



Dagvatten- och skyfallsutredning

**Detaljplan för Gunnilse trädgårdsstad inom
stadsdelen Angered, Göteborg**

2025-01-31

Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning

Underrubrik: Detaljplan för Gunnilse trädgårdsstad inom stadsdelen Angered, Göteborg

Datum: 2025-01-31

Projektledare SBF: Sirpa Anttihilli, Stadsbyggnadsförvaltningen

Projektledare KoV: Anna Valdusson, Kretslopp och vatten

Handläggare: Sofia Polo Ruiz de Arechavaleta, Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Linnéa Adiels Lundberg, Kretslopp och vatten

Kontakt: dagvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se

Sammanfattning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför granskning II av detaljplanen för Gunnilse trädgårdsstad inom stadsdelen Angered i Göteborg. Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015).

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten. 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 riktvärden.

Om planen genomförs innebär det att flödet från området ökar. Det finns endast ett utlopp från hela planen. Det är viktigt att utforma lågpunkten för att fördröja dagvattnet. Detta innebär att utloppet eventuellt behöver byggas om. Nya dagvattenledningar och dagvattenserviser behövs över hela utredningsområdet.

Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering. Med rening uppnås kraven. Ungefär 7% av ytan inom respektive fastighet behöver avsättas för dagvattenhantering. Det är dessutom viktigt att utforma lågpunkten som en dagvattenanläggning med skyfallsfunktion för att kunna rena dagvatten från allmän plats.

Exploatörer ansvarar för dagvattenanläggningarna inom kvartersmark. Enligt ”Schablonkostnader för dagvattenanläggningar” rapporten som Kretslopp och vatten har tagit fram, kostar en regnbädd mellan 4000 och 10 500 kr per m³.

Med föreslagna åtgärder kan kravet för fördröjning och rening på kvartersmark och allmän plats uppnås.

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för och vad som är VA-huvudmans ansvar. 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.
- Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna behöver säkerställas, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart.

Hela planområdet behöver anpassa höjdsättningen för att säkerställa att ytvattnet når den planerade lågpunkten och att byggnader inte påverkas av översvämning. Ingen kostnadsberäkning har gjorts för all schaktning och flyttning som behövs inom hela planområdet för att anpassa höjdsättningen enligt föreslagen markmodellen. Det kan vara aktuellt att återanvända schaktmassor som schaktas ur lågpunkten (när den befintliga diken utvidgas) för fyllningen som behövs söder om Dunörtsvägen om markmiljöundersökningen tillåter.

En styrning av skyfallsflödet behövs för att säkerställa att vattnet kan ledas till bäcken vid en skyfallshändelse. Enligt skyfallsanvisningen ska styrningen bekostas av exploateringsbidrag. Förslagsvis ska styrningen placeras på allmän plats vilket innebär att den ska ägas och förvaltas av Stadsmiljöförvaltningen. Enligt åtgärds katalogen (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2019) kostar en mindre mur i naturmiljö ca 2800–6900 kr/m. Planerade muren behöver vara ca 90 m vilket skulle kosta mellan 252 000 och 621 000 kr.

Lågpunkten behöver utformas som en dagvattenanläggning med skyfallsfunktion. Övriga naturvärden behöver också kunna ersättas i lågpunkten enligt NVI. Denna yta sammanfaller med en strukturplansåtgärd (Y10). Strukturplanen syftar till att skydda befintligheter och förbättra situationen längs Trafikverkets väg. På grund av ökad exploateringsgrad, behöver en större volym hanteras än den som föreslås i strukturplanen. Inom planen har det inte varit möjligt att utöka lågpunkten så mycket att detta uppfylls utan vägen kommer fortsättningsvis inte vara framkomlig vid ett skyfall. Det finns dock andra vägar som är framkomliga till planområdet.

Kretslopp och vattens rekommendation är att lågpunkten klassas som en multifunktionell yta (dagvattenanläggning med skyfallsfunktion samt kompensationsåtgärder för biologisk mångfald – typ 4 enligt gällande dagvattenöverenskommelse) som hanterar vatten från flera olika förvaltare/markägare. Både Stadsmiljöförvaltningen och Kretslopp och vatten behöver ha rådighet över anläggningen. Funktionsansvar samt ansvar för drift och underhåll fördelas efter respektive förvaltnings nytta av anläggningen vilket innebär att parterna står för investeringskostnader i förhållande till funktionsansvar. Uppskattningsvis kan den djupaste delen av torrdammen kosta mellan 2000 och 5500 kr/m² (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2019) vilket motsvarar en total kostnad mellan 18 och 50 miljoner kronor.

Med de åtgärder som föreslås i rapporten är det möjligt att genomföra planen enligt Göteborgs riktlinjer för skyfallshantering.

Versionshantering

Datum	Version	Beskrivning	Ändrat av
2014-04-28	1	Dagvattenutredning	Norconsult
2018-06-21	2	Dagvatten- och skyfallsutredning	KoV
2025.01.31	3	Slutrapport inför Granskning 2	KoV

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	17
2.3	Geologi, grundvatten och markmiljö	17
2.4	Dagvatten	18
2.4.1	Funktionskrav	19
2.4.2	Fördröjningskrav	20
2.4.3	Markavvattningsföretag	20
2.4.1	Miljö kvalitetsnormer och reningskrav	20
2.4.2	Storskaliga dagvattenreningsanläggningar	21
2.5	Skyfall	23
2.5.1	Skyfallssäkring och klimatanpassning	23
2.5.2	Befintlig skyfallssituation	24
2.5.3	Strukturplansåtgärder	26
2.6	Högvatten	26
3	Analys	27
3.1	Markanvändning	27
3.2	Fördröjningsbehov dagvatten	29
3.2.1	Fördröjning på kvartersmark	29
3.2.2	Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats	29
3.3	Dagvattenkvalitet	30
3.3.1	Föroreningsberäkning	30
3.4	Skyfallsanalys	34
3.4.1	Nuläge – Scenario 01	35
3.4.2	Framtida situation utan åtgärder – Scenario 02	36

3.4.3	Framtida situation, preliminära åtgärder – Scenario 03.....	38
3.4.4	Framtida situation med åtgärder – Scenario 08.....	40
3.4.5	Risker.....	45
4	Föreslagna åtgärder.....	46
4.1	Dagvattenåtgärder	46
4.2	Skyfallsåtgärder	48
4.3	Kostnadskalkyl och ansvarsfördelning.....	50
4.4	Alternativa lösningar	51
5	Slutsatser och rekommendationer	52
6	Referenser	54
7	Bilaga – skyfallsmodell arbetsgång	56

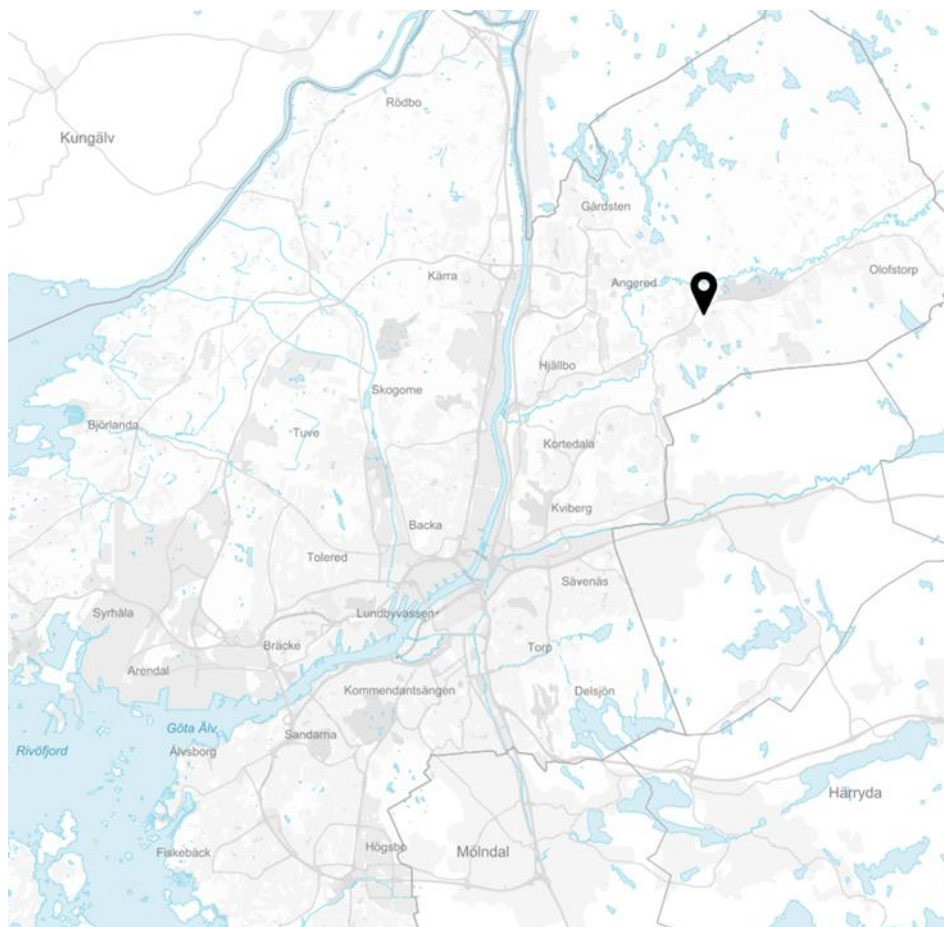
1 Inledning

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 svår genomförbara. (Stadsbyggnadskontoret, 2022).

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför granskning II av detaljplanen för Gunnilse trädgårdsstad inom stadsdelen Angered i Göteborg (se Figur 1). Inför Granskning I togs en ny dagvatten- och skyfallsutredning fram, daterad 2018-06-21 och reviderad 2018-08-31. Utredningen beskriver en problematisk skyfallssituation med stora ekonomiska konsekvenser för hela projektet. Till Granskning II har bebyggelse- och vägstruktur arbetats om bland annat för att bättre ta hänsyn till vattenfrågorna.

Planområdet är beläget i Gunnilse ca 12 km nordost om centrala Göteborg och 3 km sydost om Angereds torg.



Figur 1. Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden.

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 riktvärden.

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.
- Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna behöver säkerställas, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart.

Göteborgs Stads nya dagvattenpolicy antogs 2023. 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 naturhärmade 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

Planområdet är beläget i ett ytterstadsområde enligt översiktsplanen. Det är lokaliserat i ett i dag småskaligt och glest bebyggt område mellan naturområdena Vättlefjäll och Angereds Sörbergen som utgör två av stadens gröna kilar. Planområdet avgränsas i norr av väg 190 (Gråbovägen) och Ekereds Byväg, i väster av Äsperedsgatan (Äspereds industriområde), i öster av Angereds Kyrkväg och delar av Hultavägen, och i söder av delar av Stommavägen. Gunnilseskolan (F- 6) ligger strax nordväst om planområdet, Äspereds Industriområde ligger i anslutning till planområdet västra del. Mot söder finns bostadsområden och skogsområden och i öst finns begravningsplats samt bostadsområden. Området är nära beläget Lärjeåns dalgång och ligger vid gränsen till en övergång i landskapet som domineras av öppet jordbruks- och skogslandskap.

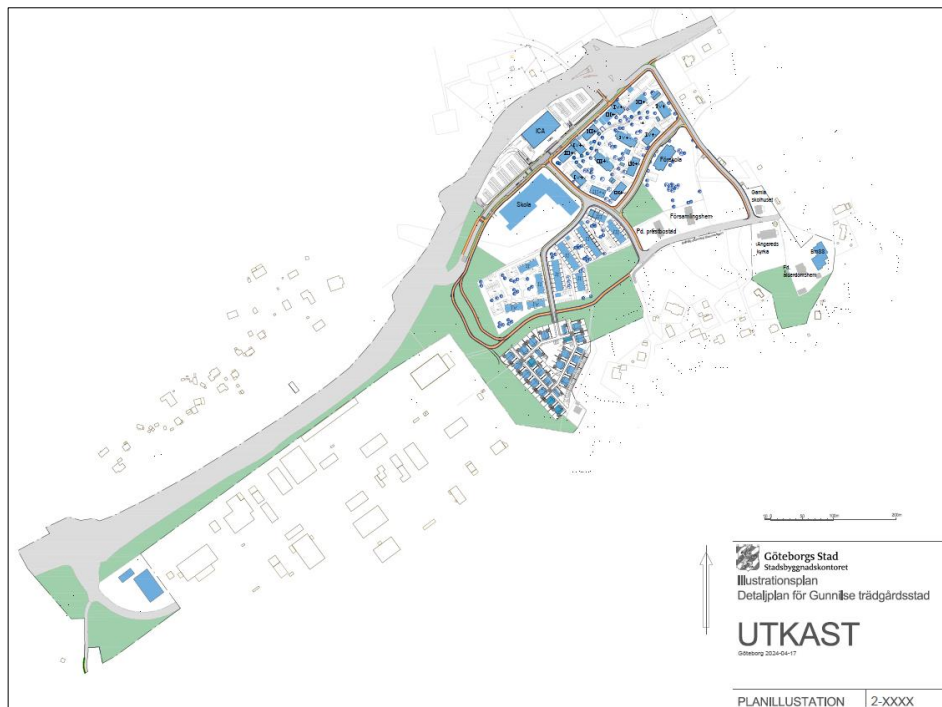
Planområdet omfattar ca 35 ha och innebär i stort att obebyggd mark tas i anspråk för utveckling av bebyggelsen i Gunnilse (se Figur 2). Figur 3 visar en detaljerad illustration av utredningsområdet som har använts som grund för analys av dagvattendelen av rapporten.

Fastighetsägare inom området är kommunen, Svenska kyrkan (Angereds församling) och en privat fastighetsägare. Det finns även samfälld mark som ingår.

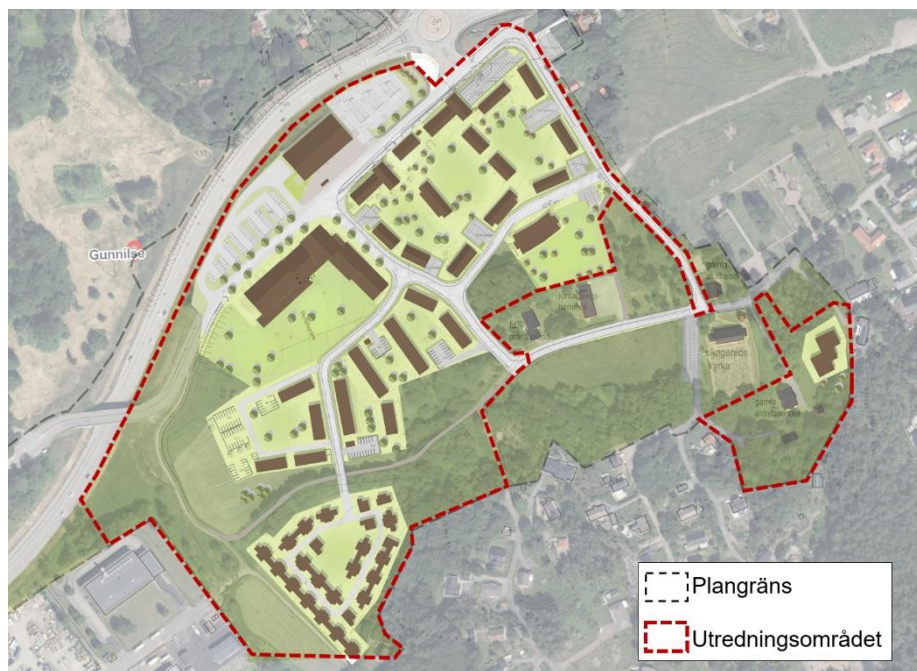
Inom planområdet idag finns jordbruksmark, naturmark, Dunörtsvägen, Angereds kyrkväg, Stommavägen, Angereds gamla kyrka, församlingshem, f.d. prästbostad och f.d. ålderdomshem samt befintlig matbutik och pendelparkeringar.

Detaljplanen möjliggör för cirka 350 bostäder, en grundskola (som ska ersätta befintliga Gunnilseskolan) för cirka 540 elever, en förskola med 8 avdelningar, centrumändamål, verksamhetsmark, återvinningsstation samt en ny gatustruktur.

En helt ny struktur av lokalgator och kvartersvägar planeras liksom lek- och parktytor i anslutning till bostadsområdet. Väg 190 (Gråbovägen) fick en ny sträckning genom planområdet under 2015–2016 och trafiken på vägen utgör sannolikt den största föroreningskällan inom området. Vägområdet som ägs av Trafikverket undantas dock denna utredning då vägen har en egen färdigbyggd dagvattenhantering som är godkänd av Miljöförvaltningen.



Figur 2 Illustrationsplan för detaljplanen (Stadsbyggnadsförvaltningen, 2024-04-18)



Figur 3 Illustration för framtida exploatering inom utredningsområdet. Både plangränsen och utredningsområdet markeras i bilden.

2 Förutsättningar

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

2.1 Fältbesök

Två fältbesök har genomförts under framtagandet av utredningen. Det första genomfördes 2021-01-13 och det andra 2023-10-04. Kartan nedan visar varifrån bilderna togs.



Figur 4 Karta som visar varifrån bilder togs.

Bild 1 och 2 visar norra delen av diket som byggdes av Trafikverket när Väg 190 byggdes. Den första bilden togs år 2022 och den andra bilden år 2023. Höjdskillnaden mellan vägen och området runtomkring diket är inte så stor men själva diket är ganska djupt relativt vägen. Diket dimensionerades för att rena och fördröja dagvatten från Trafikverkets Väg 190. Växtligheten som visas i den andra bilden visar behovet för ganska frekvent klippning för att säkerställa den hydrauliska kapaciteten. Bild 3 visar utloppet från diket i form av gallerintag till Kretslopp och vattens dagvattensystem. Bilden från 2023 visar hur växtligheten har växt igen genom själva gallret som påverkar intagets kapacitet att ta emot vattnet från diket. På platsbesök år 2023 identifierades olika typer av invasiva arter längs hela diket samt övriga delar av planområdet så som till exempel jätteloka, parkslide och jättebalsamin.



Figur 5 Norra delen av Trafikverkets dike.



Figur 6 Intagsburen till Kretslopp och vattens dagvattenledningsnät. Dikets utlopp.

Bild 4 visar trumman som kulverterar bäcken en kort sträcka för att säkerställa att bäcken kan fortsätta rinna mot Trafikverkets dike under gångbanan. Bild 5 visar en liten trumma som kopplar fastigheten ANGERED 1:30 mot diket.



Figur 7 Bild 4: Trumma som kopplar bäcken till diket. Bild 5: Trumma som kopplar ANGERED 1:30 till diket.

Bild 6 och 7 visar olika punkter av bäcken. Bäcken i sig är väldigt flack och breder ut sig på ett ganska stort område. Bild 7 visar utloppet från ett gammalt dagvattensystem som ägs av Kretslopp och vatten. Ledningar uppströms är 225 mm stora i diameter och hanterar dagvatten från fastigheterna ANGERED 7:98, ANGERED 1:34 samt sannolikt ytlig avledning av dagvatten från bostadsområdet söder om utredningsområdet.



Figur 8 Bilder av olika punkter av bäcken.

Det finns en lång stenmur inom planområdet längs fastighet ANGERED S:28. Bild 8 visar en del av muren.



Figur 9 Stenmur inom fastighet ANGERED S:28.

Bild 9 visar kurvan längs Stommavägen.



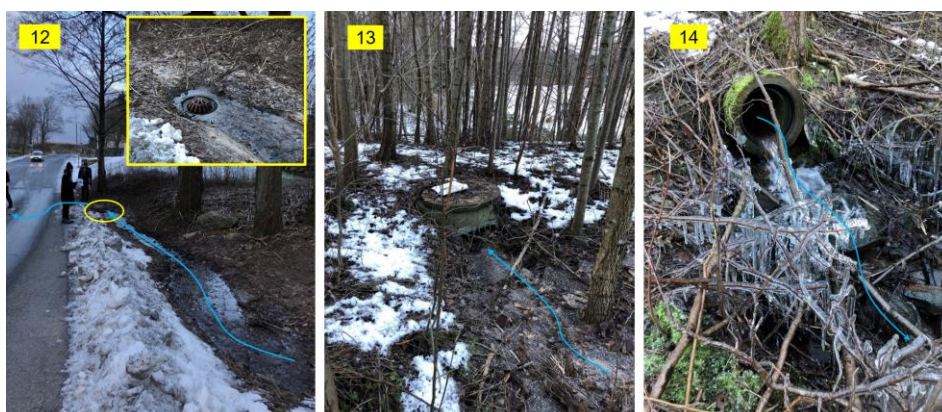
Figur 10 Kurvan längs Stommavägen.

Bild 10 och 11 visar ur olika perspektiv hur skyfallsvägar korsar fastigheten där förskolan planerades tidigare (ANGERED 7:98). Den planerade förskolan har dock flyttats på grund av skyfallsproblematik inom den fastigheten och denna yta kommer inte längre exploateras. Det finns ett gammalt dagvattensystem under mark, men som visas i bilderna, finns det vatten som rinner ytligt även vid mindre regn och snösmältning.



Figur 11 Skyfallsvägen som korsar fastigheten där förskolan planerades tidigare.

Vatten rinner ytligt från kyrkogårdsområdet ner till kupolbrunnen som ses i Bild 12. Märkena på marken visar att brunnen inte har tillräckligt kapacitet, att vattnet korsar vägen och att det rinner ner genom brunnen på andra sidan av vägen som visas i Bild 13. Bild 14 visar utloppet.



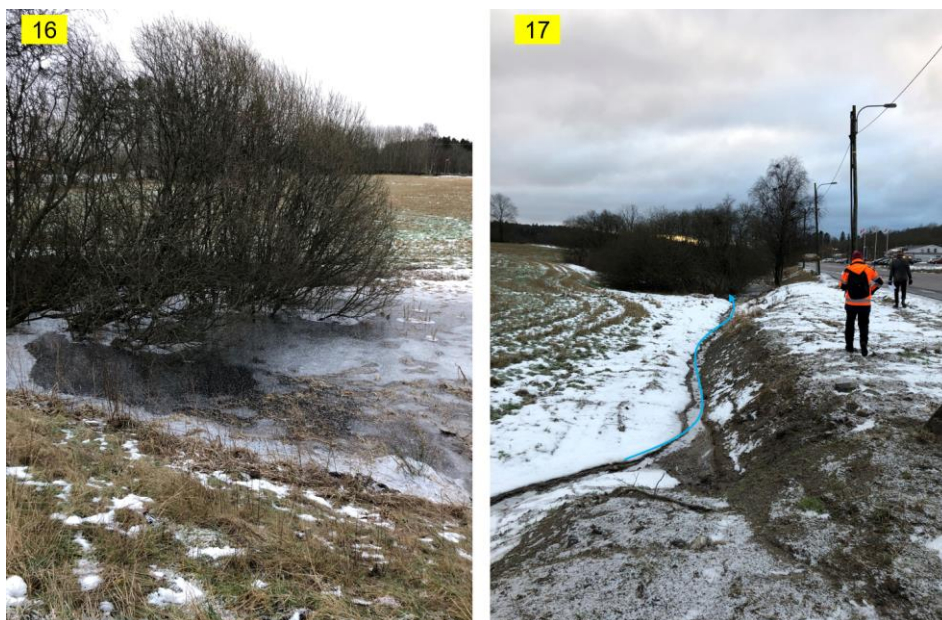
Figur 12 Bilder visar vägen som vattnet tar genom brunnen och ytligt över vägen.

Bild 15 visar ett utlopp som har byggts inom fastighet ANGERED 7:98 och som verkar hantera dagvatten från vägarna inom fastigheten. Det är oklart varför den trumma/utlopp finns där och om syftet var att koppla systemet vidare till Kretslopp och vattens dagvattensystem som finns precis nedströms inom samma fastighet.



Figur 13 Utlopp/trumma inom ANGERED 7:98.

Bild 16 och 17 visar den befintliga höjdskillnaden mellan Dunörtsvägen och naturmarken. Bild 16 visar specifikt att vattnet ackumuleras och utnyttjar lågpunkter vid vägen. Det är oklart om vattnet som ses i bilden endast är dagvatten eller om det är blandat med grundvatten. Grundvattennivån ligger högt.



Figur 14 Naturområdet längs Dunörtsvägen.

Bild 18 visar rännstensbrunnar längs Dunörtsvägen och utloppstrummor mot lågpunkten.



Figur 15 Rännstensbrunnar längs Dunörtsvägen och utloppstrummor mot lågpunkten.

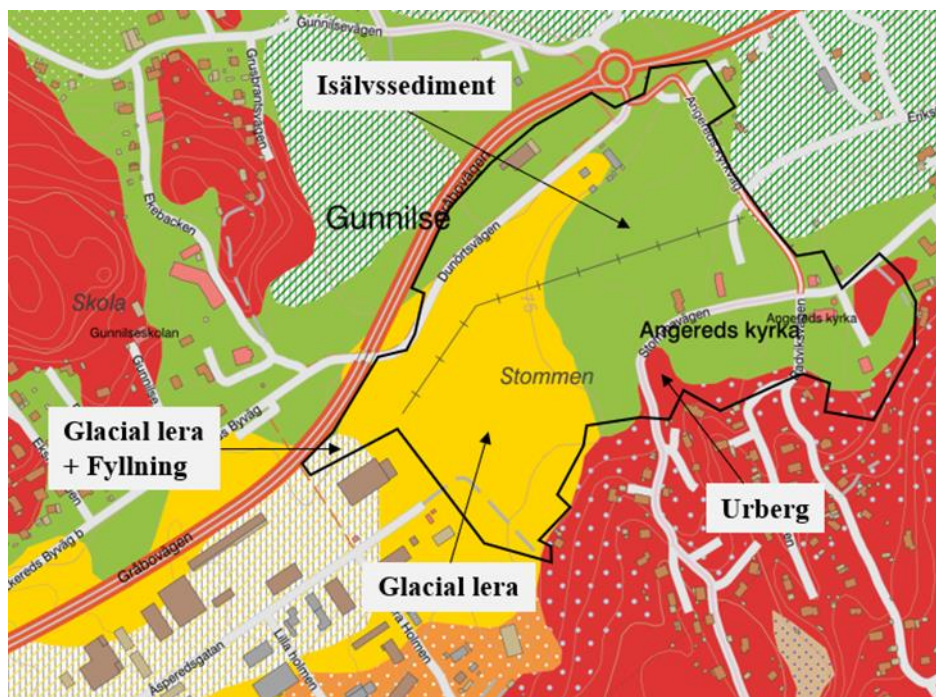
2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt

Nedan listas de genomförda eller pågående utredningar och projekt som har identifieras i närheten till planområdet:

- Genomförande av Väg 190 – byggt 2016 av Trafikverket. Vägriätt finns inom planområdet.
- Dagvattenutredning och skyfalls PM (Norconsult, 2013-12-12 reviderat 2014-04-28).
- Översiktlig geoteknisk utredning av detaljplaneområdet (Structor Mark Göteborg AB, 2013-07-05).
- Bergteknisk besiktning (Structor Mark Göteborg AB, 2013-06-18).
- Naturvärdesinventering (Pro Natura, 2023-04-21).
- Trafikförslag – förstudie Gunnilse (COWI, 2024-03-27). Uppdaterad version i dwg 2024-10-21 levererad av COWI.
- Markmodell för planområdet (Norconsult, 2024-05-24).

2.3 Geologi, grundvatten och markmiljö

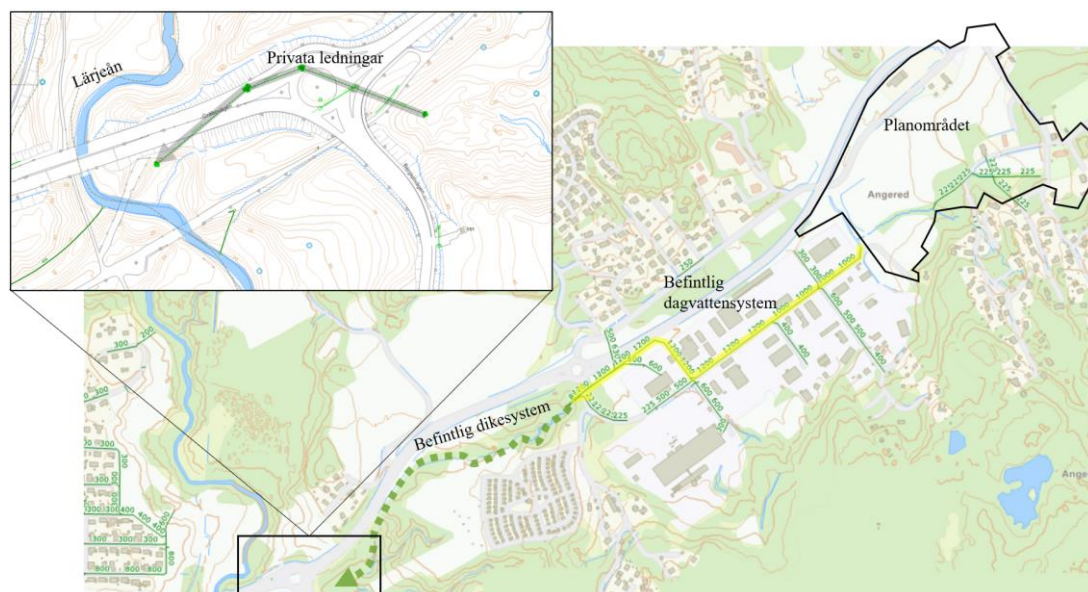
Jordlagren inom planområdet utgörs av lera, urberg, isälvsediment och fyllning (Figur 16). Planområdet ligger inom Lärjeåns grundvattenförekomst. Det finns infiltrationsmöjligheter inom stora delar av planen men grundvattennivån är hög (ungefär i marknivån inom några delar av planen).



Figur 16 Jordartskarta (Källa: SGU).

2.4 Dagvatten

Dagvattnet från planområdet avleds via allmänna dagvattenledningar och dikesystem till Lärjeån, vilken klassas som en mycket känslig recipient. Figur 17 visar en karta över dagvattenförande ledningssystem. Svarta polygonen visar utredningsområdet. Den befintliga huvudledningen för dagvatten markeras med en gul linje, och dikesystemet med en streckad grön linje. Vid rondellen där Gråbovägen och Bergsjövägen möts avleder en privat ledning vatten från dikesystemet till Lärjeån.



Figur 17 Karta över dagvattenförande ledningssystem. Svarta polygonen visar utredningsområdet. Befintligt dagvattensystem markeras med en gul linje, och dikesystemet med en grön linje.

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

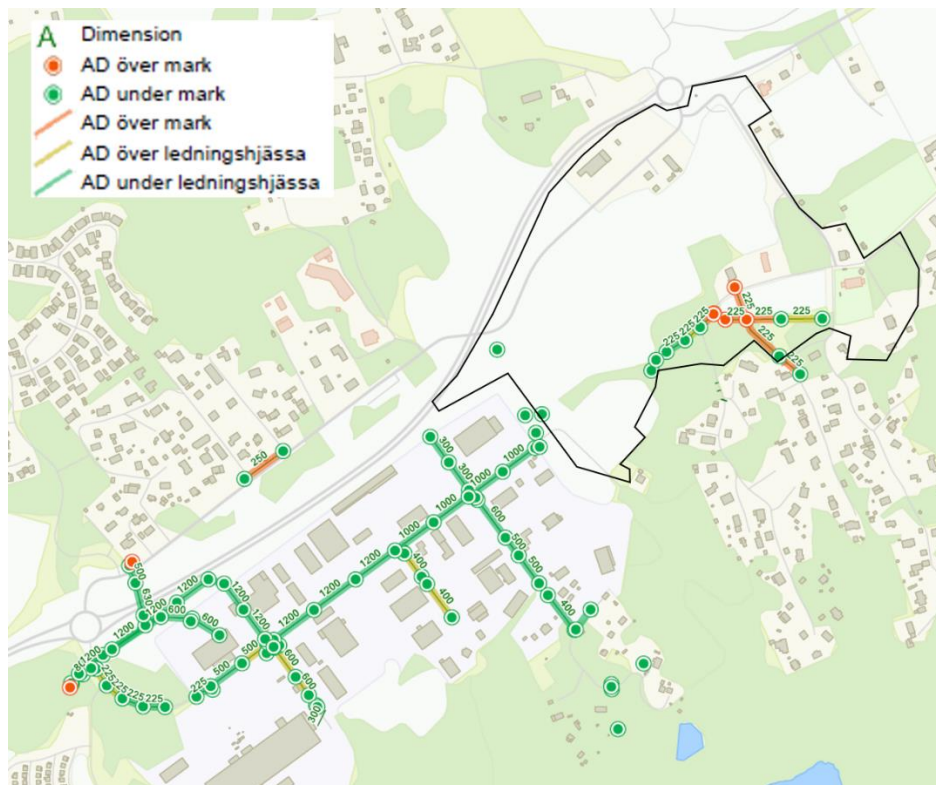
Om uppdimensionering, för att uppfylla kraven enligt P110, bedöms bli omfattande för dagvattensystem som ligger nedströms det förtätade området och nedströms tillkommande system är Kretslopp och vattens bedömning att funktionskraven enligt den tidigare publikationen P90 *Dimensionering av allmänna avloppsledningar*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

I Figur 18 visas beräknad vattennivå i ledningsnätet respektive marknivån vid dimensionerande 20-årsregn med klimatfaktor 1,25 är markerat enligt nedan:

- Ledningar:
 - Grön: Trycknivå under ledningshjässa. Kapacitet finns.
 - Gul: Trycknivå över ledningshjässa men under marknivå. Begränsad kapacitet.
 - Orange: Trycknivå över markyta. Risk för marköversvämning.
- Brunnar:
 - Grön: Trycknivå under mark. Kapacitet finns.
 - Orange: Trycknivå över mark. Risk för marköversvämning.

Det befintliga dagvattensystemet inom planområdet (till höger i bild) är en gammal del av systemet som antas hantera dagvatten från bostadsområdet söder om detaljplanen och modellen visar att den delen av systemet har begränsad kapacitet.

Dagvattensystemet nedströms som avleder vattnet från planområdet har tillräcklig kapacitet i nulägesituationen enligt modellen. Trumman som utgår från Trafikverkets dike har en dimension av 1000 mm och är det enda utloppet för hela planområdet.



Figur 18 Beräknad vattennivå i ledningsnätet vid dimensionerande 20-års regn med klimatfaktor 1,25 (Källa: VA-banken, 2024).

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.

2.4.3 Markavvattningsföretag

Ett markavvattningsföretag/dikningsföretag är en åtgärd som utförs för att avvatta mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för ett något visst ändamål (vattenverksamhet MB 11:3§).

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 föreningar.

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.

Varje fastighet ska kunna visa att riktvärden/målvärden uppnås samt att föroreningsmängderna från planområdet inte ökar.

Recipienten är klassad enligt miljökvalitetsnormer. Lärjeån har problem med både ekologisk och kemisk status. År 2017 hade recipienten ej god kemisk status på grund av bromerad difenyleter, kvicksilver, fluoranten, PAH och PFOS. Den ekologiska statusen klassades som måttligt år 2017 på grund av näringsämnen (från urban markanvändning, jordbruk och enskilda avlopp). Målet är att uppnå god ekologisk status år 2027.

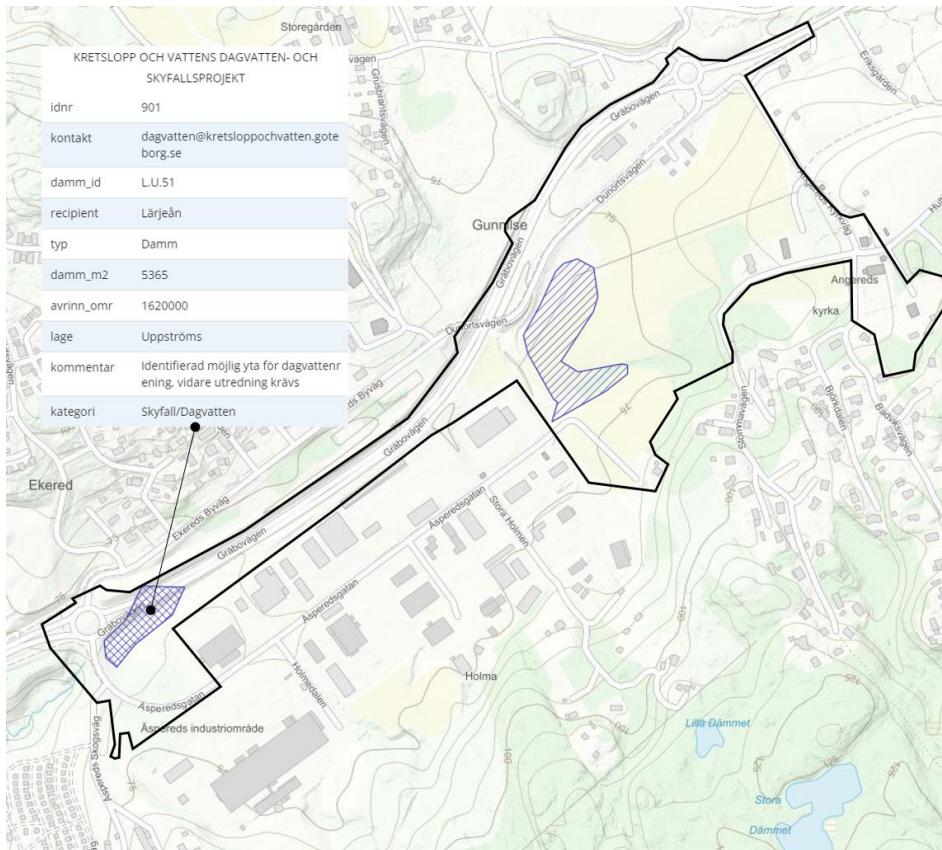
Lärjeån är ett Natura 2000-område samt reservvattentäkt för Göteborg. Vattendraget är även ett värdefullt område för friluftsliv, natur- och kulturstudier samt fritidsfiske.

2.4.2 Storskaliga dagvattenreningsanläggningar

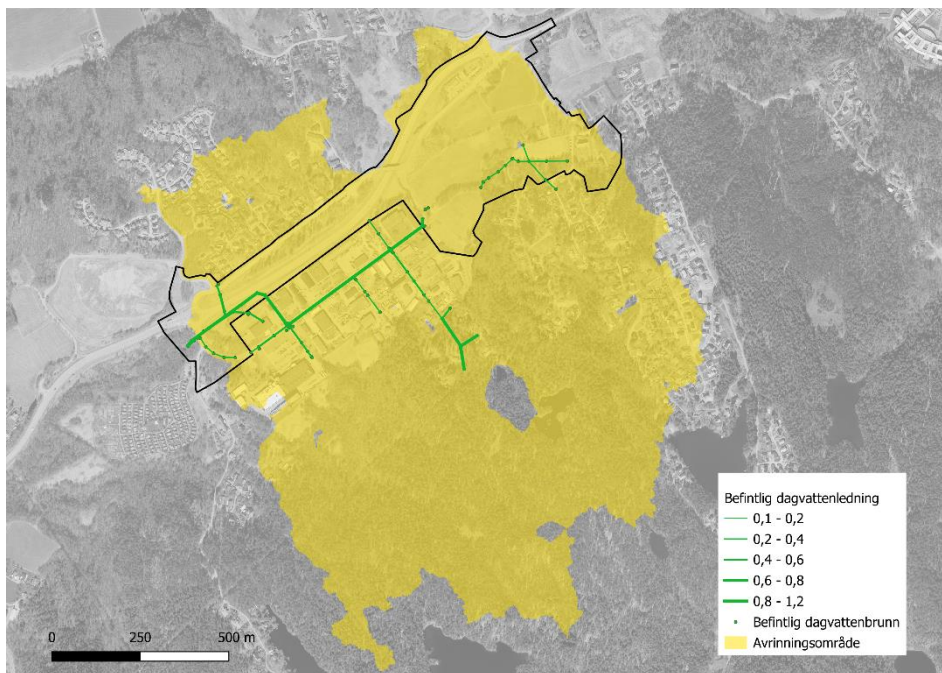
Det finns en föreslagen storskalig dagvattenreningsanläggning i rapporten ”Åtgärdsförslag för dagvatten” med beteckning L.U.51 som ligger inom planområdet inom fastigheterna ANGERED 1:22 och ANGERED 62:1 söder om Gråbovägen (Göteborgs Stad, 2019).

Identifierad yta är ca 5000 m² och syftar till att kunna rena dagvatten från ett område som är ca 165 ha.

Den andra skyfallsytan som ligger uppströms inom utredningsområdet studeras för att kunna utformas som en storskalig lösning för planen för hantering av både dagvatten och skyfall. Det innebär att denna rapport inte studerar möjligheten till att genomföra denna åtgärd inom detaljplanen.



Figur 19 Identifierade storskaliga dagvattenanläggningar inom planområdet.



Figur 20 Avrinningsområdet som potentiellt skulle kunna kopplas till den identifierade storskaliga dagvattenanläggningen.

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 år 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 översvämningar genom att säkra grundläggande samhällsfunktioner och stora samhällsvärden.

Detta konkretiseras genom följande punkter:

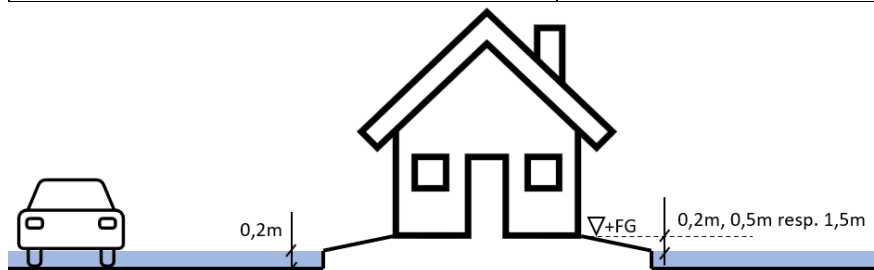
- **Identifiera ny bebyggelse som riskerar att översvämmas.** Detta innebär att det ska finnas en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion, på minst 0,2 m. För samhällsviktig infrastruktur gäller en säkerhetsmarginal på minst 0,5 m till vital del för anläggningens funktion.
- **Identifiera vägar inom planområdet där framkomlighet inte kan säkerställas.** För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämning 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 översvämningssituationen 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.

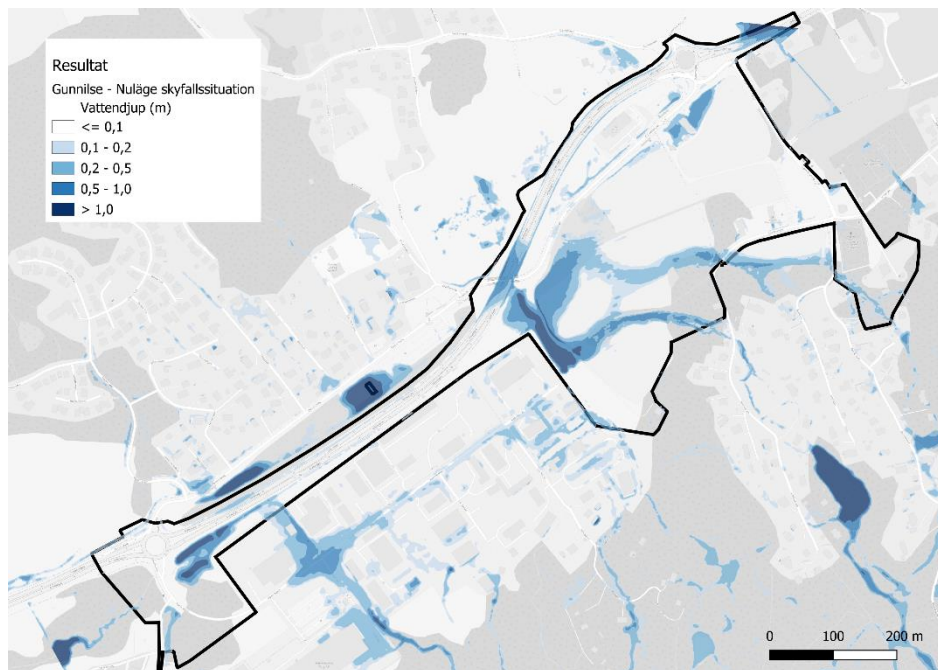
	Skyfall, återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning, - nyanläggning	0,5 m
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m
Byggnad och byggnadsfunktion, - nyanläggning	0,2 m
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnätstråk och utrymningsvägar	0,2 m djup



Figur 21 Visualisering av Tabell 2.

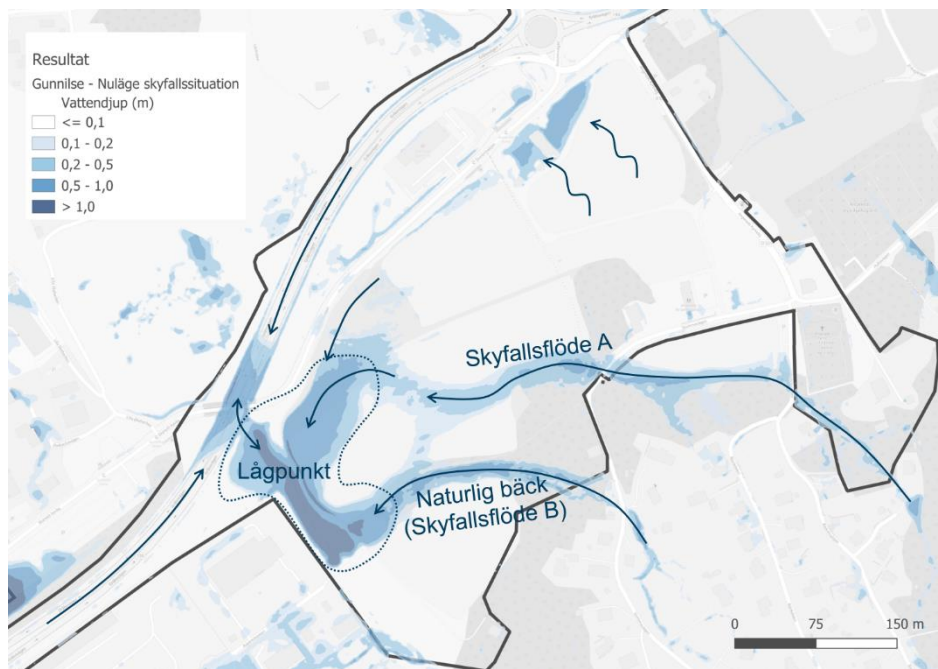
2.5.2 Befintlig skyfallssituation

Befintlig strukturplansmodell för skyfall har uppdaterats för området med högre upplösning. Höjddata som ligger till grund tillhör Göteborgs Stads höjdmodell från år 2022 med upplösning på 0,5m cellstorlek. Resultat av skyfallsmodellering av befintlig situation visas i Figur 22. Modellresultaten visar på vattendjup vid klimatanpassat regn med 100 års återkomsttid.



Figur 22 Befintlig skyfallssituation.

Modellen visar att det finns ett skyfallsflöde (A) och en befintlig naturlig bäck (B) som korsar planområdet (Figur 23). Dessa två kopplas samman i den stora lågpunkten där det nybyggda diket finns (vid väg 190). Det finns en andra lågpunkt längs vägen vid nordöstra delen av planområdet och vatten som rinner dit kommer bara från planområdet och flödet rinner även därifrån mot den stora lågpunkten.



Figur 23 Inzoomad bild över östra delen av planområdet som visar den befintliga skyfallssituationen.

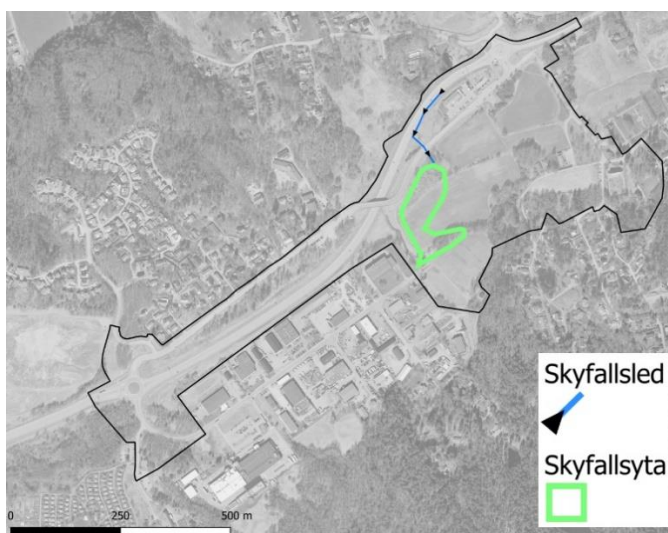
2.5.3 Strukturplansåtgärder

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborgs Stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplan för översvämningar. Metoden beskrivs i Strukturplan för hantering av översvämningssrisker - Metodbeskrivning (Kretslopp och vatten; DHI, 2021). Strukturplanen innehåller åtgärder som fördröjer och avleder skyfallsvatten i syfte att minska negativa konsekvenser på den befintliga bebyggelsen

Strukturplanerna som kommer från 2020 är baserade på höjdmodell från 2017. I de nya modelleringar som gjorts för denna utredning används däremot Göteborgs Stads höjdmodell från år 2022. Strukturplanerna pekar ut lågpunkter och öppna platser i landskapet som är de mest lämpliga platserna för hanteringen ur vattnets perspektiv. All annan hantering kommer att vara förenad med större kostnader och tekniska utmaningar. Åtgärderna i strukturplanerna har inte avvägts mot andra intressen, utan är i detta skede ett planeringsunderlag som behöver kompletteras med ytterligare åtgärder vid exploatering och detaljplanering.

Strukturplansåtgärder är indelade i prioritetsskisser. Åtgärder i klass A syftar till att skydda bebyggelse med verksamhetstyperna "Hälsa- 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.

Det finns strukturplansåtgärder utpekade inom planområdet (Y10 skyfallsyta och L1 skyfallsled). I Figur 24 kan strukturplanen för avrinningsområdet ses. Detaljplaneområdet är markerat. Enligt strukturplanen ska den utpekade skyfallsytan kunna hantera ca 25 600 m³.



Figur 24 Utpekade skyfallsytor och skyfallsled.

2.6 Högvatten

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

3 Analys

3.1 Markanvändning

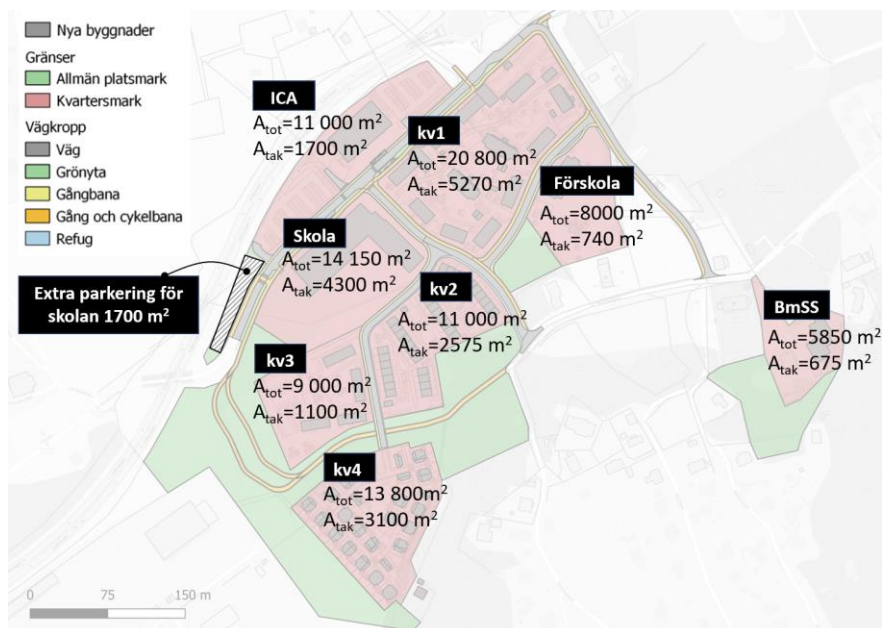
Analysen har främst utförts inom östra delen av planområdet som benämns ”utredningsområdet” (se Figur 3) eftersom det är denna del av området som genomgår en förändring. En uppskattning av utrednings områdets markanvändning har gjorts. Den befintliga markanvändningen redovisas i Tabell 3 nedan. Före utbyggnad antas området till största del bestå av jordbruksmark, skog och vägar. Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet.

Tabell 3 Markanvändning före exploatering för utredningsområdet samt beräkning av reducerad area. *Dunörtsvägen och Angereds Kyrkväg.

Nuläge	Area (m ²)	Avrinningskoefficient	Red Area (m ²)
Jordbruksmark	106 970	0,13	13 906
Väg*	4 600	0,8	3680
ICA:s tomt	4030	0,82	3317
- Takyta	930	0,9	837
- Parkering	3100	0,8	2480
Totalt	115 600	0,18	20 903

De färgkodade ytorna i Figur 25 ingår i analysen. De övriga ytor som ingår inom plangränsen genomgår ingen förändring. Efter exploatering bedöms utredningsområdets markanvändning motsvara ett flerfamiljshusområde. Alla de gröna ytorna samt vägar som visas i figuren klassas som allmän plats.

Alla de gröna ytorna som visas i Figur 25 nedan inkluderas inte i fördröjningskalkylen på grund av att de inte bidrar till något ökat flöde och genomgår ingen förändring jämfört med idag. De exkluderas dessutom från föroreningsberäkningen på grund av att parkytor (grönytor) alltid undantas från reningskrav (Kretslopp och vatten, 2021).



Figur 25 Fördelning av markanvändning för ytor inom analyserade delen av planområdet (utredningsområdet). Alla de gröna ytorna samt vägar som visas i figuren klassas som allmän plats.

Den reducerade arean ökar från 2,1 ha till 6,9 ha vilket motsvarar en ökning på avrinningskoefficienten från 0,18 upp till 0,6.

Tabell 4 Markanvändning efter exploatering för utredningsområdet samt reducerad area.

Framtida fastighet	Area (m ²)	Avrinningskoefficient	Red Area (m ²)
Skola	15 850	0,55	
Tak	4300	0,9	8695
Gård	9850	0,3	
Parkering (väster om Dunörtsvägen)	1700	0,8	
Förskola	8500	0,35	
Tak	740	0,9	2994
Gård	7760	0,3	
ICA:s tomt	11 000	0,82	
Tak	1700	0,9	8970
Parkeringsytor	9300	0,8	
Kv. 1	20 800	0,56	
Tak	5270	0,9	11 732
Övriga ytor	15 530	0,45	
Kv. 2	11 000	0,56	
Tak	2575	0,9	6109
Övriga ytor	8425	0,45	
Kv. 3	9000	0,51	
Tak	1100	0,9	4545
Övriga ytor	7900	0,45	
Kv. 4	13 800	0,55	
Tak	3100	0,9	7605
Övriga ytor	10 700	0,45	
BmSS	5850	0,5	
Tak	675	0,9	2936
Övriga ytor	5175	0,45	
Vägar	9750	0,8	7800
Övriga trafikytor	10 050	0,73	
GC bana + refug	9080	0,8	7361
Grönt	970	0,1	
Totalt	115 600	0,6	68 746

3.2 Fördröjningsbehov dagvatten

3.2.1 Fördröjning på kvartersmark

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

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

Fördröjningsbehov för respektive fastighet framgår i Tabell 5.

Tabell 5 Beräkning av fördröjningsbehov (enligt 10 mm kravet).

Fastighet	Area (m ²)	Red Area (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)
Skola	15 850	8695	90
Förskola	8500	2994	30
ICA:s tomt	11 000	8740	90
Kv 1	20 800	11 732	120
Kv 2	11 000	6109	60
Kv 3	9000	4545	45
Kv 4	13 800	7605	75
BmSS	5850	2936	30

3.2.2 Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats

Planområdet ligger inom Lärjeåns avrinningsområdet som är ca 9600 ha stort. Planområdet är väldigt litet i jämförelse vilket innebär att syftet med kalkylen som presenteras nedan är att inte överbelasta dagvattensystemet direkt nedströms utredningsområdet samt det befintliga industriområdet. Det är snabba flöden från hårdgjorda ytor som bidrar till maxflödet som är relevanta för kalkylen. Det finns ett enda utlopp för hela området och även om systemet nedströms visar god kapacitet, kommer hårdgörningsgraden öka rejält vilket innebär ökat flöde och behov av fördröjningsåtgärder inom utredningsområdet.

För dimensionering av framtida ledningar under projekteringskedet behöver flödena från respektive fastighet beräknas mer i detalj. Parametrarna som har använts för beräkning av dimensionerande flöde beskrivs i tabellen nedan:

Tabell 6 Parametrar för kalkylen av dimensionerande flöde. Källa för intensitet: tabell 4.6, P110.

*På grund av att hela planområdet är oexploaterad i dagsläget väljs en längre varaktighet för att ta höjd för låga avrinningshastigheter fram till dagvattenutloppet för planen.

Parameter	Före exploatering	Efter exploatering
Återkomsttid	20-årsregn	20-årsregn, exploaterad
Intensitet	53,8 l/s,ha*	286,7 l/s,ha
Regnvaraktighet / Rinntid	120 min*	10 min
Klimatfaktor	1,00	1,25

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvationen 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 i Tabell 4.

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

Dimensionerande flöde för området före exploatering redovisas i Tabell 7 nedan. Flödet ökar betydligt efter exploatering vilket innebär att fördröjning behövs på allmän platsmark.

Tabell 7 Beräknade dimensionerande flöde före och efter exploatering.

	Flöde (l/s)
Före exploatering	115
Efter exploatering	1970
Efter exploatering med KF	2460

Eftersom flödet ökar har en beräkning gjorts för att visa hur stor volym som behöver fördröjas för att inte öka utflödet från utredningsområdet. För att beräkna den specifika magasinvolymen används P110 och följande ekvation:

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

Enligt beräkningarna behövs ca 1010 m³ fördröjas på allmän plats för att inte belasta ledningsnätet ytterligare.

- i_{regn} = Intensitet = 286,7 l/s, ha
 - o Återkomsttid = 20 år (240 månader)
- t_{regn} = Regnvaraktighet = 10 minuter
- t_{rinn} = rinntid = regnvaraktighet
- K = Avtappning = $(i_{regn} \cdot A_{red, före}) / A_{red, efter} = 87 \text{ l/s ha}_{red}$
 - o $A_{red, före} = 2,09 \text{ ha}$
 - o $A_{red, efter} = 6,87 \text{ ha}$

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
87	10	1,25	240	6,87
Specifik volym m ³ ha _{red}	147,2	Erforderlig magasin- volym, m ³		1011

Figur 26 Utklipp från "Magasineringsberäkning med hänsyn till rinntid" från Svenskt Vatten.

3.3 Dagvattenkvalitet

3.3.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar har gjorts i programmet StormTac. Beräkningarna är baserade på schablonvärden som utgår från uppmätta halter från olika typer av markanvändning samt reningseffekter för olika typer av reningsanläggningar.

Användningen av schablonhalter för beräkning av dagvattnets föroreningstransport i form av årliga medelhalter är en vedertagen metod men det finns osäkerheter i beräkningarna. Resultaten som presenteras bör ses mer som en indikation och underlag för diskussion än exakta värden.

Analysen har delats upp i två olika delar. Först har hela utredningsområdet analyserats i sin helhet. Nulägessituationen har beskrivits som jordbruksmark inklusive en mindre trafikerad väg och ICA:s tomt. Framtiden har beskrivits som ett flerfamiljshusområde för att generellt kunna beskriva framtida karaktären av området som ett medelvärde. Flerfamiljshusområde har dessutom mer underlagsdata för föroreningsbelastning samt god säkerhet i StormTac och anses därför kunna ge bättre resultat än en fördelade beskrivning av markanvändning i form av tak, väg och grönytor. Avrinningskoefficient har anpassats efter markanvändningen efter exploatering enligt Tabell 4. Se tabellen nedan för detaljerade siffror.

Tabell 8 Input data i StormTac för helhetsanalysen.

Nuläge	Area (m ²)	Avrinningkoefficient	Medel koeff.
Jordbruksmark	106 970	0,13	0,18
Väg	4 600	0,8	
ICA:s tomt	4030	0,82	
Framtiden	Area (m ²)	Avrinningkoefficient	
Flerfamiljshusområde	11 560	0,6	0,6

Tabell 9 visar att föroreningshalter av flera ämnen efter exploatering utan rening överstiger riktvärden. Efter rening i regnbäddar uppnås alla riktvärden. 7% (motsvarande 4900 m² eller 3300 m³) av hela ytan behövs för dagvattenanläggningar båda på kvartersmark och allmän plats. Regnbäddar föredras för att de är de mest yt-effektiva lösningar som ger nödvändig rening. Andra anläggningstyper kan väljas i senare skede så länge funktionen är tillgodosedd men då kan ännu större yta behöva avsättas.

Tabell 9 Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten + basflöde) före och efter exploatering (med och utan rening) för hela utredningsområdet. Jämförelse mot riktvärde där de markerade cellerna visar ämnen som överskrider gränsvärden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Oil	BaP
Nuläge	98	2200	8,9	14	39	0,38	3,1	2,0	47 000	250	0,011
Framtiden utan rening	220	1900	12	25	86	0,56	9,9	8,1	82 000	580	0,041
Framtiden med rening	49	710	1,2	4,0	8,1	0,063	3,3	1,1	7700	130	0,0035
Riktvärde	50	1250	28	10	30	0,90	7,0	68	25 000	500	0,27

Med avseende på miljö kvalitetsnormerna görs bedömningen att detaljplanen inte kommer påverka statusen för Lärjeån negativt. Denna bedömning grundar sig i att totalmängderna som släpps ut per år minskar efter rening i regnbäddar både på kvartersmark och allmän plats jämfört med nuläge (se Tabell 10). Mängder för Cr ökar efter exploatering med rening enligt StormTac men detta anses vara en osäkerhet i modellen. Krom är dessutom inte ett fokusämne för statusen i Lärjeån.

Tabell 10 Föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering (med och utan rening) för hela utredningsområdet. Markerade celler visar en ökning av föroreningsmängder jämfört med befintligt läge.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Oil	BaP
Nuläge	5,5	130	0,50	0,81	2,2	0,022	0,18	0,11	2700	14	0,00059
Framtiden utan rening	20	170	1,1	2,3	7,7	0,051	0,89	0,73	7400	52	0,0037
Framtiden med rening	4,4	63	0,11	0,36	0,72	0,0057	0,30	0,10	690	12	0,00031

Efter exploatering är ICA:s fastighet samt vägarna inom utredningsområdet högre belastade av dagvattenföroreningar än övriga områden, vilket innebär att dessa områden kommer att behöva mer omfattande rening av dagvatten. Både ICA:s fastighet och vägarna visar en högre avrinningkoefficient än medelavrinningsområdet. Förskoletomten har en betydligt lägre avrinningkoefficient än medelavrinningskoefficient, vilket innebär att mindre storlek för reningsanläggningar behövs. De två fastigheterna samt vägar inom utredningsområdet har analyserats separat.

Ytan mellan Gråbovägen och Dunörtsvägen (där ICA:s tomt ingår)

Inom ytan mellan Gråbovägen och Dunörtsvägen (där ICA:s tomt ingår) försvinner de flesta grönytorna efter exploateringen. Byggnaden får ett större fotavtryck och resten av fastigheten blir parkeringsytor (se Figur 27).



Figur 27 ICA:s tomt före och efter exploatering.

Tabellen nedan visar totala ytor och avrinningskoefficienter som har använts i StormTac beräkningen för ICA:s tomt.

Tabell 11 Input data i StormTac för ICA:s tomt.

Nuläge ICA	Area (m ²)	Avrinningkoefficient	Medel koef.
Hårdgjorda ytor	4030	0,82	0,38
Jordbruksmark	6970	0,13	
Framtiden ICA	Area (m ²)	Avrinningkoefficient	
Hårdgjorda ytor	11 560	0,82	0,82

Tabell 12 nedan visar att föroreningshalter av flera ämnen efter exploatering överstiger riktvärden. Efter rening i regnbäddar uppnås alla riktvärden. Motsvarande 7,5 % (motsvarande 680 m² eller 460 m³) av fastigheten behövs för t.ex. regnbäddar. Föroreningsmängder minskar efter rening i regnbäddar.

Tabell 12 Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering (med och utan rening) för ICA:s tomt. Jämförelse mot riktvärde där de markerade cellerna visar ämnen som överskrider gränsvärden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Oil	BaP
Nuläge	160	2000	11	19	64	0,47	6,0	4,7	63 000	370	0,025
Framtiden utan rening	230	1800	12	25	88	0,56	9,7	7,9	81 000	550	0,042
Framtiden med rening	45	640	1,0	3,4	7,3	0,061	3,2	1,1	6700	120	0,0035
Riktvärde	50	1250	28	10	30	0,90	7,0	68	25 000	500	0,27

Tabell 13 Föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering (med och utan rening) för ICA:s tomt. Markerade celler visar en ökning av föroreningsmängder jämfört med befintligt läge.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Oil	BaP
Nuläge	1,1	14	0,074	0,13	0,44	0,0033	0,041	0,032	440	2,6	0,00017
Framtiden utan rening	2,3	18	0,13	0,25	0,90	0,0058	0,099	0,080	830	5,6	0,00043
Framtiden med rening	0,46	6,5	0,011	0,034	0,074	0,00062	0,032	0,011	68	1,2	0,000036

Förskoletomten

Inom förskoletomten försvinner bara en del av de befintliga gröna ytorna efter exploateringen (se Figur 28). Antaganden är att avrinningskoefficienten för resten av fastigheten är ca 0,3 för att motsvara gröna ytor med några grusade och asfalterade delar.



Figur 28 Förskoletomten före och efter exploatering.

Tabellen nedan visar totala ytor och avrinningskoefficienter som har använts i StormTac-beräkningen för förskoletomten. Förskoletomten har i framtiden modellerats motsvarande ett flerfamiljhusområde med anpassad avrinningskoefficient enligt tabellen nedan.

Tabell 14 Input data i StormTac för förskoletomten.

Nuläge Förskola	Area (m ²)	Avrinningskoefficient	Medel koeff.
Jordbruksmark	8500	0,13	
Framtiden Förskola	Area (m ²)	Avrinningskoefficient	
Tak	740	0,9	0,35
Gård	7760	0,3	

Tabell 15 nedan visar att halten efter exploatering överstiger riktvärden. Efter rening i regnbäddar uppnås alla riktvärden. Motsvarande 6,5 % (motsvarande 190 m² eller 130 m³) av fastigheten behövs för t.ex. regnbäddar. Föroreningsmängder minskar efter rening i regnbäddar.

Tabell 15 Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering (med och utan rening) för förskoletomten. Jämförelse mot riktvärde där de markerade cellerna visar ämnen som överskrider gränsvärden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Oil	BaP
Nuläge	86	2300	8,7	13	35	0,36	1,6	0,94	43 000	160	0,0036
Framtiden utan rening	190	1800	9,6	21	72	0,44	7,9	7,3	66 000	460	0,033
Framtiden med rening	49	710	1,2	4,4	8,2	0,057	2,9	1,1	9500	110	0,0035
Riktvärde	50	1250	28	10	30	0,90	7,0	68	25 000	500	0,27

Tabell 16 Föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering (med och utan rening) för förskoletomten. Markerade celler visar en ökning av föroreningsmängder jämfört med befintligt läge.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Oil	BaP
Nuläge	0,33	9,0	0,034	0,051	0,13	0,0014	0,0061	0,0036	160	0,63	0,000014
Framtiden utan rening	0,97	9,0	0,049	0,11	0,37	0,0023	0,041	0,038	340	2,4	0,00017
Framtiden med rening	0,25	3,6	0,0064	0,023	0,042	0,00029	0,015	0,0058	49	0,57	0,000018

Vägar

Dunörtsvägen samt Angereds kyrkväg är befintliga vägar som inte ska byggas om. De genomgår dock ingen rening idag. Alla nya gator inom detaljplanen antas vara allmänna gator. På grund av att allt dagvatten från hela östra delen av planområdet kommer att avrinna till lågpunkten innan avledning via trumman mot Lärjeån är antagandet att allt trafikdagvatten från befintliga och nya lokala gator ska kunna genomgå rening i den lågpunkten där Trafikverkets dike ligger idag.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis dras slutsatsen av att 7% av ytan inom respektive fastighet behövs för dagvattenhantering. Förskoletomten kan avsätta 6,5% av ytan medan ICA:s tomt behöver avsätta 7,5%. I tabellen nedan sammanfattas ytor som behövs inom respektive fastighet samt motsvarande volymer.

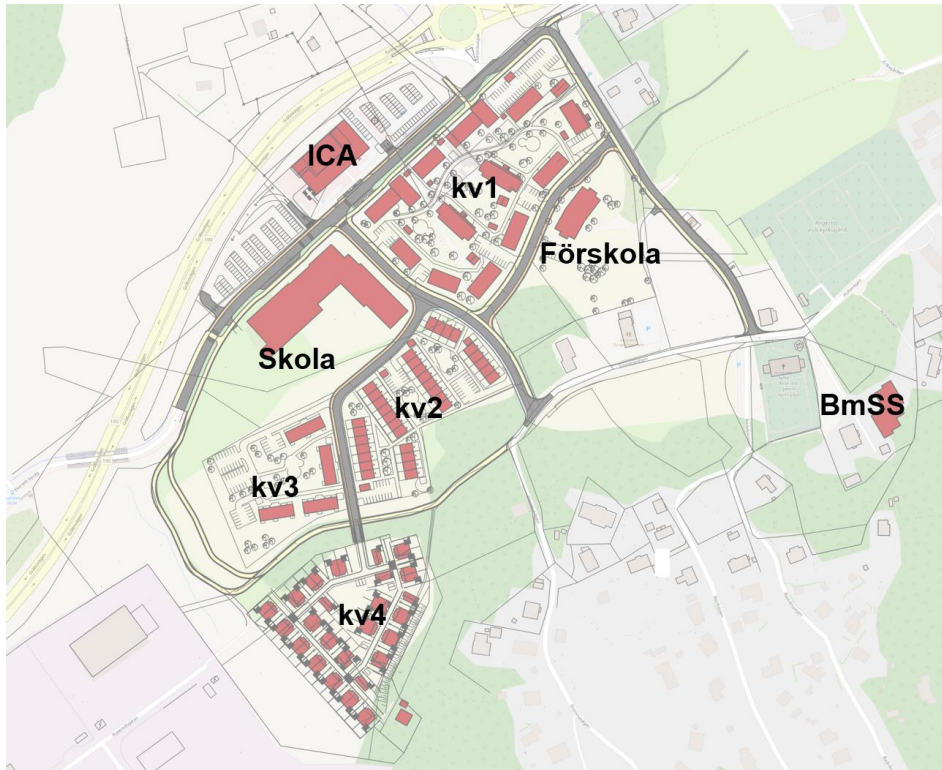
Tabell 17 Yt- och volymbehov för reningsanläggningarna inom respektive fastighet.

Fastighet	Area (m ²)	Red Area (m ²)	Reningsbehov (%)	Yta för rening (m ²)	Volym för rening (m ³)
Skola	15 850	8695	7	609	410
Förskola	8500	2994	6,5	195	131
ICA:s tomt	11 000	8740	7,5	656	441
Kv 1	20 800	11 732	7	821	553
Kv 2	11 000	6109	7	428	288
Kv 3	9000	4545	7	318	214
Kv 4	13 800	7605	7	532	358
BmSS	5850	2936	7	206	138
Vägar, GC bana, refug	19 800	15 161	7,5	1137	766
Totalt				4900	3300

3.4 Skyfallsanalys

Skyfallssituationen har analyserats utifrån situationsplanen som visas i Figur 29 och markmodellen som Norconsult levererade i maj 2024 för framtida exploatering.

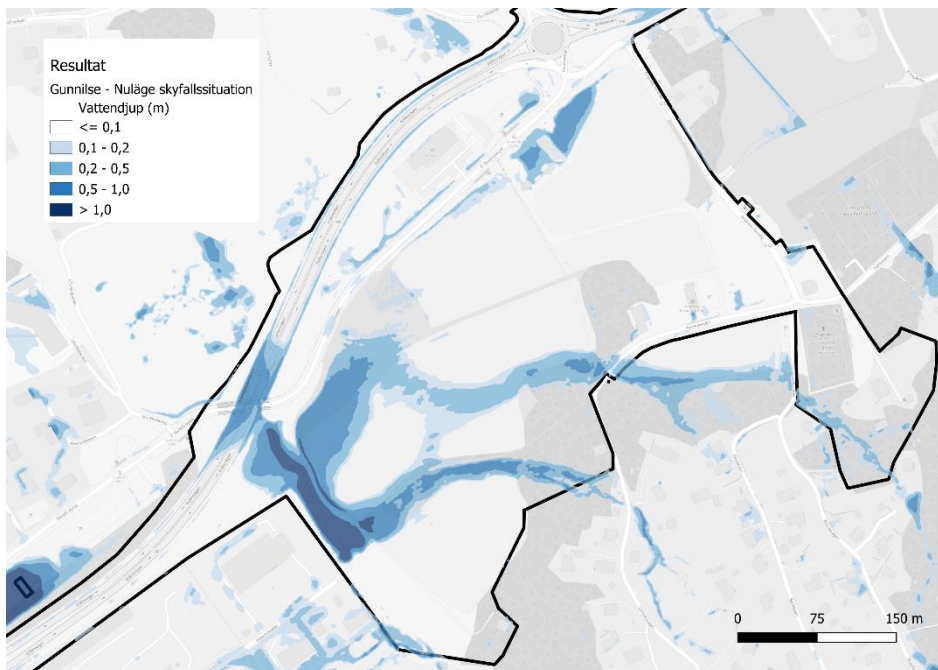
Strukturplanmodellen har uppdaterats för att analysera området mer i detalj. Modellen har uppdaterats till MIKE+ och höjdsättningen har importerats som en mesh till modellen (med cellstorlek mellan 1 och 4 m²). I Bilagan finns mer detaljerad modellinformation. Olika scenarier har modellerats under projektets gång och alla scenarion beskrivs i tabellen som finns i Bilagan. *Scenario 01, 02, 03 och 08* presenteras vidare i rapporten.



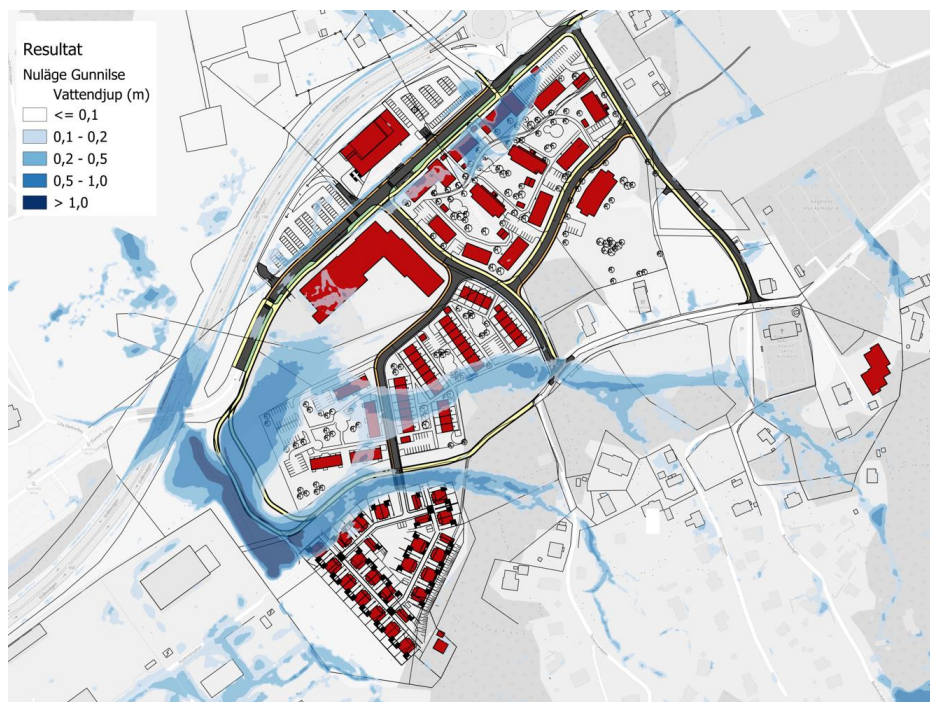
Figur 29 Situationsplanen för utredningsområdet (bearbetat i QGIS).

3.4.1 Nuläge – Scenario 01

Scenario 01 visar befintlig skyfallssituation (Figur 30). I Figur 31 nedan har befintlig skyfallssituation och planförslaget överlagrats för att påvisa var det planeras ny exploatering i förhållande till befintliga avrinningsvägar och vattenansamlingar vid skyfall. Kvarteren 1, 2, 3 och 4 skulle drabbas av skyfall.



Figur 30 Befintlig skyfallssituation.



Figur 31 Befintlig skyfallssituation överlagrat med framtida exploatering utan några åtgärder för skyfallshantering inlagda.

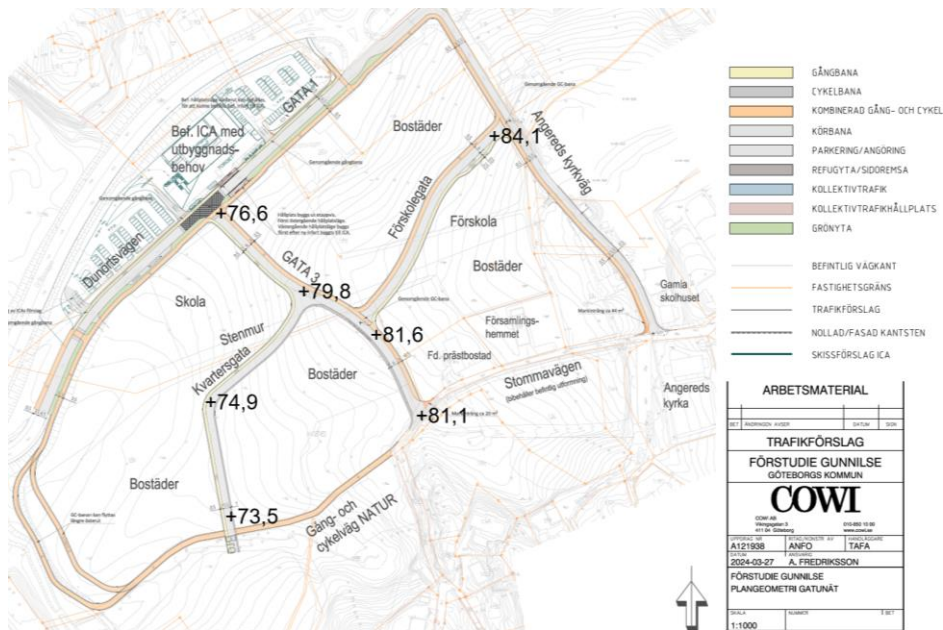
3.4.2 Framtida situation utan åtgärder – Scenario 02

Scenario 02 modellerades genom att uppdatera markmodellen. Norconsult utvecklade en helhetsmarkmodell baserat på befintliga höjder inom och i angränsning till utredningsområdet, höjdsättningsprincipen som fanns framtagen för privata fastigheter (utspridda höjdpunkter inom respektive kvarter) samt trafikförslaget som levererades av COWI (2024-03-27) (se Figur 32).

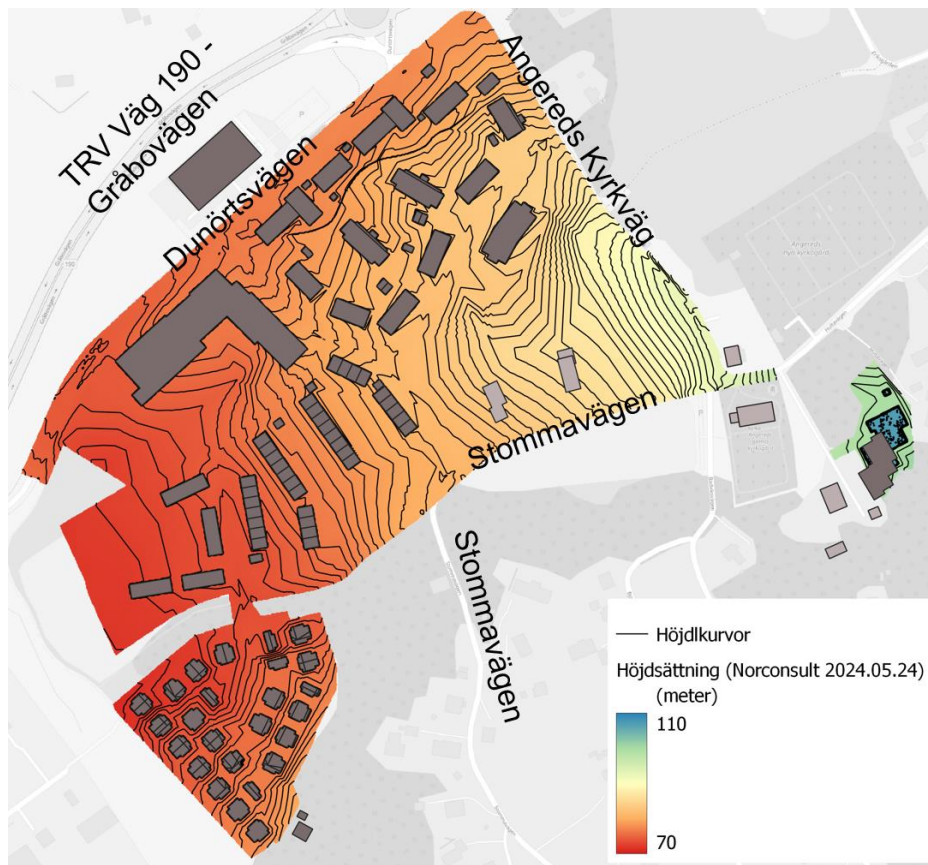
Trafikförslaget som levererades av COWI hade en hög detaljeringsgrad. Höjdsättningen inom de privata fastigheter hade en låg detaljeringsgrad där endast några utspridda höjdpunkter hade föreslagits. Norconsult gjorde därför en sammanvägning och en interpolering för att ta fram en grov markmodell som skulle kunna fungera bra för en skyfallsmodell.

Markmodellen som Norconsult levererade den 24:e maj 2024 till Kretslopp och vatten framgår i Figur 33.

Markmodellen har använts som grundunderlag för skyfallsmodelleringen för att kunna analysera området och säkerställa att vattnet rinner som det är tänkt och till genomtänkta lågpunkter. Men den är en grov markmodell som inte kan användas rakt av för att dra slutsatser för exakta siffror.

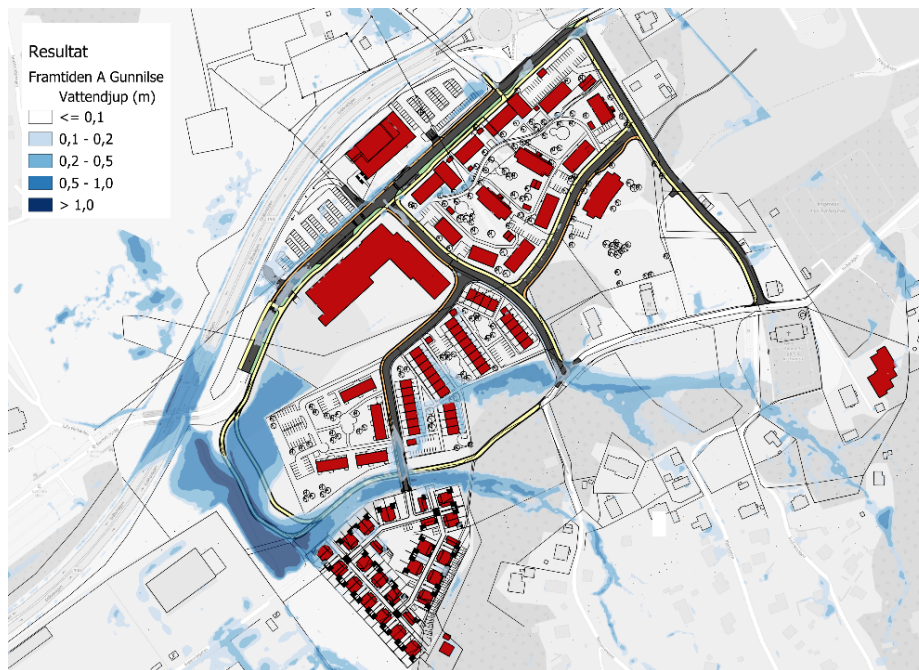


Figur 32 Trafikförslag, COWI 2024-03-27.



Figur 33 Markmodellen för framtida scenario (Källa: Norconsult 2024-05-24, bearbetad av KoV i QGIS).

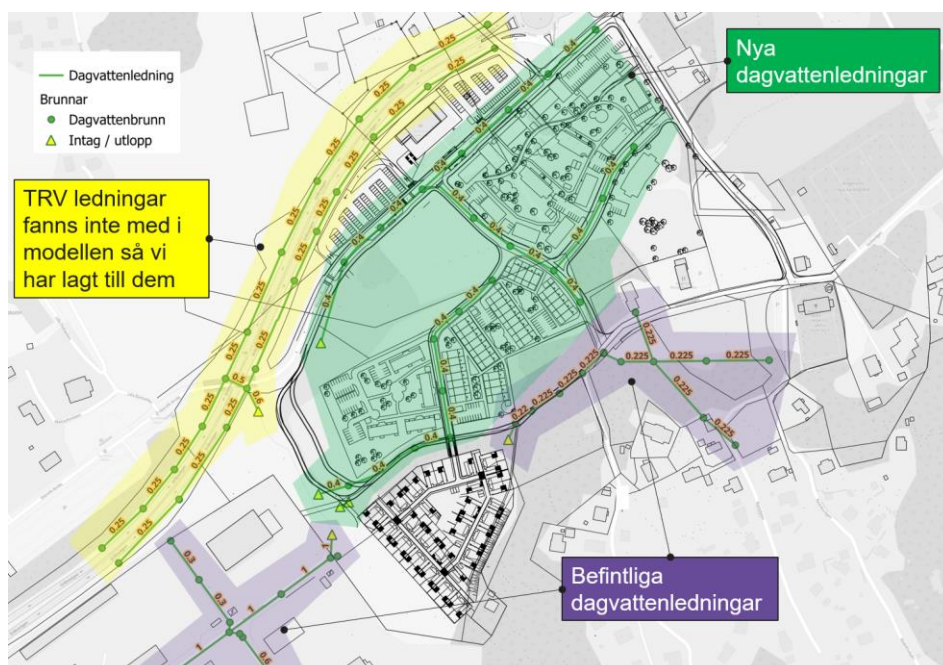
Resultatet i Figur 34 visar att med föreslagen markmodell fortsätter skyfallsflödet rinna genom planområdet och påverkar kvarter 2 och 3 som är placerade i den befintliga avrinningsvägen (skyfallsflöde A). Den fyllning av marken som föreslås längs hela södra delen av Dunörtsvägen gör att de nya byggnaderna längs vägen inte påverkas.



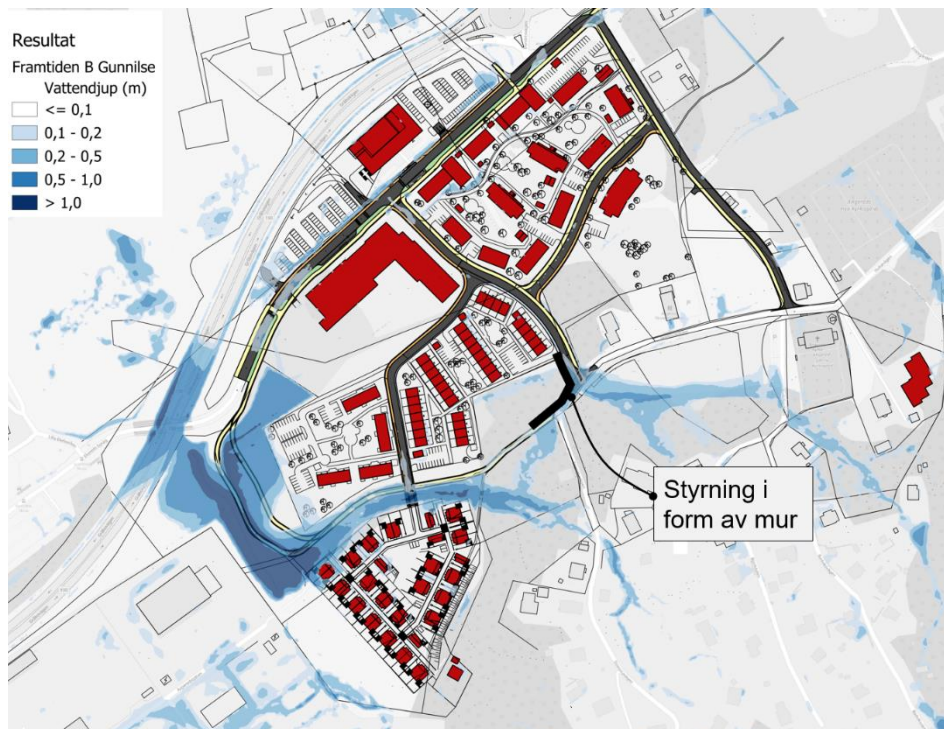
Figur 34 Skyfallssituationen med föreslagen markmodell.

3.4.3 Framtida situation, preliminära åtgärder – Scenario 03

Scenario 03 modellerades genom att inkludera en grov uppskattning av framtida ledningar inom planområdet (Figur 35). Framtida höjdsättning som inkluderades i Scenario 2 uppdaterades genom att inkludera en styrningsanläggning för att säkerställa att skyfallsflöden kan ledas till bäcken för att skydda kvarter 2 och 3. Styrningen behöver vara ca 60 cm hög.

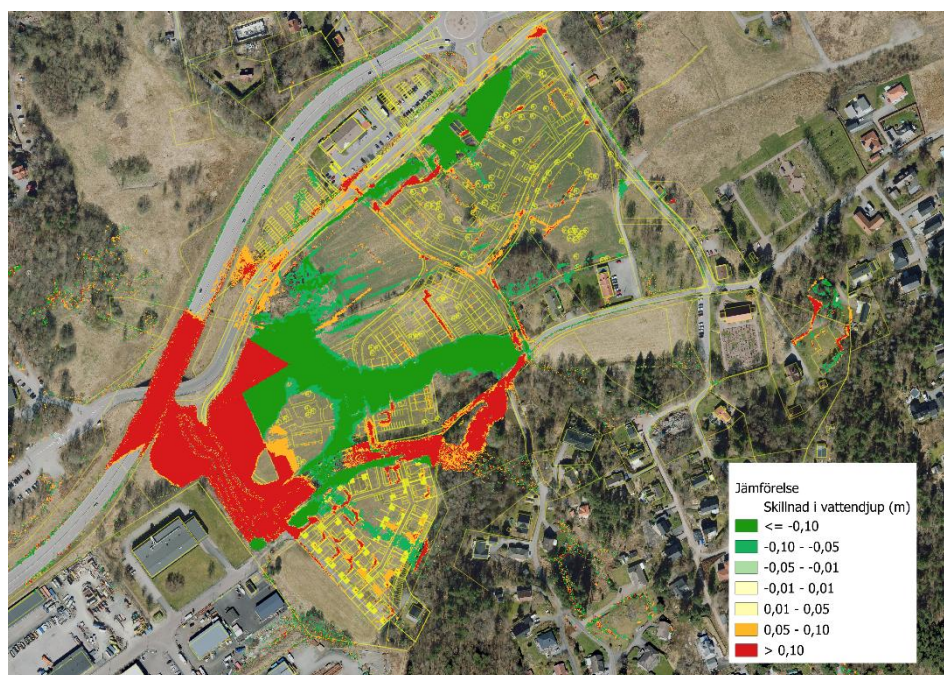


Figur 35 Befintliga och framtida ledningar inom och i närheten till planen.



Figur 36 Skyfallssituationen med föreslagen markmodell, nya ledningar och styrning mot bäcken (markerad med tjocka svarta linjen längs Stommavägen).

Figur 37 nedan visar en jämförelse mellan *scenario 01* (nulägesituationen) och *scenario 03* där färgerna visar var inom planen vattendjupet ökar (röda färger) eller minskar (gröna färger) vid exploatering. På grund av att skyfallsflödet leds om mot bäcken blir det mer vatten längs bäcken och detta är acceptabelt enligt slutsatser från Naturvärdesinventeringen. Bilden visar dock att den befintliga lågpunkten hanterar en större skyfallsvolymer och att detta i sin tur påverkar Trafikverkets väg 190. Detta är inte acceptabelt och därför har höjdsättningen utvecklats vidare för att utöka lågpunktens kapacitet.



Figur 37 Jämförelse av vattendjup mellan *scenario 01* och *03*.

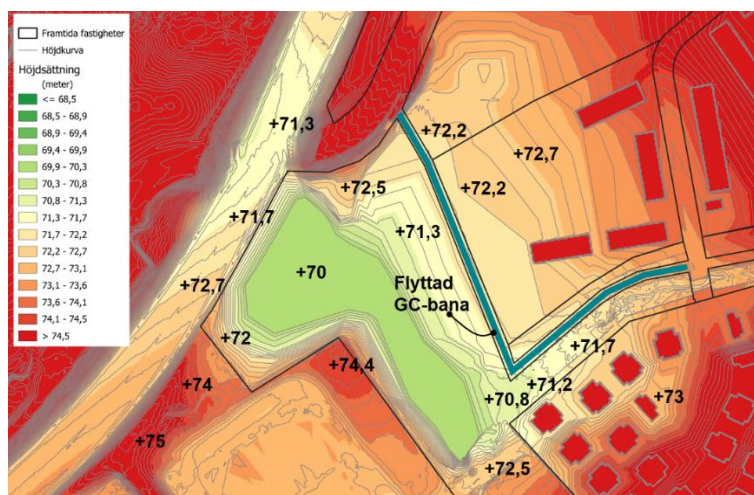
3.4.4 Framtida situation med åtgärder – Scenario 08

Scenario 08 simulerades genom att uppdatera höjdsättningsfilen ytterligare. Interpoleringen genomfördes av Kretslopp och vatten i en iterativ process tillsammans med stadens projektgrupp.

Den befintliga gång- och cykelbanan flyttades österut mot kvarter 3 och skoltomten för att frigöra en större yta (se Figur 38). Det befintliga diket som byggdes av Trafikverket för att hantera dagvatten från Väg 190 utökades för att frigöra en större yta för skyfallshantering (se Figur 38) i form av en lågpunkt (10 000 m³) som blir en översvämningssyta för skyfall. Lågpunkten (översvämningssyta med större översvämningssyta) ska totalt kunna omhänderta upp till 25 000 m³. Utloppet behöver utformas så att en viss fördröjning ska kunna ske i lågpunkten för att klara fördröjningskravet för dagvatten och inte påverka ledningsnätet. Utbredningen och utformningen av ytan behöver ses över i projekteringsskedet.

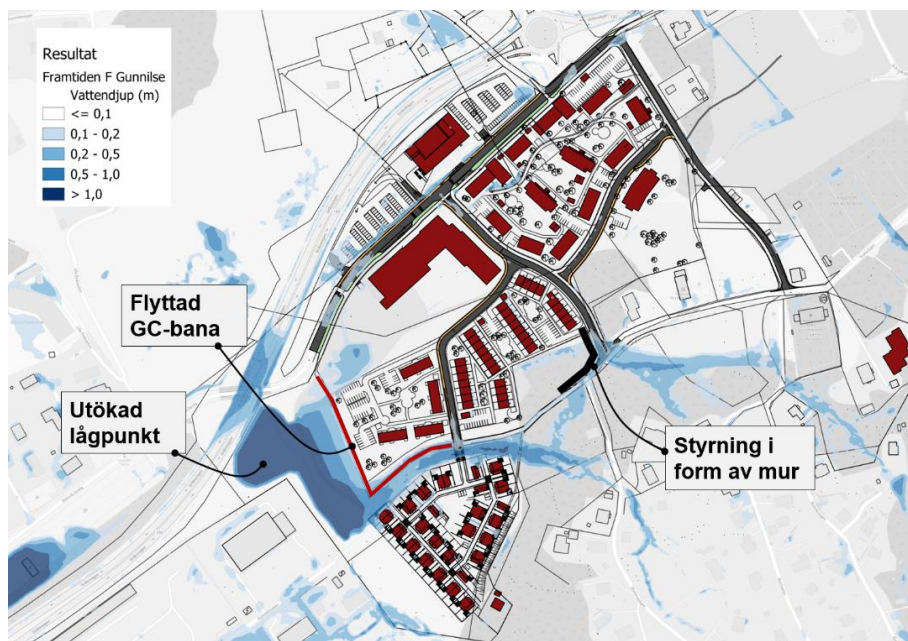
Utformningen som presenteras nedan är framtagen av Kretslopp och vatten efter en iterativ process i samarbete med projektgruppen. Utgångspunkten är att lågpunkten inte ska bli djupare utan den ska utvidgas. Utformningen är inte analyserad eller granskad utifrån andra krav än skyfallskrav. Det är viktigt att analysera genomförbarheten av den utökade lågpunkten utifrån bland annat:

- Släntstabilitet mot Väg 190 och Dunörtsvägen
- Släntstabilitet mot befintlig fastighet ANGERED 76:1
- Grundvattennivåer
- Påverkan på grundvattenförekomsten
- Sättningsrisker
- Erosion på slänter
- Trafiksäkerhet mot Väg 190 samt vägrätt



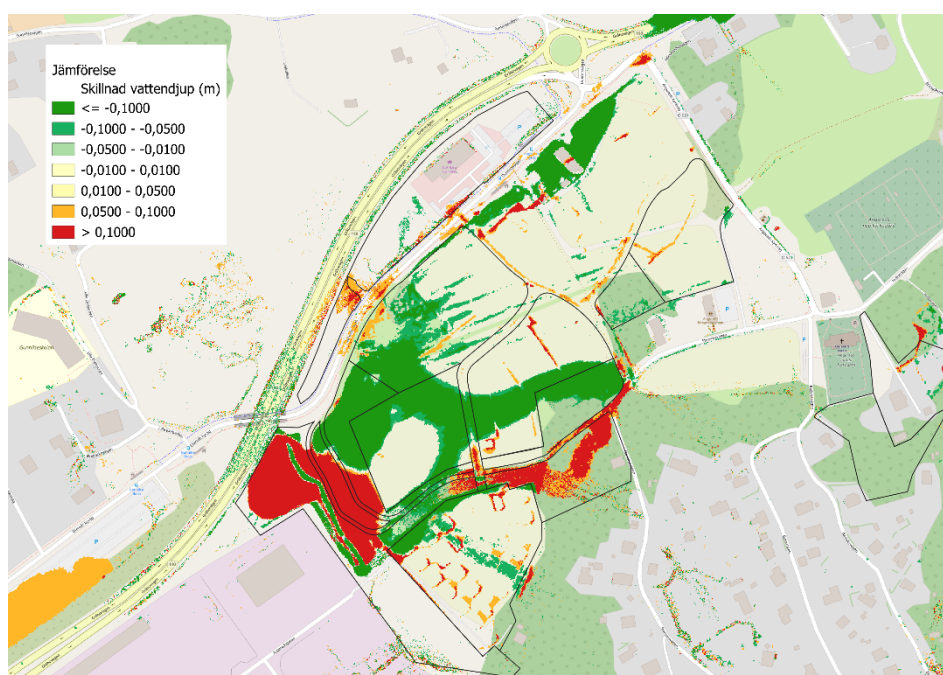
Figur 38 Uppdatering av höjdsättning vid lågpunkten.

Figur 39 visar skyfallssituation med framtida exploatering. Med genomförda ändringar i höjdsättningsfilen leds skyfallsvattnet mot lågpunkten utan att påverka planerad exploatering. I senare skede behöver höjdsättningen mellan skoltomten, kvarter 3 och lågpunkten ses över för att säkerställa att alla funktioner kan uppfyllas inom respektive fastighet.



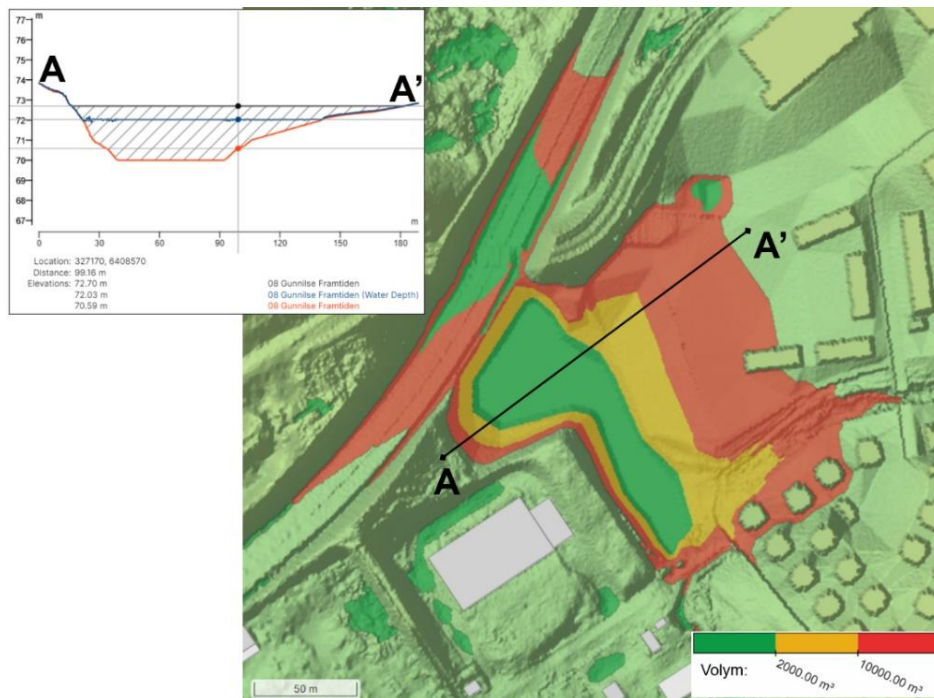
Figur 39 Skyfallssituationen med föreslagen markmodell, nya ledningar, styrning mot bäcken, flyttning av GC-banan och utökad lågpunkt.

Figur 40 nedan visar en jämförelse mellan *scenario 1* (nulägesituationen) och *scenario 8* (framtida scenario F) där färgerna visar var inom planen vattendjupet ökar (röda färger) eller minskar (gröna färger) vid exploatering. På grund av att skyfallsflödet leds om mot bäcken blir det mer vatten längs bäcken och detta är acceptabelt. Bilden visar att genom att utöka den befintliga lågpunkten kan översvämningssytan hantera en större skyfallsvolym och därmed förväntas inte vattendjupet öka på Trafikverkets väg. Detta innebär att vägen kommer fortsättnisvis inte vara framkomlig vid ett skyfall. Det finns dock alternativa vägar för att nå till planområdet.



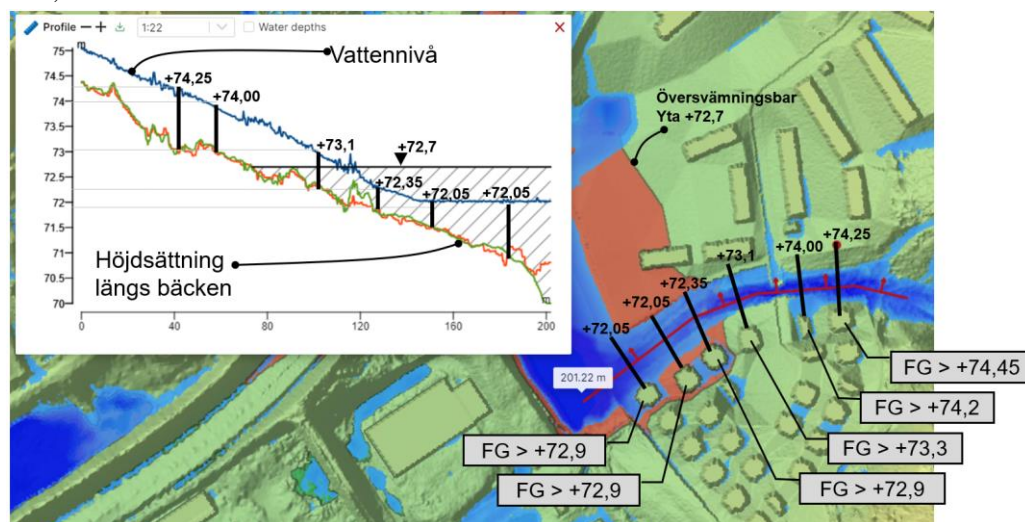
Figur 40 Jämförelse mellan nuläge och föreslagen framtida situation (*scenario 1* och *8*).

Figur 41 nedan visar skyfallsvolymer som kan hanteras inom lågpunkten. Inom den gröngula ytan kan upp till 10 000 m³ hanteras innan vattnet börjar rinna ut till Väg 190 samt innan nivån stiger till marknivån inom kvarter 4. Vattennivån inom det gröngula området är ca +72,1. Vattennivån kan dock stiga högre upp till +72,7 inom den röda ytan. Det är viktigt att nivåer på färdigt golv inom kvarter 3 och 4 planeras i förhållande till både vattennivåer i bäcken samt i lågpunkten (se Figur 42).



Figur 41 Skyfallsvolymer som kan hanteras i lågpunkten.

Första raden av villor inom kvarter 4 mot bäcken riskeras att bli översvämmade och ha erosionsproblem på grund av närheten till bäcken. Rekommendationen är därför att inte bygga så nära bäcken eller att höja marken inom kvarter 4. Nivåer på färdigt golv inom kvarter 4 behöver planeras minst på +72,9 baserat på Figur 42. Kvarter 3 borde också planera med nivåer på färdigt golv på minst +72,9.



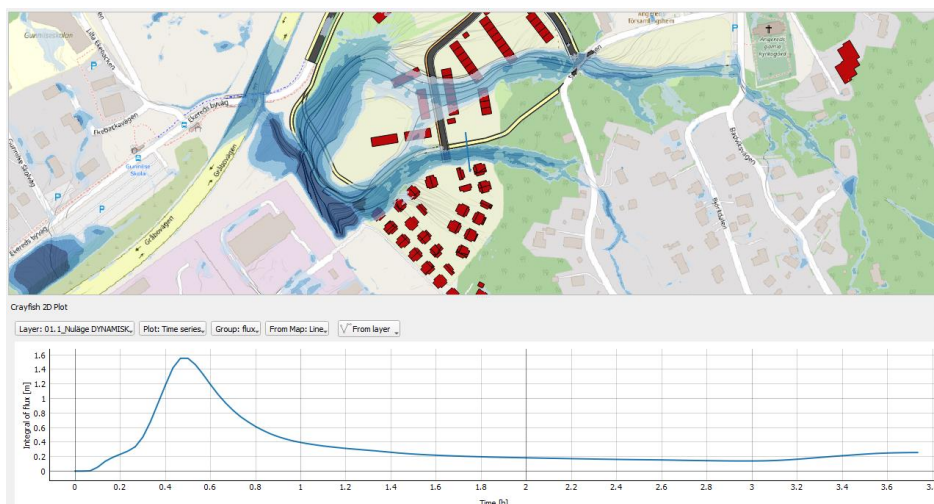
Figur 42 Färdig golvnivåer för kvarter 4 baserat på vattennivåer i bäcken samt vattennivåer i lågpunkten.

För att kunna komma fram till kvarter 4 planeras dessutom en bro/väg över bäcken. Bron behöver planeras för att klara skyfallsflödet längs bäcken. Befintligt flöde i bäcken vid en skyfallshändelse motsvarar ca $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (1600 l/s) (Figur 43) men vid omdirigering av skyfallsflödet mot bäcken blir flödet längs bäcken ungefär $4 \text{ m}^3/\text{s}$ (4000 l/s) (Figur 44). Bäcken är ganska flack (ca 15 ‰) vilket betyder att sektionen under bron behöver vara ganska stor för att skyfallsflödet ska kunna passera. Om exploitören vill undvika att bygga vägen i form av brokonstruktion med fundament på båda sidor av bäcken och bygga det som en väg med en trumma behöver trumman vara ca 1400 mm (enligt kalkyl med Colebrook-White diagram).

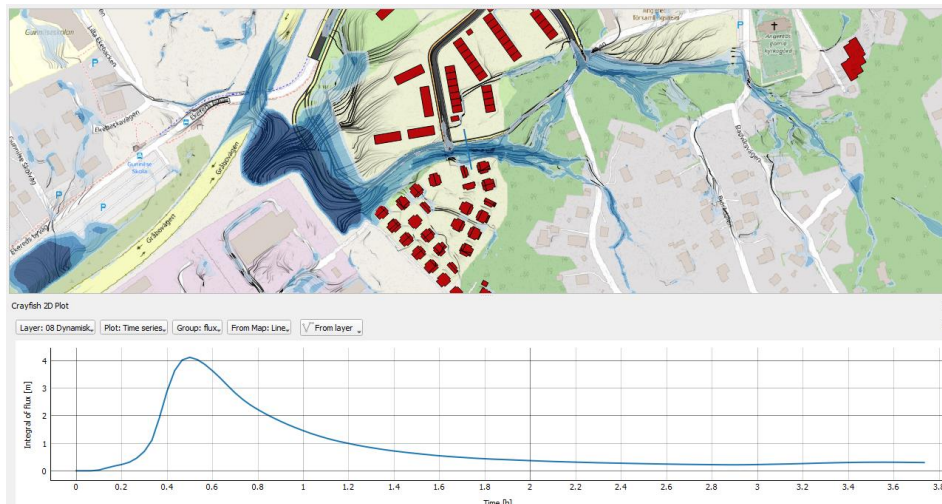
Området runtomkring är dock platt vilket innebär att en 1400 mm trumma inte är tekniskt genomförbar utan att påverka bäcken rejält pga. att bäcken skulle behövas schaktas ner. Sannolikt skulle istället fem stycken 600 mm trummor behövas för att kunna leda skyfallsflödet under vägen (se Figur 45). Oavsett vald lösning påverkas omgivningen och bäcken väldigt mycket med konstruktionen av en bro eller en väg. Underhållsfrågan är dessutom viktigt för att säkerställa funktionen.

Eftersom planen befinner sig i ett skogsområde finns det stor risk att grenar och annat organiskt material sätter igen trummorna vid större regnhändelser. Under normala förhållanden behöver material framför trummorna tas bort regelbundet vilket innebär att man bygger ett driftmoment som skulle kunde undvikas och som kan ge allvarliga konsekvenser för vägen samt skapa översvämningar om det inte sköts.

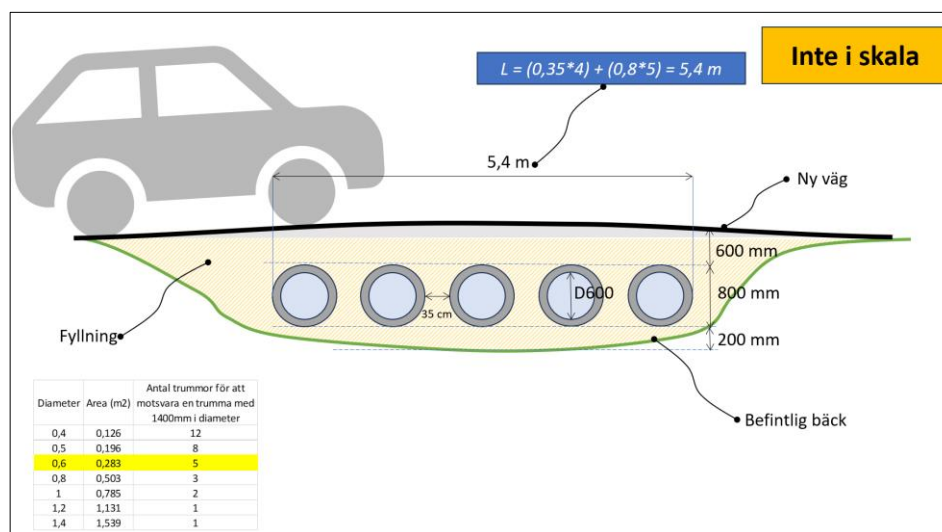
Utifrån ett skyfallsperspektiv är dock bästa lösningen att bygga en upphöjd bro med en stor sektion under som inte hindrar skyfallsflödet. På det sättet skulle rensningsbehovet minskas och funktionen säkerställas.



Figur 43 Befintlig flöde längs bäcken vid en skyfallshändelse.



Figur 44 Framtida flöde längs bäcken vid en skyfallshändelse.



Figur 45 Visualisering av en princip för vägsektionen mot kvarter 4 för att klara skyfallsflödet.

3.4.5 Risker

Baserat på punkterna i Kapitel 1.1 och analysen presenterad i avsnitt 3.4 har följande risker och åtgärdsbehov identifierats:

Tabell 18 Sammanfattning av skyfallsrisker.

Krav	Risk	Krävs en åtgärd?
Riskeras ny bebyggelse att skadas vid skyfall?	Ja	Ja, det kan lösas med höjdsättningsförslaget och föreslagna skyfallsåtgärder. Föreslagna färdiga golvnivåer behöver följas och analyseras närmare vid projektering.
Finns vägar/entréer inom planen som riskeras att inte vara framkomliga?	Ja	Nej. Väg 190 har ett befintligt översvämningssproblem men förvärras inte av planen. Inga övriga vägar inom planområdet visar framkomlighetsproblem.
Finns vägar till och från planområdet som riskeras att inte vara framkomliga?	Ja	Nej. Väg 190 har ett befintligt problem men Dunörtsvägen och Ekereds Byväg kan användas för att nå planen (som är dessutom utpekade som utryckningsvägar).
Finns risk att översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras?	Ja	Ja, det kan lösas med höjdsättningsförslaget samt föreslagna åtgärder
Säkerställer planen strukturplanen?	Nej	En skyfallsyta skapas på samma plats men på grund av ökad exploateringsgrad omhändertas inte hela volymen som föreslås i strukturplanen (Y10 skyfallsyta)
Beaktar planen vattenkvalitet i samband med skyfall?	Beaktas	Nej

4 Föreslagna åtgärder

För att detaljplanen ska vara lämplig för bebyggelse behöver regnvatten tas omhand 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.

4.1 Dagvattenåtgärder

Olika dagvattenanläggningar är olika yteffektiva. Regnbäddar är till exempel mer yteffektiva än makadamdiken men makadamdiken är å andra sidan ofta billigare ur ett anläggnings- och driftperspektiv. Ett underjordiskt magasin med filterkassett är ofta mer yteffektiva men innebär ofta en större anläggnings- och driftkostnad.

Volymer som behövs för att klara reningskrav är större än fördröjningsvolymen vilket innebär att anläggningar behöver dimensioneras utifrån reningsvolymen. Ungefär 7% av ytan inom respektive fastighet behövs för dagvattenhantering (om dagvattenhantering sker i regnbäddar). I tabellen nedan sammanfattas ytor som behövs inom respektive fastighet samt motsvarande volymer vid rening och fördröjning av dagvatten i regnbäddar. Andra dagvattenanläggningar kan anläggas så länge de uppfyller krav på rening och fördröjning. Volym- och ytbehov kommer då bli annorlunda.

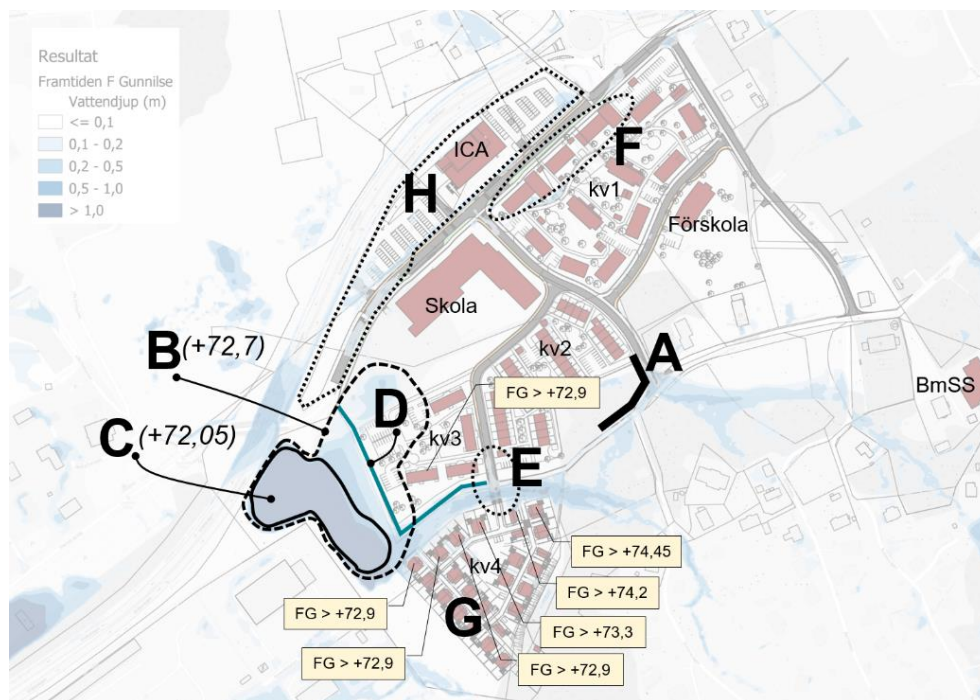
Tabell 19 Yt- och volymbehov för dagvattenanläggningarna inom respektive fastighet vid anläggande av regnbäddar för dagvattenhantering.

Fastighet	Volym för fördröjning (m ³)	Volym för rening (m ³)	Yta för dagvattenhantering (m ²)
Skola	90	410	609
Förskola	30	131	195
ICA:s tomt	90	441	656
Kv 1	120	553	821
Kv 2	60	288	428
Kv 3	45	214	318
Kv 4	75	358	532
BmSS	30	138	206
Vägar, GC-bana, refug	1070	766	*

* Utgångspunkten är att fördröjningen och reningen som behövs på allmän plats ska kunna ske i den lågpunkten som skapas inom området. Detta innebär att lågpunkten behöver utformas som en dagvattenanläggning med skyfallsfunktion. Lågpunkten behöver kunna rena ca 770 m³, fördröja 1070 m³ och hantera skyfall. Det finns dessutom behov av att kompensera för övriga borttagna naturvärden (enligt Naturvärdesinventeringen) vilket innebär att lågpunkten behöver planeras för flera olika funktioner. Se Figur 49 för inspiration.

4.2 Skyfallsåtgärder

Figur 48 nedan visar åtgärder som behövs för att hantera skyfall inom planområdet. Tabell 20 beskriver alla skyfallsåtgärder. Det är också viktigt, både med hänsyn till dagvatten- och skyfallshantering, att marken som omger en byggnad sluttar från byggnaden så att vatten inte riskerar att bli stående mot byggnaden och skada den.



Figur 48 Föreslagna åtgärder för skyfallshantering. FG = Färdigt golv.

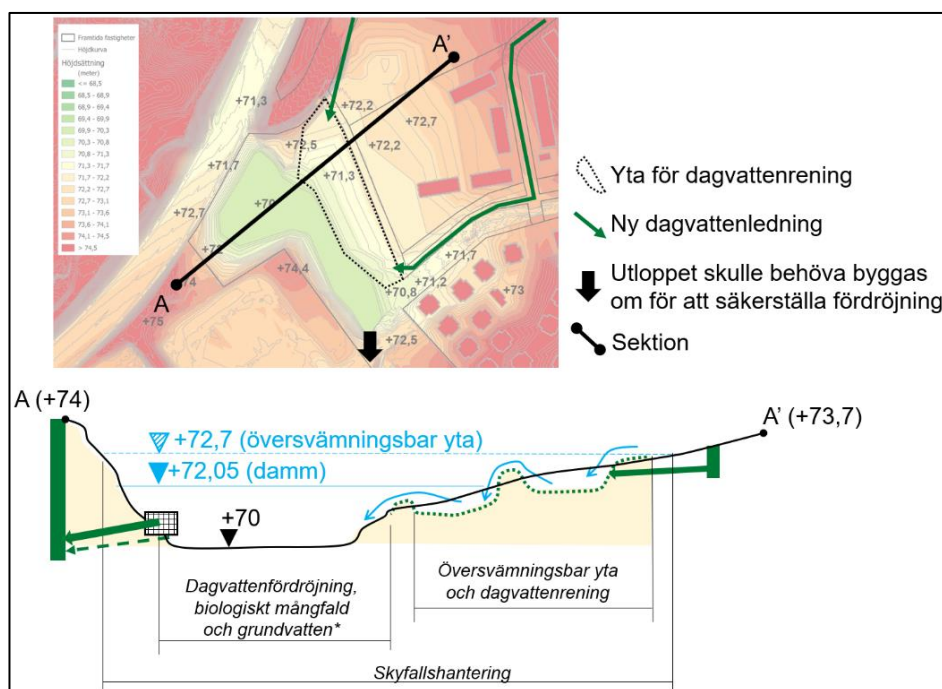
Tabell 20 Beskrivning av skyfallsåtgärder.

Åtgärd	Beskrivning
Höjdsättning (över hela utredningsområdet) *	Höjdsättning av byggnader ska göras i enlighet med de höjdsättningsprinciper som presenteras i avsnitt 3.4.4 samt rekommendationerna i TTÖPen. Den framtida höjdsättningen (underlag från Norconsult, 2024-05-24) är grunden för att kunna ha en robust skyfallshantering. Trafikförslaget säkerställer att skyfallet leds först och främst längs gatorna inom utredningsområdet mot lågpunkten.
Nya ledningar (över hela utredningsområdet)	Nya dagvattenledningar behövs för hela utredningsområdet. Specifika placeringar och storlek behöver analyseras närmare under projekteringskedet.
A - Styrning	Mur/vall (ca 90m lång och 60 cm hög) för att säkerställa att skyfallsflödet leds mot bäcken för att skydda kvarter 2 och 3. Det är viktigt att säkerställa att naturområdet mellan styrningen och kvarter 2 fortsättningsvis kan ta emot dagvatten för att ta hand om övriga värden inom naturområdet (biologisk mångfald).

Åtgärd	Beskrivning
B, C - Översvämningsyta (ca 9000 m ²) med översvämningsbar yta (ca 1,5 ha)	<p>Det befintliga diket som byggdes av Trafikverket för att hantera dagvatten från Väg 190 behöver utvidgas. En 10 000 m³ stor översvämningsyta behövs på allmän plats för dagvatten- och skyfallsfördröjning kombinerat med regnbäddar för rening av dagvatten. Lågpunkten ska totalt kunna omhänderta upp till 25 000 m³ för att inte försämra översvämningsrisken längs Trafikverkets väg, vilket uppfylls med de förslag som ges i denna rapport.</p> <p>Denna yta sammanfaller med en strukturplansåtgärd (Y10). Strukturplanen syftar på att skydda befintligheter och förbättra situationen längs Trafikverkets väg. På grund av ökad exploateringsgrad, vilket leder till en större avrinning, behöver en större volym hanteras än den som föreslås i strukturplanen. Inom planen har det inte varit möjligt att utöka lågpunkten så mycket att detta uppfylls utan vägen kommer fortsättningsvis inte vara framkomlig vid ett skyfall. Detta innebär att hela volymen som föreslås i strukturplanen inte kan omhändertas.</p> <p>Utloppet behöver utformas så att en viss fördröjning ska kunna ske i lågpunkten för att klara fördröjningskravet för dagvatten och inte påverka ledningsnätet. Utbredningen och utformningen av ytan behöver ses över i projekteringskedet.</p>
D - Ny GC-väg	Den befintliga gång- och cykelvägen behöver flyttas för att säkerställa att lågpunkten kan omhänderta skyfallsvolymen som framgår i rapporten.
E - Framtida bro mot kvarter 4	Utformningen av den framtida vägen behöver analyseras vidare för att säkerställa att skyfallsflödet kan rinna längs bäcken utan begränsningar. Brokonstruktion rekommenderas som möjliggör för skyfallsflödet om 4 m ³ /s att passera.
F - Färdig golvnivå inom kvarter 1*	Färdig golvnivå för byggnaderna längs Dunörtsvägen inom Kvarter 1 är beroende av markutformningen. Höjdsättningen inom den fastigheten är osäker och behöver därför analyseras närmare i projekteringskedet.
G - Färdig golvnivå inom kvarter 3 och 4*	Det är viktigt att planera färdigt golvnivåer inom kvarter 3 och 4 i förhållande till både vattennivåer i bäcken samt i lågpunkten. Rekommenderade FG-nivåer framgår i Figur 41 och Figur 42 men detta behöver ses över i projekteringskedet när en mer detaljerad höjdsättning finns för kvartersmark FG behöver minst ligga på +72,9.
H - ICA:s tomt och skolans parkering	Inget höjdsättningsförslag har tagits fram för fastigheten. Det är viktigt att säkerställa fastigheten kan avvattnas mot översvämningsytan söder om Dunörtsvägen (genom t.ex. trummor under vägen).

* Markmodellen har använts som grundunderlag för skyfallsmodelleringen för att kunna analysera principer och säkerställa att vattnet rinner till de genomtänkta lågpunkterna. Men den är en grov markmodell som kan inte användas rakt av för att dra slutsatser för exakta siffror.

En utformningsprincip för lågpunkten har tagits fram som inspirationsbild som skulle kunna säkerställa alla funktioner som behöver finnas, se Figur 49. Genom att utforma reningsdelen av ytan som en terrasserad regnbädd kan dagvattnet från det nya dagvattensystemet fångas. Lågpunkten i sig kan användas främst för att omplacera värden som behöver ersättas enligt NVI (och som idag är i kontakt med höga grundvattennivåer), fördröjning av dagvatten och hantering av skyfall vid en skyfallshändelse. Hela sektionen ska oavsett vara översvämningsbar vid skyfall. Utloppet behöver delvis byggas om.



Figur 49 Inspirationsbild för utformning av lågpunkten.

4.3 Kostnads kalkyl och ansvarsfördelning

Dagvatten

Exploatörer ansvarar för dagvattenanläggningarna inom kvartersmark. I tabellen nedan sammanfattas kostnader för dagvattenanläggningar inom respektive fastighet. Enligt ”Schablonkostnader för dagvattenanläggningar” rapporten som Kretslopp och vatten har tagit fram, kostar en regnbädd mellan 4000 och 10 500 kr per m³. Investeringskostnaden innefattar inte endast anläggningskostnad utan även kostnaden för nödvändiga undersökningar (geoteknisk- och markmiljöundersökning).

Ingen kostnadsberäkning inkluderas för alla nya dagvattenledningar som behövs inom planområdet. Detta inkluderas i VA-utredningen.

Tabell 21 Yt- och volymbehov för föreslagna dagvattenanläggningar inom respektive fastighet.

*Allmän plats - ingår delvis i kostnaden för lågpunkten under skyfallsavsnittet nedan.

Fastighet	Volym (m ³)	Investeringskostnad	
		Min (kr)	Max (Mkr)
Skola	410	1,65	4,3
Förskola	131	0,55	1,4
ICA:s tomt	441	1,75	4,6

Kv 1	553	2,2	5,8
Kv 2	288	1,15	3,0
Kv 3	214	0,85	2,3
Kv 4	358	1,4	3,8
BmSS	138	0,55	1,5
Vägar, GC bana, refug*	766	3,0	8,0

Skyfall

- 1. Översvämningsyta:** Kretslopp och vattens rekommendation är att lågpunkten klassas som en multifunktionell yta (dagvattenanläggning med skyfallsfunktion samt kompensationsåtgärder för biologisk mångfald – typ 4 enligt gällande dagvattenöverenskommelse) som hanterar vatten från flera olika förvaltare/markägare. Både Stadsmiljöförvaltningen och Kretslopp och vatten behöver ha rådighet över anläggningen. Funktionsansvar fördelas efter respektive förvaltnings nytta av anläggningen vilket innebär att parterna står för investeringskostnader i förhållande till funktionsansvar. Kostnadsfördelningen för drift och underhåll och framtida reinvesteringar sker utifrån överenskommet förvaltningsansvar. Kretslopp och vattens rekommendationen är att kostnadsfördelning ska vara klar innan detaljplanen vinner laga kraft. Ingen kostnadsberäkning har gjorts för all schaktning och flyttning som behövs inom hela planområdet för att anpassa höjdsättningen enligt föreslagen markmodellen. Det kan vara aktuellt att återanvända schaktmassor som schaktas ur lågpunkten (när den befintliga diken utvidgas) för fyllningen som behövs söder om Dunörtsvägen (inom Kvarter 1 och skolfastigheten) om markmiljöundersökningen tillåter. Men uppskattningsvis kan den djupaste delen av torrdammen kosta mellan 2000 och 5500 kr/m² (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2019) vilket motsvarar en total kostnad mellan 18 och 50 miljoner kronor.
- 2. Styrning:** Syftet med styrningen är att leda om skyfallsflödet till bäcken för att skydda kvarter 2 och 3. Enligt skyfallsanvisningen ska styrningen bekostas av exploateringsbidrag. Förslagsvis ska styrningen placeras på allmän plats vilket innebär att den ska ägas och förvaltas av Stadsmiljöförvaltningen. Enligt åtgärds katalogen (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2019) kostar en mindre mur i naturmiljö ca 2800–6900 kr/m. Planerade muren behöver vara ca 90 m vilket skulle kosta mellan 252 000 och 621 000 kr.

4.4 Alternativa lösningar

Följande åtgärdsalternativ har beaktats men avskrivits på grund av rådande förutsättningar inom planområdet.

- Fördröjningsyta för skyfall inom ANGERED 7:98. Lösningen har avskrivits på grund av att den inte visade någon effekt vid skyfallsmodellering.

5 Slutsatser och rekommendationer

Slutsatser dagvatten

- Nya dagvattenledningar och dagvattenserviser behövs över hela utredningsområdet.
- Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering. Med rening uppnås kraven. Ungefär 7% av ytan inom respektive fastighet behöver avsättas för dagvattenhantering. Det är dessutom viktigt att utforma lågpunkten som en dagvattenanläggning med skyfallsfunktion för att kunna rena dagvatten från allmän plats. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.
- Om planen genomförs innebär det att flödet från området ökar. Det finns endast ett utlopp från hela planen. Det är viktigt att utforma lågpunkten för att fördröja dagvattnet. Detta innebär att utloppet eventuellt behöver byggas om.
- Med föreslagna åtgärder uppnås kravet för fördröjning på kvartermark och allmän plats.
- Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.

Slutsatser skyfall

- Hela planområdet behöver anpassa höjdsättningen för att säkerställa att ytvattnet når lågpunkten.
- Höjdsättningen kring byggnaderna behöver anpassas till skyfallet för att inte översvämmas.
- En styrning av skyfallsflödet behövs för att säkerställa att vattnet kan ledas till bäcken vid en skyfallshändelse.
- Lågpunkten behöver utformas som en dagvattenanläggning med skyfallsfunktion. Övriga naturvärden behöver också kunna ersättas i lågpunkten enligt NVI.
 - Denna yta sammanfaller med en strukturplansåtgärd (Y10). Strukturplanen syftar på att skydda befintligheter och förbättra situationen längs Trafikverkets väg. På grund av ökad exploateringsgrad, behöver en större volym hanteras än den som föreslås i strukturplanen. Inom planen har det inte varit möjligt att utöka lågpunkten så mycket att detta uppfylls utan vägen kommer fortsättningsvis inte vara framkomlig vid ett skyfall.
- Med de åtgärder som föreslås i rapporten är det möjligt att genomföra planen enligt Göteborgs riktlinjer för skyfallshantering.

Planbestämmelser

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

- Allmän plats NATUR, PARK eller SKYDD. Lågpunkten får inte bebyggas eller hårdgöras.
- Prickmark på ytor som kan översvämmas på kvartersmark.
- Färdigt golvnivåer för kvarter 3 och 4 behöver ligga på +72,9 eller högre.
- Funktionen av styrningen som leder skyfallsflödet mot bäcken behöver säkerställas. Den behöver vara ca 60 cm hög.

6 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_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIswNlcDA-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/linhyl0228/Downloads/1.%20Styrande%20dokument_G%C3%B6teborgs%20Stads%20anvisning%20om%20hantering%20av%20skyfall%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/linhyl0228/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/romnat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf

7 Bilaga – skyfallsmodell arbetsgång

Tabell 22 Arbetsgång skyfallsmodell. Beskrivning av respektive scenario.

Scenario	Beskrivning	Åtgärder
01	Nuläge situation	Befintlig höjdsättning och befintliga ledningar
02	Framtida exploatering A	Framtida höjdsättningen och befintliga ledningar
03	Framtida exploatering B	Framtida höjdsättningen
		TRV ledningar längs Väg 190
		Nya ledningar inom planområdet
		Styrning av skyfall mot bäck
04	Framtida exploatering C	Framtida höjdsättningen
		TRV ledningar och nya ledningar inom planområdet
		Styrning av skyfall mot bäck
		Flyttat GC-bana mot öster
05	Framtida exploatering D	Framtida höjdsättningen
		TRV ledningar och nya ledningar inom planområdet
		Styrning av skyfall mot bäck
		Flyttat GC-bana och utökad dike
		Fördröjningsyta uppströms*
06	Framtida exploatering E	Framtida höjdsättningen
		TRV ledningar och nya ledningar inom planområdet
		Styrning mot bäck
		Flyttat GC-bana och större översvämningssyta
		Fördröjningsyta uppströms*
07 / 08	Framtida exploatering F	Framtida höjdsättningen
		TRV ledningar och nya ledningar inom planområdet
		Styrning mot bäck och förbättrad översvämningssyta (ytterligare interpolerad i körning 8)

*Fördröjningsytan uppströms inom fastighet ANGERED 7:98 visade ingen effekt i modellresultat.

Tabell 23 Modelldagbok

Datum	Momentbeskrivning
2024.05.16	Förberedelse av modellen för simulation av nulägesituationen. Inkludera trumman under gatan som ligger i bäcken. Förbereda alla 2D filer i rätt modellomfattning (infiltration, manning, regn och höjdsättning)
2024.05.17	Generera MIKE+ modellen med 2D komponenter samt tidigare 1D modell som uppdaterades år 2023. Simulation av Scenario 01.
	Resultat för Scenario 01 - Nuläge finns (modellen funkade bra, utan problem)
2024.05.24	Börja jobba med Scenario 02. Inkluderat en randvilkor i den MESH filen som inte finns med i den nulägesscenario vid nordöstra gränsen av modellen. Det kommer att visa en diff i resultat men det är ok.
2024.05.27	Upptäcker att ledningsnätmodellen inte är 100% korrekt på grund av att ledningarna (från intaget av diket) var inte uppdaterade till 1m i diameter (kollade i Mike View resultat och såg att inflödet vad lite för liten). Fixade det och körde båda modeller igen (nuläge och framtiden utan åtgärder)

2024.05.28	<p>Modellen kraschade på grund av uppkoppling till nätet. Sparar resultat filer pga simulationen fungerade fram till 19:40 respektive 19:50.</p> <p>Simulera om. Jobbar parallellt för att ta fram ledningsnätsförslaget för framtida scenarion i MIKE+.</p>
2024.05.31	<p>Jobbar med Scenario 03. Anpassat modellen så att ledningsnätet och styrningen är med i modellen.</p> <p>Inte uppdaterat "catchment processing" och har endast accepterat att vatten kan rinna ytligt till brunnarna. Det vill säga att byggnaderna ska rinna direkt till ledningsnätet. Inte helt korrekt men tillräckligt bra.</p> <p>Styrningen $h=0,4m$ är inte tillräckligt för att styra flödet. Den behöver höjas och testas igen.</p>
2024.06.04	<p>Jobbar med framtida modellen igen.</p> <p>Ledningarna har fått inget vatten på grund av hur modellen var uppbyggt. På grund av vägarna lutar mycket, det finns egentligen inget vatten som rinner in till brunnarna så ledningsnätet är ganska tom. Det vore bra att göra "catchment processing" men detta fixas genom att skapa "avrinningsområden" motsvarande rännstensbrunnar i låga punkter.</p> <p>Konstaterade också att styrningen inte fungerade som den ska (egentligen för att den ligger i befintlig höjdsättningen och är inte tillräcklig hög). Behöver bli högre.</p> <p>En trumma behövs under den nya bron mot kvarter 4.</p>
	<p>Lösningar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - För att säkerställa att vatten rinner in till ledningsnätet vi har genererat kopplingar till ytor på grund av brunnarna ligger inte inom lågpunkterna motsvarande rännstensbrunnar. På det sättet säkerställs att vattnet som insamlas i låga punkter hämnar i ledningsnätet. Gjort detta för TRV vägen samt Dunortsvägen. - För att fixa styrningen har strukturen höjts upp det till 5m bara för att se effekten. - Öppnat sektionen av brotan i meshfilen (dfs2 filen) genom att välja "vertices" och uppdatera till ungefärliga höjder (det går inte att interpolera i mesh filen). <p>Köra om befintlig modell. Ta bort icke-kopplade avrinningsområden. Sätta TRV vägen till grön i regnfilen. Fixa så att rätt resultat genereras. Köra om.</p>
2024.08.30	<p>Uppdaterat höjdsättningsfilen genom att ta bort GC-banan och flytta det närmare bostäder och skolan. Detta har gjorts genom att ta bort den befintlig och interpolera med befintlig mark. Den nya har genererats genom handpåläggning.</p> <p>Ytan inom skolgården har plattats ut på 72,5 enligt den nya situationsskissen som SBF har levererat. Därefter har meshet uppdaterat och exporterat.</p> <p>Manningsfilen har också uppdaterats. Infiltration och regnfiler ser exakt samma ut som i den tidigare körning.</p> <p>Modellresultat är sparat i den nya mappen. Kört om modellen efter att ha uppdaterat länkar till "Domain" (nya höjdsättning) och "Surface Roughness" (nya Mannings filen).</p>
2024.09.01	<p>Utökad lågpunkten ytterligare genom bättre interpolering + fördröjningsyta i förskoletomten.</p> <p>Ny MESH genererade med nya höjdsättningen. Kör om.</p>
2024.10.04	<p>Uppdaterar höjdsättningsfilen så att lågpunkter har en bra koppling till skoltomten samt till bäcken.</p> <p>Gällande fil Elevation_08.01.dfs2. Uppdaterat mesh efter. Uppdatera "Domain" i modellen och kör om.</p> <p>KLAR</p>