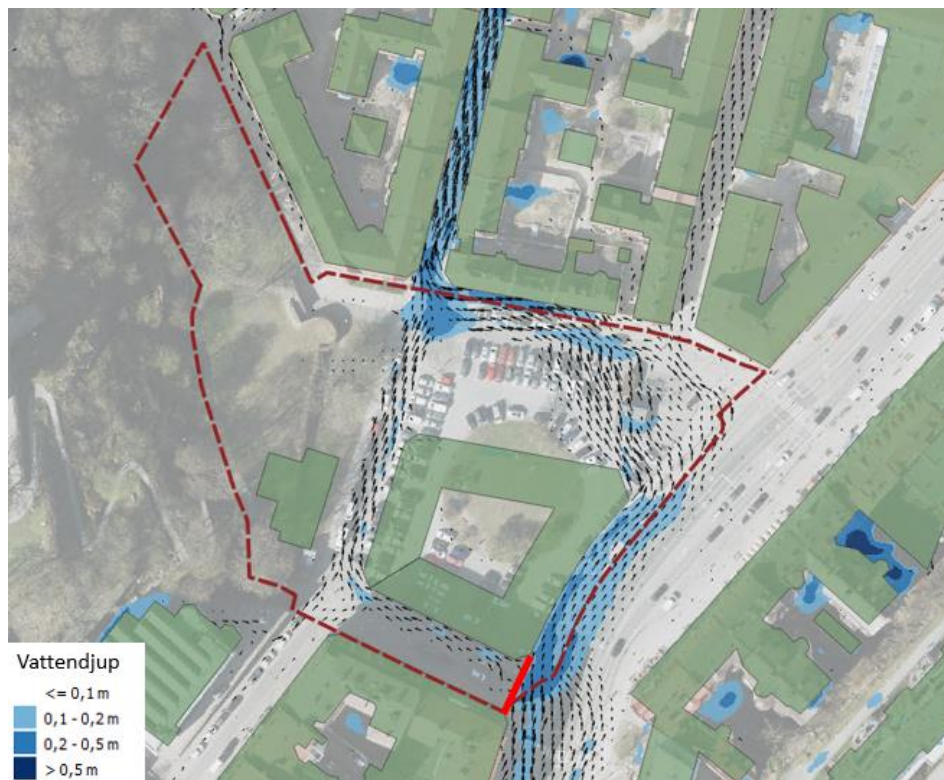
Översvämningsrisken förväntas dock öka och enligt Kretslopps och Vattens rutin för skyfallshantering måste riskökningen godkännas av markförvaltaren (Trafiknämnden/Exploateringsförvaltningen).



Figur 35: (Samma som Figur 39 figur 32) Vattendjup skillnad mellan Nuläge (Figur 26 figur 22) och simuleringen med den nya byggnadens fotavtryck och tröskelnivån på sydöstra korsningen (Figur 37 figur 30). Röda färgen redovisar en vattendjupökning och gröna färgen en vattendjupminskning.

De andra riskerna på Övre Husagatan är kopplade till framkomligheten vid tröskeln (se Figur 36) och till byggnaders entréer. Det observeras att vattendjupet vid tröskeln förväntas vara upp till 30 cm. Vid byggnaden med befintliga höjder på trottoaren så blir vattennivån vid fasaden på vissa platser ca 25 cm.

Detta innebär att framkomlighet från Övre Husargatan till Södra vägen inte uppnås enligt TTÖP och att östra sidan av byggnaden behöver höjdsätta färdiga golvnivåer upp till 45 cm över befintlig trottoarsnivå för att uppnå 20 cm marginalen från förväntad vattennivå. Framkomligheten förväntas dock vara möjligt enligt Figur 43 som presentera nedan.

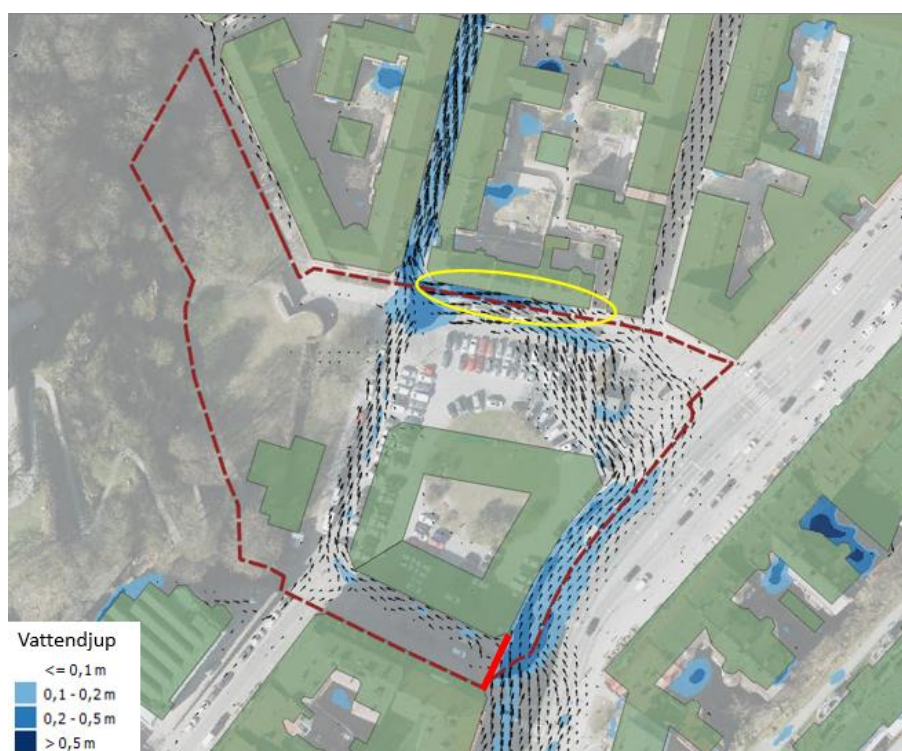


Figur 36: (samma som figur 30) Skyfallsresultat med en tröskelnivå på + 12,3 m vid sydöstra korsningen (röda linjen). Byggnaden som riskerar att dabbas av den nya Skyfallsavrinningen är cirklad i gul.

Skanstorget

Med föreslagen tröskelnivå (+12,3 m) vid sydöstra korsningen mellan Övre Husargatan och Södra gatan finns det en ny skyfallsavrinning längst östra sidan av planen och över Skanstorget som behöver hanteras.

Figur 37 nedan visar skyfallsresultat med den ökade avledning på östra sidan av planen utan någon åtgärd på torget. Det observeras att det finns en ny rinnväg vid ett skyfall längs Övre Husargatan och igenom torget med ett flöde upp till ca 2 m³/s. Det observeras att ytvattnet rinner över torget mot byggnaden som ligger på norra sidan. Byggnaden på norra sidan riskerar drabbas av den nya avrinningsvägen.

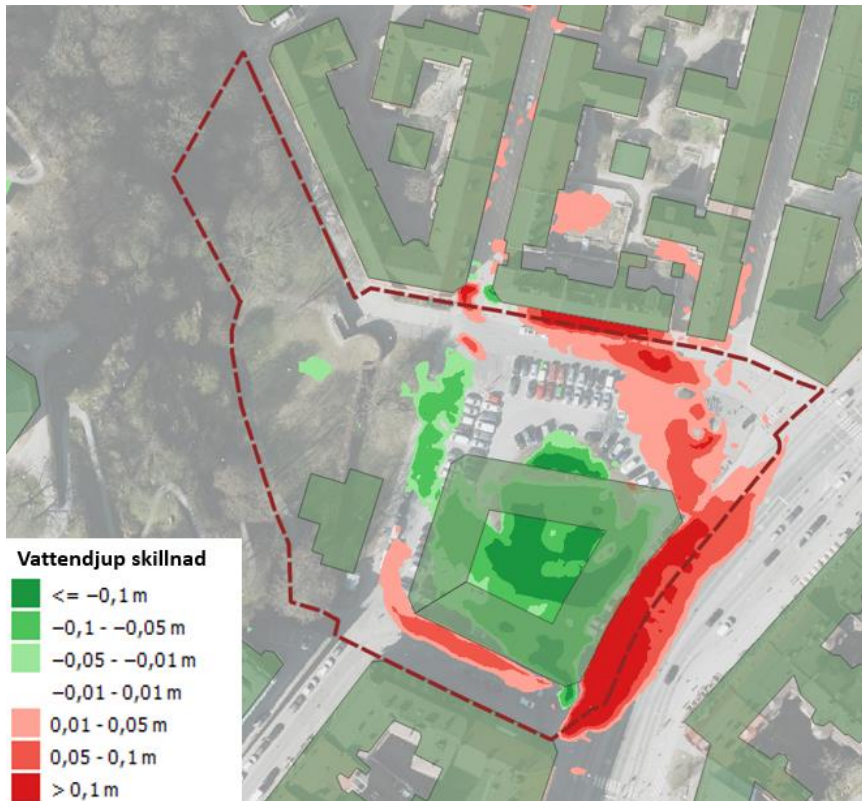


Figur 37: Skyfallsresultat med en tröskelnivå på + 12,3 m vid sydöstra korsningen (röda linjen). Byggnaden som riskerar att drabbas av den nya skyfallsavrinningen är cirklat i gul.

Figur 39 visar vattendjupskillnaderna mellan förväntad situation vid ett skyfall med befintlig bebyggelse och med detta nya förslag. Det observeras att det finns en ökad översvämningensrisk som ligger utanför planen, på andra fastigheter. Framst är det Övre Husargatan som påverkas men utan att den ökade vattennivån påverkar framkomligheten på gatan. Den andra risken som identifieras är för befintliga fastigheter och byggnaderna som ligger på norra sidan av planen, där vattennivån vid fasaden förväntas öka med upp till 20 cm om ingen åtgärd genomförs på torget. Modellen visar ett vattendjup på upp till ca 27 cm mot fasaden.

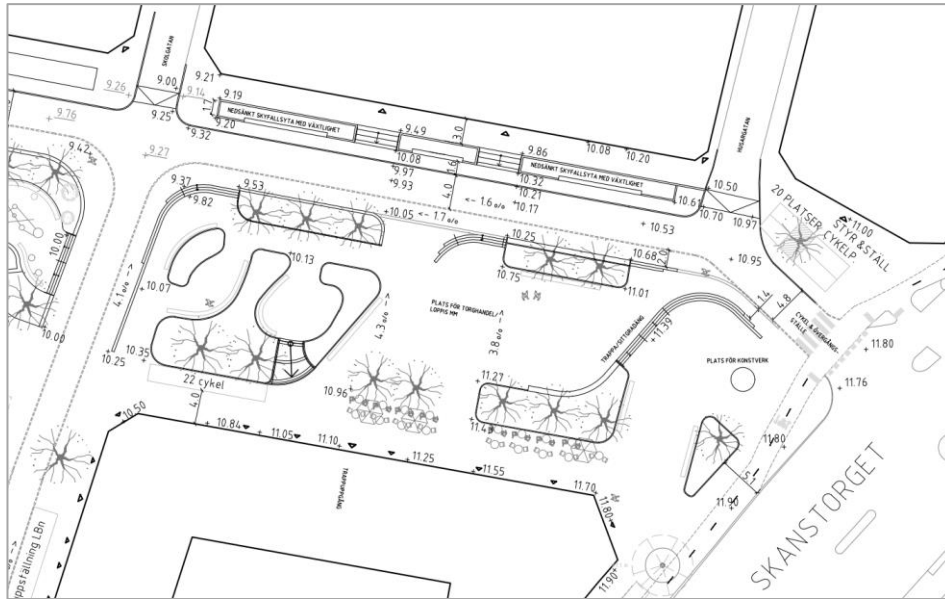


Figur 38: Fasad till den befintliga byggnaden norra om planen som riskerar en ökad översvämningsrisk om ingen åtgärd genomförs på torget (byggnaden cirklat i gul på figur 30).
Källa: Google Street View.



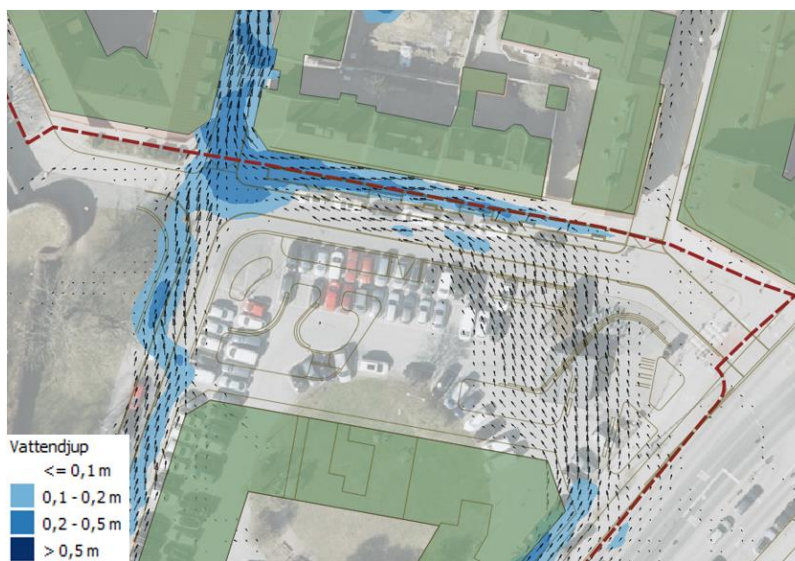
Figur 39: Vattendjup skillnad mellan Nuläge (Figur 26) och simuleringen med den nya byggnadens fotavtryck och tröskelnivån på sydöstra korsningen (Figur 37). Röda färgen redovisar en vattendjupökning och gröna färgen en vattendjupminskning.

Kragh-Berglunds landskapsarkitekter har tagit fram ett förslag till torgutformning som redovisas i Figur 40 nedan. Höjderna från detta förslag har använts för att uppdatera marknivåerna i skyfallsmodellen för att se påverkan av det nya förslaget utifrån TTÖP:ens riktlinjerna.



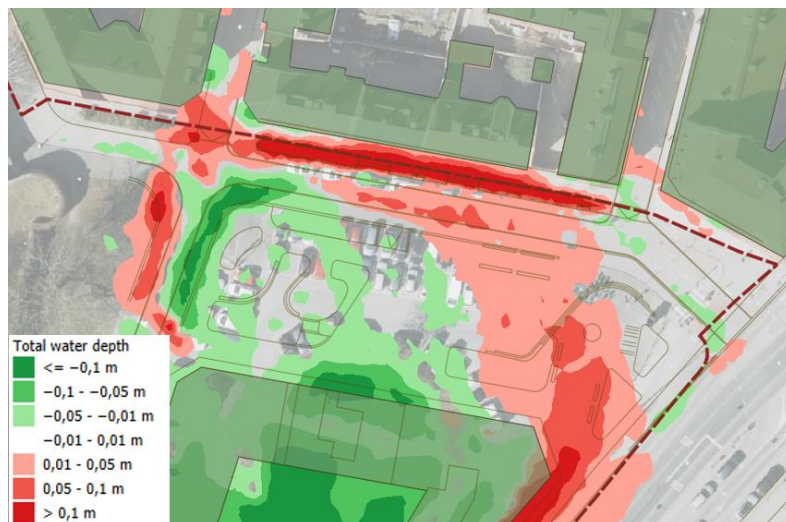
Figur 40: Urklipp från Kragh-Berglund ritning över Skanstorget (2023-10-03)

Figur 41 visar skyfall resultat vid torget med torgutformningen som visas i Figur 40. Det observeras att med detta förslag finns det fortfarande en vattensamling vid fasaden av den befintliga byggnaden norr om planen.



Figur 41: Skyfallsresultat med en tröskelnivå vid sydöstra korsningen och en ny markutformningen för torget (baserat på Figur 40).

Figur 42 visar vattendjupskillnaden mellan nuläget (Figur 26) och scenario med förslaget till torgutformningen (Figur 41). Det observeras fortfarande en vattendjupsökning framför den befintliga byggnaden norr om planen, men med mindre vattendjup mot fasaden (ca 8 cm skillnad).

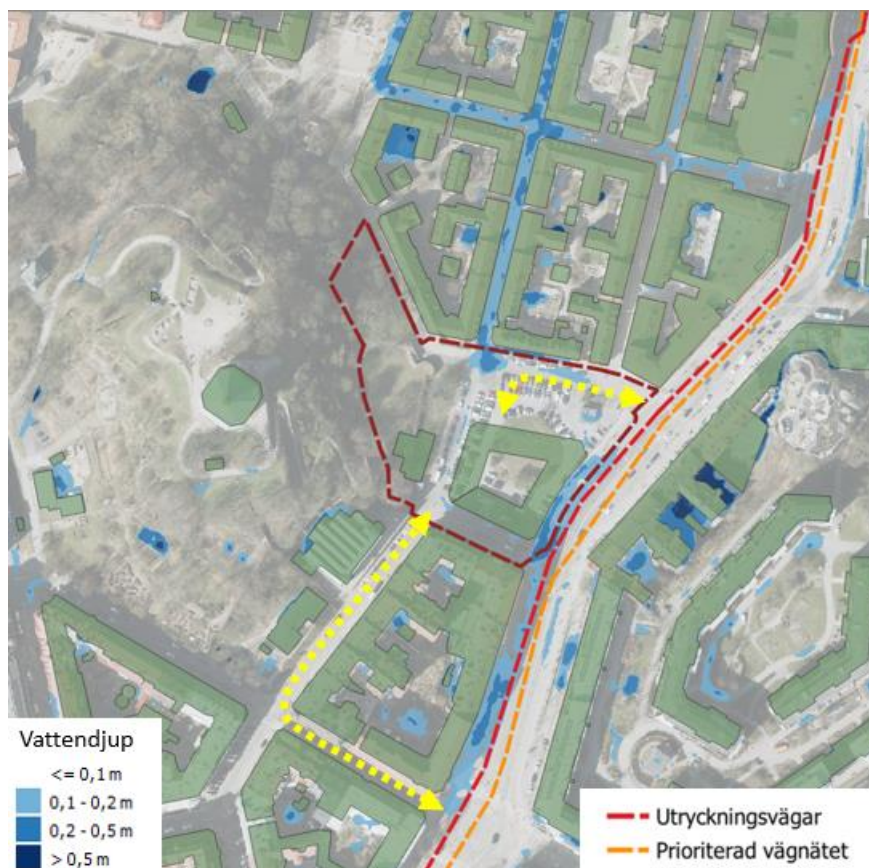


Figur 42: Vattendjup skillnad mellan Nuläge (figur 22) och simuleringen med tröskelnivån på sydöstra korsningen och nya torgutformningen (figur 34). Röda färgen redovisar en vattendjupökning och gröna färgen en vattendjupminskning.

Kretslopp och vatten har tagit fram några förslag för att minska risken för befintliga byggnader som presenteras i kapitel 4.2.

Framkomlighet till planen

Närmaste utryckningsvägen och prioriterade vägnätet till planen är Övre Husargatan. Enligt senaste förslag bedöms planen framkomlig och huset kan nås via torget eller Risåsgatan och Kastellgatan (se Figur 43). Med föreslagen höjdsättningen vid tröskeln mellan Övre Husargatan och södra gatan kommer framkomligheten vid tröskeln inte uppnås då vattendjupet förväntas bli mer än 20 cm.



Figur 43: Skiss med prioriterade vägnät och utryckningsvägar vid Skanstorget. Gula pilar visar framkomliga vägar till planen.

Framkomlighet till byggnader

Enligt TTÖP finns det en risk för att östra sidan av byggnaden blir inte framkomlig vid skyfall eftersom det förväntas över 20 cm vattendjup (befintlig trottoarnivå). SBF har informerat om att det kommer att finna invändiga entréer mot andra delar av byggnaden vilket innebär att byggnaden bedöms framkomlig.

3.4.1 Risker

Baserat på punkterna i Kapitel 1.1 har följande risker identifierats:

Planerad byggnaden ligger vid en befintlig avrinningsväg vilket innebär att det förväntas uppstå vattensamlingar kring och mot byggnader vid ett skyfall. Det har lyfts i projektgruppen att det är svårt att uppnå 20 cm marginalen mellan vattennivån och färdig golvnivån, särskilt på den östra sidan av

flerbostadshuset. Det föreslås en tröskel nivå på 20 cm ovan förväntat vattennivå vid ett skyfall vid garagednedfarten. Genomförbarheten av en sådan tröskel behöver studeras i detalj inför granskning m.h.t körbarhet och trafiksäkerhet med mera.

Det finns en risk att östra sidan av byggnaden inte är framkomligt vid ett skyfall eftersom det förväntas bli över 20 cm vattendjup vid entréerna (med befintlig trottoarnivå).

Korsningen mellan Övre Husargatan och Södra gatan förväntas inte vara framkomligt då det förväntas bli över 20 cm vattendjup på vägen.

Det har observerats att Övre Husargatan och fastigheter norr om planen riskerar att få en ökad översvämningssrisk i samband med exploatering av Skanstorget.

I planförslaget föreslås en byggnad placeras där en föreslagen skyfallsled är utpekad i strukturplanen.

Vattenkvaliteten i samband med skyfall har inte utretts.

Se Tabell 9 nedan där alla risker är sammanfattat.

Tabell 9 sammanfattning av skyfallsrisker.

	Risk	Krävs en åtgärd?
Riskeras ny bebyggelse att skadas vid skyfall?	Ja	Ja
Finns vägar/entréer inom planen som riskeras att inte vara framkomliga?	Ja	Ja
Finns vägar till och från planområdet som riskeras att inte vara framkomliga?	Ja	Nej
Finns risk att översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras?	Ja	Ja
Beaktar planen inte strukturplanen?	Ja	Ja
Beaktar planen vattenkvalitet i samband med skyfall?	n/a	n/a

4 Föreslagna åtgärder

Dagvatten

För att detaljplanen ska vara lämplig för bebyggelse behöver regnvatten tas om hand om på olika sätt. Dagvattenanläggningarnas huvudfunktion är att fördröja och rena dagvatten. Alla anläggningar för rening av dagvatten ska anmälas till miljöförvaltningen. Nya dagvattenledningar krävs för att avleda dagvatten och skyfall på ett säkert sätt, men behandlas endast översiktligt i föreliggande rapport.

Placering, utformning och gestaltning av anläggningarna kan ske på flera olika sätt så länge funktionen är tillgodosedd. I följande kapitel presenteras de åtgärder som föreslås för skyfalls- och dagvattenhantering. Notera att detta är generella förslag som senare behöver anpassas utifrån uppdateringar i planförslaget.

På allmänplatsmark planeras flera växtbäddar som delar av BGG-system (Blå Grön Grå) anläggs för att rena dagvattnet på allmänplats, främst på och under torgytan. Det kan anläggas ett eller flera BGG-system i planområdet, det vill säga det öppna förstärkningslagret och regnbäddarna kan delas upp i flera delar som är eller inte är seriekopplade. Det mest förorenade dagvattnet i urban miljö är trafikdagvattnet. Kretslopp och vatten anser därför att möjligheterna att leda trafikdagvatten från del av Övre Husargatan till BGG-systemet på torget bör ses över. Dels för att rena trafikdagvatten, som idag går direkt till det kommunala ledningsnätet och vidare till recipient utan rening, dels för att det vattnet också kan genomgå fördröjning vilket skulle ha positiv påverkan på kapaciteten i ledningsnätet. På kvartermark föreslås regnbäddar för rening och fördröjning av dagvatten. Samtliga anläggningar rekommenderas att anläggas med tät botten för att inte riskera att ta med eventuella markföroreningar till dagvattensystemet och ledas till recipient och för att skydda underjordisk infrastruktur så som planerat garage.

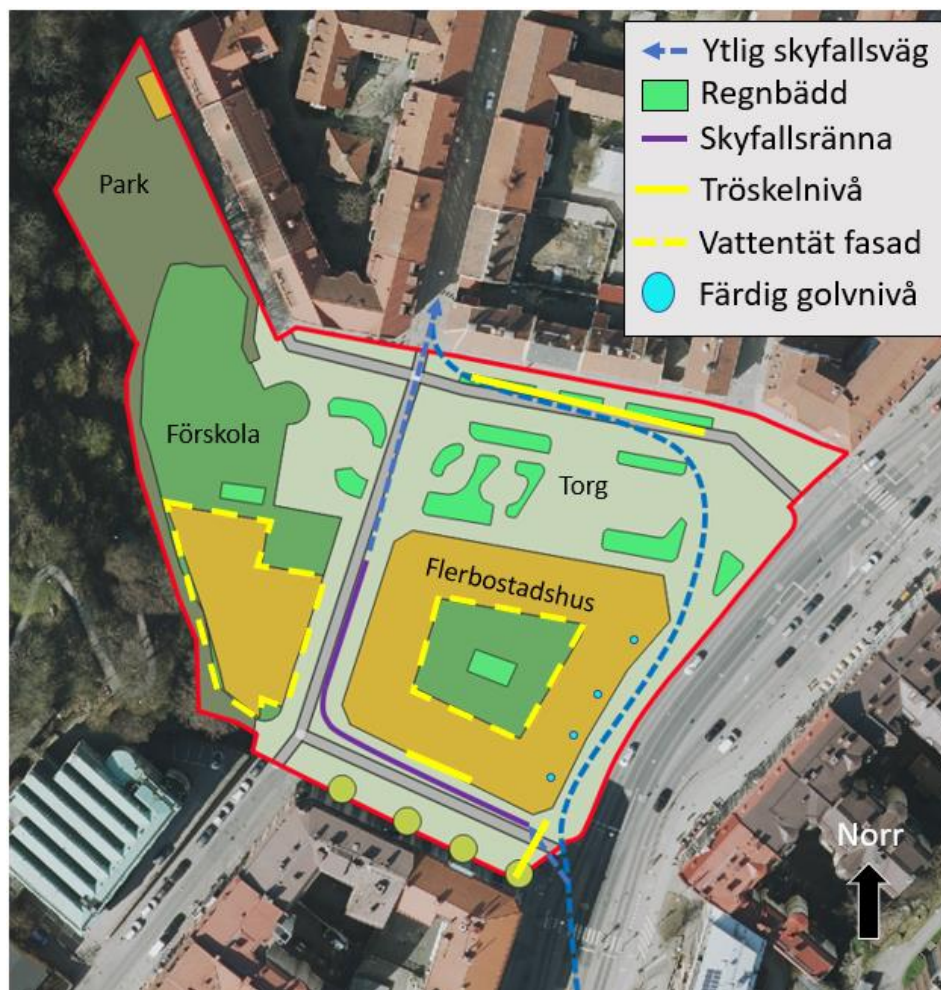
Skyfall

För att hantera skyfall inom planområdet föreslås en strategisk höjdsättning med tröskelnivåer och färdigt golvnivåer för flerfamiljshuset samt en skyfallsränna i planområdets södra del och en vägutformning med tröskelnivå för norra gatan. Ingen volym föreslås att fördröjas kopplat till skyfall, i stället har en skyfallsmodellering genomförts som visar att med föreslagna åtgärder kan situationen nedströms planområdet vara oförändrad. En vis ökning förväntas dock ske på planområdets östra sida vilket har stämts av med och godkänts av exploateringsförvaltningen inför samråd (Malin Johansson, projektledare på exploateringsförvaltningen, e-post 2024-04-25). Utformningen av tröskeln och trottoar i södra delen av planområdet ska studeras vidare efter samråd.

Sammanfattning

I Figur 44 kan föreslagna placeringar av regnbäddar ses samt yttlig flödesväg för skyfall utifrån skyfallsmodelleringen. Skyfallsmodelleringen visar hur vattnet

avrinner ytligt vid ett dimensionerat 100 årsregn men ger också en bild över hur mindre regn kan tänkas röra sig över planområdet utifrån föreslagen höjdsättning. Mer detaljerad beskrivning samt bilder och flödesschema syns i kapitel 4.1 och 4.2. Styrning av dagvatten kan ske på flera olika sätt.



Figur 44. Skiss över framtida bebyggelse på Skanstorget. Blå streckad linje visar flödesväg för skyfall efter föreslagna åtgärder. Regnbäddar utplacerade på allmänplats utifrån allmänplatsstudien.

I Tabell 10 syns sammanställning av föreslagna åtgärder.

Tabell 10. Sammanställning av föreslagna åtgärder.

Åtgärd	Placering
BGG-system för rening och fördröjning	Allmänplats på/under torgyta
Regnbäddar för rening och fördröjning	Kvartersmark på innergård och skolgård
Tröskelnivåer	Allmänplats vid Södra gatan och Norra gatan och garagedfart
Färdigt golvnivåer	Kvartersmark för flerbostadshuset mot Övre Husargatan
Skyfallsränna	Allmänplats längst Södra gatan och del av Västra gatan*

*Kapacitet beroende av tröskelnivå mellan Södra gatan och Övre Husargatan.

Det finns kommunalt dagvattennät i och omkring planområdet som idag avleder dagvattnet från området, se Figur 45. I och med exploateringen förväntas dock ledningar dras om. Dagvattenledningen mellan Skanstorget och Skansberget förväntas till exempel dras om och flyttas mer västerut mot Skansberget för att inte krocka med tillkommande flerbostadshus.

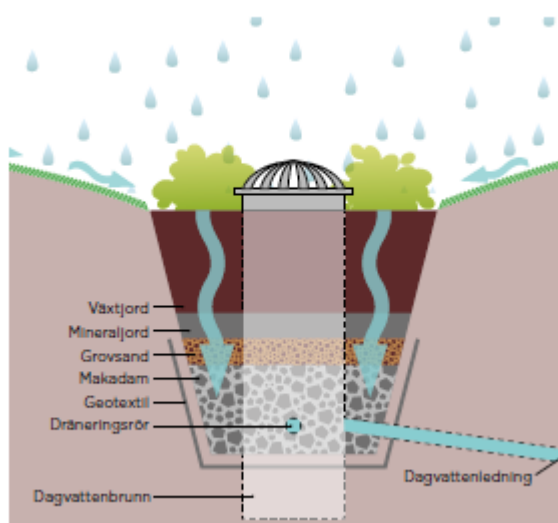
Anslutningspunkter till det kommunala dagvattennätet ges av Kretslopp och vatten i samband med ansökan om VA-anlutning i senare skede. Då ges en servis (förbindelsepunkt) utifrån de då rådande förhållandena. Förbindelsepunkt kan ges på flera olika ställen.



Figur 45. Bilder över befintligt dagvattennät markerat med grönt. Dagvattennätets + höjd över havet utskrivet med röda siffror i Rikets Höjdsystem 2000 (VA-banken, 2023).

4.1 Kvartersmark

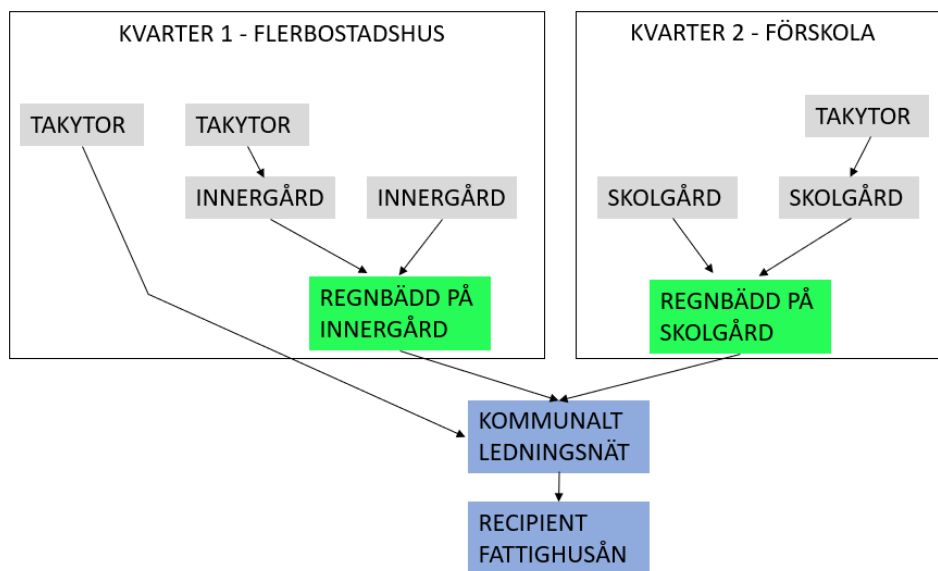
Föreslagen anläggning för både rening och fördröjning på kvartersmark är regnbäddar, i Figur 46 syns en schematisk skiss. Att anlägga en lösning som både renar och fördröjer dagvatten innebär oftast ett mindre markanspråk, minder anläggningskostnad samt en lägre drift- och underhållskostnad över tid.



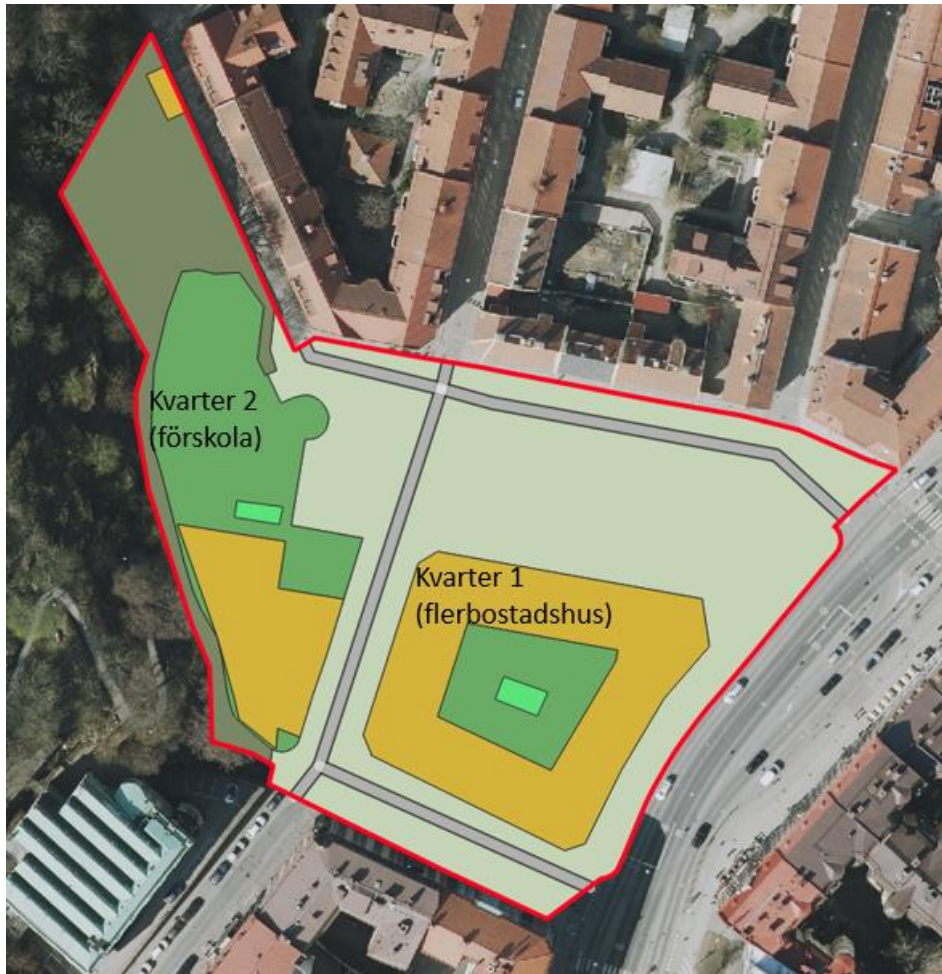
Figur 46. Skiss över regnbädd..

För inspiration kan man läsa *Göteborg när det regnar En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering* (Göteborgs stad, 2018) där det finns bilder och beskrivningar för olika typlösningar.

Flödesschema för föreslagen dagvattenhantering på kvartersmark visas i Figur 47. Skiss över kvartersuppdelningen samt lösningarnas storlek i relation till kvarteren visas i Figur 48. Slutgiltig placering och utformning bör ses över i senare skede.



Figur 47. Flödesschema för föreslagen dagvattenhantering på kvartersmark.



Figur 48. Skiss över kvartersmark och dagvattenanläggningarnas ungefärliga yta i relation till bebyggelse.

4.1.1 Kvarter 1 – Flerfamiljshus

För flerbostadshuset föreslås regnbädd på innergården. Regnbädd anläggs för att rena och fördröja dagvatten samt att det kan vara en estetiskt tilltalande lösning. Förslagsvis dimensioneras regnbädden även för att kunna fördröja de 23 m³ som behövs för att uppfylla stadens krav på 10 mm fördröjning per kvadratmeter reducerad hårdgjord yta.

För att uppnå stadens målvärden och inte öka föroreningsmängderna till recipient kan en ca 38 m² stor regnbädd med tillgänglig total utjämningsvolym om ca 25 m³ anläggas. I den totala tillgängliga utjämningsvolymen ryms den 23 m³ dagvatten som behöver fördröjas enligt Göteborgs stads krav. Exakt dimensionering behöver ses över i detaljprojekteringen.

Flerfamiljshuset har gestaltungskrav som behöver uppfyllas då Skanstorget är starkt präglad av historia. Exploateringen av Skanstorget ska uppfylla krav kopplade till riksintresse, kulturmiljö och byggnadsminne. Detta innebär sadeltak och ingen förgårdsmark för kvarteret, vilket gör att dagvattnet på den yttre delen av taket föreslås att ej genomgå rening då det blir tekniskt komplicerat och dyrt att leda vattnet till innergården.

En regnbädd kan placeras centralt på innergården med mark som lutar inåt och bort från byggnaderna. Förslagsvis så anläggs rännor från stuprörsnedkast till regnbädden för att styra dagvattnet till anläggningen. Vill man inte placera en regnbädd centralt på innergården kan den även delas upp i flera mindre regnbäddar och till exempel placeras mot fasad vid stuprörsnedkast. Med en regnbädd om 38 m² klarar flerbostadshuset stadens målvärden samt minska föroreningsmängderna till recipient även om yttre delen av taket inte genomgår rening, i enlighet med resultaten som presenterats i kapitel 3.3.1.

I Figur 49 och Figur 50 visas exempel från Lindholmen i Göteborg med regnbädd på innergård och exempel från London.



Figur 49. Exempel på utformning av regnbädd från Lindholmen, Göteborg. (Fotograf Lina Ekholm, KoV)

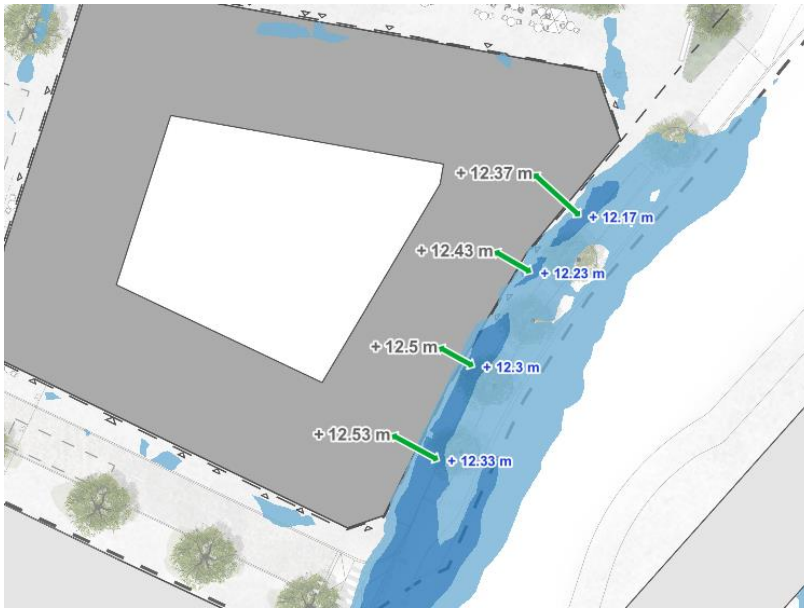


Figur 50. Exempel på utformning av regnbädd från London, Göteborg. (Fotograf Lina Engvall, KoV)

Eftersom det planeras att anläggas ett underjordiskt garage under flerbostadshuset så finns det begränsningar kring hur dagvattenanläggningen kan dimensioneras. Det är viktigt att, oberoende av vilken anläggning som väljs, göra anläggningen tät för att inte riskera skador på underliggande infrastruktur och att bjälklaget byggs för klara vikten av anläggningen.

För att uppnå TTÖP:ens riktlinjer kopplade till skyfall behöver det finnas en marginal mellan färdiga golvnivåer för flerbostadshusets och förväntad vattennivå vid ett skyfall. För att uppnå TTÖP:ens riktlinjer baserat på modellresultat med befintlig höjdsättning av Övre Husargatan och östra sidan av ny byggnad på Skanstorget skulle de golvnivåer som presenteras i Figur 51 behövas **Fel! Hittar inte referenskälla..**

Projektgruppen har lyft svårigheter att sätta så höga färdigt golvnivåer som behövs för att uppnå 20 cm marginal mellan förväntad vattennivå och färdigt golv på den östra fasaden mot Övre Husargatan. Därför har ett beslut tagits att föreslå ett avsteg från TTÖP för att få en god stadsmiljö och flexibilitet för framtida verksamhetsutövare. I stället för 20 cm marginal mellan förväntad vattennivå och färdigt golv föreslås därför att fastigheten skyddas med objektskydd till exempel i form av vattentäta fasader och dörrar. Detta behöver godkännas av stadsbyggnadsnämnden.



Figur 51: Föreslagna minimigolvnivåer (Gråa siffror) med 20 cm marginal över förväntat vattennivå vid skyfall (Blåa siffror).

För att hantera skyfall på innergården föreslås en robust höjdsättning där marken lutar bort från byggnader. Ett skyfall är ett regn som dagvattennätet inte är dimensionerat för vilket innebär att avtappningen för dagvatten inte kommer kunna få undan allt vattnet vid ett skyfall snabbt nog utan att det riskerar att bli ståendes på innergården. Därför rekommenderas vattentäta konstruktioner invändigt för att skydda fastigheten. Förslagsvis anläggs en bräddbrunn i dagvattenlösningen som kan avtappa större regn, alternativt ett vattentätt bräddutlopp i fasaden igenom bygganden mot norr eller väst.

4.1.2 Kvarter 2 – Förskola



Figur 52: Skiss med förskolan. källa: Okidoki x Varsamt 2024-03-12.

På förskolan föreslås en regnbädd om 36 m² med en tillgänglig total utjämningsvolym om 22 m³. I den tillgängliga total utjämningsvolym ryms de 14 m³ som behöver fördröjas för att uppfylla stadens krav på 10 mm fördröjning per kvadratmeter reducerad hårdgjord yta. Exakt dimensionering behöver ses över i detaljprojekteringen.

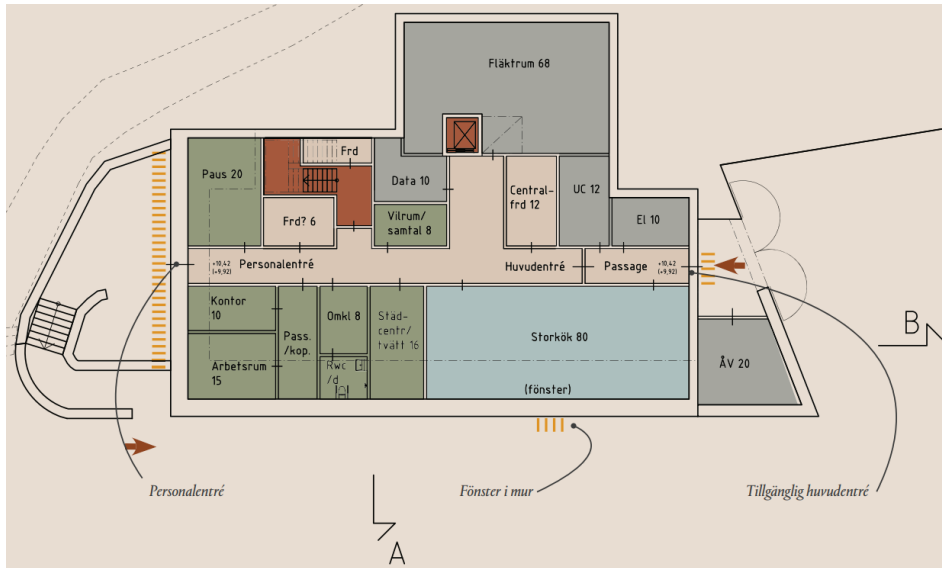
Anläggning bör anläggas så att så mycket vatten som möjligt kan nå den ytligt för att inte behöva sänka regnbädden mer än nödvändigt vilket kan försvåra för drift och underhåll. Det kan också vara eftersträvanvärt att inte anlägga en djup regnbädd då det kan skymma sikt av barn. En regnbädd bidrar med estetiska värden och kan även skapa en pedagogisk plats för barnen. I Figur 53 syns en upphöjd regnbädd intill fasad på Sunnerviksgatans förskola i Göteborg.



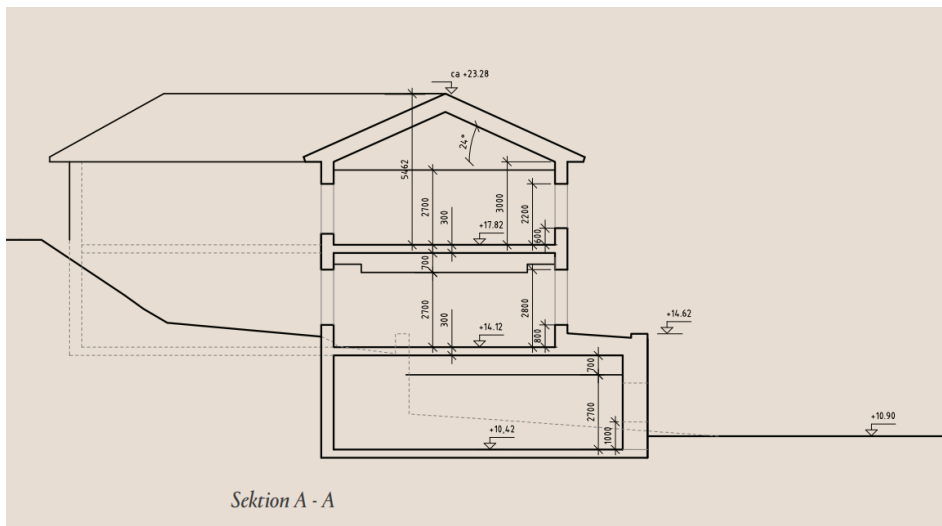
Figur 53. Regnbädd anlagd intill fasad på Sunnerviksgatans förskola. (Fotograf: Lina Ekholm, KoV)

Det är viktigt är att förskolebyggnaden inte får vatten stående mot fasad. Risk finns på den norr och nordvästra sidan där vatten kan tillrinna från Skansberget. Detta åtgärdas lättast med hjälp av höjdsättning, eller en ränna längst med fasaden som styr vattnet kring byggnaden. Fasaden bör anläggas vattentätt för att inte risker skada på byggnaden.

För bottenvåningen, vid västra gatan, föreslås i skissen att höjdsätta våningen under gatunivå (illustrerat i Figur 55). Projektgruppen har förklarat att detta krävs för att behålla den befintliga murens krönnivå. Muren är av riksintresse för kulturmiljö och kommer användas som del av fasaden och därmed blir styrande för hur förskolan kan byggas. Bottennivån planeras med två entréer mot västra gatan, detta innebär att det inte kan finnas en 20 cm marginal mellan vattennivån vid skyfall (ca gatunivån) och färdigt golv för att uppnå TTÖP:ens krav. Detta kommer att innebära ett förslag till avsteg från TTÖP som behöver godkännas av Stadsbyggnadsnämnden.



Figur 54: Skiss på förskolans bottenplan: Källa: Okidoki x Varsamt 2024-03-12.

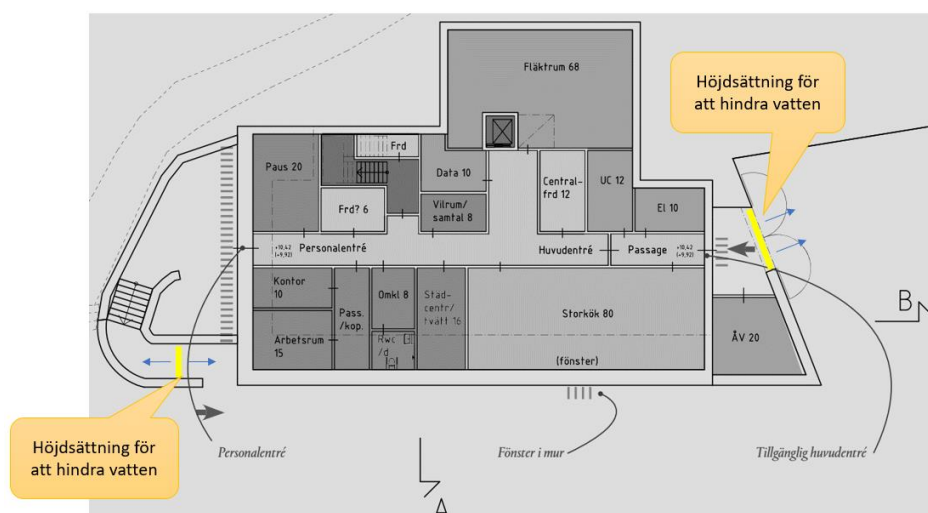


Figur 55: Skiss på förskolan, tvärsektion baserat på Figur 54: Källa: Okidoki x Varsamt 2024-03-12.

Sänkningen som planeras på södra sidan av byggnaden (på vänstra sidan av Figur 54) kommer att ligga ca 80 cm under gatunivån. Detta kommer att innebära en stor översvämningsrisk vid skyfall och det rekommenderas en tröskel mellan gatan och trappstegen ner i sänkningen för att styra vatten bort från sänkan.

Byggnaden ska anläggas vattentät upp till 20 cm ovan gatunivå vilket innebär att hela bottenvåningen samt dess entréer behöver ha vattentät fasad och konstruktion.

Figur 56 nedan visar vart det behöver finnas åtgärder i form av strategisk höjdsättning för att skydda förskolan. Det föreslås ingen specifik höjdsättning men vatten från vägkroppen bör ej rinner ned i sänken.



Figur 56: Förslag till tröskelnivåer för att skydda förskolans bottenvåning.

4.2 Allmän platsmark

Nedan syns sammanställning av föreslagna åtgärder på allmänplatsmark. Dagvatten, BGG-system och avvattning till BGG-systemen förklaras i mer detalj i kapitel 4.2.1. Skyfallsåtgärder så som ytlig skyfallsväg, tröskelnivåer och kapacitet i skyfallsrännor förklaras i mer detalj i kapitel 4.2.2. Gula pilar visar hur dagvatten förslagsvis ska kunna avledas till regnbäddarna i BGG-systemet samt till träd. Styrningen av dagvatten behöver ske så att de mindre regnen avleds till regnbäddarna, medan skyfallsflödet leds utifrån principerna i kapitel 4.2.2.

Att styra dagvattnet till regnbäddar kan ske på olika sätt, antingen via höjdsättning eller via till exempel rännor. Att få dagvatten från gator till torgytan ytligt kan till exempel vara en utmaning.

Längst den norra gatan föreslås en tröskel nivå för att styra skyfallet. För att ändå kunna få dagvatten till regnbäddarna kan antingen tröskelnivån höjas norr om regnbäddarna eller så kan mindre trummor/rör eller rännor anläggas för leda in dagvattnet. Detta behöver studeras i detaljprojekteringen.

4.2.1 Dagvatten

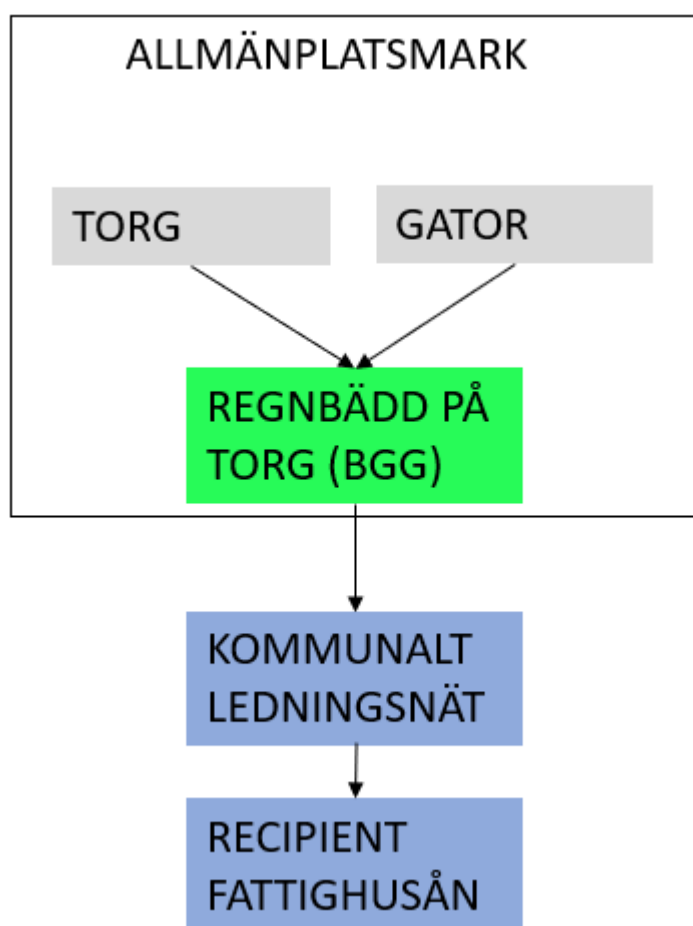
Den allmänna platsmarken inom planområdet består av park, torg och gator **Fel! Hittar inte referenskölla..** Dagvattnet från området klassat som park förväntas inte bli förorenat förens det runnit ner och över torg- och gatuytorna. Vidare sker ingen förändring av marken på parkytan i och med genomförandet av detaljplanen. Därför planeras ingen rening ske på parkmarken.

4.2.1.1 Torget och BGG-system

På torget och kring gatorna planerar exploateringsförvaltningen att anlägga ett BGG-system. Ett BGG-system består av regnbäddar som renar dagvattnen som sedan avleds till ett öppet förstärkningslager som kan anläggas under hårdgjorda

ytor. I förstärkningslagret finns hålrum där vatten kan finna plats (fördröjas) innan det slutligen avleds till ledningsnätet. En permanent vattenvolym kan också finnas i förstärkningslagret som växter och träd kan hämta vatten ifrån vid behov. Totalt föreslås ca 550 m² växtbäddar på torgytan som kan anläggas som regnbäddar. För att planen ska uppnå stadens krav på rening av dagvatten behöver regnbäddarna i systemet vara åtminstone 108 m² (detta motsvarar ungefär 1,8 % av torgytan) och ha en volym om ca 75 m³.

Det dagvatten som förväntas bli mest förorenat är trafikdagvattnet, därför är det viktigt att utformningen och höjdsättningen av gatorna och torget säkerställer att dagvattnet från gatorna kommer till regnbäddarna, se Figur 57. Vidare anser Kretslopp och vatten att möjligheten att stänga rännstensbrunnar på Övre Husargatan och låta dagvattnet rinna in på Skanstorget för att nå regnbäddarna bör studeras. I dagsläget renas inte trafikdagvattnet på Övre Husargatan i anslutning till torget vilket innebär att det går orenat ner i det kommunala ledningsnätet och vidare till recipient. Det skulle även avlasta kapaciteten i ledningsnätet om detta trafikdagvatten leds in till BGG-systemet då dagvattnet skulle fördröjas i det öppna förstärkningslagret.



Figur 57. Flödesschema för föreslagen dagvattenhantering på allmänplatsmark.

Om förstärkningslager i BGG-system om 1 600 m² anläggs under torgytan, se Figur 58, och det öppna förstärkningslagret anläggs 1 m djupt med en permanent vattenvolym om 30 cm och med porvolym på 30% så finns kapacitet

i förstärkningslagret att fördröja ca 335 m³ dagvatten. Dessa förstärkningslager kan seriekopplas och även gå under GC-vägar. Det finns en max vikt som kan stå på ytan, därför bör inte det öppna förstärkningslagret anläggas under ytor som vägar för tyngre fordon eller uppställningsplatser för fordon.

Öppna förstärkningslager bör inte ligga över/under ledningar. Figur 58 är en schematisk bild över ungefärlig yta. Befintliga dagvattenledningar markerat grönt i bild. Övriga ledningar ej kontrollerade.



Figur 58. Röd polygon visar förslag på öppna förstärkningslager i ett BGG-system (totalt ca 1 600 m²). Grön markering är befintligt kommunalt dagvattennät.

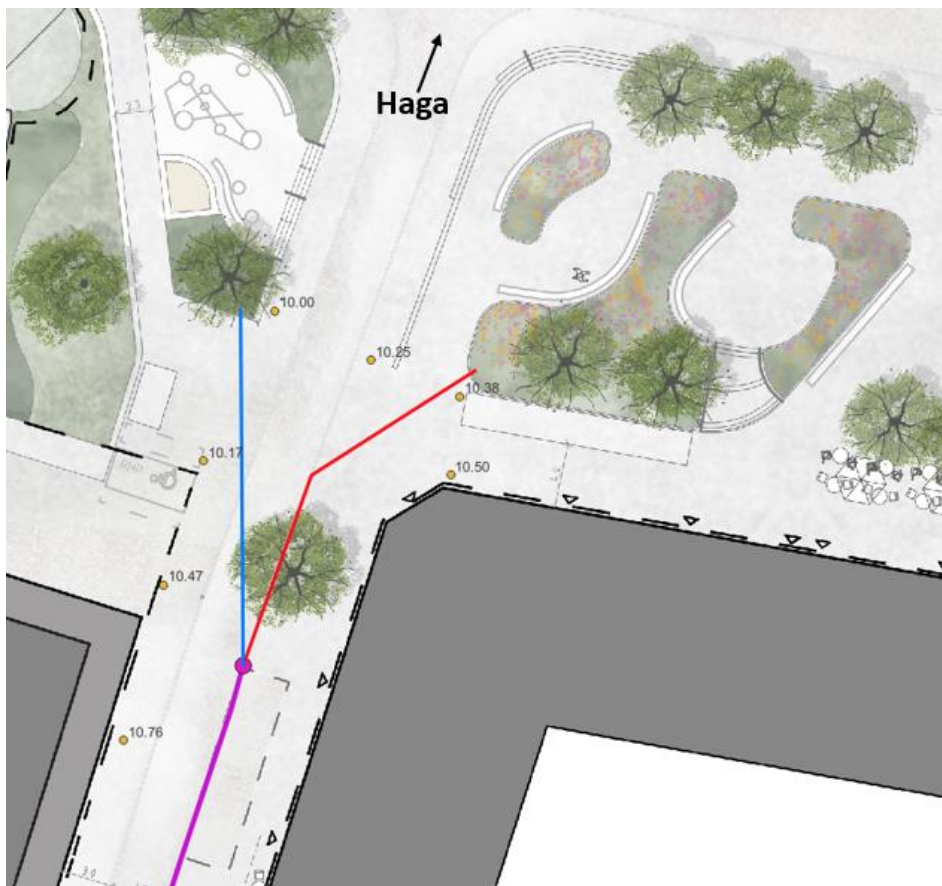
Ovan är ett beräkningsexempel och även om hälften så stor yta avsätts till ett BGG-system så kan en magasinvolym om ca 160 m³ skapas vilket skulle innebära att det inte blir någon flödesökning från planområdet i enlighet med beräkningen presenterad i kapitel 3.2.2. Detta skulle även kunna hantera flödet från Övre Husargatan som presenteras nedan i kapitel 4.2.1.3.

Ett BGG-system bör anläggas med tätt botten för att inte riskera att markföroreningar kommer in i dagvattensystem och vidare till recipient och för att skydda underliggande infrastruktur. Vidare finns risk att BGG-system når husgrundsdränering om de ej anläggas tätt. Man bör även vara medveten om behov av spontning för källare och därmed placeringen av BGG-systemet. Bjälklaget under BGG-systemet behöver kunna bära vikten av anläggningen när den är fylld till max.

4.2.1.2 Södra och västra gatan

Dagvattnet på den södra gatan föreslås ledas till regnbäddar på torget se Figur 59. Dagvattnet leds ner i föreslagen skyfallsränna och hanteras efter utloppet (lila markering), vid torget. Här kan dagvattnet antingen styras nordöst (röd markering) mot det s.k. centraltorget och ner i föreslaget BGG-system eller mot

nordväst (blå markering) mot det s.k. parktorget och ner i BGG-systemet på den västra sidan av gatan. Styrning av dagvatten till regnbädd kan ske antingen genom höjdsättning av gaturummet och torgytan eller med hjälp av ytliga rännor. Tillskillnad från dagvattnet är det viktigt att skyfallet fortsätter norrut efter rännan. Därför behöver styrning av dagvattnet göras så att vardagsregnen når regnbäddarna och de större skyfallet ”bräddar” förbi.



Figur 59. Alternativ för dagvattenhantering för trafikdagvatten från den södra gatan om det avleds via skyfallsränna till torget. Lila linje är ungefärlig placering av skyfallsränna och blå samt röd linje är föreslagen styrning till regnbäddar.

Styrning av dagvatten kan ske på flera olika sätt, till exempel med rännor, se Figur 60, Figur 61 och Figur 62 nedan för exempel.



Figur 60. Exempelbild på ytlig styrning i centrummiljö. (Foto Jesper Persson, KoV).



Figur 61. Ränna i Stuttgart. (Foto: Göteborg när det regnar – en exempel- och inspirationshandbok för god dagvattenhantering)



Figur 62. Täckt ränna i Örestad, Danmark (Foto: Göteborg när det regnar – en exempel- och inspirationshandbok för god dagvattenhantering – Ramboll).

Det har diskuterats i arbetsgruppen att den västra gatan kan komma att bli bilfri. Dock kommer förskolan eventuellt få sina leveranser på södra sidan av sin fastighet (som är ligger mot södra gatan).

Dagvatten på den västra gatan föreslås att hanteras med dagvattnet från den södra gatan och ledas ned mot torgytan, alternativt om träd anläggs längst gatan så kan dessa anläggas med skelettkonstruktion eller som del av ett BGG-system.

4.2.1.3 Övre Husargatan

I Figur 63 syns del av Övre Husargatan, uppdelad i två sektioner, där Kretslopp och vatten föreslår att dagvattnet ska ledas om till torgytan. Utifrån höjdförhållandena på Övre Husargatan bedöms i detta tidiga skede att rännstensbrunnarna i sektion 1 (gul markering) troligen kan stängas och dagvattnet i stället ledas in till BGG-systemet på torget. Troligen även sektion 2 (röd markering). Detta behöver studeras i detalj i ett senare skede. Enbart brunnar på den västra sidan av Övre Husargatan stängas på grund av rådande höjdförhållanden. Tröskeln och kantstenar som utgörs av befintligt övergångsställe som syns i Figur 9 behöver tas i bejakning för att kunna styra dagvattnet.

Eftersom det föreslås en höjning av den norra delen av den norra gatan, se 4.2.2, för att styra skyfallsflödet och skydda byggnaderna direkt norr om planområdet kan förslagsvis rännor/små trummor anläggas som leder vattnet till regnbäddarna. Om regnbäddarna är nedsänkta kan även brunnar anläggas som leder vattnet under mark till regnbädd.



Figur 63. Övre Husargatan. Sektion 1 och 2 som föreslås avledas till torget.

4.2.1.4 Regn som en resurs

Att använda dagvatten i utformningen av torgytan kan ge estetiska värden till torget och användas för lek och rekreation. Eftersom det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg och nederbörd per år förväntas öka till följd av klimatförändringar satsar Göteborg på att bli en internationell förebild som regnstad. Att anlägga öppna dagvattenlösningar, så som regnbäddar, är ett sätt men det kan också vara att ta tillvara den resurs regnet är för konst, kreativitet och unika upplevelser. Ca 400 meter söder om planområdet ligger Seminarieparken som i del av jubileumssatsningen Rain Gothenburg fått en tydlig regnkaraktär¹. Målet med Rain Gothenburg är att stärka bilden av Göteborg som den kreativa staden kopplat till regn och att med regnet som utgångspunkt göra Göteborg ännu mer attraktivt att bo i, driva verksamheter eller besöka.

¹ [Efter upprustningen: I Seminarieparken är regnet välkommet - Göteborg 2023 \(goteborg2023.com\)](https://www.goteborg2023.com)
(Hämtad 2023.08.25)

4.2.2 Skyfall

Åtgärder som föreslås nedan har tagits fram i diskussion med projektgruppen. De handlar om konceptlösningar som behöver studeras vidare i efter samråd i granskningskedet.

- **Övre Husargatan / Södra gatan:**
 - Tröskelnivå för att dela skyfallsflödet runt flerfamiljshuset
- **Södra gatan:**
 - Skyfallsränna dimensionerad i samban med gatusektionen
 - Tröskel till garagedriften
- **Skanstorget och norra gatan:** Vägutformning och tröskelnivå

4.2.2.1 Södra gatan

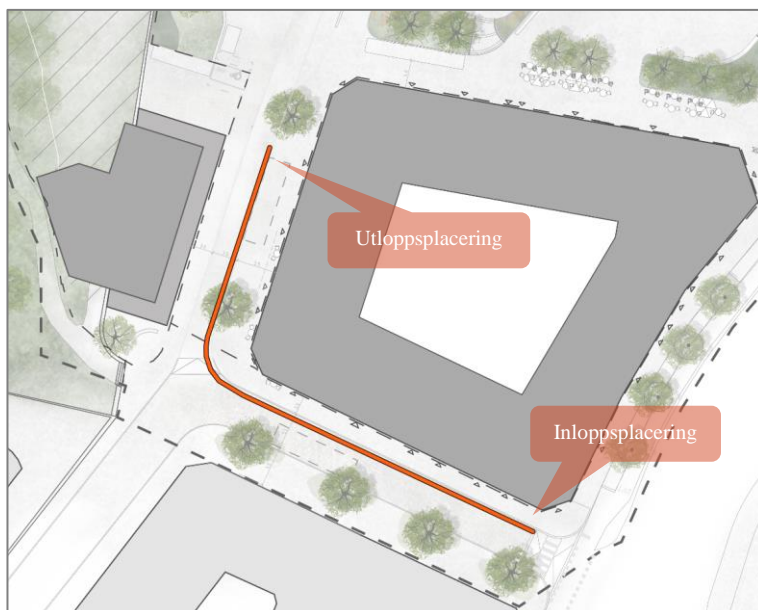
För att uppnå 20 cm marginal mellan förväntad vattennivå och färdigt golv i enlighet med TTÖP:en behövs en annan vägutformning än den som föreslagits i utformningsförslaget för allmänplats. Alternativt behöver färdig golvnivåerna höjas i det nya flerbostadshuset på den södra sidan vilket inte bedömts görbart i projektgruppen. Det hade inte heller varit görbart för det befintliga flerbostadshuset söder om planområdet. I stället föreslås en ränna med kapacitet för att hantera skyfallsflödet anläggas under gatan/trottoaren.

Flödet som behöver hanteras i rännan är stort och beroende av tröskelnivån mellan Södra vägen och Övre Husargatan. Vanliga rännstensbrunnar har en ungefärlig kapacitet om 20 l/s vilket inte är nog för förväntat flöde vid ett skyfall. Det rekommenderas därför en speciell lösning anpassat för större flöde (se Figur 64 för exempel) vid inloppet och utloppet så att vattnet som rinner över marken kan nå rännan vid inloppet och kan släppas vid utloppet när flödet i rännan överskrider kapaciteten i det allmänna dagvattennätet.



Figur 64: Exempel på en [högkapacitet rännstensbrunn](#) med ca 800 l/s kapacitet. Källa: [Google Street View](#).

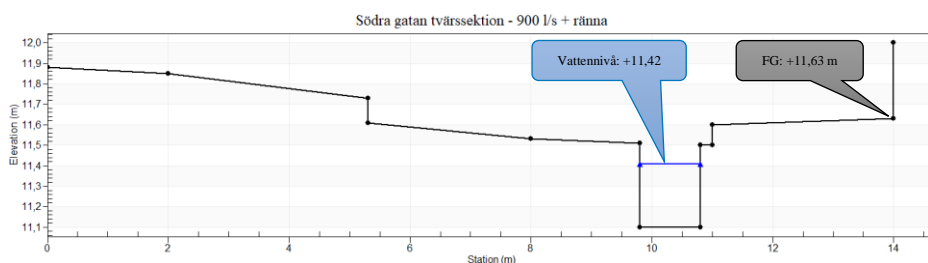
Det finns inte många ledningar under södra gatans norra sidan och det bedöms genomförbart att placera en större ränna längs norra trottoaren enligt Figur 65 nedan.



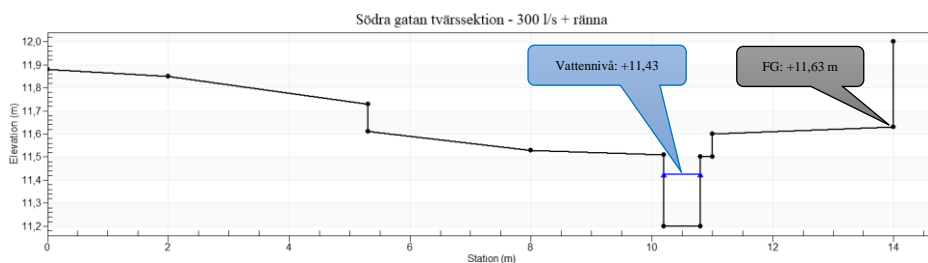
Figur 65: Föreslagna placering av skyfallsrännan (orangea linjen).

Nedan finns två exempel med en ränna för två olika flöden, 900 l/s och 300 l/s beroende av tröskelnivån mot Övre Husargatan.

Rännan behöver ett inlopp och utlopp med tillräcklig kapacitet och kan vara stängd eller öppen (med galler).



Figur 66: Skiss med södra gatan tvärsnitt med Mannings beräkning för 900 l/s med en 1000*400 mm ränna för att sänka vattennivån till botten av gatan. Marginalen till färdigt golv blir ca 20 cm.



Figur 67: Skiss med södra gatan tvärsnitt med Mannings beräkning för 300 l/s med en 600*250 mm ränna för att sänka vattennivån till botten av gatan. Marginalen till färdigt golv blir ca 20 cm.

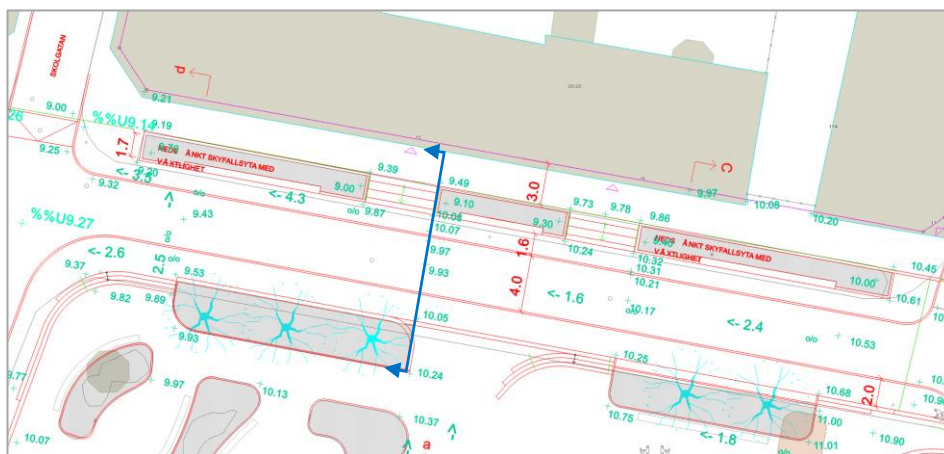
Det planeras en garagedriften på Södra gatan. Det föreslås en 20 cm tröskelnivå mellan gatunivån och nedfarten för att uppnå TTÖP:ens krav att ha vattentäta grundkonstruktion upp till 20 cm över vattennivån (I detta fall gatunivå då det planeras en skyfallsränna). Garagedriften utformning behöver ses över m.h.t utformning av skyfallsrännan och trafiksäkerhet inför granskning när en höjdmödel för hela planområdet finns framtagen.

Om tröskeln till garagedriften inte bedöms genomförbar behövs ett avsteg från TTÖP göras.

4.2.2.2 Torget och norra gatan

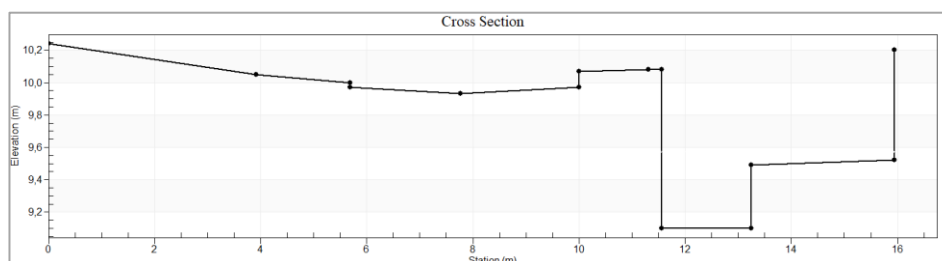
I Figur 68 nedan presenteras skissförslaget från Kragh-Berglund. Skissen visar Norra gatan och en nedsänkt yta/ränna norr om gatan med ca 1,6 * 0,4 m i dimension.

Tvärsektionen på gatan norr om planen i Kragh-Berglunds förslag presenteras i Figur 69. Den befintliga byggnaden ligger på högra sidan av tvärsektionen.



Figur 68: Skiss från Kragh-Berglund över gatan norr om planen. Tvärsektionen som presenteras på Figur 69 visas som en blå linje.

Lågpunkten mellan gatan och befintliga byggnaden har föreslagits i allmänplatsstudien som en regnbädd och skyfallsyta med syfte på att kunna avleda skyfallsvattnet och rena dagvatten.

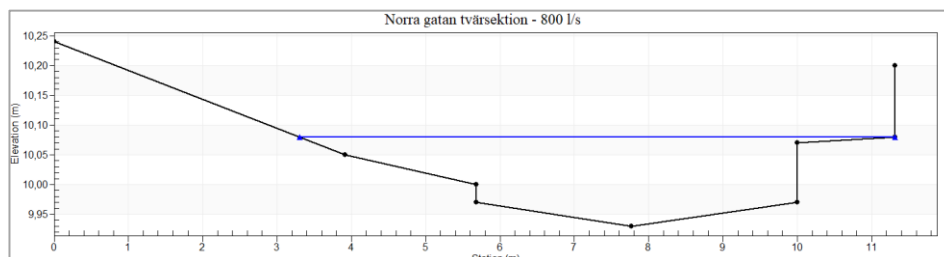


Figur 69: Skiss med tvärsektion över gatan norr om planen enligt Planarkitekts förslaget.

Även om rännan är stor och skulle kunna ha en stor teoretisk kapacitet för att avleda skyfall med ca 2,5 m³/s (om den byggs i betong och skulle hantera höga vattenhastigheter) så är det inte troligt att denna hastighet kan uppnås i verkligheten. Eftersom det ska finnas växlighet, trappsteg med kulvertar över

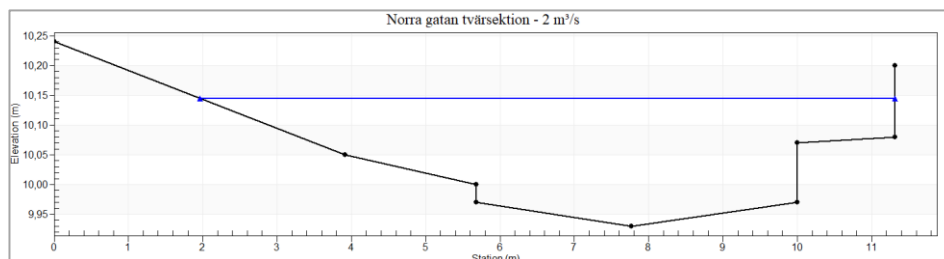
rännan och det faktum rännan inte kan luta hela vägen nedströms på grund av vattnet måste släppas på gatunivån. Kretslopp och Vatten föreslår i stället att använda rännan för dagvattenhantering och rening, och utforma gatan och torget för att säkert styra skyfallsflödet västerut.

Föreslagen gatusektions kapaciteten för att avleda skyfall bedöms vara upp till 800 l/s som visas i Figur 70 nedan.



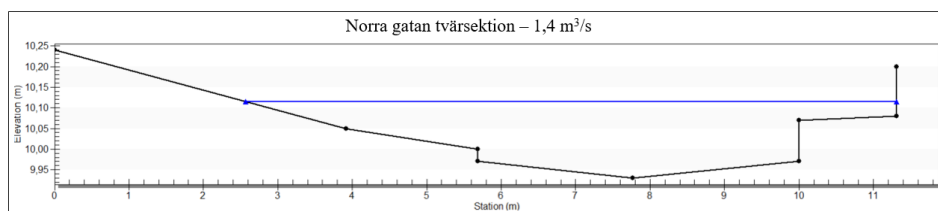
Figur 70: Tvärsektion enligt Kragh-Berglunds förslag som skulle kunna hantera 800 l/s med vattennivå upp till trottoaren.

Med tröskelnivå på +12,3 m mellan Övre Husargatan och Södra vägen förväntas upp till 2 m³/s skyfallsflöde över torget. Då förväntas vattennivån på norra sidan av Norra gatan höjas till + 10,15 m (22 cm från botten av gatan). Därför behövs en tröskelnivå på minst 25 cm från botten av gatan för att klara det förväntade flödet på 2 m³/s längs norra gatan.



Figur 71: Tvärsektion men förväntat vattennivå i samband med 12,3 m tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra vägen. Det observerat att en tröskel behövs på norra sidan av norra vägen (Höger på figuren) för att klara flödet.

Med tröskelnivå på +12,2 m mellan Övre Husargatan och Södra vägen förväntas upp till 1,4 m³/s skyfallsflöde över torget. Då förväntas vattennivån på norra sidan av Norra gatan höjas till +10,12 m (19 cm från botten av gatan). Då skulle en tröskelnivå på minst 20 cm från botten av gatan behövas för att klara det förväntade flödet på 1,4 m³/s längs norra gatan.

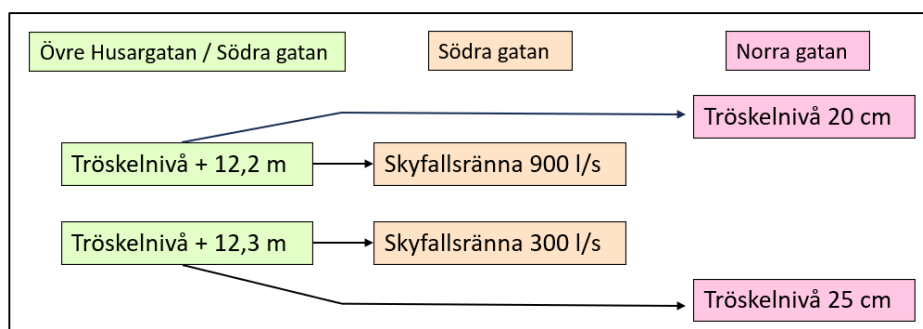


Figur 72: Tvärsektion men förväntat vattennivå i samband med 12,2 m tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra vägen. Det observerat att en tröskel behövs på norra sidan av norra vägen (Höger på figuren) för att klara flödet.

I Figur 73 nedan syns en schematiskbild av flödessituationen beroende på val av tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra vägen. Kretslopp och vattens rekommendation är att oberoende av tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra vägen och flödet till Norra gatan så sätts tröskeln på norra delen av Norra gatan till +25 cm över botten av gatan då det är en mer robust lösning och höjdskillnaden mellan förslagen är marginell.

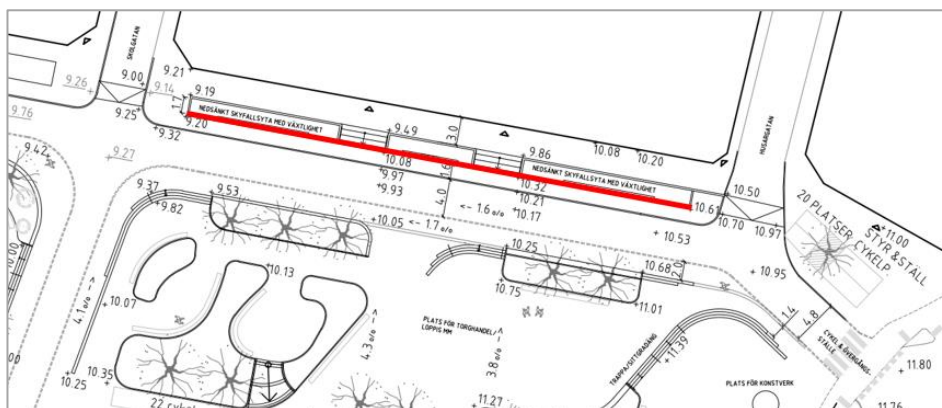
Vid genomförda simuleringar av flödet har det noterats att vattennivån inte påtagligt stiger när flödet ökar. Vid ökat flöde sprider sig flödet över en större yta. Därför föreslås inte en tröskelnivå 20 cm över förväntad vattennivå vid den här platsen.

Skyfall



Figur 73. Schematiskbild av flödessituationen beroende av tröskel nivå mellan Övre Husargatan och Södra vägen. *Denna nivå rekommenderas att sättas till + 10,35 m.

Om tröskeln placeras söder om den nedsänkta ytan (se Figur 74) som föreslås nyttjas för dagvattenhantering behöver det finnas inlopp för mindre regn för att avleda och rena trafikdagvattnet.



Figur 74: Placerings förslag för tröskeln norr om norra gatan.

4.3 Kostnads kalkyl och ansvarsfördelning

Kvartersmark

För regnbädd uppskattas kostnaden enligt StormTac till 10 000 kr/m² (2021) medan ”Göteborg när det regnar- en exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering” (Göteborgs stad) uppskattar kostnaden till mellan ca 1650

kr/m² (inkl. bjälklag) till ca 4000 kr/m². Detta är grova kostnadsuppskattningar och varierar beroende på bland annat marginalkostnader.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar beroende på lokala förutsättningarna och huruvida det förekommer skyfall och stormar eller inte men de uppskattas grovt ligga mellan 5–15 % av investeringskostnaderna för anläggningarna.

Allmän plats

Rännan – kostnad ca 3 500 – 13 000 kr/m = (83 m) = 290 000 – 1 400 000. Hög kostnad om det kräver ombyggnation. Priset avser investeringskostnader.

Kostnad för markändringar är svår att uppskatta. Torget ska byggas om och till exempel en tröskel i form av kantsten förväntas vara en försumbar del av kostnaden.

Göteborgs stad arbetar med att ta fram nya rutiner ansvar av DoU och investeringar för BGG-system. Beroende på hur de anläggs och vilka ytor som avvattnas till dom kan ansvars- och investeringsfördelningen se olika ut. Se Förvaltningsansvar för dagvattenanläggningar för mer information (Göteborg stad, 2021).

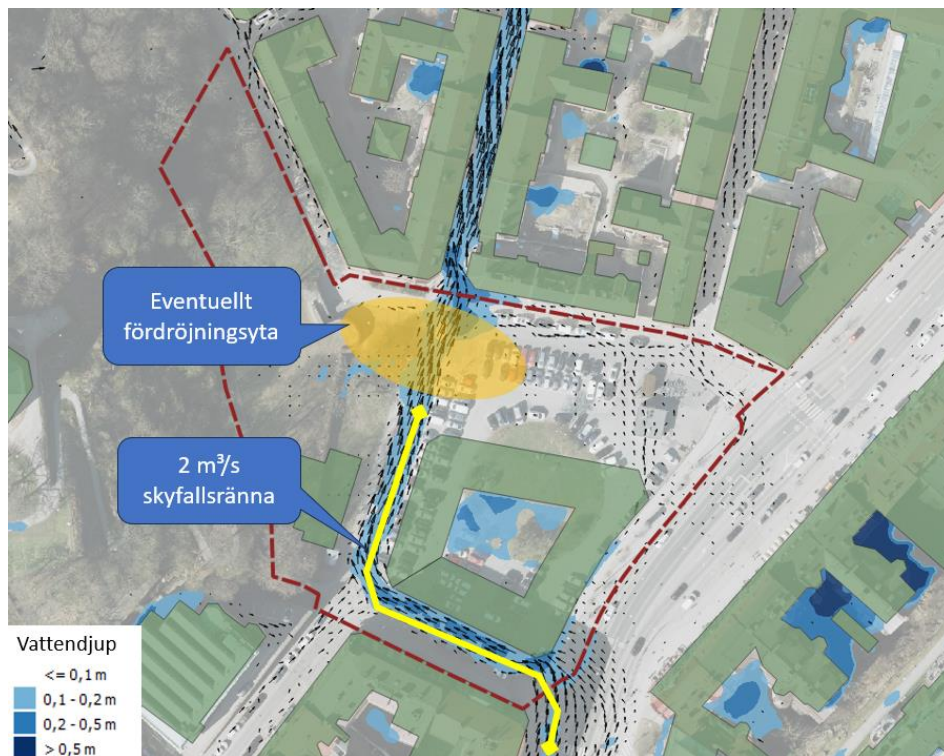
4.4 Alternativa lösningar

Cirka 12 olika scenarier har körts för att prova olika åtgärder och utformningar kopplat till skyfall vid Skanstorget. Listan nedan beskriver i kronologisk ordning de åtgärderna som har simulerats. Flesta av dem har avskrivits på grund av rådande förutsättningar inom planområdet:

- Olika V-utformningar för Södra gatan
- flödet antingen väst- eller norrut (inte dela flödet kring byggnaden).
- Mur på torgets norra delen för att styra flödet bort från fastigheter norr om planen
- Olika utformningar för torget och norra gatan

Ett alternativ lösning som har inte utretts i detalj men skulle kunna vara en lämplig kandidat för vidare utredning i senare skede: Skyfallsränna som skulle kunna klara hela skyfallsflödet (2 m³/s).

En sådan lösning skulle kunna möjliggöra att TTÖP uppnås för kvarteret men förskolans problematik med marginal till färdigt golvnivån förväntas kvarstå. Detta alternativ skulle innebära att tröskelnivån mellan Övre Husargatan och den föreslagna åtgärden på torget inte behövs längre. Det är oklart om en sådan lösning skulle öka översvämningsrisken nedströms och därför skulle det eventuellt behöva kombineras med en viss fördröjningsvolym vid norra sidan av planen.



Figur 75: Koncept skiss som visar möjligt placering av en större skyfallsränna för att klara ca 2m³/s, samt möjlig placering för ett ytligt eller underjordiskt fördröjningsmagasin.

En utmaning blir att hitta en optimal placering för att begränsa påverkan på befintlig underjordisk infrastruktur. Detta kommer att vara viktigt för att begränsa kostnaden av åtgärden. Under Övre Husargatan finns det bland annat en gasledning som eventuellt kan komma att behöva korsas beroende på placering av inloppet.

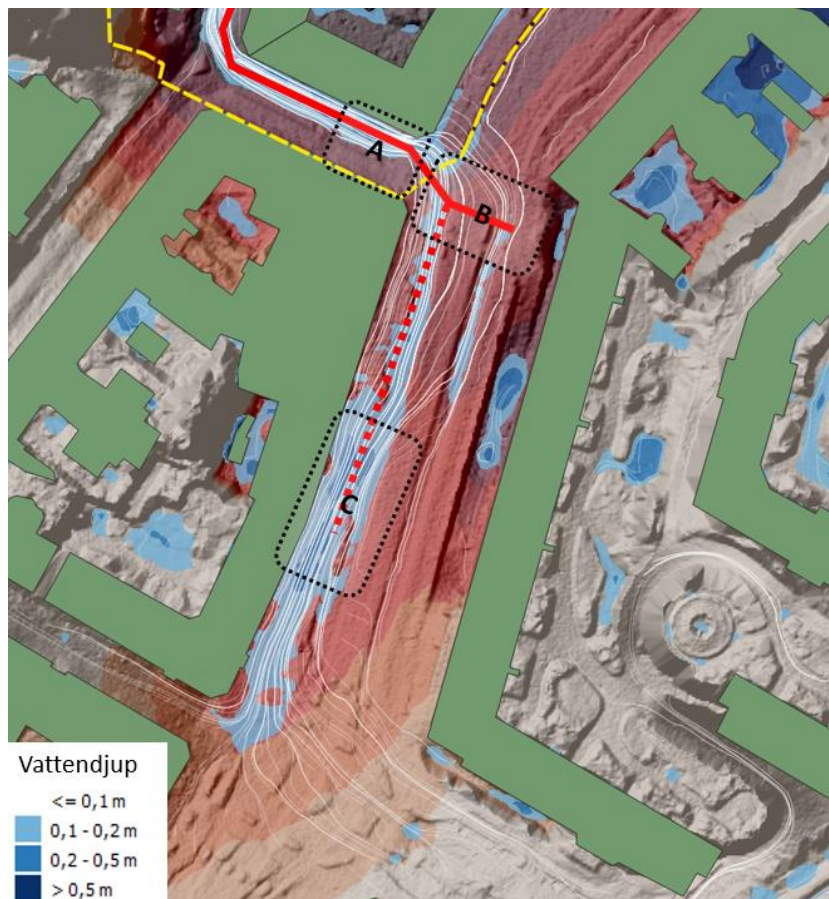


Figur 76: Illustration med möjlig placering av rännan med avseende mer befintliga underjordiska ledningar. Det observeras att medan mest av det utpekade stråket ligger där det inte finns så många andra ledningar. I den södra delen vid Övre Husargatan är det ont om plats.

Placering av inloppet

För att inloppet ska kunna klara stora flöden behöver det finnas stora galler/hål. Det kan vara en utmaning att hitta en lämplig plats i gatumiljön för att placera dessa. Figur 77 nedan illustrerar några förslagen till placering inloppet till rännan.

- **Alternativ A** ligger inom detaljplanområdet och undviker gasledningen, problematiken skulle kunna vara att hitta tillräckligt mycket plats i gatumiljön för inloppet.
- **Alternativ B** ligger utanför planområdet (plangränsen skulle behöva utökas) och skulle ligga delvis ovanpå gasledningen.
- **Alternativ C** ligger utanför planområdet (plangränsen skulle behöva utökas) och skulle göra mest nytta för skyfallsproblematiken längs Övre Husargatan men skulle kunna innebära en ökad översvämningrisk nedströms rännan (norr om Skanstorget) och eventuellt kräva ett skyfallsmagasin. En sådan åtgärd skulle kunna beskrivas som en strukturell åtgärd som löser eller minskar en problematik för andra fastigheter utanför planen och skulle kunna delvis bekostas av andra aktörer. Denna åtgärd skulle kunna undvika att korsa huvudgasledningen.



Figur 77: Skiss för att illustrera möjliga placeringar av inloppet. Befintlig planområdets gräns visas i gul och skyfallsrännan visas i röd. A och B område visar exempel på möjliga inlopps placering.

5 Avsteg från TTÖP

Enligt besked från SBF skall avsteg i första hand behandlas internt på SBF. Det ska framgå om det innebär en ekonomisk risk att planen inte följer TTÖP:en och det ska göras en riskanalys för att visa att det inte finns risk för människors hälsa och säkerhet i och med avsteget.

5.1 Aspekter av planen som bedöms inte uppnå TTÖP

Aspekter av planförslaget som förväntas inte kunna uppnå TTÖP:

- Ökad översvämningrisk utanför planen vid Övre Husargatan – godkänt av markägaren.
- Marginal till färdigt golv för östra fasaden flerfamiljshusets huskropp mot Övre Husargatan.
- Marginal mellan vattennivå och färdigt golv för förskolan.

5.1.1 Översvämningrisk utanför planen vid Övre Husargatan

Motiv till avsteg från TTÖP

- **God stadsmiljö:**
För att göra det enklare att uppfylla TTÖP vid södra och västra gatan har projektgruppen föreslagit att placera en tröskel mellan Övre Husargatan och södra gatan för att minska flödet som förväntas rinna ner längst södra respektive västra gatan. Detta för att kunna uppnå TTÖP:ens marginaler mellan färdigt golv samt vattentäta grundkonstruktioner och förväntad vattennivå och därmed få en rimlig höjdskillnad mellan gatan och golvnivån.

Konsekvenser av avsteg från TTÖP

Tröskeln mellan Övre Husargatan och Södra gatan förväntas orsaka ett ökat vattendjup längst Övre Husargatan vid ett skyfall som skulle påverka:

- **Människors hälsa och säkerhet:** en specifik förutsättning för avsteg är det övergripande målet att människors hälsa och säkerhet inte äventyras. I detta fall bedöms låg risk för människors hälsa eller säkerhet då det enligt uppgift från fastighetsägare finns alternativa evakueringsvägar från lokalerna.
- **Ekonomisk påverkan:** eftersom det inte finns någon säkerhetsmarginal mellan vattenyta vid skyfall och färdigt golv finns det en risk för ytliga översvämningar och därmed en risk för kostnader kopplade till översvämningar. Tekniska lösningar (objektsskydd) föreslås för att minimera denna risk. Förslagsvis används vattentäta dörrar och vägg upp till minst en halv meter över gatans nivå, som kan klara att vatten står mot den under en kort period utan att orsaka skador vid översvämning. Med dessa tekniska skydd bedöms den ekonomiska risken som låg.

5.1.2 Marginal till färdigt golv för östra fasaden av flerfamiljshusets mot Övre Husargatan

Motiv till avsteg från TTÖP

- **God stadsmiljö:**
För att uppfylla TTÖP:ens riktlinjer skulle färdig golvnivån behöva placeras mellan 40 och 50 cm över befintlig trottoarnivå (20–30 cm vattendjup på marknivå + 20 cm marginal ovan detta enligt TTÖP). Projektgruppen har beskrivit svårigheten med föreslagen höjdsättning att möjliggöra levande bottenvåningar och därmed föreslår en avsteg från TTÖP.

Konsekvenser av avsteg från TTÖP

- **Människors hälsa och säkerhet:** en specifik förutsättning för avsteg är det övergripande målet att människors hälsa och säkerhet inte äventyras. I detta fall bedöms låg risk för människors hälsa eller säkerhet då det enligt uppgift från fastighetsägare finns alternativa evakueringsvägar från lokalerna.
- **Ekonomisk påverkan:** eftersom det inte finns någon säkerhetsmarginal mellan vattenyta vid skyfall och färdigt golv finns det en risk för ytliga översvämningar och därmed en risk för kostnader kopplade till översvämningar. Tekniska lösningar (objektsskydd) föreslås för att minimera denna risk. Förslagsvis används vattentäta dörrar och vägg upp till minst en halv meter över gatans nivå, som kan klara att vatten står mot den under en kort period utan att orsaka kostnader vid översvämning. Med dessa tekniska skydd bedöms den ekonomiska risken som låg.

5.1.3 Marginal till färdigt golv för förskolan

Motiv till avsteg från TTÖP

- **Riksintresse:**
För att uppfylla TTÖP:ens riktlinjer skulle färdig golvnivån behöva placeras 20 cm över gatunivå. Det finns en befintlig mur som är av riksintresse för kulturmiljö som kommer användas som del av fasad och därmed blir styrande för hur förskolan kan byggas. I och med detta anläggs ett bottenplan under marknivå. Därmed föreslår en avsteg från TTÖP.

Konsekvenser av avsteg från TTÖP

- **Människors hälsa och säkerhet:** en specifik förutsättning för avsteg är det övergripande målet att människors hälsa och säkerhet inte äventyras. I detta fall bedöms stor risk för människors hälsa eller säkerhet då över 0,5 m vattendjup innebär mycket stor sannolikhet för olycka för barn. Detta eftersom den sänka som leder ner till bottenplan ligger 1 m under marknivån och då kan upp till ca 1 m vattendjup uppstå. För att hantera detta föreslås att en tröskel minst 20 cm över gatunivå (gatunivå=vattennivå i och med föreslagen skyfallsränna). Vidare behöver alternativa evakueringsvägar från byggnaden finnas.

- **Ekonomisk påverkan:** eftersom det inte finns någon säkerhetsmarginal mellan vattenyta vid skyfall och färdigt golv finns det en risk för ytliga översvämningar och därmed en risk för kostnader kopplade till översvämningar. Tekniska lösningar (objektsskydd) föreslås för att minimera denna risk. Förslagsvis används vattentäta dörrar och vägg upp till minst 20 cm över gatans nivå, som kan klara att vatten står mot den under en kort period utan att orsaka kostnader vid översvämning. Med dessa tekniska skydd bedöms den ekonomiska risken som låg.

6 Slutsats och rekommendationer

Slutsatser dagvatten

- Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.
- Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering. Med rening i föreslagna regnbäddar på kvartersmark och allmänplatsmark uppnås kraven och föroreningsmängderna från planområdet minskar. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.
- Den miljötekniska markundersökningen visar att det förekommer halter som överstiger Naturvårdsverket generella riktvärden för känslig markanvändning och mindre känslig markanvändning. Inför markarbete ska samråd ske med Miljöförvaltningen i Göteborgs stad och vid behov av länshållning av schakt ska denna hantering följa Göteborgs stad riktlinjer gällande utsläpp till dagvattennät och recipient
- Om planen genomförs innebär det att flödet från området ökar. Med fördröjning på kvartersmark och i öppna förstärkningslager kan flödet strypas och minska efter exploatering.
- Det är viktigt att dagvatten- och skyfallsfrågorna synkas under detaljprojektering så att dagvattnet, och då främst trafikdagvattnet, kan nå dagvattenanläggningarna och renas innan det släpps ner i det kommunala dagvattennätet.
- Med föreslagna åtgärder uppnås kravet för fördröjning på kvartersmark. Fördröjning minskar fastighetsägarens kostnader för dagvatten då servicen till det allmänna systemet kan vara mindre och därmed har en lägre taxa.

Slutsatser skyfall

I samarbete med projektgruppen har det föreslagits åtgärder och markjusteringar för att uppnå TTÖP:ens riktlinjer:

- Tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra gatan för att dela upp flödet runt kvarteret (+12,2 m eller +12,3 m). Denna tröskel höjdsättning kommer att påverka alla andra föreslagna åtgärder nedan. Genomförandet av planen m.h.t skyfall är beroende av en robust tröskel utan risk för marksättningar m.m. som kan påverka nivån.
- Skyfallsrännan längst Södra gatan och södra delen av Västra gatan (kapacitetsbehovet beror på nivåerna som nämns ovan, 900 l/s för + 12,2 m tröskelnivå och 300 l/s för + 12,3 m tröskelnivå).
- För att skydda fastigheter norr om planområdet föreslås på norra sidan av norra gatan en tröskelnivå minst 25 cm över botten av gatan för att

klara flödet som förväntas till följd av tröskelnivå mellan Övre Husargatan och Södra gatan.

- Entréer och färdig golvnivåer 20 cm över gatunivåer bredvid och att marken lutar bort från byggnaden.
- Garageentré med tröskelnivå på 20 cm över gatunivån för att undvika skador och eventuellt risk för människors liv och hälsa i de nedre delarna av byggnaden.

Det krävs flera åtgärder för att planområdet ska uppnå kraven som definieras i TTÖP och därmed vara lämplig för byggnation. Därför är det viktigt att dessa åtgärder synkas med utformningen av allmänplats och arbetas in i gestaltningen i ett tidigt skede så de säkerställs att planen är genomförbar m.h.t skyfall.

Dock förväntas inte TTÖP:en uppnås för:

- Östra fasaden av flerfamiljshuset: färdigt golv på ca 40–50 cm från trottoaren behövs för att uppnå TTÖP:ens marginalen mot Övre Husargatan. Projektgruppen har dock beskrivit svårigheten att möjliggöra levande bottenvåningar med föreslagna höjdsättning och därmed föreslår avsteg från TTÖP.
- Botten våningen av förskolan: kommer placeras under marknivån och kommer därmed inte kunna uppnå marginalen om 20 cm ovan förväntad vattennivå vid ett skyfall. Det finns en befintlig mur som är av riksintresse för kulturmiljö som kommer användas som del av fasad och därmed blir styrande för hur förskolan kan byggas.

Med föreslagna åtgärder förväntas stadens riktlinjer uppnås förutom vid östra fasaden av flerfamiljshuset och förskolans bottenplan. Detta innebär att projektgruppen föreslår avsteg från TTÖP.

För att inte begränsa framtida möjligheter att välja den optimala lösningen föreslås planområdet att utökas utifrån de förslag som presenteras i kapitel 4.4, se Figur 77 för illustration. Med dessa alternativa åtgärder skulle till exempel vattensamlingen på den östra sidan av flerbostadshuset betydligt minska. Vidare förväntas detta ha en positiv påverkan på torget m.h.t skyfall.

Det förväntas även ske en lokal ökad översvämningrisk på Övre Husargatan. Översvämningrisken på Övre Husargatan påverkar inte framkomligheten och är accepterad av markförvaltaren.

6.1 Fortsätt arbete

6.1.1 Planbestämmelser

För att garantera att nödvändiga åtgärder för att uppfylla kraven genomförs rekommenderas följande säkerställs med planbestämmelser:

Tröskelnivåer:

- Vid Övre Husargatan och Södra gatan till antingen + 12,2 m eller + 12,3 m.
- Vid norra delen av Norra gatan till + 25 cm ovan botten av gatan.
- Vid Södra gatan + 20 cm ovan gatunivå vid garagedfarten.

Färdigt golvnivåer:

- På östra sidan av flerfamiljshuset enligt det som presenteras i kapitel 4.1.1.
- Entréer + 20 cm över gatunivå om inget annat anges.
- Färdig golvnivå på övriga delar av kvarteren ska vara minst + 20 cm över gatunivå om inget annat anges.

Vattentät konstruktion:

- Utmed Övre Husargatan - Byggnad ska utföras vattentät under nivå +12,53. Öppningar och entréer i byggnad på en lägre nivå än +12,53 ska anordnas med översvämningsskydd.
- Mot Skansberget ska förskolebyggnaden anläggas med en vattentät konstruktion.
- Förskolebyggnaden ska utföras vattentät vid färdigt golv som understiger + 20 cm över gatunivå. Öppningar och entréer i byggnad på en lägre nivå än + 20 cm över gatunivå ska anordnas med översvämningsskydd.

Anläggning för skyfallsregn i form av ränna längst norra delen av Södra gatan och södra delen av Västra gatan. Alternativt likvärdig teknisk lösning.

Parkeringsgaraget anläggas med planterbart bjälklag.

Alternativa åtgärder

Viktigt att fundera på alternativa åtgärder som presenteras i kapitel 4.4.

7 Referenser

- Boverket. (den 10 06 2015). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Hämtat från PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggnig/>
- Cowi. (den 10 03 2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport_160426.pdf?MOD=AJPERES
- Göteborg stad. (den 18 03 2021). *Förvaltningsansvar för dagvattenanläggningar, Bilaga 1 till Överenskommelse om samverkan angående dagvatten och vattendrag inom Göteborgs stad*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/dc4c89f9-5c6f-4d25-b54d-3de370091841/Bilaga+1_F%C3%B6rvaltningsansvar+dagvattenanl%C3%A4ggningar_version+1.1.pdf?MOD=AJPERES
- Göteborgs Stad. (den 20 11 2018). *Frågor och svar om Rain Gothenburg*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b!/ut/p/z1/pZFbS8NAEIV_Sx_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUx1g2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTibfPhiT1YbFMc
- Göteborgs stad. (den 11 11 2019). *Åtgärdsförslag för dagvatten*. Hämtat från Goteborg.se: <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/02097d4e-15c8-4d4e-8d4e-1a3140dde9ef/Slutrapport+Åtgärdsförslag+för+dagvatten.pdf?MOD=AJPERES>
- Göteborgs stad. (den 21 09 2021). *Göteborgs Stads anvisning om hantering av skyfall*. Hämtat från Vatten i staden: [file:///C:/Users/linhy10228/Downloads/1.%20Styrande%20dokument_G%C3%B6teborgs%20Stads%20anvisning%20om%20hantering%20av%20skyfall%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/linhy10228/Downloads/1.%20Styrande%20dokument_G%C3%B6teborgs%20Stads%20anvisning%20om%20hantering%20av%20skyfall%20(7).pdf)
- Göteborgs stad, Kretslopp och vatten. (Augusti 2019). *Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder, Åtgärdsplan för skyfallshantering*. Hämtat från Vatten i staden: <https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>
- Göteborgs stad, Kretslopp och vatten. (Juni 2020). *Fördjupning av typlösningar för skyfallsanläggningar*. Hämtat från Vatten i staden: <https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>
- Göteborgs stad, Miljöförvaltningen. (2020). *Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten*. Hämtat från Goteborg.se: <https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/a227da55-ea58-4410-a00f->

ba75014080e4/N800_R_2020_13_Riktlinjer+och+riktvärden+för+utsläpp+av+förorenat+vatten.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Översiktsplan för Göteborg, Tematiskt tillägg för översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: <https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/505ba586-d99d-4abc-8bc8-3473dd28002a/Tematisk+tillägg+ÖP+översvämningsrisk.pdf?MOD=AJPERES>

Kretslopp och vatten. (den 11 03 2021). *Reningskrav för dagvatten*. Hämtat från Goteborg.se: <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/2997f065-9532-4a05-9812-c0336237292e/Reningskrav+dagvatten+2021-03-11.pdf?MOD=AJPERES>

Kretslopp och vatten; DHI. (Januari 2021). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning*. Hämtat från Vatten i Göteborg:
<https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>

Stadsbyggnadskontoret. (den 19 05 2022). *Översiktsplan för Göteborg*. Hämtat från Översiktsplan för Göteborgs-webbplats:
<https://oversiktsplan.goteborg.se/>

Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt vatten AB.

Svenskt vatten. (2 2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö:
http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf