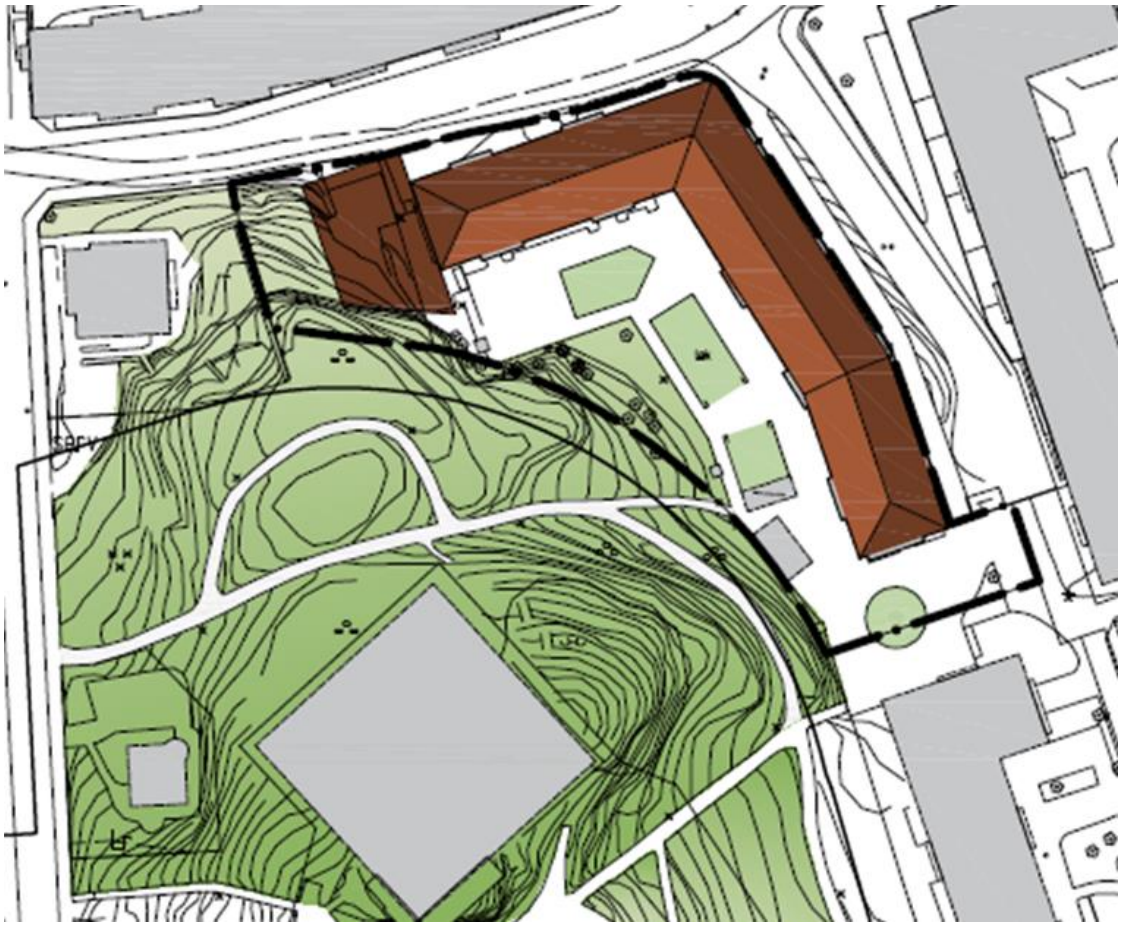


Dagvatten- och skyfallsutredning

Kompletterande utredning för detaljplan Karl Gustavsgatan

2020-06-03

Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning
Underrubrik: Kompletterande utredning för detaljplan Karl Gustavsgatan
Datum: 2020-06-03
Diarienummer: 0375/12

Beställare: Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret
Kontaktperson: Helena Bråtegren, Stadsbyggnadskontoret
Projektledare: Sofia Polo Ruiz de Arechavaleta, Kretslopp och vatten
Uppdragsledare: Lena Sjögren, Ramboll
Handläggare: Suzie Béasse, Ramboll
Kvalitetsgranskare: Patrik Gliveson, Ramboll och Linnea Lundberg, Kretslopp och Vatten

Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbetet för Karl Gustavsgatan. Befintlig byggnad planerar att höjas vilket inte påverkar takets yta. Väster om befintlig byggnad planeras en tillbyggnad med 10 våningar.

Föreslagna lösningar
För att uppnå både reningskrav och stadens krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta föreslås dagvattenanläggningar i form av ett underjordiskt makadammagasin. Dagvatten som avrinner från tillbyggnadens takytor samt avrinning från berget söder och väster om tillbyggnaden leds till ett inkapslat magasin som placeras i fyllningen mellan berget och byggnaden.

Utöver detta föreslås skyfallet ledas från innegården till Föreningsgatan genom en 500 mm kulvert för att området ska klimatsäkras. Kulverten placeras i fyllningen mellan berget och byggnaden. Ett erosionsskydd behöver anläggas i direkt anslutning till utloppet. En flödesstyrande åtgärd som en lokal en mindre mur behöver också skapas så att skyfallsvattnet inte ska rinna till byggnadens entré som ligger lägre än Föreningsgatan enligt arkitektskiss. En transformatorstation planeras i tillbyggnadens bottenvåning. Därför är det viktigt att höjdsättningen vid entrén beaktas så att vattnet från Föreningsgatan inte rinner mot byggnaden. I arkitektskiss ligger marken vid tillbyggnadens entré under Föreningsgatans nivå men höjdsättningen bör ses över så att vattnet som rinner längs gatan inte rinner till tillbyggnaden och att skyfallet som kommer på asfaltytan framför tillbyggnaden kan brädda till Föreningsgatan. Tröskelnivå bör sättas så att vattendjupet inte överstiger 0,2 m vid byggnadens entré för att inte påverka tillgängligheten till byggnaden. Färdig golvnivå bör dessutom ligga 0,2m över vattennivå.

Vid genomförande av ovan nämnda åtgärder säkras skyfallsvägen utifrån området med samma kapacitet som före exploatering. Situationen försämras varken inom eller utanför planområdet. Oavsett om exploatering sker eller inte riskerar källarvåningar i befintliga byggnader att översvämmas vid skyfall/höga vattennivåer.

Kostnader och ansvar
För dagvattenanläggningar uppgår investeringskostnaden till ca 110 000 kr. Årlig drift och underhållskostnad uppskattas till 5 000 kr. För skyfallsanläggningen uppgår investeringskostnaden till ca 140 000 kr. Årlig drift och underhållskostnad uppskattas till 2 000 kr.

Samtliga föreslagna dagvatten- och skyfallsåtgärder ligger på kvartersmark och ansvaret för anläggning och drift av anläggningarna ligger därför på fastighetsägaren.

Bortvalda alternativ
Förutsättningarna och möjliga åtgärder har diskuterats vid möten med övriga tekniska förvaltningar. Senaste mötet hölls 2020-04-15 vid vilket SBK, Kretslopp och Vatten, Semrén och Månsson samt Skandia fastigheter var representerade.

Ett underjordiskt dagvattenmagasin vid Föreningsgatan, en öppen skyfallsled runt tillbyggnaden och ett ökat utflöde vid skyfall har beaktats men avskrivits på grund av rådande förutsättningar inom planområdet.

Slutsatser
Om planen genomförs med föreslagna åtgärder innebär det att flödet från exploaterat område minskar. Det finns kapacitetsbrist i dagvattenledningsnätet och volymen som skulle fördröjas inom allmän platsmark för att kompensera kapacitetsbristen i ledningsnätet ryms i föreslagna anläggningar på kvartersmark.

Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering eftersom andel tak ökar med exploatering. Med föreslagna reningsåtgärder uppnås samtliga målvärden samt minskar föroreningsmängderna under befintliga värden. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten.

Med föreslagna åtgärder innebär planen varken försämring eller förbättring för översvämningssituationen inom samt utanför planområdet vid skyfall.

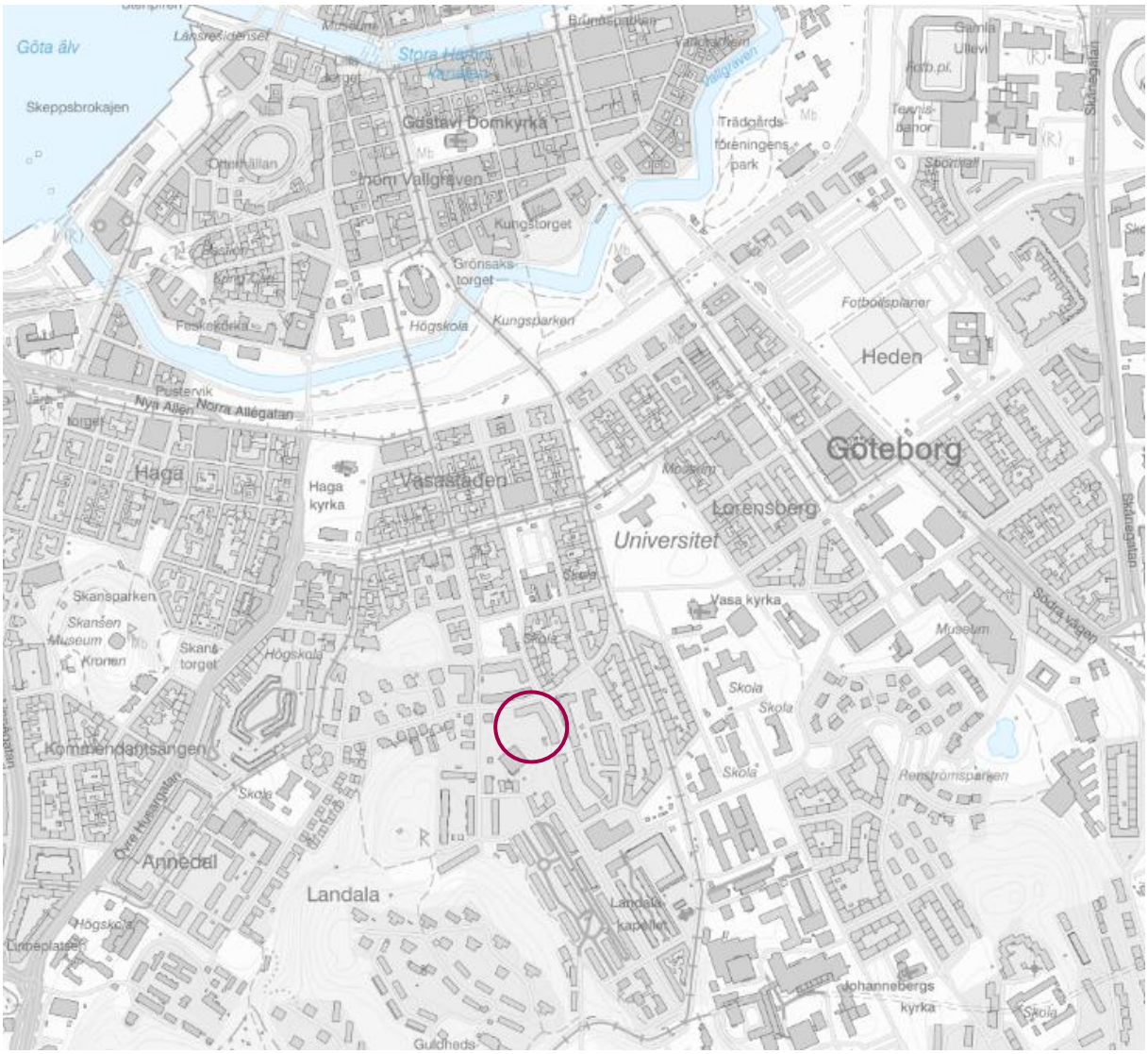
Med de åtgärder som föreslås i rapporten är det möjligt att genomföra planen enligt Göteborgs riktlinjer för dagvatten- och skyfallshantering.

Innehåll

1 Projektbeskrivning ... 6
1.1 Planförslag ... 6
2 Riktlinjer och styrande dokument ... 10
2.1 Funktionskrav på dagvattensystem ... 10
2.2 Fördröjningskrav ... 10
2.3 Miljökvalitetsnormer ... 11
2.4 Riktvärden och reningskrav ... 11
2.5 Skyfallssäkring och klimatanpassning ... 11
2.6 Rain Gothenburg ... 13
3 Förutsättningar ... 14
3.1 Fältbesök ... 14
3.2 Tidigare utredningar och pågående projekt ... 17
3.3 Geologi, grundvatten och markmiljö ... 17
3.4 Avvattning och recipient ... 18
3.5 Kapacitet i befintliga dagvattensystem ... 20
3.6 Skyfallssituation ... 23
4 Analys ... 27
4.1 Skyfallsanalys ... 27
4.2 Fördröjningsbehov ... 30
4.3 Föroreningsberäkningar ... 34
5 Föreslagna åtgärder ... 35
5.1 Kvartersmark ... 35
5.2 Allmän platsmark ... 39
5.3 Kostnadskalkyl ... 39
5.4 Ansvarsfördelning ... 40
5.5 Bortvalda alternativ ... 40
6 Slutsats och rekommendationer ... 42
7 Referenser ... 43

1 Projektbeskrivning

Ramboll har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan för bostäder vid Karl Gustavsgatan (se Figur 1).



Figur 1. Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden. (Lantmäteriet, 2020).

Denna utredning är en kompletterande utredning till dagvattenutredning ”PM dagvattenutredning” som har tagits fram i februari 2016. Utredningen utgör underlag för "Detaljplan för bostäder vid Karl Gustavsgatan". Planprocessen beskrivs i planbeskrivningen.

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

1.1 Planförslag

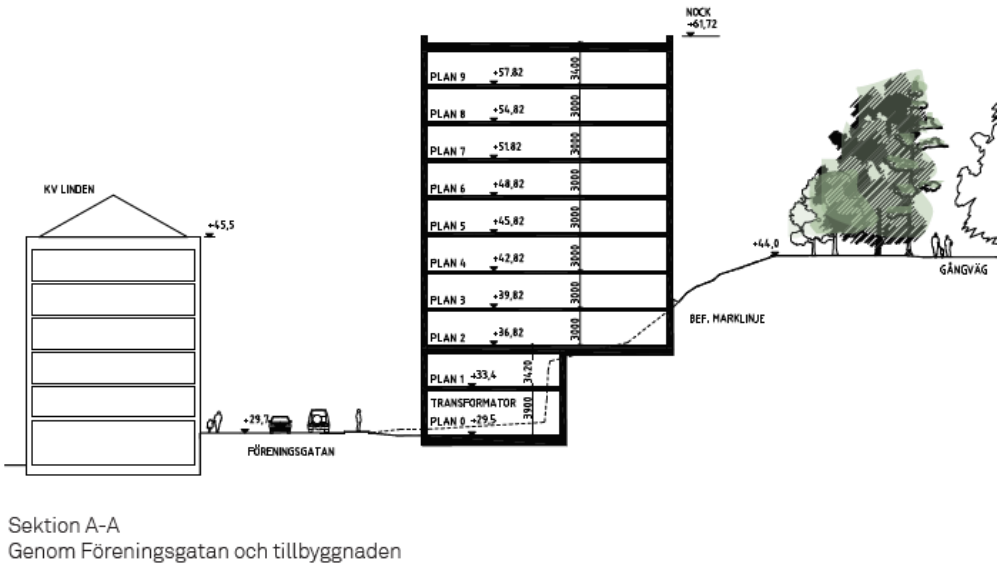
En uppdaterad detaljplan skall upprättas för bostäder m m vid Karl Gustavsgatan i Landala, Göteborg. Detaljplanens syfte är att möjliggöra en förtätning av området. Befintligt bostadshus ska byggas till ut mot Föreningsgatan (8–10 våningar) samt att 1,5 våningar ska byggas till ovanpå befintligt bostadshus.

Planområdet är 0,5 ha stort och föreslagen utformning visas i Figur 2. Befintlig byggnad planerar att höjas vilket inte påverkar takets yta. Väster om befintlig byggnad planeras en tillbyggnad med 10 våningar.

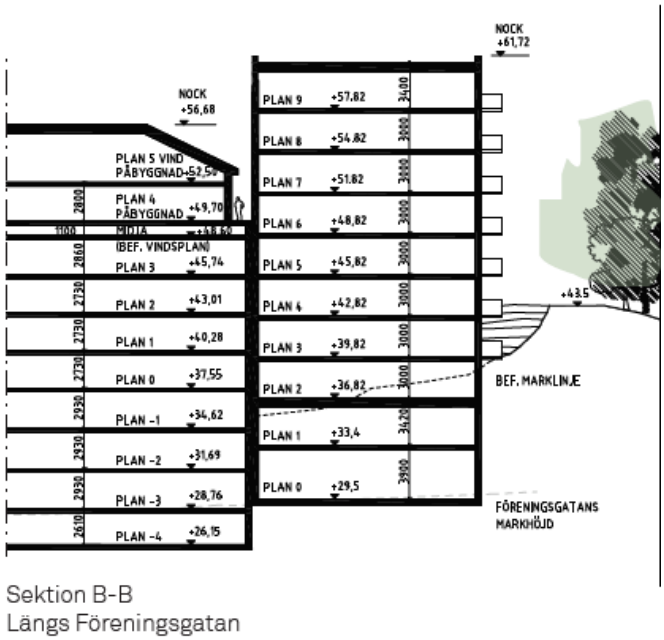
Figur 2. Illustration från Koncept Plankarta 2020-03-24.

Tillbyggnaden kommer att ersätta befintlig trappa som kopplar innegården till Föreningsgatan. Figur 3 och Figur 4 visar sektioner av tillbyggnaden tvärs respektive längs Föreningsgatan.

På västra och södra sidan av tillbyggnaden (inringad i Figur 5) ska bergslänten behållas och rensas från lösa block. Enligt arkitekten kommer schakten mot berget vid tillbyggnaden bli ca 1,5 m större än byggnaden.

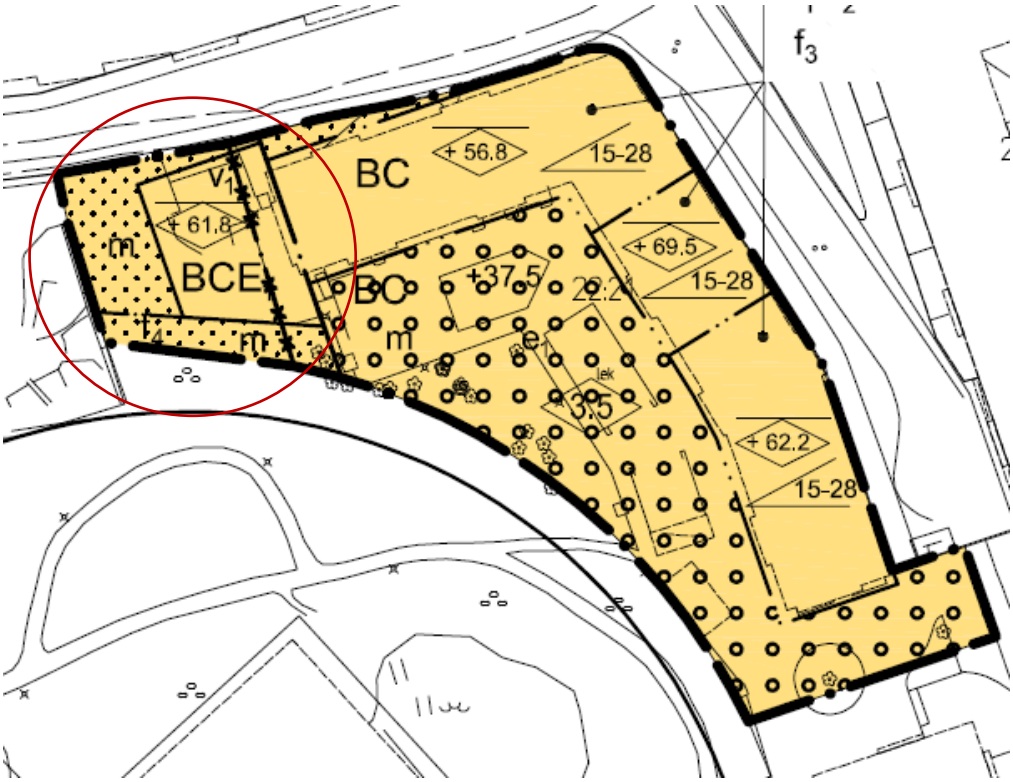


Figur 3. Sektion genom Föreningsgatan (källa: Semrén + Månsson 2020-02-11).



Figur 4. Sektion längs med Föreningsgatan (källa: Semrén + Månsson 2020-02-11).

På innergården planeras inte några förändringar. Plankartan föreslår däremot att tillåta en högsta nivå på +37,5, dvs en meter högre än befintlig marknivå, se Figur 5.



Figur 5. Plankarta (Koncept plankarta 2020-03-24). Tillbyggnaden markeras med röd ring.

2 Riktlinjer och styrande dokument

De två viktigaste dokumenten för dagvatten- och skyfallshantering utgår från är TTÖP (Förslag till översiktsplan för Göteborg Tillägg för översvämningsrisker) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) och Svenskt vattens publikation P110 (Svenskt vatten, 2016). Utöver dessa rapporter är ett flertal riktlinjer styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i efterföljande stycken.

2.1 Funktionskrav på dagvattensystem

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

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)*, med markerat dimensioneringskrav för planområdet.*

	VA-huvudmannens ansvar		**Kommunens ansvar**
Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	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

För aktuellt planområde som bedöms motsvara ett område med centrumbebyggelse ska således dagvattensystemen kunna avleda ett regn med 30 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 10 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrids, d.v.s. utan att det dämmer bakåt i systemet.

2.2 Fördröjningskrav

VA-systemet är hårt belastat. Ökad exploatering och framtida klimatförändringar kommer att öka belastningen ytterligare, med fler översvämningar till följd av att befintliga ledningar inte klarar av att leda bort de stora vattenmassorna. Att dimensionera upp hela ledningssystemet är varken tekniskt eller ekonomiskt möjligt.

För att minska flödestopparna och belastningen på befintligt ledningssystem ställer Göteborgs stad krav på att dagvatten från hårdgjorda ytor inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Avvattningen ska dessutom göras trög och reningskrav enligt Vattenplanen ska följas.

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrids vid dimensionerande regn alternativt att befintligt flöde inte överskrids. Det finns dock ingen allmän platsmark inom området.

2.3 Miljökvalitetsnormer

Europaparlamentet införde år 2000 ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential/status och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet.

Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

Rening av dagvatten ska bidra till att bibehålla eller förbättra kustvattnets ekologiska status vilket huvudsakligen innebär att minska tillförsel av näringsämnena kväve och fosfor. Kemisk status beskrivs som halter för utvalda föroreningar.

Ny exploatering ska inte försämra möjligheterna att uppnå MKN.

2.4 Riktvärden och reningskrav

Dagvatten förorenas av bl.a. utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar. Dagvatten från parkeringsytor, industriområden och högtrafikerade vägar är särskilt förorenat.

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 (2013). Dessa riktvärden uttrycks generellt som årsmedelhalter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten. Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (2017-03-02) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Varje fastighet ska kunna visa att reningskraven följs.

Tabell 2 ger en indikation för hur omfattande rening som krävs för att skydda recipienter från förorenande ytor inom planområdet.

Tabell 2. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Avstämt med Miljöförvaltningen 161027.

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

2.5 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet ”Återkomsttid” (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat historiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad,

Stadsbyggnadskontoret, 2019) ska ny bebyggelse anpassas efter 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid.

När dagvattensystemet är fullt innebär det i praktiken att avrinningen av regnöverskottet beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet. Avdunstning har marginell påverkan.

Det finns idag inga nationella bestämmelser kring vem som är ansvarig vid skyfall. Kommunen är enligt Plan- och bygglagen (PBL) ansvarig för att bebyggelse anläggs på mark lämplig för ändamålet, och därmed översvämningsrisker vid nyplanering. Allt ansvar för översvämningssäkring ligger dock inte på kommunen utan fastighetsägare och verksamhetsutövare har ansvar att skydda sin egendom.

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

Ny bebyggelse ska säkras mot översvämning via planläggning, se Tabell 3. I första hand ska det ske genom byggande på säker nivå och i andra hand genom tekniska skydd. I egenskap av staden som fastighetsägare och verksamhetsutövare ska samhällsviktiga anläggningar, högprioriterade stråk och utrymningsvägar skyddas.

Tabell 3 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerade händelser för att minska översvämningsrisk (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Angivna höjder i tabellen är relativa höjder. Relevant höjdsättning för denna detaljplan är markerad.

Funktion/ Skyddsobjekt	**Dimensionerande händelse/ planeringsnivå**		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	*Höga flöden Återkomsttid 200 år*	*Skyfall Återkomsttid 100 år*
Samhällsviktig anläggning - nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (HBF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnät, stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 meter		

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap anser att den största utmaningen är att säkra redan befintlig bebyggelse och infrastruktur eftersom höjdsättningen redan är given. Här har staden ansvar att ge underlag för åtgärdsarbete genom att informera om risker (MSB, 2017).
Det tematiska tillägget till översiktsplanen, 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.

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborg stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplan för översvämningar. Metoden beskrivs i *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning* (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018).

Strukturplanen innehåller åtgärder som syftar till att fördröja och avleda det överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av stadens dagvattensystem. Åtgärderna i strukturplanen är övergripande och ur ett avrinningsområdesperspektiv.

Strukturplanen föreslår inga åtgärder i eller i direkt anslutning till aktuell plan.

2.6 Rain Gothenburg

Jubileumssatsningen Rain Gothenburg ingår i Göteborgs Stads fyrahundraårsfirande 2021. Det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg, och med klimatförändringarna kommer de svåra skyfallen att öka. Därför satsar Göteborg 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 (Göteborgs Stad, 2018).

Projektet inbegriper tre huvudområden där dagvatten- och skyfallshantering är ett av dem. De två andra fokuserar på konst och design samt individens upplevelse. 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 ska genomsyra alla nya lösningar som tas fram för dagvatten och skyfall i planområdet.

3 Förutsättningar

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

3.1 Fältbesök

Översiktlig inventering utfördes 2015-11-12, 2015-12-07 samt 2020-04-26. Nedan visas bilder från inventeringstillfällena.

Figur 6. Trappan ligger vid byggnadernas västra sida, där tillbyggnaden planeras.

Figur 7. Trappingång från innegården till Föreningsgatan.

Figur 8. Befintligt bostadshus samt innergården. Bilden är tagen från planområdets sydvästra del i riktning norrut. I vänsterkanten kan befintligt avfallshus ses.

Figur 9. Upphöjd dörr, lågt liggande fönster samt ventil inne på innegården.

Figur 10. Bild från innergården som visar befintliga brunnar och dagvattenränna mot den upphöjda muren och grönområdet. Bilden är tagen från innergården i riktning söderut. Även innergårdens lekplats och en plantering kan ses i vänsterkanten.

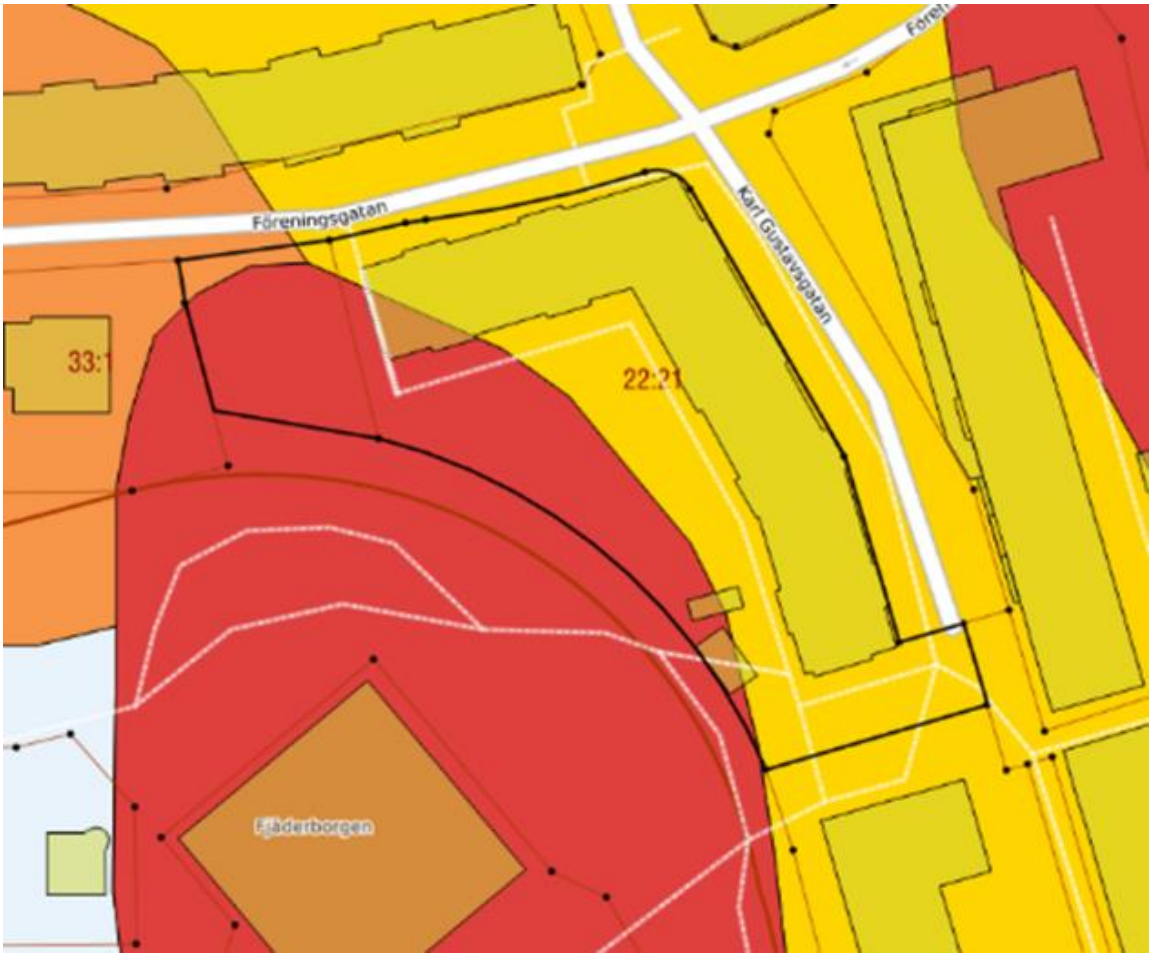
3.2 Tidigare utredningar och pågående projekt

En tidigare dagvattenutredning har tagits fram 2016 (PM Dagvattenutredning, Ramboll 2016).

3.3 Geologi, grundvatten och markmiljö

Geoteknisk utredning finns daterad 2015-08-12. En markmiljöundersökning har utförts av Relement i februari 2020, ” Översiktlig miljöteknisk markundersökning inför ny detaljplan av fastigheterna Vasastaden 22:21 samt del av Vasastaden 710:44, Göteborg 2020-02-14”.

Figur 11 visar SGU:s jordartskarta för planområdet. Enligt SGU:s jordartskarta består området till största delen av berg täckt med ett tunt jordlager. Under befintliga byggnader finns det glacial lera.



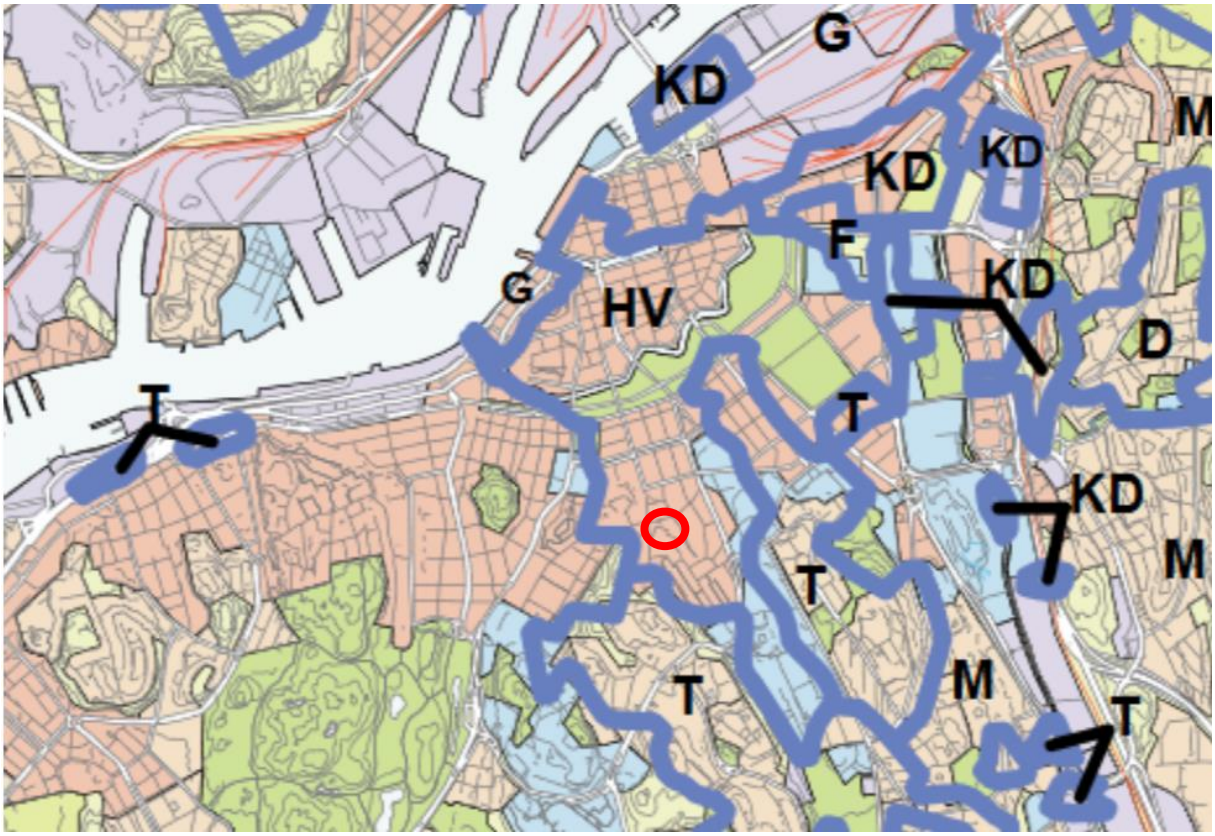
Figur 11. Jordartskarta från SGU, där planområdet är markerat med svart polygon. Röd färg visar berg med tunt jordtäcke och mörkare gult är glacial lera. (SGU, 2020).

En geoteknisk undersökning utfördes av Norconsult i 2015 som underlag för detaljplanen. Undersökningen visar att jordtäcket ovanför bergskärningarna är tunt med begränsad kapacitet för magasinering av vatten, och att grundvattenyta ligger ca 1–2 m under befintlig markyta.

Marken anses där med att inte lämpa sig för infiltration.

3.4 Avvattning och recipient

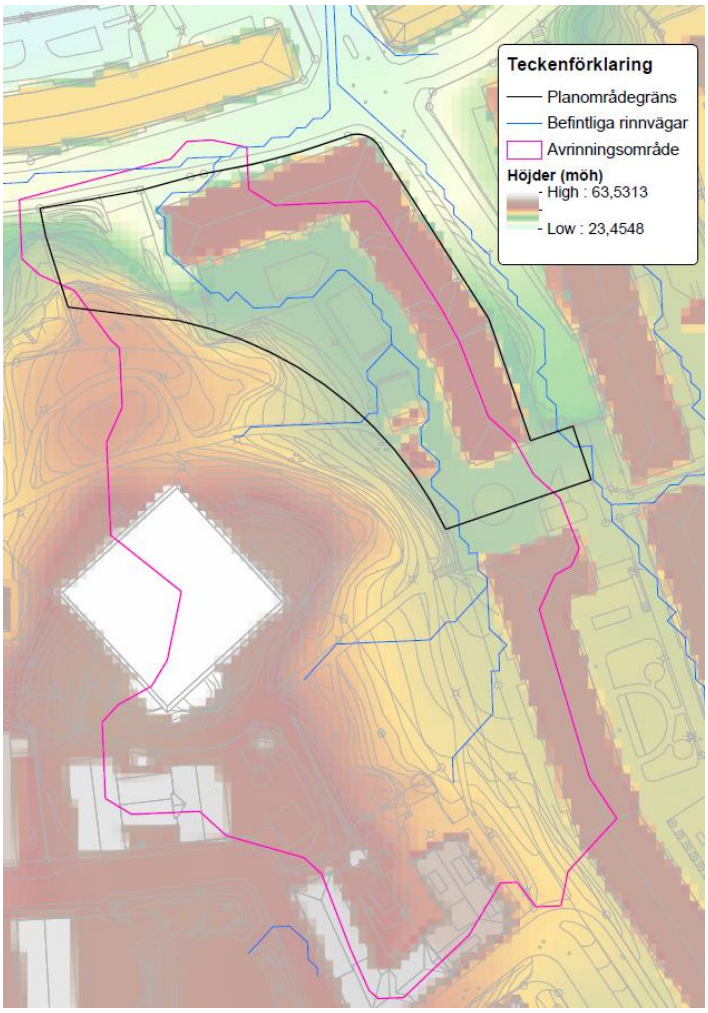
Avrinningsområdet för Karl Gustavsgatan tillhör hamnkanalens avrinningsområde som är benämnt HV i Figur 12.



Figur 12. Översikt av hamnkanalens avrinningsområde. Planområdet är markerat med röd polygon.

Karl Gustavsgatans avrinningsområdes utbredning framgår i Figur 13. Området som avrinner till planen är 1,6 ha stort. På kullen i grönområdet sydväst om planområdet ligger en byggnad (Fjäderborgen) som släpper tre fjärdedelar av sitt takvatten ner mot innergården. Stora delar av grönområdet lutar in mot innergården och ytavrinningen sker därmed dit. Vattnet som samlas i innergården rinner vidare till Föreningsgatan genom trappan väster om befintlig byggnad, där tillbyggnaden planeras.

Ytavrinning visas med blåa linjer i Figur 13, och avrinningsområdet är markerat med rosa polygon.



Figur 13. Avrinningsområdet som berörs av tillbyggnaden. Avrinningsområdet är 1,6 ha stort och är markerat med rosa polygon, befintliga rinnvägar med blåa linjer.

3.4.1 Dikningsföretag

Dagvattnet från planområdet påverkar inga dikningsföretag.

3.4.2 Fastställd miljökvalitetsnorm

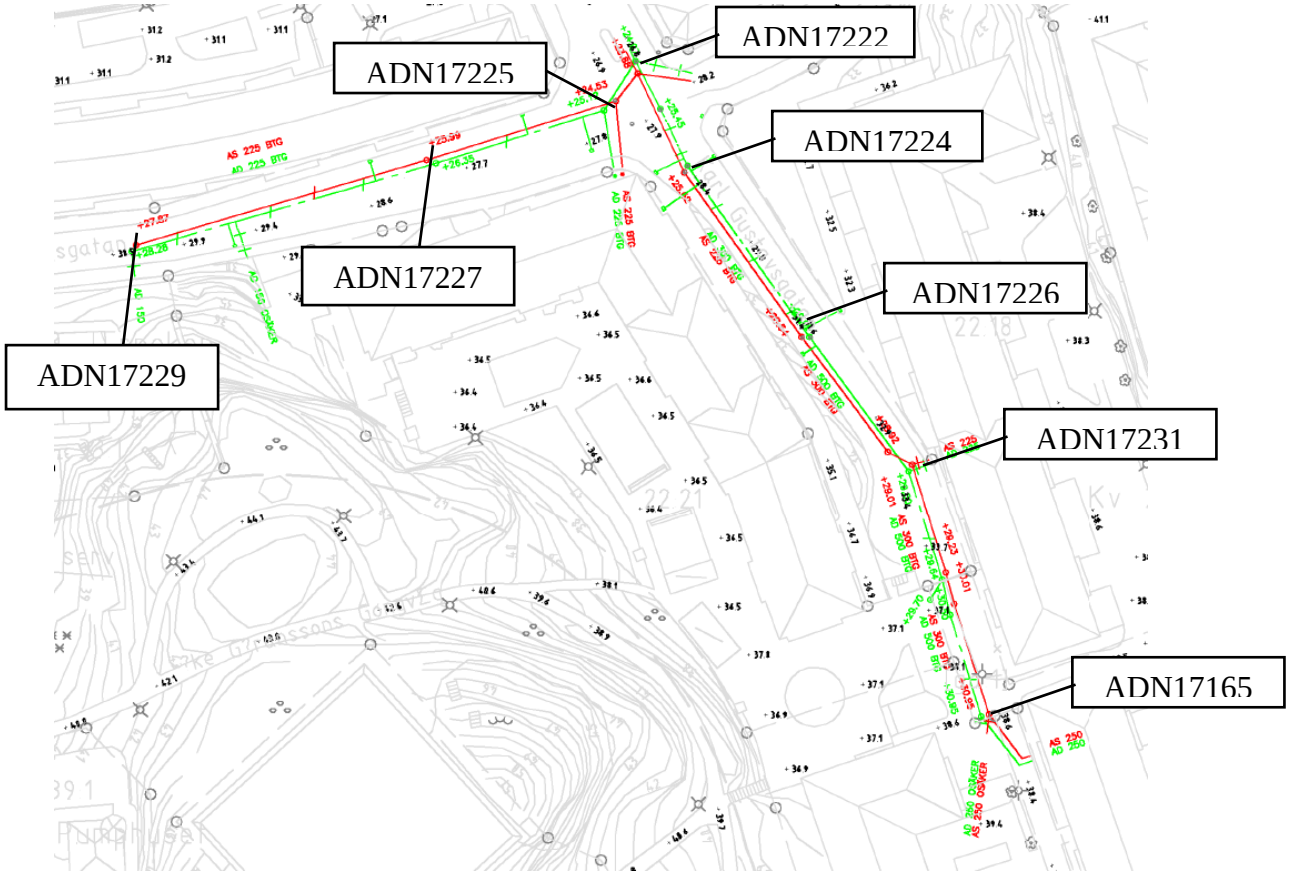
Recipient för planområdet är Fattighusån (hamnkanalen), som omfattas av MKN. Fattighusån är enligt VISS klassad som Ej god kemisk status (2019-03-27), och har problem med miljögifter. I och med att de flesta kvalitetsfaktorer för bedömning av ekologisk status är ej klassade har Fattighusån inte fått en ekologisk statusklassning.

Den kemiska statusen är baserad på halterna av polybromerade difenyletrar (PBDE), kvicksilver och PFOS (perfluoroktansulfonsyra). Halterna PBDE och kvicksilver är undantagsämnen med mindre stränga krav, då det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar för åtgärd.

Enligt MKN för Fattighusån ska God ekologisk status uppnås 2027 och God kemisk ytvattenstatus ska eftersträvas bortsett undantagsämnen (beslutad 2017-02-23).

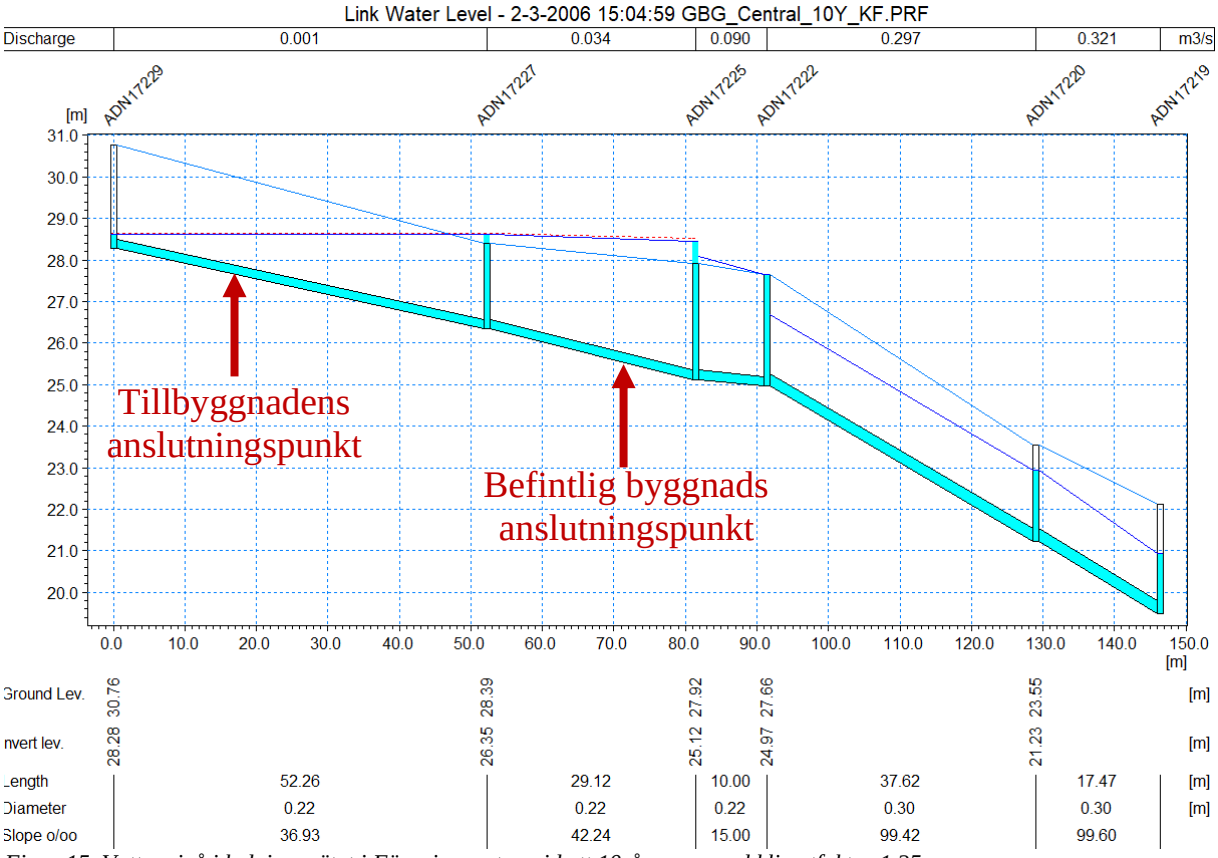
3.5 Kapacitet i befintliga dagvattensystem

Det finns ett allmänt VA-ledningsnät i både Föreningsgatan och Karl Gustavsgatan. Det redovisas i Figur 14 nedan.

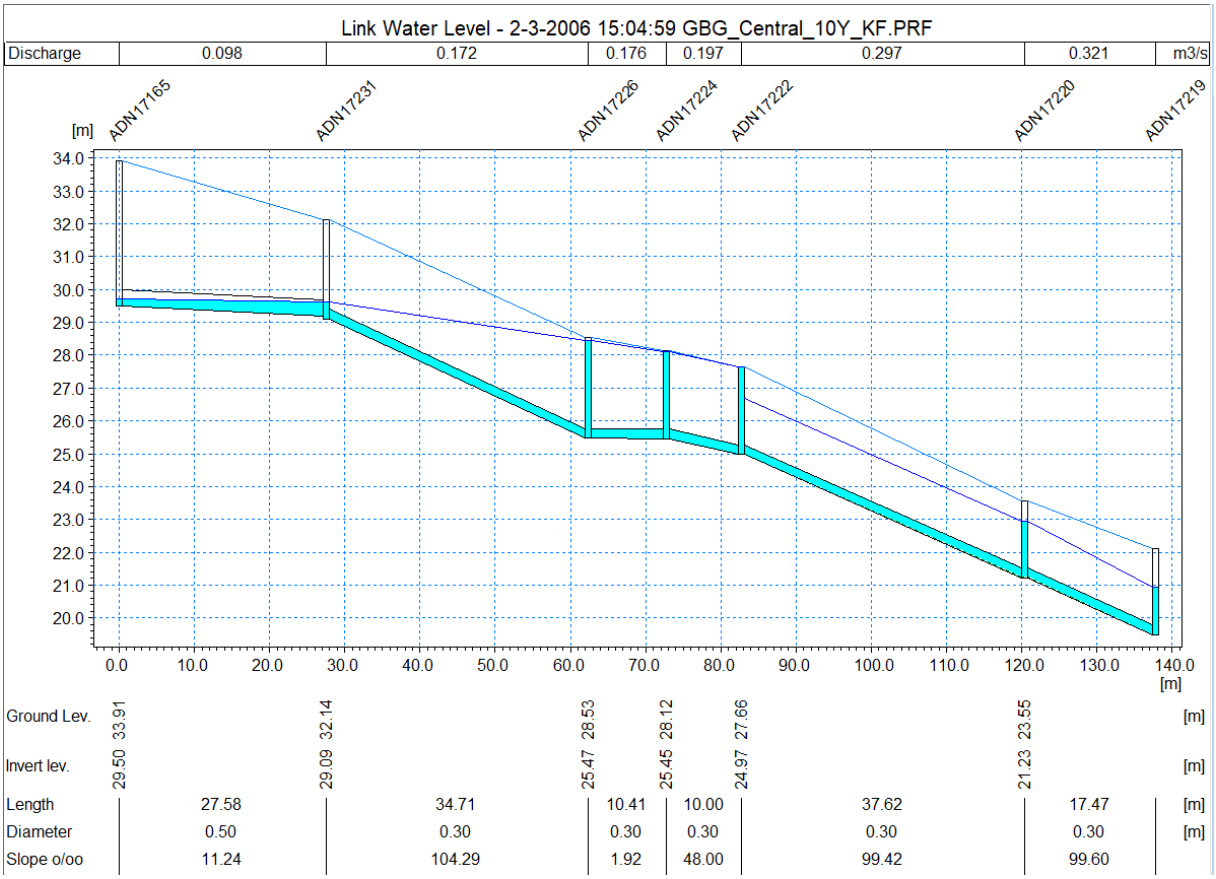


Figur 14. Befintliga VA-ledningar vid planområdet.

I Figur 15 och Figur 16 visas maximala vattennivå i ledningsnätet relativt ledningshjässa vid dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25.



Figur 15. Vattennivå i ledningsnätet i Föreningsgatan vid ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25.



Figur 16. Vattennivå i ledningsnätet längs Karl Gustafsgatan vid ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25.

Trycklinjen bör inte överstiga hjässan på ledningen vid ett 10-årsregn och marknivån vid ett 30-årsregn. Det blir marköversvämning i Föreningsgatan samt vid korsningen Karl Gustavsgatan/Föreningsgatan redan vid ett 10-årsregn, vilket tyder att systemet är överbelastat vid befintliga förhållanden. På grund av överbelastningen i det kommunala ledningsnätet bör dagvattenflödet från planområdet inte öka vid framtida förhållanden för att inte belasta nedströms områden mer.

Dag- och dräneringsvatten från planområdet ansluts idag till det allmänna avloppsnätet via en dagvattenbrunn (DN 1000) i nordöstra hörnet av planområdet. Allt dag- och dräneringsvatten inom planområdet verkar ledas i befintligt ledningssystem till denna brunn. Brunnen ansluts, via en 225 dagvattenledning av betong, till en dagvattenbrunn, ADN17225, i korsningen mellan Föreningsgatan och Karl Gustavsgatan.

Enligt ritningarna verkar dräneringsvattnet från parkeringsgaraget vara kopplat till de dagvattenledningar som går under parkeringsgaraget. Vattnet som kommer från parkeringsgaraget ska inte betraktas som drän- eller dagvatten och borde därmed vara kopplat till spillvattenledningarna. Stämmer tolkningen av ritningarna kommer det behöva kopplas om. Därför ingår heller inte vattnet från parkeringsgaraget i de flödes- eller föroreningsberäkningar som gjorts.

På innergården finns det en dagvattenränna längs med den uppbyggda muren mot grönområdet som ska samla upp allt dagvatten, se Figur 10. Innergårdens asfaltsyta lutar mycket svagt från befintligt bostadshus mot dagvattenrännan.

Dagvattenrännan är i sin tur ansluten till brunnar och dagvattenledningar som leder dagvattnet under parkeringsgaraget och bostadshuset för att sedan anslutas till brunnen norr om planområdet.

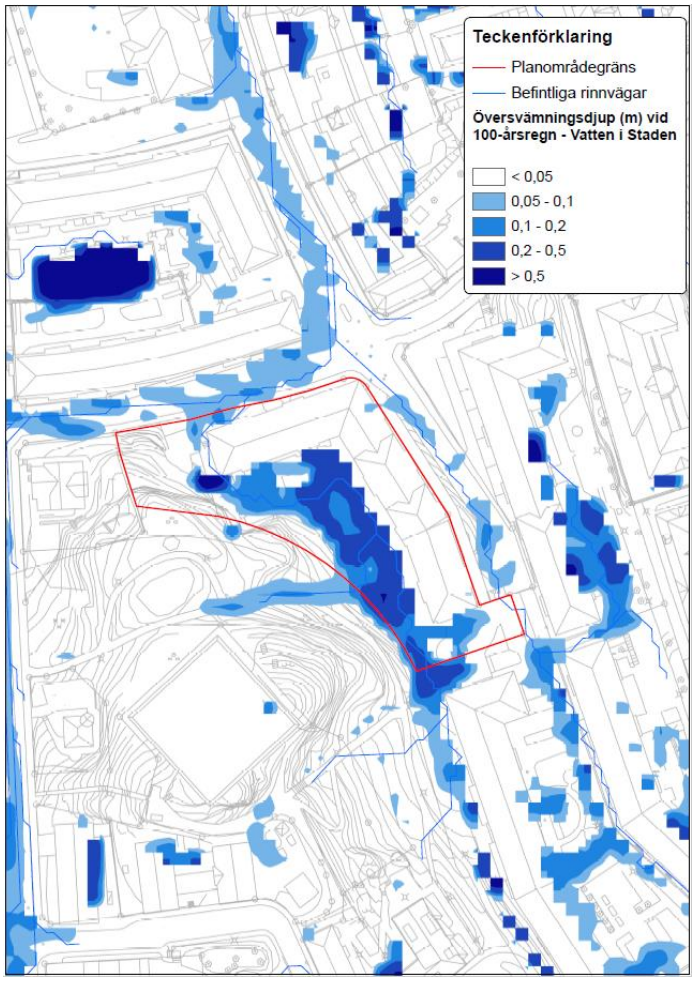
Takvattnet från befintligt bostadshus samlas upp i stuprör och ansluts till dräneringsledningar runt om bostadshuset. Dräneringsledningarna ansluts även de i slutändan till dagvattenledningar och brunnen norr om planområdet.

Området i nordväst som består av trappor, planteringar samt en transformatorstation, ligger lägre än innergården i höjdled. Här samlas dagvattnet upp i spygatter och ansluts till en dagvattenledning som följer med runt husets norra sida och ansluts till brunnen norr om planområdet.

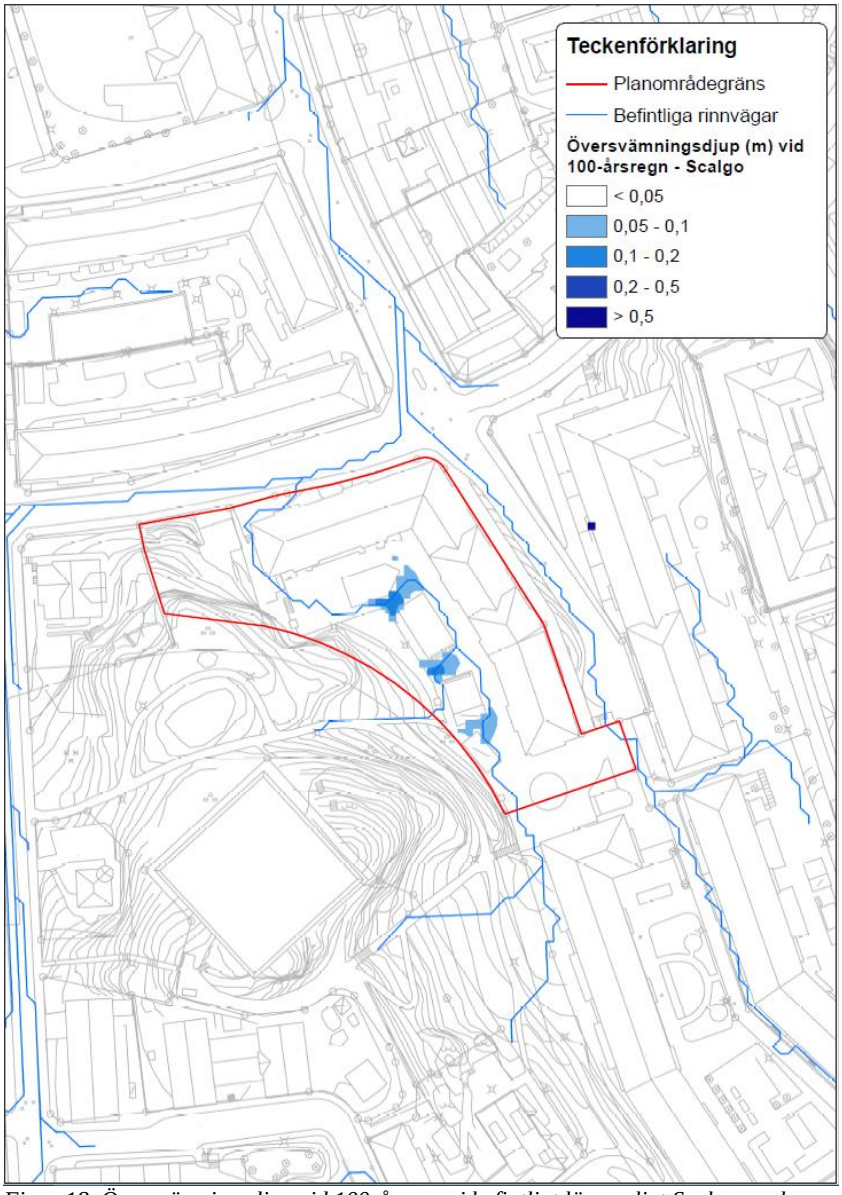
3.6 Skyfallssituation

Resultat av skyfallsmodellering för befintlig situation visas i Figur 17 (Stadsbyggnadskontoret, u.d.). Modellen visar på ytlig avrinning vid regn med 100 års återkomsttid och klimatfaktor 1,2. Ytavrinningen visas med blåa linjer i kartbilden. Planområdet är markerat med röd polygon.

I Figur 18 redovisas resultatet från en SCALGO-analys över befintlig situation, som visar på ytlig avrinning vid regn med 100 års återkomsttid.



Figur 17. Översvämningsdjup vid 100-årsregn i befintligt läge enligt stadens hydraulisk modellen resultat (Vatten i Göteborg, 2020).



Figur 18. Översvämningsdjup vid 100-årsregn i befintligt läge enligt Scalgo analys.

I Figur 17 finns det 450 m^3 stående vatten inom innegården medan det bara är 20 m^3 stående vatten i Scalgo-analysen. Skillnaden kommer dels från upplösningen av höjddata som har använts i de olika programmen. I den hydrauliska modellen används en grövre upplösning och då har tröskelnivån ut från området inte lyckats fångas upp. Därmed är översvämningsdjup och utbredning överskattade i Figur 17. I Scalgo-analysen tas det inte hänsyn till tidsaspekt. Det betyder att i Scalgo har rinnvägen ut från planområdet en obegränsad kapacitet. Därmed är översvämningsdjup och utbredning något underskattade i Figur 18.

Befintlig skyfallsväg ut från innegården rinner genom trappan till Föreningsgatan väster om befintlig byggnad. Trappans ingång från innegården, som visas i Figur 7, är 1,5 meter bred och ligger på +36,6 enligt nationella höjddatabasen. Vid skyfall motsvarar trappans ingång ett överfall för vattnet som rinner ut från innegården. Därmed beräknas innegårdens utloppskapacitet vid skyfall enligt formeln för rektangulärt överfall som visas i (1) nedan. Parametrar som används i formeln redovisas i Tabell 4.

$$Q_{överfall} = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot B \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} \quad (1)$$

Tabell 4. Parametrar som använts i överfallsformeln för att räkna fram flödet

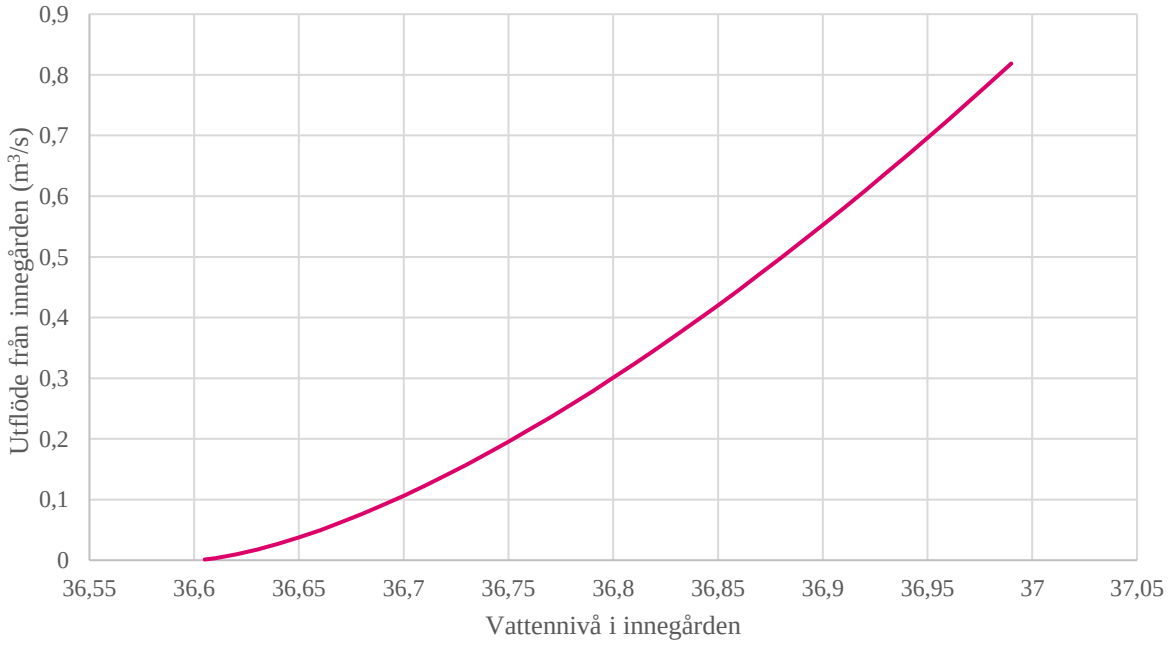
Parameter	Beskrivning	Värde
$Q_{överfall}$	Flöde genom överfallet (m^3/s)	-
C_d	Flödeskoefficient	0,7589
B	Överfallsbredd (m)	1,5
H	Vattennivå över krön (m)	-

Beräknad utloppskapacitet redovisas i Tabell 5 för olika vattendjup inom innegården, uppströms trappingången.

Tabell 5. Innegårdens utloppskapacitet vid skyfall. Vattendjup uppströmstrappans ingång motsvarar parameter H i equation 1, och flöde ut från innegården motsvarar $Q_{överfall}$.

Vattendjup uppströms trappans ingång (H) [m]	**Vattennivå uppströms trappans ingång**	**Flöde ut från innegården ($Q_{överfall}$) [l/s]**
0,05	+36,65	38
0,10	+36,70	107
0,12	+36,72	140
0,15	+36,75	195
0,20	+36,80	300

Förbindelse mellan utflöde och vattennivå i innegården redovisas även i Figur 19. Utflöde har en exponentiell ökning i samband med vattennivå i innegården.



Figur 19. Förbindelse mellan utflöde från innegården och vattennivå i innegården.

Inom innegården ligger portar upphöjda ungefär en meter från innegårdsnivån, se Figur 9. Däremot finns det låg liggande fönster och ventiler som visas i Figur 9. Fönsterna samt ventilerna ligger ungefär 30 cm över innegårdsnivån, se Figur 20. Innegården ligger vid byggnaderna på +36,5 vilket medför att öppningarna hamnar på +36,8.

Vid befintlig situation ligger vattenytan vid skyfall under portar, ventiler och fönsternivåer.

Figur 20. Upphöjda portar och lågt liggande fönster och ventiler på innegården.

4 Analys

I följande avsnitt analyseras planförslaget med avseende på dagvatten- och skyfallsfrågor.

4.1 Skyfallsanalys

Skyfallsanalysen utgår ifrån att detaljplanen ska uppfylla kraven i TÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Om kraven inte uppfylls bedöms inte marken vara lämplig för bebyggelse på grund av översvämningsrisk. För att uppfylla det med avseende på skyfall ska samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall. Dessutom ska framkomlighet finnas till planområdet och alla nya byggnader inom planområdet.

Strukturplan för hantering av skyfall finns för området. I avsnitt 4.1.1 beskrivs dessa och hur detaljplanen påverkar deras genomförbarhet.

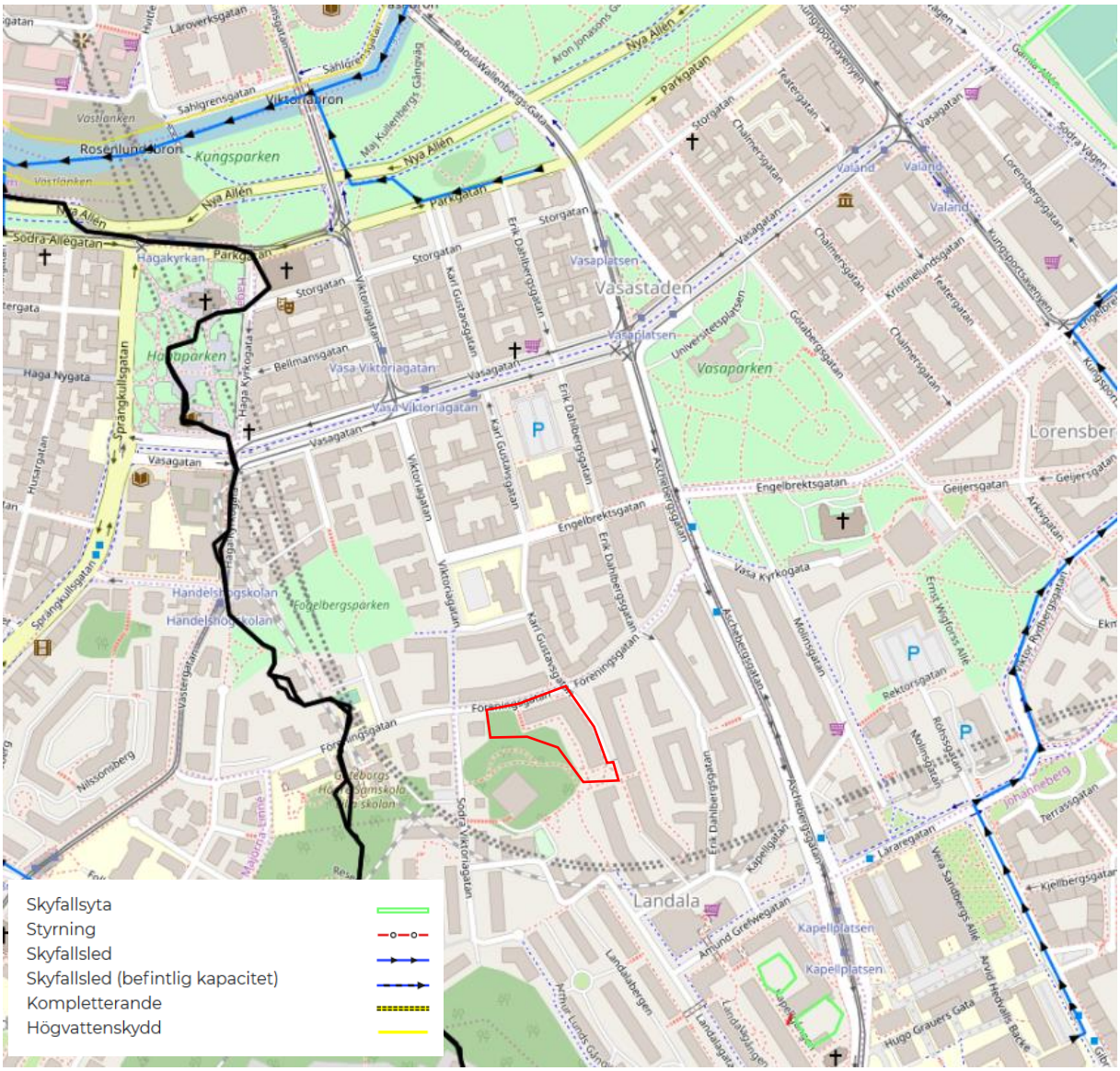
Denna utredning ämnar bedöma om höjdsättningen som föreslås i denna utredning uppfyller kraven. I avsnitt 4.1.2 analyseras planförslagets ur skyfallsperspektiv.

Om risker kan identifieras som försvårar möjligheterna att uppfylla kraven beskrivs nödvändiga åtgärder för att i avsnitt 5.

4.1.1 Strukturplansåtgärder

Strukturplaneåtgärder är upprättade för att tjäna som underlag till åtgärder som skyddar samhällsviktiga funktioner, framkomlighet och byggnader från skyfall. De är framtagna från uppgifter från 2017 vilket medför att förändrade förutsättning, tex förändrad höjdsättning, påverkar hur skyfallsåtgärder kan utformas för att riktlinjerna ska uppfyllas. Strukturplaneåtgärder är indelade i prioritetsklasser. Åtgärder i klass A och B syftar till att skydda samhällsviktiga funktioner och högprioriterade vägar. Åtgärder i klass C syftar till att skydda övrigt, tex bebyggelse och vanliga vägar (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018).

I Figur 21 kan strukturplanen för avrinningsområdet ses. Detaljplaneområdet är markerat med röd polygon. I strukturplanen ingår två skyfallsytor vid Landala samt en skyfallsled vid Kungsparken. Dessa åtgärder påverkar inte planområdet.



Figur 21 Föreslagna strukturplaneåtgärder för området. Planområdet markeras med en röd polygon. (Vatten i Göteborg, 2020).

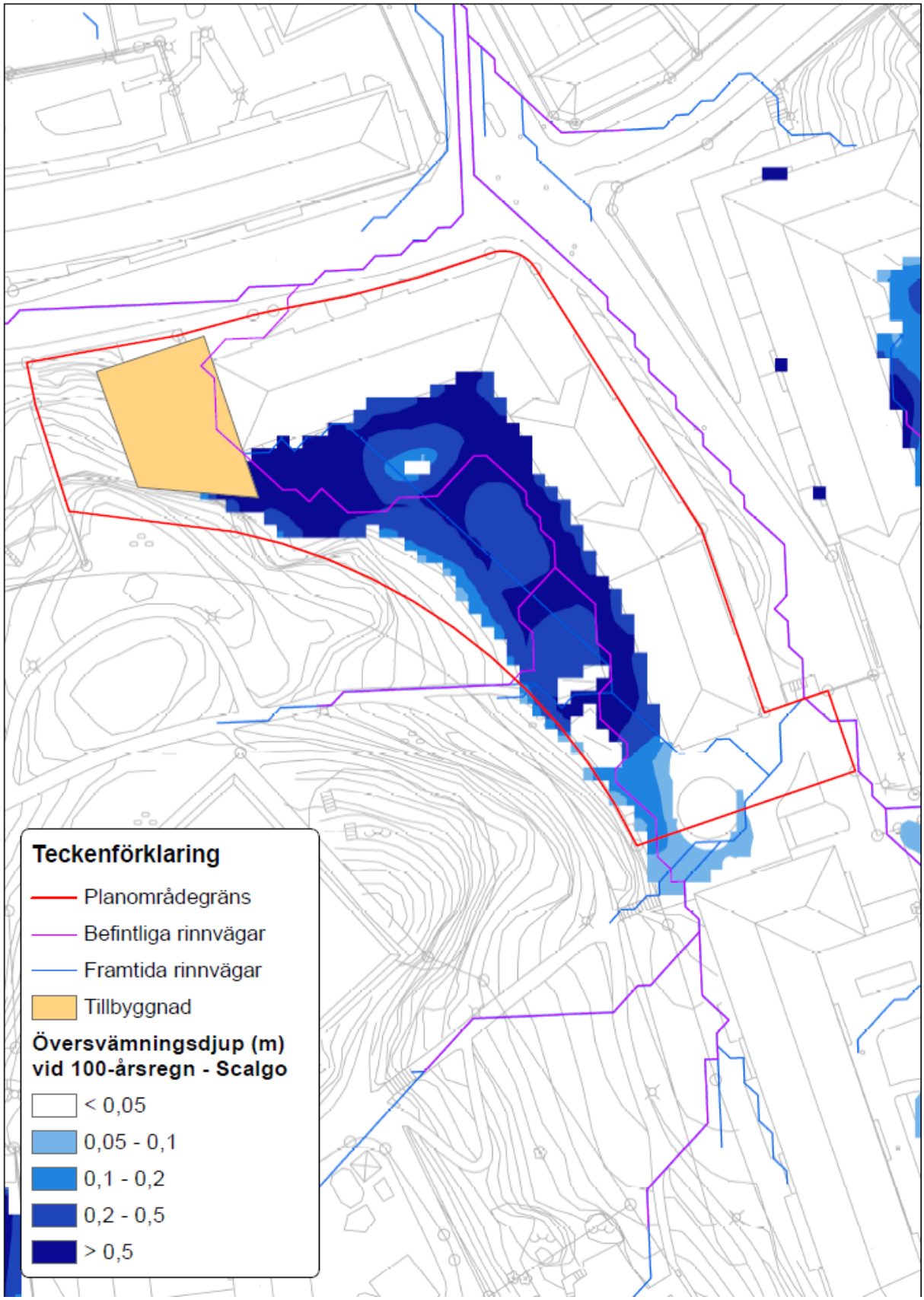
4.1.2 Identifierade riskområden

Figur 22 redovisar översvämningsdjup samt rinnvägar efter exploatering. Befintliga rinnvägar redovisas också i lila.

Enligt planförslaget kommer tillbyggnaden att hamna precis på befintlig rinnväg ut från området och blockera den helt, se Figur 22.

Det betyder att vattnet kommer att rinna ut från innegården via trappan till Karl Gustavsgatan i sydöstra hörnet av planområdet. Tröskelnivån där ligger på +37,2, vilket är högre än befintlig tröskelnivå (+36,6). Därmed kommer översvämningsdjupet öka inom innegården till minst +37,2. Översvämningar kommer då att påverka ventiler och fönster som ligger ungefär på +36,8, se avsnitt 3.6. Det blir ungefär 780 m^3 vatten stående på innergården, enligt analys i Scalgo.

Skyfallsåtgärder behövs för att behålla en rinnväg ut från innegården till Föreningsgatan. Tröskelnivån på rinnvägen bör inte överstiga +36,6 (befintlig tröskelnivå). Befintligt flöde till Föreningsgatan bör inte heller överstigas då nedströms situation kan försämras.



Figur 22. Översvämningsdjup vid ett 100-årsregn med 6 timmar varaktighet och klimatfaktor 1,25 om tillbyggnaden anläggs utan skyfallsåtgärder. Befintliga rinnvägar visas i lila samt framtida i blå. Tillbyggnaden är markerad med orange polygon.

4.2 Fördröjningsbehov

4.2.1 Metodik för flödesberäkningar för dagvatten

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen från området har utförts med rationella metoden, där den dimensionerande regnintensiteten är beräknad med Dahlströms ekvation (2010).

Beräkningar har utförts för tillbyggnaden och omkringliggande berg vid 10- och 30-årsregn samt för hela avrinningsområdet vid ett 100-årsregn.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 2 nedan. En rinntid på 10 minuter och en klimatfaktor på 1,25 har använts. (Svenskt Vatten publikation P110, 2016). Antagna avrinningskoefficienter är enligt P110 (Svenskt Vatten 2016).

$$Q_{dim}\left[\frac{l}{s}\right] = regnintensitet\ \left[\frac{l}{s}ha\right] \cdot reducerad\ area\ [ha] \cdot klimatfaktor \qquad (2)$$

Vid flödesberäkningarna vid ett 100-årsregn antas en avrinningskoefficient på 1,0 för hela avrinningsområdet. Detta innebär att faktorer som exempelvis infiltration bortses från, och beräkningen speglar på så sätt ett värsta fall scenario.

4.2.2 Metodik för fördröjningsvolymsberäkningar

Beräkning av fördröjningsvolym är utförd enligt metoden $v_{in} - v_{ut}$ där den största skillnaden mellan inkommande och utgående volym ger erforderlig fördröjningsvolym.

Fördröjningsvolym vid ett 10-, 30-, och 100-årsregn studeras. Antagna avrinningskoefficienter är enligt P110 (Svenskt Vatten 2016) vid beräkningar av fördröjningsvolym vid ett 10- och 30-årsregn. Vid fördröjningsvolymsberäkningarna vid ett 100-årsregn antas en avrinningskoefficient på 1,0. Detta innebär att faktorer som exempelvis infiltration bortses från, och beräkningen speglar på så sätt ett värsta fall scenario.

4.2.3 Metodik för utflödesberäkning vid skyfall

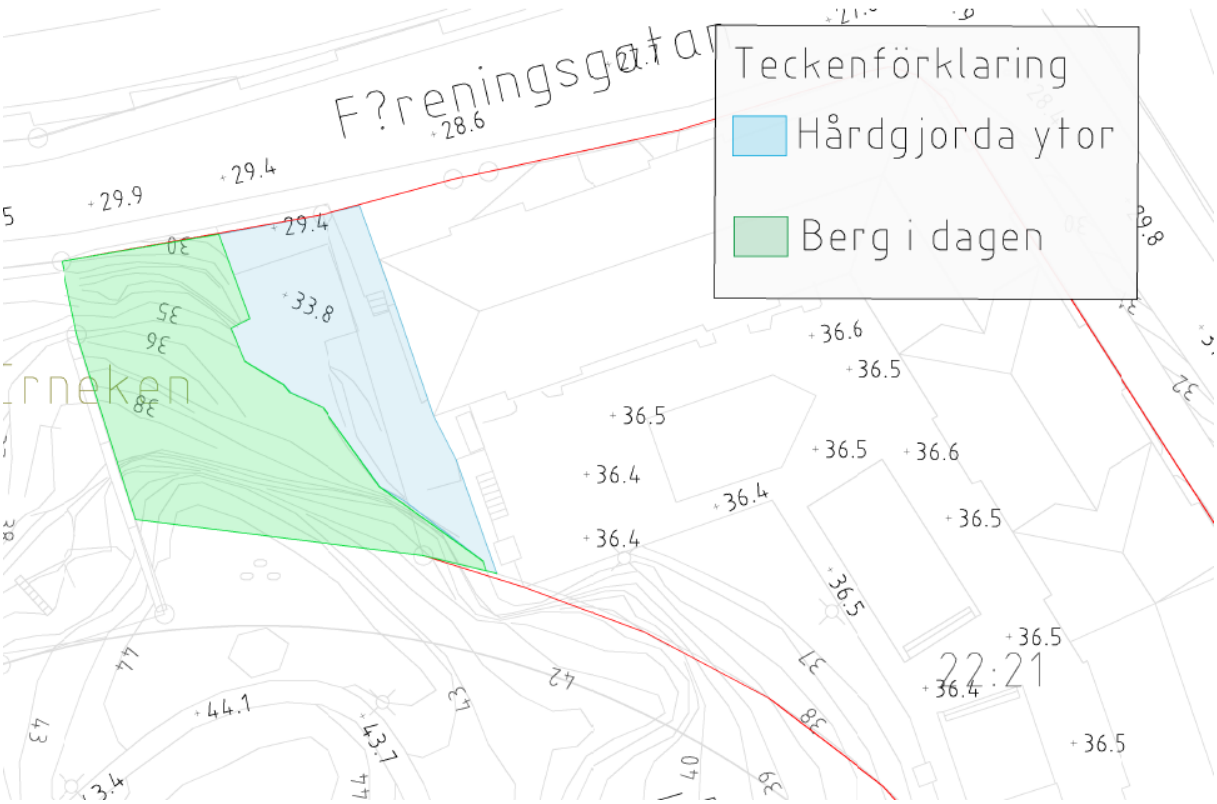
Utflöde från planområdet begränsas i befintliga förhållanden av trappans ingång, se avsnitt 3.6, och är kopplat till översvämningsnivå enligt formeln 1.

Erforderlig fördröjningsvolym vid skyfall före exploatering varierar beroende utflöde, och då beroende på översvämningsnivå i och med att den är kopplat till utflöde. Tillgänglig fördröjningsvolym inom innegården beror på vattennivå och topografi.

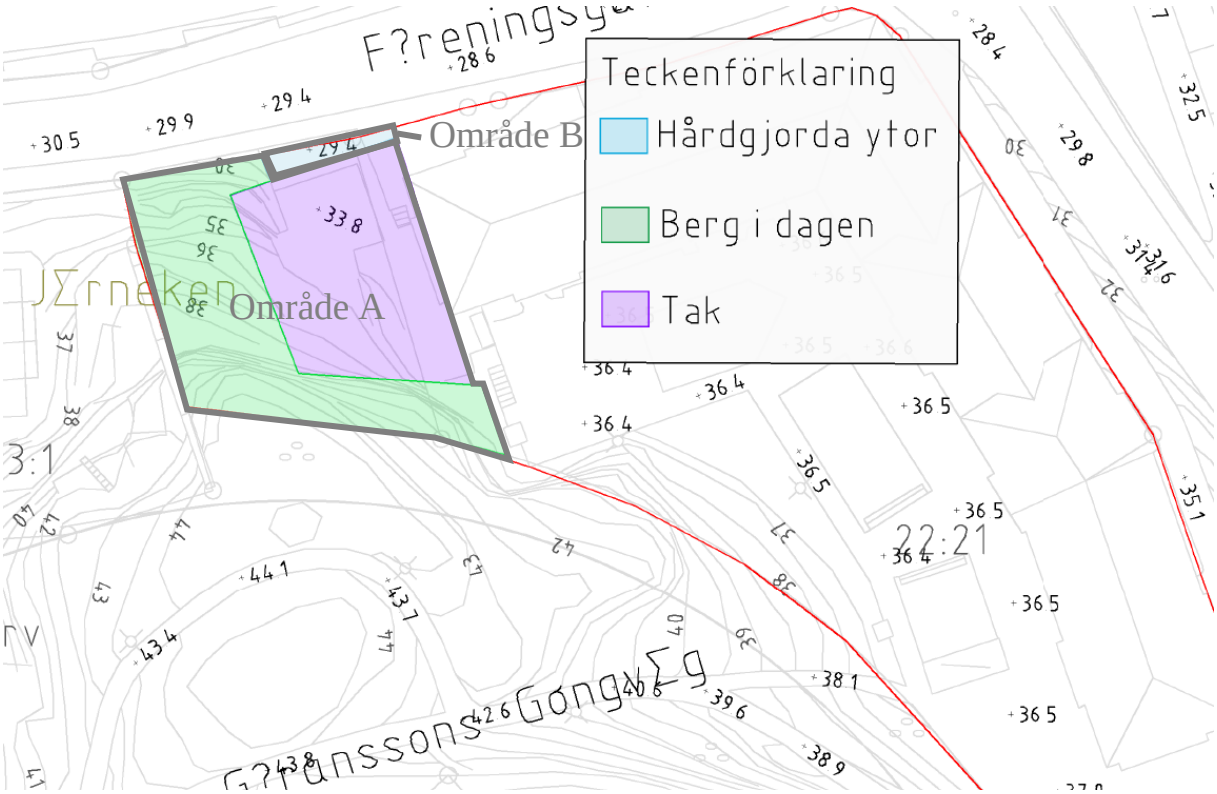
Det befintliga utflödet vid skyfall före exploatering sker när tillgänglig volymen inom innegården och erforderlig fördröjningsvolymen är detsamma.

4.2.4 Avrinningsområden

Dagvattenberäkningar fokuserar bara på tillbyggnadsområdet samt berget omkring, dvs exploateringsområdet. Figur 23 visar området för vilket beräkningar har utförts samt antagen markanvändning för befintligt läge. Markanvändning vid framtida läge redovisas i Figur 24.



Figur 23. Markanvändning vid tillbyggnad i befintliga förhållanden.



Figur 24. Markanvändning vid framtida läge.

Vid skyfall har beräkningar utförts för hela avrinningsområdet i och med att det bidrar i sin helhet till flödet som kommer behöva hanteras vid tillbyggnaden. Avrinningsområdet är markerat med rosa polygon i Figur 13.

4.2.5 Flödesberäkningar och erforderliga fördröjningsvolym av dagvatten

4.2.5.1 Flöde före exploatering

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet. För befintligt flöde uppskattas ytan bestå av hårdgjorda ytor och berg i dagen, se Figur 23.

Tabell 6. Markanvändning, area, avrinningskoefficient (ϕ), och flöden före exploatering för exploateringsområde.

Markanvändning	Area [m²]	Φ	Reducerad area [m²]	Flöde 10-årsregn [l/s]	Flöde 30-årsregn [l/s]
Hårdgjorda ytor	330	0,8	264	6	13
Berg i dagen	510	0,8	408	9	9
Totalt exploateringsområde	840	0,8	672	15	22

Dimensionerande flöde för exploateringsområdet före exploatering blir enligt tabellen ovan 15 l/s vid ett 10-årsregn och 22 l/s vid ett 30-årsregn.

4.2.5.2 Flöde efter exploatering

Resultat för flödesberäkningar efter exploatering redovisas i Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Markanvändning, area, avrinningskoefficient (ϕ), och flöden efter exploatering för exploateringsområde.

Markanvändning	Area [m²]	Φ	Reducerad area [m²]	Flöde 10-årsregn [l/s]	Flöde 30-årsregn [l/s]
Hårdgjorda ytor	25	0,8	20	1	1
Tak	399	0,9	359	10	15
Berg i dagen	416	0,8	333	9	13
Totalt exploateringsområde	840	0,85	712	20	29

Dimensionerande flöde för exploateringsområdet efter exploatering blir enligt tabellen ovan 20 l/s vid ett 10-årsregn vilket innebär att flödet ökar med ca 5 l/s jämfört med befintligt flöde. Vid ett 30-årsregn blir dimensionerande flöde 29 l/s vilket innebär att flödet ökar med ca 7 l/s jämfört med befintligt flöde. Ungefär 80% av ökningen beror på klimatfaktorn.

En reducerad yta om 712 m^2 innebär att ca 7 m^3 dagvatten behöver fördröjas inom kvartersmark. Som tidigare nämnts ska dagvattnet från kvartersmark genomgå enklare rening.

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att befintligt flöde inte överskrids. Erforderlig fördröjningsvolym på allmän platsmark blir 5 m^3. Det finns dock ingen allmän platsmark i planområdet, se diskussion under kapitel 5.2.

4.2.6 Flödesberäkningar och erforderliga fördröjningsvolym av skyfall

Beräkningar vid skyfall utfördes för hela avrinningsområdet med 1,0 i avrinningskoefficient och klimatfaktor 1,25.

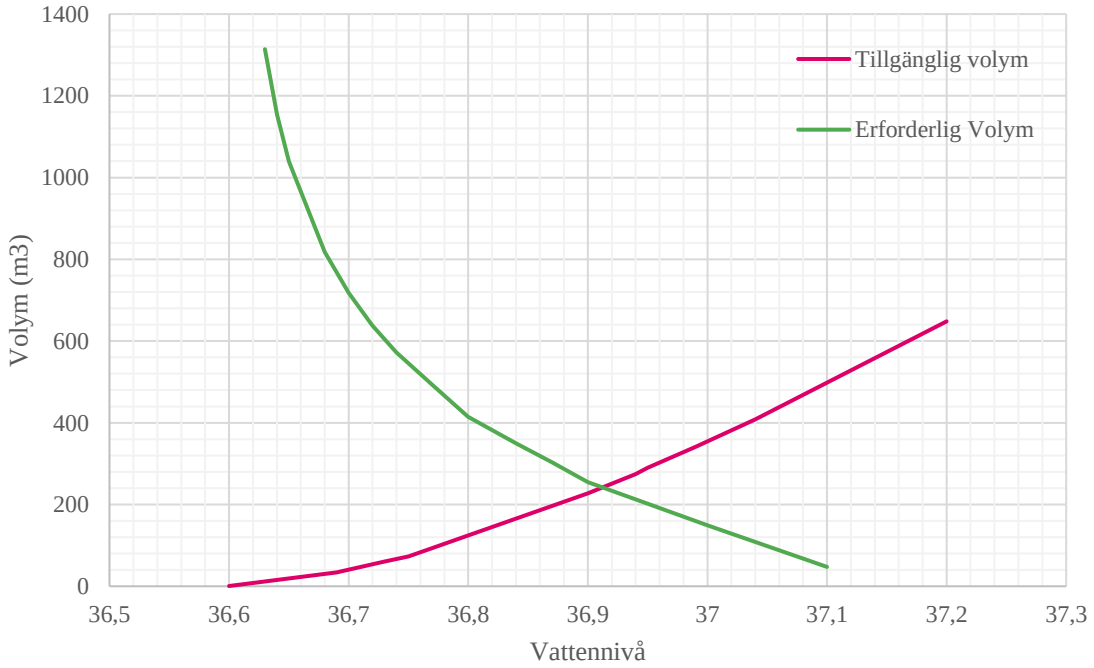
Utflödet från innegården före exploatering är kopplat till vattennivå enligt formeln 1 som illustreras i Figur 19. Erforderliga volymer beroende på vattennivåer räknas fram med v_{in}-v_{ut} metoden, där v_{ut} varierar beroende på utflödet.

Resultat redovisas i Tabell 8 nedan samt i Figur 25.

Tabell 8. Begränsande utflöde och fördröjningsvolym för hela avrinningsområde vid ett 100-årsregn för befintlig situation.

Vattennivå på innergården	Begränsande utflöde [l/s]	Fördröjningsvolym 100-årsregn KF=1,25 [m³]
+36,65	37,6	1040
+36,70	106	720
+36,72	140	640
+36,8	300	415
+36,9	550	255
+36,91	**580**	**240**
+37	850	150
+37,1	1190	50

Tillgängliga volymer på innegården vid de olika vattennivåerna tas fram med Scalgo och redovisas i Figur 25.



Figur 25. Förbindelse mellan tillgänglig respektive erforderlig volym i innegården och korresponderande vattennivå.

Utflödet från området före exploatering sker när tillgängliga och erforderliga volymer blir detsamma, det vill säga vid en vattennivå som ligger på +36,91 enligt Figur 25. Utflödet före exploateringen blir då 580 l/s.

Efter exploatering bör utflödet från området begränsas till befintligt utflöde så att nedströms områden inte påverkas negativt. Om utflödet begränsas till 580 l/s blir det 240 m^3 som behöver fördröjas inom innegården, se Tabell 8.

4.3 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har utförts för respektive planområde med hjälp av StormTacs webbapplikation (version v20.2.1), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Modellen innehåller processer för avrinning, flödestransport, föroreningstransport, recipienter, rening och flödesutjämning. Modellen omfattar dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten) och ger en årsmedelkoncentration på dagvattnets föroreningsinnehåll samt årlig massbelastning.

Årsmedelnederbörden 837 mm/år har använts som indata för nederbörden med korrektionsfaktor.

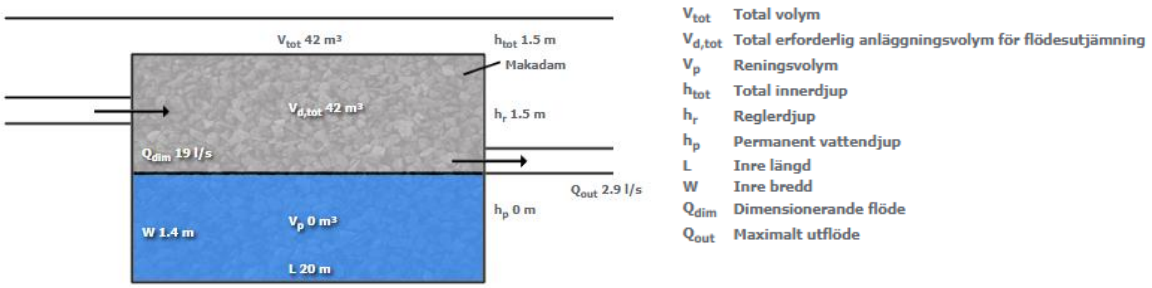
De ämnen som har beräknats är näringsämnena kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS) samt oljeindex, bens(a)pyren, tributylten och totalt organiskt kol. För metaller och näringsämnen avses alltid totalhalter.

Reningsanläggningen har dimensionerats så att föroreningshalterna och mängderna inte överstiger värdena vid befintligt läge.

Tabell 14 och Tabell 15 i bilaga 1 visar respektive föroreningshalter och forororeningsmängder före och efter rening för område A, det vill säga taket och bergets avrinning (se Figur 24). Markanvändning i område B, dvs den hårdgjorda ytan längs Föreningsgatan påverkas inte av ombyggnation. Det lyder till att förorenings halter och mängder från område B inte förändras med exploatering. Vatten från område B behövs då inte renas. Befintliga och framtida antagna markanvändningar i område A och B redovisas i Figur 23 respektive Figur 24 samt i Tabell 13.

Ett underjordiskt makadammagasin används för rening och fördröjning av dagvatten. Den parameter som mest påverkar reningseffekten är regndjup som reglerar magasins volym. För att uppnå reningskraven behöver regndjupet vara 20mm vilket leder till att 14 m^3 vatten behövs fördröjas inom magasinet. Eftersom porositeten i makadam antas vara 0,33 i modellen blir den totala volymen 42 m^3.

Dimensionerade utflöde (Q_{out}) som är 2,9 l/s reglerar hur stor den permanenta vattenvolymen (V_p) är. I det här fallet sker rening och fördröjning bara i erforderlig anläggningsvolym för flödesutjämning ($V_{d,tot}$) utan permanent vattenvolym. Utflöde i StormTac används mest för att kontrollera storlek av föreslagen anläggning. Magasinsprincip redovisas i Figur 26 oTabell 9 vilka också visar inställningarna som används i modellen.



Figur 26 Principskiss för underjordiskt makadammagasin (källa: StormTac).

Tabell 9 Sammanställning av StormTacs inställningar för underjordiskt makadammagasin.

	Utflöde (l/s)	Dimensionerande regndjup (mm)	Total innerdjup (m)	Längd:bredd förhållande	Total volym (m^3)	Erforderlig volym för flödesutjämning (m^3)
Område A	2,9	20	1,5	14	42	14

Föroreningshalterna samt mängderna minskar efter rening i förhållande till befintlig situation. Alla halter av ämnena är lägre än riktvärden från Göteborgs Stad för övriga recipienter (Reningskrav för Dagvatten, Göteborg 2017). Med avseende på MKN görs bedömningen att planen inte kommer påverka statusen för Fattighusån negativt. Denna bedömning grundar sig i att totalmängden som släpps ut till recipienten per år minskar för samtliga föroreningar, se Tabell 16 i bilaga 1.

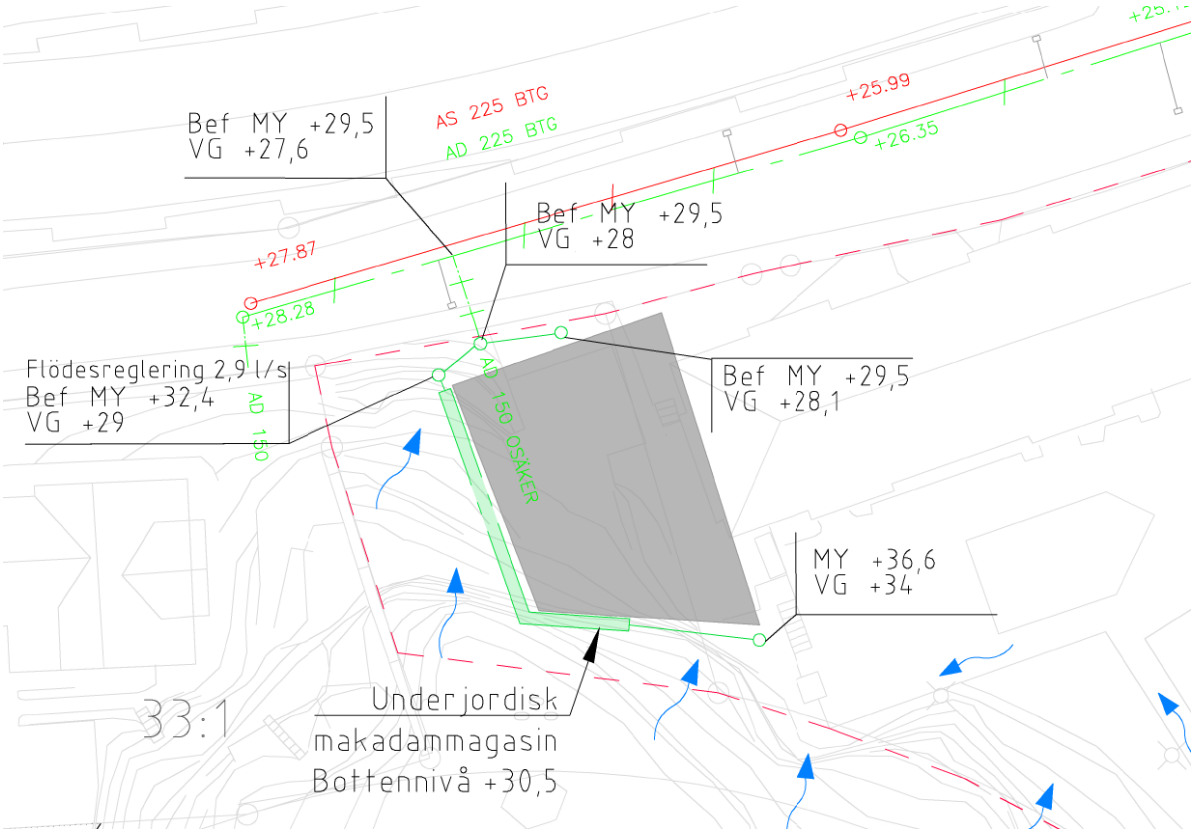
5 Föreslagna åtgärder

Senaste mötet hölls 2020-04-15 vid vilket SBK, Kretslopp och Vatten, Semrén och Månsson samt Skandia fastigheter var representerade.

5.1 Kvartersmark

5.1.1 Dagvatten

Föreslagen lösning för fördröjning och rening av dagvatten är ett underjordiskt makadammagasin. Dagvatten från takyta och berg förslås ledas till ett magasin som placeras i fyllningen mellan byggnaden och berg. Föreslaget magasin redovisas i Figur 27.



Figur 27. Dagvattensystem principskiss.

Totalt är det 7 m^3 dagvatten som ska för att uppnå stadens fördröjningskrav på 10 mm per reducerad area. En större volym behövs dock fördröjas för att uppnå reningskravet.

Magasinet i rännan mellan byggnaden och berget bör rymma 14 m^3 vatten vilket motsvarar en total volym av 42 m^3, eftersom magasinet fylls med makadam som har en porositet av 0,33. Magasinet antas vara 1m brett och 1,5m djupt med en platt botten som ligger på +30,5 och anläggas tät. Ytanspråket för magasinet blir då 28 m^2. Magasinsbotten ligger platt på +30,5. Marknivån vid norra delen av magasinet styr bottennivån eftersom marken ligger lägre där än vid innegården. Magasinet kan inte flyttas uppströms om hela taket och bergssluttningen ska avvattnas dit.

Asfaltytan framför tillbyggnaden avvattnas till ledningsnätet via en dagvattenbrunn eller via en linjeavvattningsränna.

Dagvatten som rinner på innegården samlas i befintlig dagvattenränna, se Figur 10, och leds till en dagvattenbrunn eller en linjeavvattningsränna.

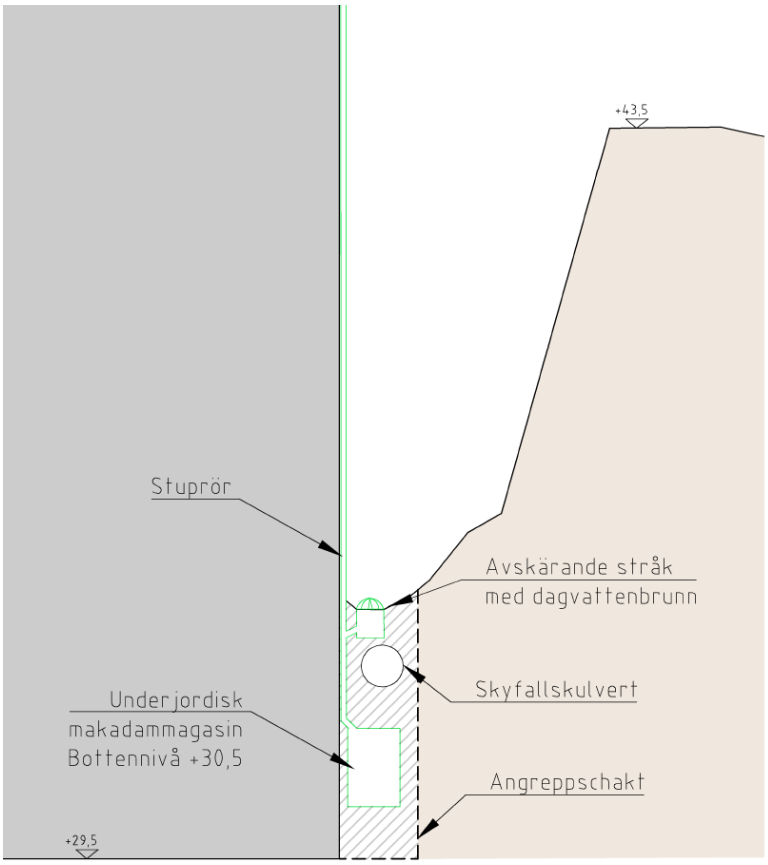
Byggnadens stuprör samlas upp och leds till magasinet. Eventuell dränering längs byggnaden ansluts till makadammagasin.

För att stoppa avrinningen från omgivande berg i söder och väster om tillbyggnaden anläggs ett avskärande stråk i form av ett grunt dike i ytan utanför byggnaden. Exempel på hur ett sådant stråk kan utformas redovisas i Figur 27. Diket anläggas med tät botten och avvattnas till makadammagasin med dagvattenbrunn, se Figur 28.

Makadammagasinet samt diket förslås anläggas täta för att ge möjlighet till kontroll av föroreningar och utflöde. På så sätt sprider sig inte vatten och föroreningarna i hela fyllningsmaterial i schakten samt under den nya tillbyggnaden.

Om diket utförs utan tät botten och om makadammagasinet inte utförs tätt kommer vattnet hamna längst ner i fyllningen för byggnadens grundläggning och belasta det dränerande lagret. Om dräneringsledning läggs under det dränerande lagret skulle möjligheten att låta allt dagvatten tas omhand direkt i fyllnadsmaterialet runt byggnaden, dock utan flödesreglering mer än ledningens dimension.

Makadammagasin ansluts till befintlig servis. Flödesregulator av typen Mosbäck bör placeras efter magasinet i en dagvattenbrunn innan anslutning till kommunalt ledningsnät, för att säkerställa att reningskrav uppfylls. Placering av flödesregulator framgår i Figur 27.



Figur 28. Sektion längs Föreningsgatan som visar angreppschakt mellan byggnaden och berg, med placering av dagvatten och skyfallsanläggningar.

5.1.2 Skyfallsåtgärder

Som tidigare nämnts kommer tillbyggnaden att blockera den befintliga rinnvägen ut från innegården. Rännan mellan tillbyggnaden och berget ligger på +39,89 vid innegården, enligt sektion som visas i Figur 3. Då kan den inte utnyttjas för att återskapa skyfallsvägen ut från området utan att den sänks, se bortvalda alternativ i avsnitt 5.5.2.

Skyfallsåtgärder behövs för att återställa en rinnväg ut från innegården till Föreningsgatan.

Skyfall föreslås ledas från innegården till Föreningsgatan genom en kulvert som läggs i rännan mellan byggnaden och berget, ovanpå dagvattenledningen och makadammagasinet, se Figur 29 och sektion i Figur 28. Inloppet behöver ligga lite högre än marken på innergården, kanske några cm, för att dagvattnet, vid mindre regn inte ska rinna in i skyfallskulverten. Inloppet eller kulverten behöver också ha ett begränsat utflöde så att exploatering inte påverkar nedströms områden negativt vid framtida förhållanden. Det är viktigt att utloppet fungerar när det väl behövs och till exempel att det inte är igensatt, då innergården i så fall kan bli översvämmad till en för hög nivå. Den mest osynliga lösningen för inloppet är linjeavvattningsrännan men den kan också medföra störst risk för att den kanske inte fungerar när den väl ska användas. En alternativ lösning är att leda in vatten via ett trumöga eller via brunn.

Utloppet förslås ligga vid hörnet av byggnaden så att vattnet kan fortsätta rinna ytligt till Föreningsgatan. Ett erosionsskydd behövs läggas i direkt anslutning till utloppet. En flödesstyrande åtgärd som en lokal högrygg eller en mindre mur behöver också skapas så att skyfallsvattnet inte rinner till byggnadens entré som ligger lägre än Föreningsgatan enligt arkitektskiss. En transformatorstation planeras ligga i tillbyggnadens bottenvåning. Därför är det viktigt att höjdsättningen vid entrén beaktas så att vattnet från Föreningsgatan inte rinner mot byggnaden. I arkitektskiss ligger marken vid tillbyggnadsentrén

under Föreningsgatans nivå, men höjdsättningen bör ses över så att vattnet som rinner längs gatan inte rinner till tillbyggnaden och att skyfallet som kommer på asfaltytan framför tillbyggnaden kan brädda till Föreningsgatan. Tröskelnivå bör sättas så att vattendjupet inte överstiger 0,2 m vid byggnadens entré för att inte påverka tillgänglighet till byggnaden.

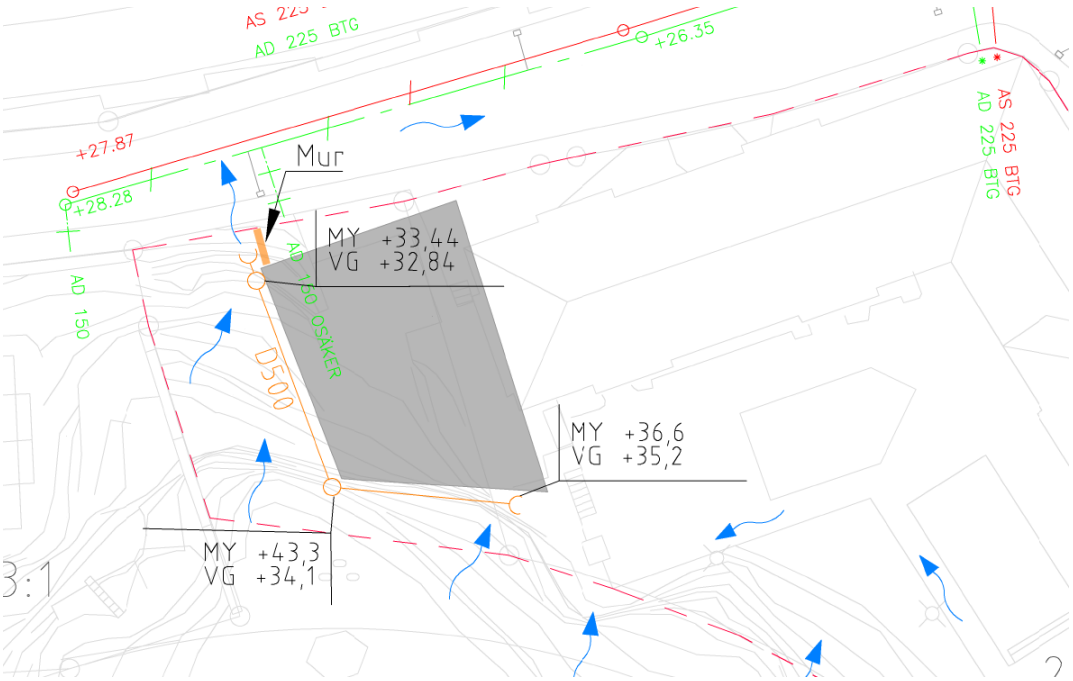
Som tidigare nämnts behöver utflöde från området begränsas för att inte försämra situationen nedströms. Det betyder dock att en del av skyfallsvattnet som rinner till innegården behöver fördröjas innan det leds vidare till Föreningsgatan. Enligt beräkningar som redovisas i 4.2.6 är det 240 m^3 som behöver fördröjas innan anslutning till Föreningsgatan.

I dagsläget fördröjs redan 240 m^3 inom innergården vid ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet enligt beräkningar i 4.2.6, och befintlig översvämningsyta vid skyfall ligger på +36,91. I och med att innegården är underbyggt kan ingen skyfallsyta skapas där och då kommer skyfallsvolymen ställa sig ytligt i innergården.

Detta innebär att befintliga byggnader inom planområdet riskerar översvämmas eftersom det finns ventiler och fönster som ligger på +36,8 inom innegården. Detta är dock inte en konsekvens av exploateringen. Exploatering innebär ingen försämring utanför planområde eftersom utflödet begränsas till befintligt. Översvämningsytan vid framtida förhållanden uppnår dessutom inte tröskelnivån vid Karl Gustavsgatan i öst.

Öppningar och ventiler i tillbyggnaden bör placeras åtminstone 20 cm över översvämningsnivå, det vill säga högre än +37,11. På så sätt rinner inte vattnet som står inom innegården in vid skyfall.

Skyfallskulverten ligger med 6 procent lutning mellan innegården och utloppet. Om skyfallsutflödet begränsas till befintligt utflöde, dvs 580 l/s, behövs en 500-ledning för att leda bort skyfall från planområdet.



Figur 29. Skyfallsåtgärder principskiss.

5.2 Allmän platsmark

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att befintligt flöde inte överskrids. Erforderlig fördröjningsvolym på allmän platsmark blir 5 m^3 och ansvaret att fördröja det vattnet ligger på Kretslopp och Vatten. Det finns dock ingen allmän platsmark i planområdet.

Reningskravet leder till att 14 m^3 vatten ska fördröjas inom kvartersmark innan anslutning till kommunalt ledningsnät. Det betyder att erforderliga fördröjningsvolymer för flödesutjämning för både allmän platsmark och kvartersmark ryms inom föreslaget makadammagasin på kvartersmark. Ingen extra fördröjningsanläggning behövs då på allmän platsmark, se avsnitt 5.5.4.

5.3 Kostnadskalkyl

Dagvattenanläggning
Nedan visas anläggningskostnader för föreslagen dagvattenanläggning. Kostnaderna inkluderar inte arbetet utan endast komponenterna.

Tabell 10. *Uppskattad investeringskostnad dagvattenanläggning. Kostnader har bedömts enligt MEAG katalog.*

Anläggning	antal/mängd	enhet	kostnad/enhet	totalt kr
Fördröjningsmagasin				
Makadam 8-64	42	m3	800	33 600
Materialskiljande geotextil	115	m2	20	2300
Dränledning 110 mm	5	m	100	500
Dränbrunn	2	st	8000	16 000
Flödesregulator typ Mosbäck	1	st	35 000	35 000
D160 PP	10	m	300	3000
TB400	1	st	8000	8000
Anslutning bef ledning	1	st	5000	5000
Stuprörsanslutn ner i magasinet	ej medräknad			
Totalt				103 400

Drift för anläggningen består av slamsugning brunnar en till två gånger per år. Kostnaden uppskattas till en halv dags arbete per tillfälle, ca 5000 kr. Investeringskostnaden för anläggningen uppgår till ca 105 000 kr. Årlig drift och underhållskostnad uppskattas till 5000 kr.

Skyfallslösningar
Nedan visas anläggningskostnader för föreslagen skyfallsanläggning. Kostnaderna inkluderar inte arbetet utan endast komponenterna.

Tabell 11. Uppskattad investeringskostnad skyfallskulvert. Kostnader har bedömts enligt MEAG katalog.

Anläggning	antal/mängd	enhet	kostnad/enhet	totalt kr
Skyfallskulvert				
D500	35	m	2000	70 000
trumöga med galler 500	2	st	10 000	20 000
NB	2	st	20 000	40 000
Erosionsskydd, sten 100-500	15	m^2	400	6000
Totalt				136 000

Drift för anläggningen består av slamsugning av brunnar efter ett skyfallstillfälle samt årlig tillsyn och eventuell rensning av in- och utlopp. Kostnaden för in- och utloppen uppskattas till några timmars arbete per tillfälle, ca 5000 kr. Kostnaden för tillsyn och rensning efter skyfall kostnadsuppskattas inte då den sällan förekommer.

Investeringskostnaden för anläggningen uppgår till ca 136 000 kr. Årlig drift och underhållskostnad uppskattas till 2 000 kr.

5.4 Ansvarsfördelning

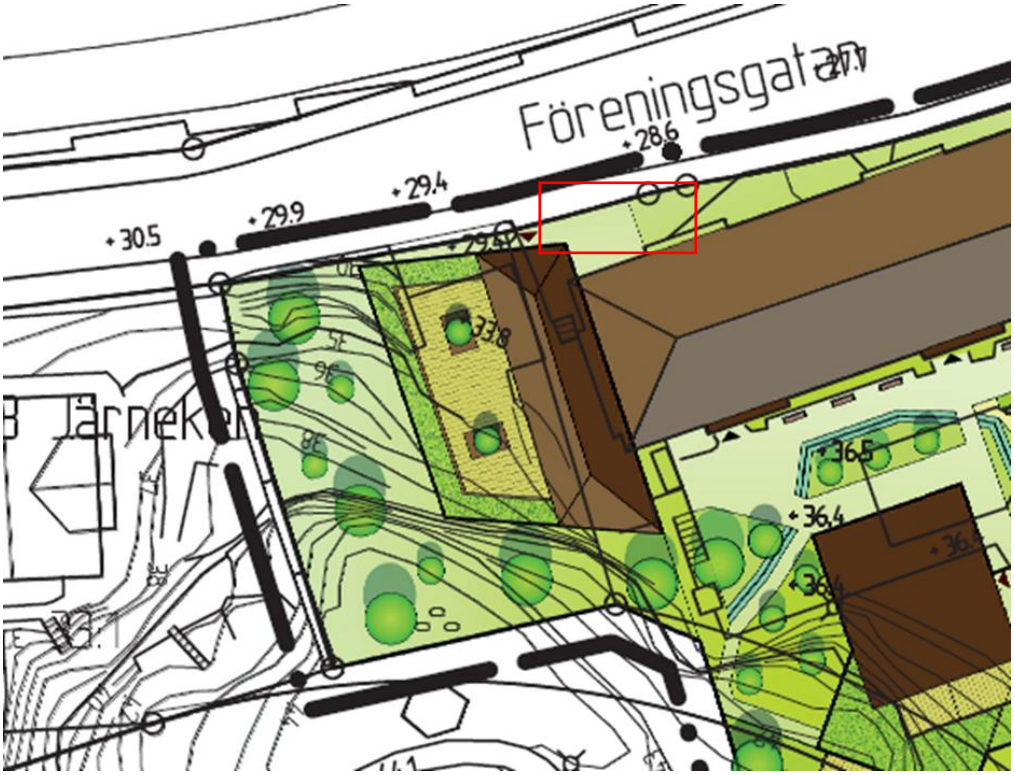
Samtliga föreslagna dagvatten- och skyfallsåtgärder ligger på kvartersmark och ansvaret för anläggning och drift av anläggningarna ligger därför på fastighetsägaren.

5.5 Bortvalda alternativ

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

5.5.1 Underjordiskt dagvattenmagasin nordost om tillbyggnaden

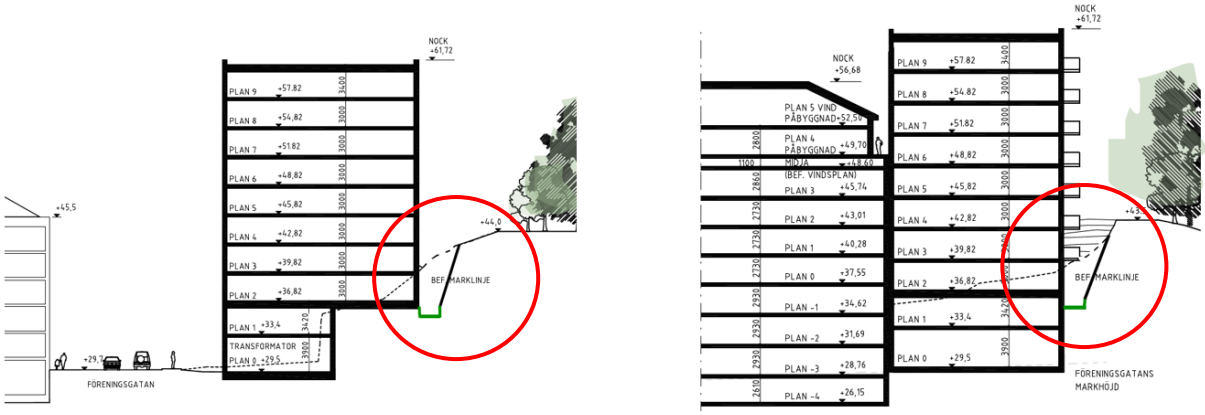
En alternativ lösning för dagvattenhanteringen som valts bort är att anlägga ett fördröjningsmagasin för hela volymen som ett underjordiskt magasin framför den befintliga byggnaden, se Figur 30. Alternativet har valts bort för att möjligheten att nyttja den fyllning som ändå behöver göras runt tillbyggnaden på grund av sprängschakten ansetts vara ett mer resurseffektivt alternativ. Detta bortvalda alternativ medför schakt och återställande i befintlig hårdgjord yta där det även finns befintliga ledningar.



Figur 30. Föreslagen plats för underjordiskt fördröjningsmagasin.

5.5.2 Öppen skyfallsled runt tillbyggnaden

En alternativ lösning för skyfall är att skapa ett öppet skyfallsstråk runt tillbyggnaden istället för ett kulverterat skyfallsstråk. Skyfallstråket runt byggnaden behöver ligga lägre än innegården, det vill säga lägre än +36,6, för att leda vattnet ifrån den. Alternativet har valts bort, främst pga den stora höjdskillnaden, som mest ca 9 m, som då skapas mellan byggnaden och berget. Höjdskillnaden är så stor att den innebär en säkerhetsrisk vilket skulle innebära att stängsel längs bergkanten. Det påverkar också starkt gestaltningen och tillgängligheten i området. Sektionerna i Figur 31 visar höjdskillnaden.



Figur 31. Sektioner som visar på vilken ungefärlig höjd ett öppet skyfallsstråk hamnar. Skyfallsstråket är inringat i röd cirkel.

5.5.3 Begränsad fördröjningsvolym vid skyfall

En annan alternativ lösning som har valts bort är att begränsa fördröjningsvolymen inom innegården till tillgänglig volym utan att orsaka översvämningar i befintliga byggnader inom planområdet. Det betyder dock att utflöde vid skyfall ökar, vilket innebär en viss försämring för situation nedströms. Det är inte tillåtet enligt TTÖP och då har alternativet valts bort.

Öppningar inom innegården ligger på +36,8, se avsnitt 3.6. Tillgänglig fördröjningsvolym inom innegården om vattnet tillåts stiga till +36,8 är 155 m^3 vid framtida förhållanden enligt Scalgo.

Erforderligt utflöde för att minska fördröjningsvolym till 155 m^3 redovisas i Tabell 12 nedan.

Tabell 12. Area, avrinningskoefficient, reducerad area (ϕ), begränsande utflöde och fördröjningsvolym för hela avrinningsområde vid ett 100-årsregn om fördröjningsvolym begränsas till tillgänglig volym.

	Area [ha]	**Φ**	**Reducerad area [ha]**	**Begränsande utflöde [l/s]**	**Fördröjningsvolym 100-årsregn KF=1,25 [m^3]**
Avrinningsområde	1,6	1,0	1,6	840	155

5.5.4 Fördröjning på allmän platsmark

Som tidigare nämnts behövs 5m^3 dagvatten fördröjas så att befintligt flöde inte överskrivs. Volymen ryms inom föreslagen makadammagasin på kvartersmark. En alternativ lösning för denna volym är att skapa ett rörmagasin i Föreningsgatan innan anslutning till kommunalt ledningsnät. Alternativet har valts bort eftersom anläggning och underhåll kostnader var för stora i förhållande till nytta och volymen som fördröjs (5 m^3).

6 Slutsats och rekommendationer

Vid föreslagen exploatering ökar andelen hårdgjorda yta och en tillbyggnad läggs på en befintlig skyfallsväg. Denna bedömning visar dock att det finns möjligheter att tillämpa lösningar för dagvatten och skyfall hantering inom planområdet.

Dagvatten
Dagvattnet från planområdet avleds till kommunalt dagvattenledningsnät. Ledningsnätet är redan överbelastad vid ett 10-årsregn vid anslutningspunkt, och marköversämningar sker nedströms planområde. Det är därför viktigt att flöde från planområdet inte ökar vid framtida förhållanden. Om planen genomförs med förslagna dagvattenanläggningar innebär det att flödet från området minskar så att dagvattenledningsnätet samt recipienten påverkas positivt. Föroreningsberäkningar visar dessutom att halter ökar med exploatering men sjunker med reningsåtgärder i jämförelse med befintlig situation. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten.

Skyfall
Med de åtgärder som föreslås i rapporten är det möjligt att återskapa en skyfallsväg utifrån innegården så att den inte blir instängd. Planen innebär ingen försämring utanför planområdet eftersom utflödet vid skyfall inte ökar. För befintliga byggnader inom planområdet innebär det dock varken en förbättring eller en försämring eftersom det vid skyfall kommer lika mycket vatten som ska fördröjas inom innegården. Det betyder att översvämningsytan kommer att nå ventiler och lågt liggande fönster, vilket också sker i befintlig situation.

Golvnivå samt öppningar i tillbyggnaden bör placeras åtminstone 0,2 m högre än översvämningsytan vid skyfall i innegården, det vill säga högre än +37,11.

Ett erosionsskydd behövs läggas i direkt anslutning till utloppet. En flödesstyrande åtgärd som en lokal högrygg eller en mindre mur behöver också skapas så att skyfallsvattnet inte rinner till byggnadens entré. Asfaltytan framför tillbyggnaden bör dessutom höjdsättas så att transformatorstationen som ska ligga i bottenplan inte riskerar att översvämmas och bör också ligga 0,2 m högre än översvämningsytan.

Framkomlighet till byggnaden krävs att vattendjupet vid entrén inte överstiger 0,2m. Det borde inte vara problematiskt om höjdsättning sker så att vattnet från asfaltytan framför byggnaden rinner till Föreningsgatan som lutar kraftigt mot öster och korsningen med Karl Gustavsgatan.

Kostnader och ansvar
För dagvattenanläggningar uppgår investeringskostnaden till ca 110 000 kr. Årlig drift och underhållskostnad uppskattas till 5 000 kr. För skyfallsanläggningen uppgår investeringskostnaden till ca 140 000 kr. Årlig drift och underhållskostnad uppskattas till 2 000 kr.

Samtliga föreslagna dagvatten- och skyfallsåtgärder ligger på kvartersmark och ansvaret för anläggning och drift av anläggningarna ligger därför på fastighetsägaren.

En del av vatten som skulle fördröjas på allmän platsmark kommer att fördröjas på kvartersmark i föreslagen dagvattenåtgärd. Ansvaret för fördröjning på allmän platsmark ligger dock på Kretslopp och Vatten.

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-detaljplanelaggning/

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

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 31 07 2018). U107K48 - D003 Ö k om samverkan dagvatten Göteborgs stad B.doc.

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (2018). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning.* Göteborg: Göteborgs Stad.

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker.* Hämtat från Goteborg.se: https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planobygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/$File/01%20Planhandling.pd

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker.* Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmateri-och-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktlig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvamningsrisker---tematisk-tillagg-till-oversiktsplanen/!ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy9

Kretslopp och vatten. (2016). *Reningskrav för dagvatten.*

MSB. (08 2017). *Vägledning för skyfallskartering, Tips för genomförande och exempel på anvädning.* Hämtat från MSB: https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf

Stadsbyggnadskontoret. (u.d.). *GOkart*. Hämtat från http://gokart.sbk.goteborg.se/

Sweco. (den 26 03 2018). Konceptversion FloodMan. *Sustainable Flood management Assessment Tool*.

Svenskt vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering P105.* Svenskt vatten.

Svenskt vatten. (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering analys av avloppsystem.* Solna: Svenskt vatten.

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

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

VISS. (den 20 06 2017). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA33908756

Bilaga 1 – Föroreningsberäkningar

Tabell 13. Markanvändning i område A och B vid befintlig och framtida situation

Delområde	Area före exploatering [m²]	Area efter exploatering [m²]
Område A		
Berg	505	405
Asfaltyta	300	0
Tak	0	400
Område B		
Asfaltyta	35	35
Totalt	**840**	**840**

Tabell 14 Föroreningshalter före och efter rening för exploatering i området (µg/l). Gråmarkerade celler visar halter som överskrider målvärden och orangemarkerade celler visar halter som överskrider riktvärden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Målvärde	***150***	***2500***	***14***	***22***	***60***	***0.4***	***15***	***40***	***0.05***	***60000***	***1000***	***0.05***	***0.001***	***20000***
Riktvärde	***50***	***1250***	***14***	***10***	***30***	***0.4***	***15***	***40***	***0,05***	***25000***	***1000***	***0,05***	***0,001***	***12000***
Område A														
Före exploatering	66	1500	3.6	14	21	0.20	3.5	2.2	0.031	15000	400	0.012	0.0018	15000
Efter exploatering	110	1200	3.2	9.1	25	0.47	2.8	2.8	0.013	21000	110	0.0071	0.0019	11000
Efter rening	66	590	0.63	3.7	7.8	0.16	1.1	1.5	0.0053	7700	25	0.0050	0.00090	5300

Tabell 15 Föroreningsmängder från planområdet (kg/år)

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Område A														
Före exploatering	0.04	0.88	0.002	0.008	0.013	0.00012	0.0021	0.0013	0.000019	8.9	0.24	0.0000075	0.0000011	8.8
Efter exploatering	0.07	0.79	0.002	0.006	0.016	0.0003	0.0018	0.0018	0.0000081	14	0.071	0.0000045	0.0000012	7.3
Efter rening	0.04	0.4	0.0004	0.002	0.005	0.0001	0.0007	0.00095	0.0000034	4.9	0.016	0.0000032	0.0000006	3.4

Tabell 16 Procentuell reduktion efter föreslagna dagvattenåtgärder i jämförelse med befintlig situation

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	TBT	TOC
	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$
Före exploatering	0,042	0,918	0,002	0,008	0,013	0,00013	0,002	0,0014	0,00002	9,05	0,256	0,00001	0,0000011	9,14
Efter exploatering	0,041	0,4	0,00042	0,0021	0,005	0,0001	0,001	0,001	0,000004	4,984	0,020	0,000003	0,0000006	3,58
Procentuell reduktion (%)	**1**	**56**	**80**	**75**	**62**	**19**	**66**	**29**	**81**	**45**	**92**	**58**	**48**	**61**