

Dagvatten- och skyfallsutredning

Uppdatering av program för Frihamnen och del
av Ringön

2026-01-19

Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning

Underrubrik: Uppdatering av program för Frihamnen och del av Ringön

Datum: 2026-01-19

Projektledare SBF: Nina Storsveen och Jonas Uvdal

Projektledare KoV: Sofia Gyllenstig, Linnéa Adiels Lundberg

Handläggare: Mikaela Rudling, Fanny Karlsson, Wilma Norlin, Ramboll

Kvalitetsgranskare: Lena Sjögren, Ramboll

Kontakt: dagvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se

Sammanfattning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför framtagande av planprogram för Frihamnen och del av Ringön. Frihamnsområdet planeras att omvandlas till en grön, tät och stadsmässig del av innerstaden med bostäder, arbetsplatser och handel, god kollektivtrafik och en vattennära stadspark.

Syftet med följande utredning är att på en övergripande nivå analysera platsspecifika förutsättningar utifrån ett dagvatten- och skyfallsperspektiv samt ta fram förslag på hur dagvatten och skyfall inom programområdet kan hanteras på ett hållbart sätt. Utredningen baseras på tidigare utfört utredningsarbete genomfört av Ramboll 2021 och ämnar utveckla tidigare framtagna höjdsättning samt principer för dagvatten- och skyfallshantering.

Utredningen presenterar en övergripande höjdsättning samt principer för dagvatten- och skyfallshantering för område 1 och 2 inom programmet. Höjdsättningen uppfyller stadens krav på skydd för högvatten samt kraven för byggnad och framkomlighet vid skyfall. Föreslagen höjdsättning medför omfattande markhöjningar för de avrinningsområden vars vatten avleds över kajkant.

Programområdet utgörs idag huvudsakligen av verksamheter och industrimark i ett före detta hamnområde. Planförslaget innebär generellt en minskning av hårdgjorda ytor, dock krävs fördröjning och rening av dagvatten för att skapa en hållbar dagvattenhantering samt uppfylla lagkrav, funktionskrav och stadens riktlinjer.

Dagvatten från kvartersmark inom programområdet ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta och renas enligt stadens krav. Inom kvartersmark uppmanas förutsättningar för ytliga och grunda dagvattenanläggningar främjas. Inom allmän platsmark föreslås i huvudsak dagvattenanläggningar som främst renar dagvatten. Anläggningarna föreslås anslutas till nytt konventionellt ledningsnät. Det finns dock ett antal undantag inom programområdet där ytliga system föreslås.

Då planprogrammet syftar till att skapa en grön, tät och stadsmässig del av innerstaden finns en ambition om trädplanteringar vid samtliga gator. Principlösning för rening av dagvatten antas därför utgöras av krossdiken eller skelettjordar i kombination med trädplantering som placeras i gatusektioner. Dagvattenanläggningarna utformning och placering kan varieras i senare skeden för att passa utformning och gestaltning av gaturummet. Om föreslagna reningsanläggningar implementeras minskar föroreningsbelastningen för samtliga parametrar, vidare understigs beräknade halter Göteborgs stads mål- och riktvärden.

Föreslagen skyfallshantering utgörs av skyfallsstråk i gator. För att säkerställa att skyfallshanteringen fungerar inom området har kontrollberäkningar gjorts i ett antal sektioner. Då gatornas utformning ej klarlagts i detta tidiga skede har beräkningarna utförts med ett generellt antagande med V-formade

gatussektioner. I senare skede behöver skyfalls- och dagvattenhanteringen säkerställas då gatornas utformning (bredd/funktion/ lutning) konkretiseras. Föreslagen höjdsättning medför att byggnadsfunktion och framkomlighet vid skyfall säkerställs enligt stadens krav. För delar av programområdet erfordras åtgärder för hantering av skyfall i anslutning till programområdesgränsen för att säkerställa funktionen av befintliga skyfallstråk och undvika ökade översvämningar i och utanför programområdet. Vid kommande skede och detaljplaner behöver befintliga skyfallsstråks funktion beaktas för att risk för instängda områden ska undvikas, speciellt vid planläggning av områden belägna nedströms befintliga skyfallsstråk. Detta avser främst i de nordvästra och västra delarna på Ringön samt delar i öster mot Hjalmar Brantingsplatsen. I öster kan en större yta behöva avsättas för skyfalls och dagvattenhantering för att inte försämra befintlig situation. Storleken på ytan beror bl.a. på dimensioneringsförutsättningar för framtida pumpstation vid befintlig lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden. I kommande skeden rekommenderas samordning med VA-utredning och genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*. Där ny pumpstation och skyfallshanteringen i lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden ska studeras.

Vidare behöver behov av ökad säkerhetsmarginal med hänsyn till samhällsviktiga verksamheter studeras. Det är viktigt att betona att framtagna höjdsättning i detta PM utgår från att kunna hantera dagvatten- och skyfallshantering med självfall och ses som ett inspel till vidarearbete och senare skeden. Sakfrågor som geoteknik, ledningssamordning, uppdaterad kvarterstruktur och gators utformning, färdigt golvnivåer mm kommer alla att påverka denna höjdsättning. Funktionen av en fungerande dagvatten- och skyfallshantering inom området måste därmed bevakas i efterföljande skeden.

Versionshantering

Datum	Version	Beskrivning	Ändrat av
2025-09-05	1	Granskningshandling	
2025-11-07	1	Slutversion	
2026-01-19	1.1	Slutversion, revidering av Tabell 13	Fanny Karlsson

Innehåll

1	Inledning	8
1.1	Syfte och mål	8
1.2	Programförslag	9
2	Förutsättningar	11
2.1	Programområdet idag	11
2.2	Tidigare utredningar och pågående projekt	12
2.2.1	Dagvatten- och skyfallsutredning	12
2.2.2	Spårväg	13
2.2.3	Omledning av Kvillekanalen	13
2.2.4	DP0 Dagvatten- och skyfallsutredning	14
2.2.5	VA-utredning och ledningssamordning	14
2.2.6	Genomförandestudie område 4	15
2.3	Omfattning och avgränsning	15
2.3.1	Område 1	15
2.3.2	Område 2	16
2.3.3	Område 4	16
2.4	Geologi, grundvatten och markmiljö	16
2.5	Dagvatten	17
2.5.1	Befintlig dagvattenhantering	17
2.5.2	Funktionskrav	19
2.5.3	Fördröjningskrav	20
2.5.4	Markavvattningsföretag	20
2.5.5	Miljökvalitetsnormer och reningskrav	21
2.5.1	Storskaliga dagvattenreningsanläggningar	23
2.6	Skyfall	23
2.6.1	Skyfallssäkring och klimatanpassning	24
2.6.2	Befintlig skyfallssituation	25
2.6.3	Strukturplansåtgärder	29
2.7	Högvatten	30
3	Framtida förutsättningar	32
4	Programspecifika förutsättningar	34
4.1	Höjdsättning	34
4.2	Dagvatten	35
4.2.1	Allmän platsmark	35

4.2.2	Kvartersmark	36
4.3	Skyfall	36
4.4	Högvatten.....	37
5	Resultat och analys	38
5.1	Framtida höjdsättning	38
5.2	Framtida avrinningsområden	38
5.3	Flöden och fördröjning.....	40
5.3.1	Markanvändning	40
5.3.2	Fördröjning och reningsbehov	41
5.3.3	Dimensionerande flöde.....	42
5.3.4	Skyfallsflöde	43
5.4	Dagvattenkvalitet.....	45
5.4.1	Föroreningsberäkning.....	45
5.4.2	Alternativa reningsanläggningar	50
6	Föreslagna åtgärder	51
6.1	Kvartersmark.....	51
6.2	Allmän platsmark	53
6.2.1	Område 1	54
6.2.2	Område 2	74
6.3	Exempel på utformning.....	77
6.4	Ansvarsfördelning.....	79
6.5	Kostnads kalkyl	80
6.6	Alternativ utformning från tidigare skeden.....	80
7	Slutsats och rekommendationer	82
7.1	Medskick till kommande skede	85
8	Referenser.....	87

Bilagor

Bilaga 1. Höjdsättning Frihamnskyrkan och spårområdet

Bilaga 2. Höjdsättningsplan område 1

Bilaga 3. Framtida avrinningsområden

Bilaga 4. Markanvändning och flöden

Bilaga 5. Föroreningsberäkningar

Bilaga 6. Dagvattenssystem område 1

Bilaga 7. Markhöjningar- och sänkningar område 1

Bilaga 8. Höjdsättningsprincip område 2

Bilaga 9. Princip för dagvattenhantering område 2

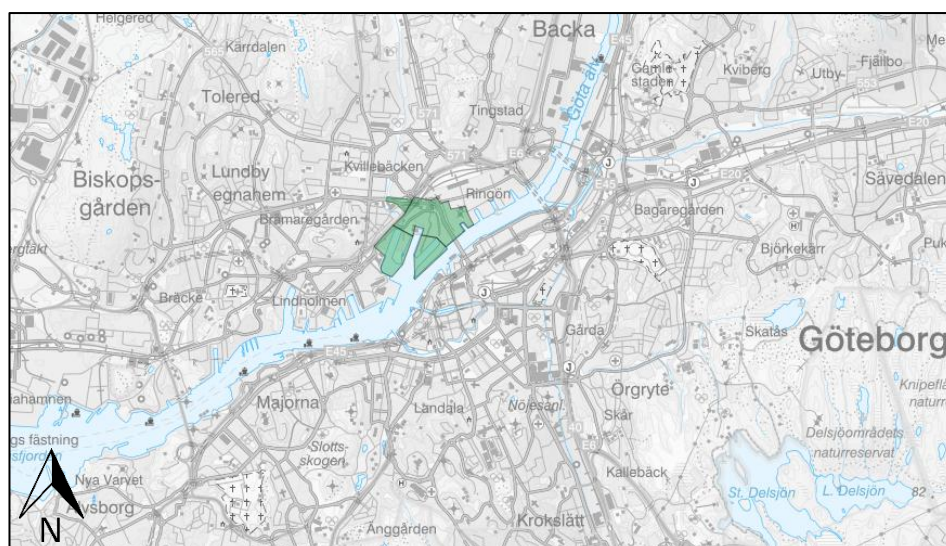
Bilaga 10. Alternativ utformning från tidigare skeden

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 dagvattenssystemet är dimensionerat för.

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

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en uppdatering av planprogram till Frihamnen och del av Ringön (se Figur 1).



Figur 1. Orienteringskarta som visar planprogrammets lokalisering i staden.

2019 togs beslut i Byggnadsnämnden om uppdrag att uppdatera program för Frihamnen och del av Ringön. Totalt fyra detaljplaner har påbörjats eller genomförts, varav två (DP1 och DP2) pausades i februari 2021 i väntan på kommunfullmäktiges beslut om ekonomisk åtgärdsplan för Älvstaden. En detaljplan för spårvägen (DP Spår) är antagen och ytterligare en detaljplan för kontor och verksamheter vid Hisingsbron påbörjades under 2023 (DP0).

1.1 Syfte och mål

Syftet med följande utredning är att på en övergripande nivå analysera platsspecifika förutsättningar utifrån ett dagvatten- och skyfallsperspektiv samt ta fram förslag på hur dagvatten och skyfall inom programområdet kan hanteras på ett hållbart sätt inom området. Hänsyn ska tas till dagvatten- och skyfallshantering i anslutande områden såsom Lindholmen, Backaplan och Ringön.

Utredningen baseras på tidigare utfört utredningsarbete genomfört av Ramboll 2021 för programområdet, samt 2023 i samband med DP0. Tidigare utredning beskriver planeringsförutsättningar för Frihamnen samt föreslår höjdsättning och principer för dagvatten- och skyfallshantering. Följande utredning ämnar utveckla tidigare framtagna höjdsättning samt utveckla principer för dagvatten- och skyfallshantering.

Utredningen ska säkerställa att säker avledning av dagvatten ska ske från programområdet samt att programmets genomförande bidrar till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten (i enlighet med miljökvalitetsnormer) samt följa stadens målvärden avseende dagvattenkvalitet.

Inom Göteborgs stad gäller att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Fördröjning inom kvartersmark kommer endas behandlas principiellt i följande utredning.

För att säkerställa att Göteborgs stads anvisning avseende skyfall (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) följs 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 programområdet.
- Översvämningssituationen inom eller utanför programmet skall inte försämrats.
- Programmet ska beakta strukturplaner.

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

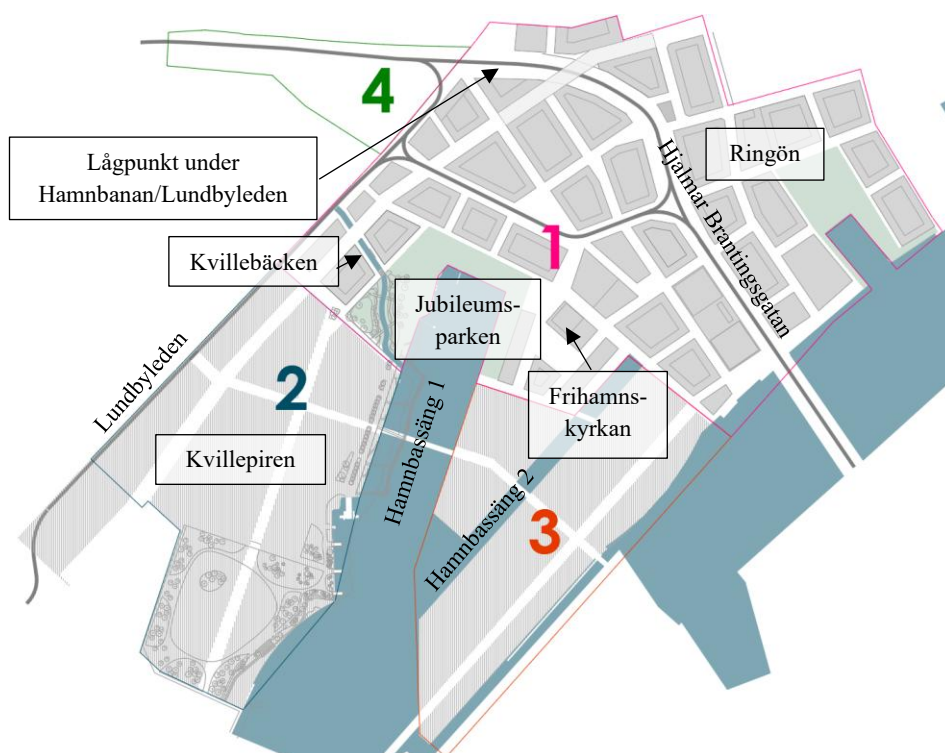
Tanken är att genom konst, arkitektur, stadsplanering, lek, multifunktion och pedagogik kopplat till regnvattnet locka människor till utevistelse, upplevelser och möten i en stad som är levande även när det regnar. Detta perspektiv får gärna prägla de nya lösningar som tas fram för dagvatten och skyfall i programområdet (Göteborgs Stad, 2018). Ytterligare riktlinjer som är styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor sammanställs i kapitel 2.

1.2 Programförslag

Frihamnsområdet är beläget i Göteborgs centrum (se Figur 1). Området planeras att omvandlas till en grön, tät och stadsmässig del av innerstaden med bostäder, arbetsplatser och handel, god kollektivtrafik och en vattennära stadspark.

I Figur 2 presenteras områdesindelning för utredningen. Programområdet omfattar förutom Frihamnen delar av Ringön öster om Hisingsbron. I norr avgränsas området av Lundbyleden och Hamnbanan, i väster av det före detta varvsområdet på Lindholmen och i söder av Göta Älv. Programområdet omfattar cirka 80 hektar och marken ägs till största delen av kommunen genom Älvstranden utveckling AB och Exploateringsförvaltningen.

Område 3 omfattas inte av följande utredning då detta område planeras att utvecklas längre fram i tiden. Område 4 ingår i en kommande genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*, och omfattas därmed endast av följande utredning avseende befintliga förutsättningar samt vilken påverkan programområdet har i form av bidrag av dagvatten- och skyfallsflöden till område 4.



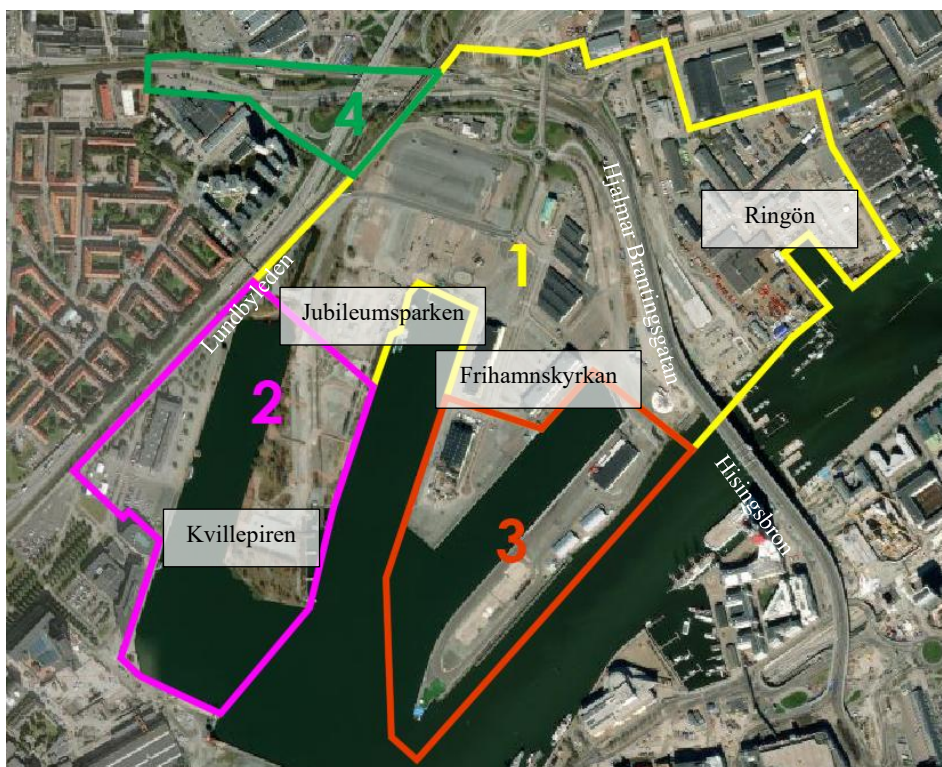
Figur 2. Områdesindelning för utredningen.

2 Förutsättningar

I följande avsnitt beskrivs programområdets befintliga förhållanden och platsspecifika förutsättningar som påverkar förslag till dagvatten- och skyfallshantering.

2.1 Programområdet idag

Programområdet utgörs huvudsakligen av verksamheter och industrimark, se Figur 3. Området öster om Hisingsbron (Ringön) domineras av verksamheter och uppställningsytor. Väster om Hisingsbron förekommer verksamheter samt hårdgjorda ytor i form av parkeringar och uppställningsytor. Inom detta område finns även en ny kyrka (Frihamnskyrkan), befintliga byggnader som ska bevaras och den delvis utbyggda Jubileumsparken. På Kvillepiren har tillfällig bebyggelse i form av bostäder uppförts.

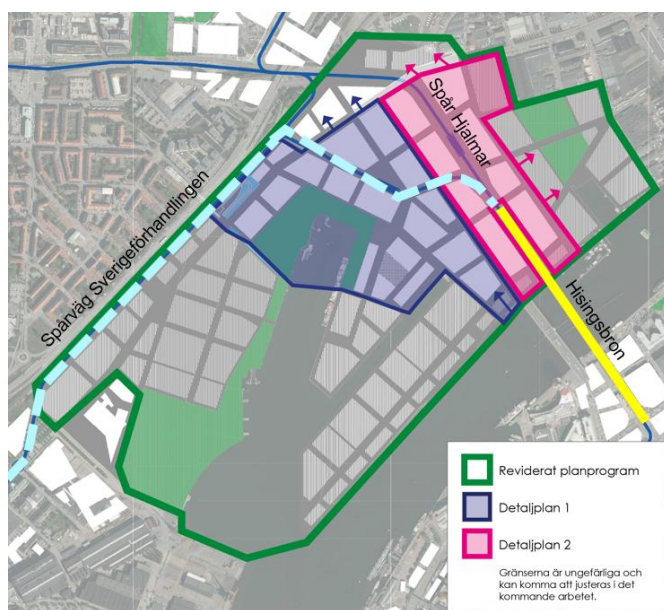


Figur 3. Ortofoto över Frihamnen samt områdesgränser.

2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt

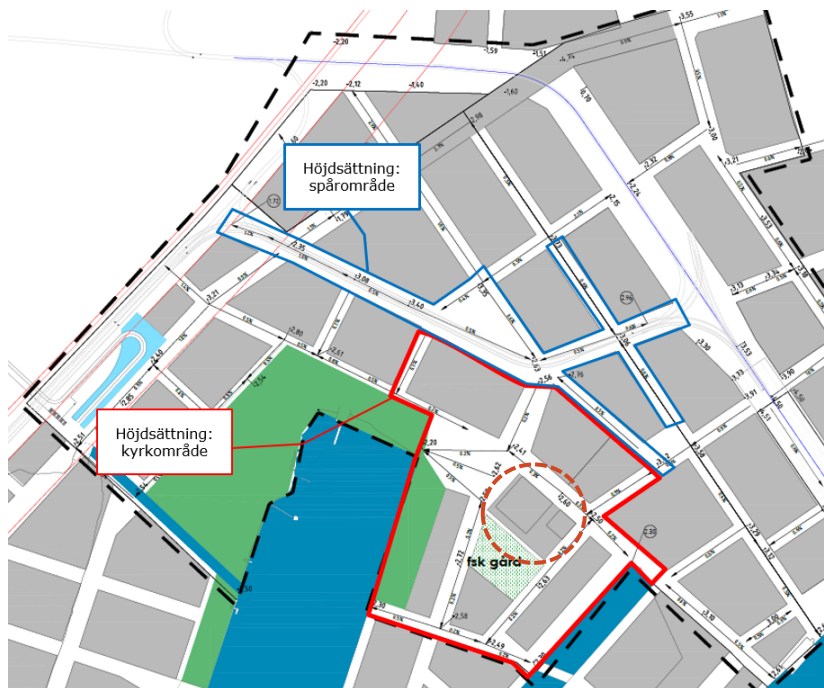
2.2.1 Dagvatten- och skyfallsutredning

Ramboll påbörjade 2021 en dagvatten- och skyfallsutredning för Frihamnen och del av Ringön inför uppdatering av planprogrammet samt två detaljplaner; DP1 och DP2, se Figur 4. Utredningen färdigställdes aldrig då arbetet med planprogrammet pausades. Det arbete som togs fram sammanställdes i PPT-format och utgör underlag för denna utredning. DP1 och DP2 är för nuvarande pausade i väntan på kommunfullmäktiges beslut om ekonomisk åtgärdsplan för Älvstaden.



Figur 4. Omfattning av planprogram och detaljplaner vid dagvatten- och skyfallsutredning som togs fram 2021.

Tidigare arbete baserades på en tidig höjdsättning för området (framtagen av Sweco) och föreslog principer för dagvatten- och skyfallshantering. För delar av området (kyrkan samt spårområdet, se Figur 5) togs en fördjupad höjdsättning fram vilket presenteras i bilaga 1. Den fördjupande höjdsättningen som presenteras i bilaga 1 utgör underlag för vidare arbete med berörda detaljplaner.



Figur 5. Omfattning av fördjupande delar i dagvatten- och skyfallsutredning som togs fram 2021.

I tidigare planarbete planerades Hjalmar Brantingsgatan att rätas ut. Denna uträtning har utretts ytterligare och beslut har fattats att man inom programarbetet ska arbeta vidare med befintlig sträckning av Hjalmar Brantingsgatan dock med justerad höjdsättning.

2.2.2 Spårväg

Utbyggnaden av spårväg mellan Hisingsbron och Lindholmen pågår och planeras att färdigställas under 2025, därmed är det inte tidsmässigt möjligt att planlägga spårvägen tillsammans med intilliggande omvandlingsområden inom Frihamnen där planeringen inte har kommit lika långt. Spårvägen utgör en tidig del i utvecklingen av Frihamnen och dess placering i både plan och höjd är fastslagen. Spårvägens placering utgör således en förutsättning för programområdets övergripande höjdsättning.

2.2.3 Omledning av Kvillekanalen

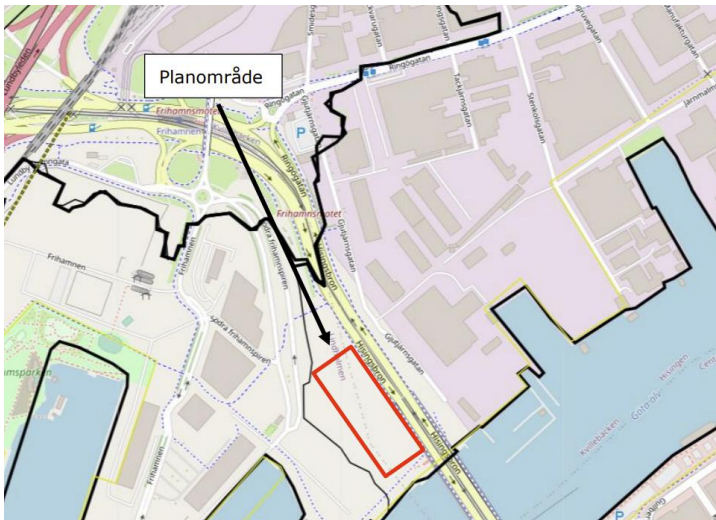
I samband med exploateringen av Frihamnenområdet ska Kvillekanalen ledas om som en följd av utfyllnaden av Lundbyhamnen. Kvillekanalen planeras att ledas genom Jubileumsparken och ges en meandrande utformning, se Figur 6.



Figur 6. Planerad omledning av Kvillekanalen.

2.2.4 DP0 Dagvatten- och skyfallsutredning

Under 2023 påbörjades arbete med att ta fram en detaljplan för kontor och verksamheter vid Hisingsbron (DP0), se planområdesgräns i Figur 7. Den nya kontorsbyggnaden beräknas få en slutlig totalyta på 80 000 kvadratmeter. I samband med detaljplanearbetet togs en höjdsättning för området fram (baserad på tidigare höjdsättning från 2021). Höjdsättningen är en förutsättning till följande utredning.



Figur 7. Planområdesgräns för DP0 (Ramboll, 2024).

2.2.5 VA-utredning och ledningssamordning

För nuvarande pågår arbete med att ta fram en VA-utredning för planprogrammet. I VA-utredningen identifieras stråk där Kretslopp och vatten ser ett behov att dra fram allmänna VA-ledningar. Dimensioner och sektioner tas ej fram i detta skede. Det finns idag ett fåtal allmänna och privata VA-ledningar inom programområdet. Dessa ska slopas för att bygga ett nytt

ledningsnät med kapacitet för den föreslagna exploateringen i och med genomförandet av planprogrammet. Ett fåtal allmänna VA-ledningar på Ringön kan komma att behållas. VA-utredningen utgår ifrån de markhöjder som föreslås i föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning för programområdet.

2.2.6 Genomförandestudie område 4

En kommande genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan* planeras för område 4. Syftet med GFS:en är att kunna omvandla Hjalmar Brantingsgatan till ett stadsmässigt stråk, där alla trafik- och särskilt kollektivtrafikanspråk hanteras. I samband med GFS:en behöver även dagvatten- och skyfallshanteringen kring lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden studeras. Framtida flöden och volymer inom Frihamnens programområde som föreslås avledas mot lågpunkten Hamnbanan/Lundbyleden kommer därmed utgöra underlag till GFS:ens systemhandlingar.

2.3 Omfattning och avgränsning

I Figur 2 presenteras områdesindelning för utredningen. Utredningen omfattar område 1 och 2 samt delvis område 4. Område 1 anses ligga främst i planprogrammets tidplan för utbyggnad och har därför studerats mer ingående än övriga områden. Område 3 omfattas inte av följande utredning då detta område planeras att utvecklas längre fram i tiden. I efterföljande avsnitt beskrivs befintligt underlag samt utredningens avgränsning för respektive område.

Utredningen omfattar endast dagvatten och ej övriga ledningsslag. Dricks- och spillvattenledningar hanteras i kommande VA-utredning (se avsnitt 2.2.5).

2.3.1 Område 1

Inom område 1 finns en fördjupad höjdsättning framtagen i tidigare utredningar (2021). Vidare finns detaljerad höjdsättning framtagen för DP0, kyrkan och magasinerna samt spårvagnsspåren (se bilaga 1 samt Figur 5). Höjdsättning av Hjalmar Brantingsgatan och närliggande gator som påverkas studeras i följande utredning. Sedan framtagandet av dessa utredningar har kyrkan (rödsträckt område i Figur 5), spårvägen och del av Jubileumsparken byggts ut. Utredningen omfattar inte Hisingsbron. Höjdsättning samt princip för dagvatten- och skyfallshantering inom område 1 ämnas utredas i översiktlig omfattning. Det bör noteras att det, inom ramen för detta uppdrag, tas fram en schematisk höjdsättning för området omkring Kvillekanalen (i motsvarande detaljeringsnivå som område 2) eftersom utformningen av området inte är klarlagd i detta skede.

2.3.2 Område 2

Inom område 2 finns ingen tidigare framtagen höjdsättning. Område 2 ämnas studeras översiktligt avseende dagvatten- och skyfallshantering genom redovisning av en schematisk höjdsättning och analys av risker för instängda områden samt identifiering av eventuella beroenden mot planprogrammet för Lindholmen. I detta arbete beaktas fasta höjder för spårvägen.

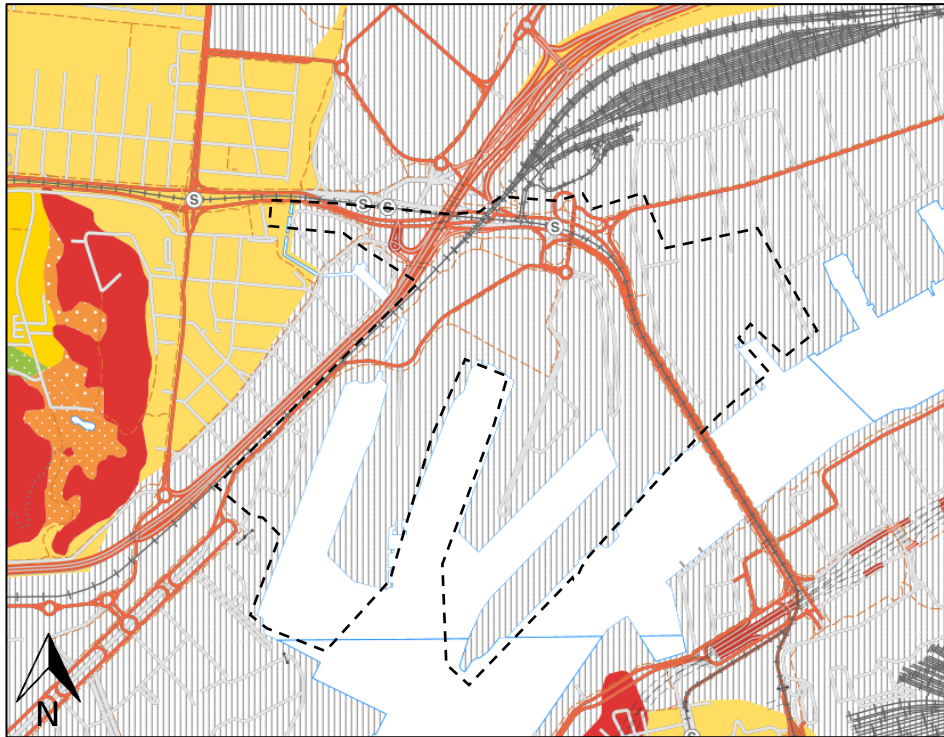
2.3.3 Område 4

Område 4 ingår i en kommande genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*, och omfattas endast av följande utredning på översiktlig nivå avseende befintliga förutsättningar gällande dagvatten- och skyfallshantering samt vilken påverkan programområdet för Frihamnen har i form av bidrag av dagvatten- och skyfallsflöden till område 4.

2.4 Geologi, grundvatten och markmiljö

Större delen av ytan inom Frihamnen består av asfalt eller grus. Inom Kvillepiren (se Figur 2) är markytan relativt plan med nivåer i huvudsak varierande mellan +2,0 och +2,5. Frihamnsplanen nordost om Kvillepiren har marknivå varierande kring nivå +2,5. Norra Frihamnspiren har likartade marknivå vilka i huvudsak varierar mellan +2,0 och +2,8.

Jordlagerföljden inom stora delar av de inre delarna av Frihamnen utgörs av fyllnadsmaterial som överlagrar lera och friktionsjord ovan berg, se Figur 8. Frihamnen är ett utfyllnadsområde i Göta älv och fyllnadsmassorna kan i varierande grad förutsättas vara påverkade av föroreningar. Detta beror dels på föroreningsinnehåll i tillförda massor, dels på föroreningar orsakade av de tidigare verksamheterna på platsen.



Figur 8. Jordartskarta för programområdet (SGU, u.d.).

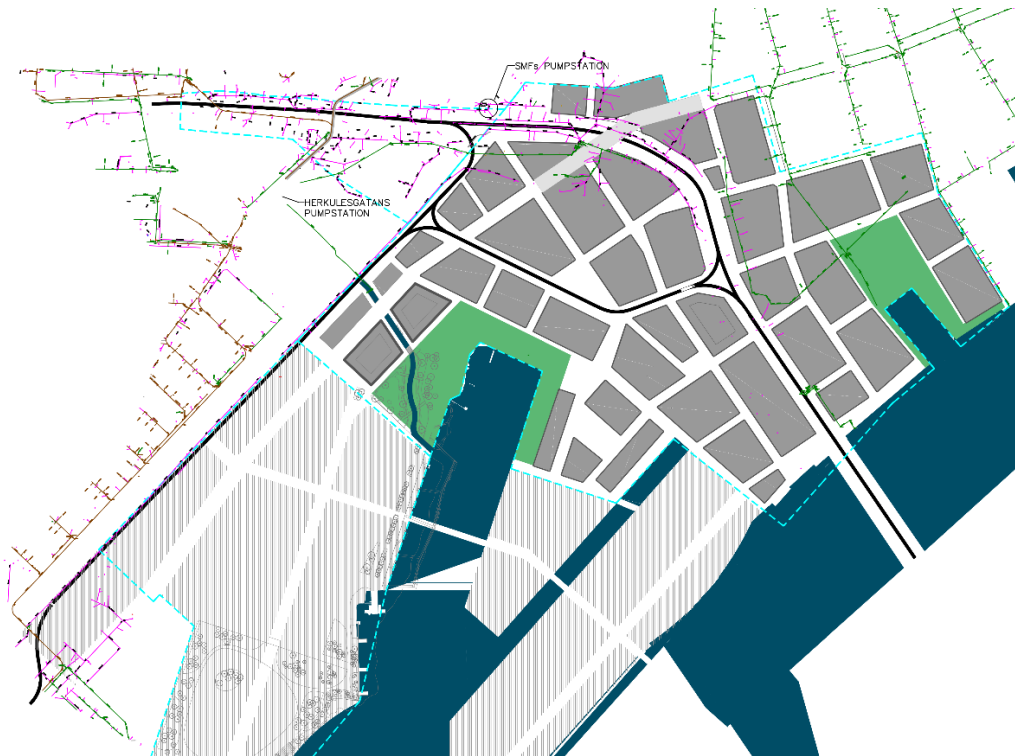
För nuvarande pågår arbete med sammanställning av geotekniska utredningar för området. Geotekniska förutsättningar kan medföra behov av förstärkande åtgärder vilket kan påverka föreslagen höjdsättning samt dagvattenanläggningars placering och anläggningstyp. Följande utredning avses ligga till grund för bedömning av behov av förstärkande geotekniska åtgärder.

2.5 Dagvatten

2.5.1 Befintlig dagvattenhantering

Befintligt dagvattensystem inom och i anslutning till programområdet presenteras i Figur 9. Samtliga befintliga dagvattenledningar inom programområdet förutsätts slopas, med undantag för ett antal ledningar inom Ringön. Eventuellt kan vissa ledningar komma att behållas tillfälligt under utbyggnad av området.

I lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden har stadsmiljöförvaltningen (SMF) en befintlig pumpstation (se Figur 9) som pumpar sitt vatten vidare till Herkulespumpstation. Befintlig pumpstation i lågpunkten kommer troligen behöver ersättas/kompletteras med en ny pumpstation som dimensioneras för att hantera framtida situation med förväntade ökade flöden och uppdaterade dimensioneringskrav. Herkulesgatans pumpstation ska behållas men föreslås i framtiden avledas direkt till Göta älv i stället för till Kvillebäcken. Erforderligt kapacitetsbehov för dessa pumpstationer hanteras i kommande VA-utredning och genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*.



Figur 9. Befintliga dagvattenledningar inom och i anslutning till programområdet. Gränser för programområdets delområden redovisas i cyan. Dagvattensystem redovisas enligt följande: grönt = dagvatten KoV, brunt = kombinerat KoV och magenta = dagvatten Stadsmiljöförvaltningen (SMF).

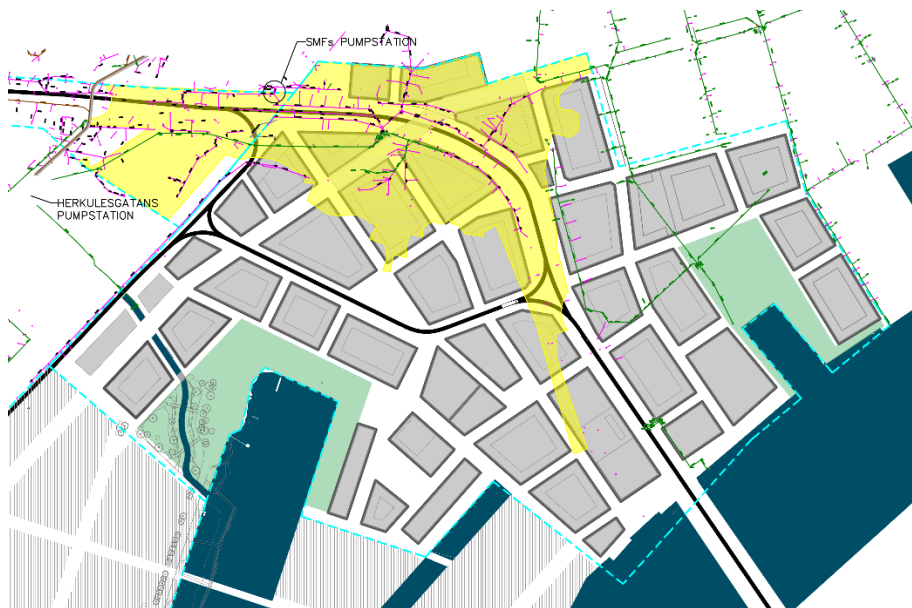
Det bör noteras att VA-utredning för programområdet ännu inte är framtagen och att risk för ledningskrockar därmed inte kan uteslutas. Ledningssamordning kommer ske övergripande i och med arbetet med planprogrammet men genomförandet behöver studeras i senare skede.

2.5.1.1 Område 1

Inom området sydväst om Hjalmar Brantingsgatan finns befintliga dagvattenledningar som avvattnar området via brunnar. I samband med exploateringen antas detta system slopas. Befintliga byggnader kommer att erbjudas nya servisanslutningar.

Inom Ringön finns ett dagvattensystem med en huvudledning som mynnar i hamnbassängen öster om Hisingsbron. Dagvattensystemet avvattnar förutom Ringön-området även befintliga gator och vägar norr om programområdet. Delar av detta system planeras att bevaras.

Hjalmar Brantingsgatan samt gator nordost om programområdet avvattnas via ett dagvattensystem som ägs av Göteborgs stad och förvaltas av Stadsmiljöförvaltningen (SMF). Systemet avvattnas mot lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden till en pumpstation (se Figur 9) som pumpar dagvattnet vidare till Herkulesgatans pumpstation, se Figur 10. Herkulesgatans pumpstation omhändertar primärt spillvatten och avlopp från kombinerat nät, men även till viss del dagvatten. Dagvattnet pumpas idag till Kvillebäckens utlopp men planeras i framtiden att pumpa till Göta älv.



Figur 10. Del av befintligt avrinningsområde inom programområdet som belastar Herkulesgatans pumpstation redovisas i gult. Gränser för befintligt avrinningsområde har delgivits från KoV:s analys av tekniskt avrinningsområde för Herkulesgatans pumpstation. Gränser för programområdets delområden redovisas i cyan. Dagvattensystem redovisas enligt följande: grönt = dagvatten KoV, brunt = kombinerat KoV och magenta = dagvatten SMF.

2.5.1.2 Område 2

Inga VA-ledningar har identifierats inom område 2 vid inhämtning av ledningsunderlag från ledningskollen. Det bör dock noteras att det troligtvis finns privata dagvattenledningar inom området som avvattnar den befintliga, tillfälliga bebyggelsen i området via brunnar. Samtliga ledningar inom område 2 förutsätts slopas.

2.5.1.3 Område 4

Inom område 4 finns befintligt dagvattensystem för avvattning av Hjalmar Brantingsgatan och omgivande gator samt tar emot dagvatten och skyfall från område 1 (se Figur 10). Inom område 4 planeras ingen exploatering eller förändring av markanvändning varpå befintligt ledningssystem förutsätts behållas. Område 4 omfattas av genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*, se avsnitt 2.2.6, varpå befintlig avvattning och eventuella ledningssystem inte studerats vidare i denna utredning.

2.5.2 Funktionskrav

Funktionskrav för nya dagvattensystem regleras i Svenskt Vattens publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten (Svenskt Vatten, 2016). Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem 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	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

Området planeras att exploateras för centrumbebyggelse varpå dimensionering för 10-årsregn vid fylld ledning och 30-årsregn för trycklinje i marknivå rekommenderas.

2.5.3 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 programområdet och är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Kravet gäller för den delen av fastigheten som genomgår en större förändring av markanvändning och/eller om markarbeten ska göras. Kravet gäller inte för direkt avledning till Göta älv eller havet. Flera avrinningsområden inom planprogrammet har Göta älv som recipient, dagvatten planeras dock inte avledas direkt till recipient utan leds via allmänt dagvattensystem varpå ovanstående krav fortsatt gäller.

Utöver det fördröjningskrav motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad area som ställs på kvartersmark kan Kretslopp och vatten behöva anlägga fördröjningsåtgärder på allmän platsmark vid behov för att kunna ta emot dagvatten vid ett dimensionerande 30-årsregn i det allmänna dagvattensystemet utan marköversvämningar.

2.5.4 Markavvattningsföretag

Ett markavvattningsföretag är en åtgärd som utförs för att avvattna 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§).

Dagvatten från delar av programområdet avleds till Kvillekanalen som ingår i markavvattningsföretaget Kvillebäcken TF 1945, se Figur 11. Dock är markavvattningsföretaget beläget uppströms programområdet och den del av Kvillebäcken/Kvillekanalen som ligger inom programområdet ingår därmed

inte i markavvattningsföretaget. Markavvattningsföretaget håller även på att omprövas för nedläggning och anses därmed inte påverka programområdet.



Figur 11. Lokalisering av markavvattningsföretaget Kvillebäcken.

I samband med exploateringen av programområdet planeras Kvillekanalen att ledas om, se avsnitt 2.2.3.

2.5.5 Miljö kvalitetsnormer och reningskrav

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat miljö kvalitetsnormer (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 näringsämnena kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar.

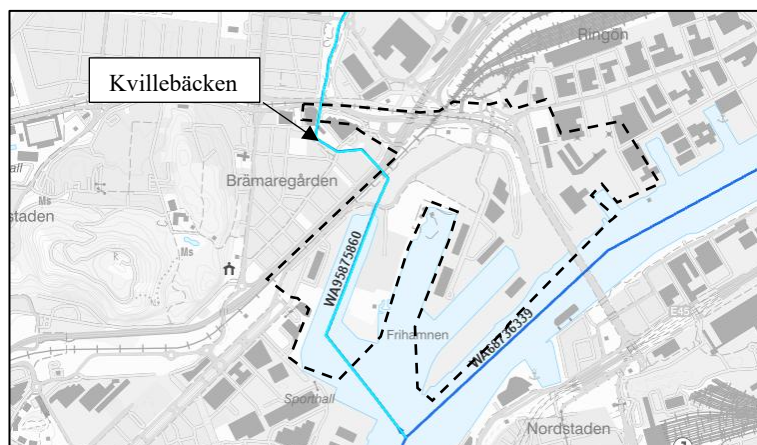
För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020). Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat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

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

2.5.5.1 Kvillebäcken

Kvillebäcken (se Figur 12) har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status. Miljökvalitetsnorm för vattenförekomsten är att god ekologisk status ska uppnås 2027 och att god kemisk status ska uppnås, med senare målår för PFOS och mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilver. Urban markanvändning bedöms utgöra en betydande påverkanskälla då minst 10% av vattenförekomstens avrinningsområde utgörs av tät stadsstruktur eller handel, industri och militära områden (VISS, 2023).

Kvillebäcken är klassad som känslig recipient enligt *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021).



Figur 12. Lokalisering av Kvillebäcken (VISS, 2023).

VISS har tagit fram åtgärdsbehov för näringsämnen som anger den teoretiska mängd som behöver reduceras för att uppnå god status avseende näringsämnen. Åtgärdsbehoven är inte bindande. Kvillebäckens åtgärdsbehov är reduktion av 60 kg fosfor och 960 kg kväve per år, det möjliga åtgärdsbehovet bedöms vara 56 kg fosfor och 960 kväve per år. Den påverkanstyp som bedöms vara möjlig att reducera är dagvatten (VISS, 2022).

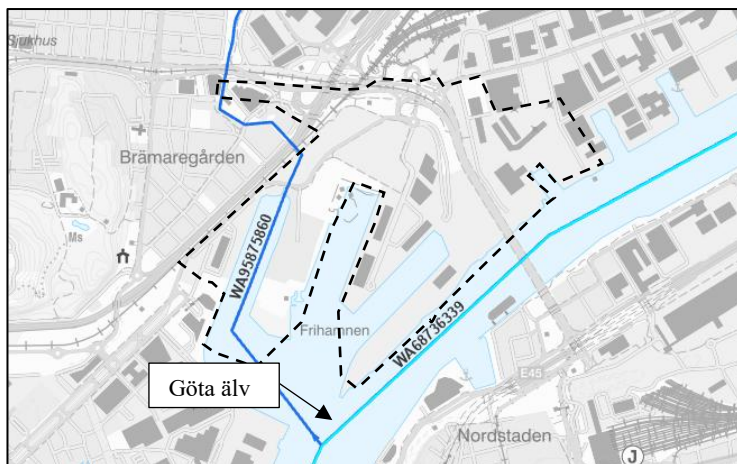
2.5.5.2 Göta älv

Göta älv (Säveåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron) uppnår måttlig ekologisk potential samt uppnår ej god kemisk status. Vattenförekomstens miljökvalitetsnorm är att god ekologisk potential ska uppnås 2027 samt att god kemisk ytvattenstatus ska uppnås, med senare målår för PFOS och mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilver. Motiveringen till att Göta älv ska uppnå god ekologisk potential är att åtgärder för att nå god ekologisk status skulle medföra en betydande negativ påverkan på samhällsviktig vattenkraftsverksamhet. Urban markanvändning bedöms utgöra en betydande påverkanskälla då minst 10% av vattenförekomstens avrinningsområde utgörs av tät stadsstruktur eller handel, industri och militära områden (VISS, 2023).

Göta älv är även ett fiskvatten enligt förordning (SFS 2001:554) om miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten. I förordningen ställs

kvalitetskrav genom gräns- och riktvärden för laxfiskvatten och för musselvatten.

Göta älv är klassad som mindre känslig recipient enligt *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021).



Figur 13. Lokalisering av Göta älv (VISS, 2023).

VISS har tagit fram åtgärdsbehov för näringsämnen som anger den teoretiska mängd som behöver reduceras för att uppnå god status avseende näringsämnen. Åtgärdsbehoven är inte bindande. Vattenförekomstens åtgärdsbehov är reduktion av 23 kg fosfor och 2707 kg kväve per år vilket bedöms vara möjligt att reducera. Den påverkanstyp som bedöms vara möjlig att reducera är dagvatten (VISS, 2022).

2.5.1 Storskaliga dagvattenreningsanläggningar

Enligt Åtgärdsförslag för dagvatten (Göteborgs stad, 2019) finns inga planerade storskaliga dagvattenreningsanläggningar utpekade inom programområdet.

2.6 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 med klimatfaktor 1,2 (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.

2.6.1 Skyfallssäkring och klimatanpassning

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

Det tematiska tillägget för översvämningssrisker, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningssrisker 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 programområdet där framkomlighet inte kan säkerställas.** För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämning ska tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom programområdet 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 programområdet.** Detta innebär att det ska vara ett vattendjup på max 0,2 m på vägar till och från programområdet som ansluter till utryckningsvägar och det högprioriterade vägnätet.
- **Identifiera om översvämningssituationen inom eller utanför programmet försämrats för befintligheter som en konsekvens av exploateringen.** Detta innebär att flödet både ut från programmet och till andra delar av programområdet inte får öka vid kommande detaljplaners genomförande (försämrade konsekvenser får inte uppstå för annan part enligt Jordabalken). Därför ska minst samma volymer som fördröjs innan planering fördröjas efter exploatering.
- **Programmet ska beakta strukturplaner för skyfall och hantera eventuella målkonflikter.** Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna för skyfall 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 Stadsbyggnadsnämnden med tillhörande riskanalys).
- **Programmet ska beakta vattenkvalitet i samband med skyfall.** Detta ska göras i samråd med framför allt Miljöförvaltningen (MF).

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

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

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

Om samhällsviktiga anläggningar (enligt definitionen i TTÖP) planeras inom programområdet ska en säkerhetsmarginal på 0,5m ska appliceras.

Enligt TTÖP kan anläggning av så kallade tekniska skydd medge avsteg från planeringsnivåer. ”I vissa fall bör det finnas skäl att tekniska skydd kan medge avsteg ifrån planeringsnivåer. Detta under förutsättning att särskild riskutredning utförs och kan visa att risken inte blir betydande. Motiv för avsteg anges i avsnitt 2 i del 1 och kan till exempel handla om målkonflikter med stadbyggnadskvaliteter eller samhällsekonomiska avvägningar dvs att föreslagna riktlinjer innebär dålig samhällsekonomi och motverkar målet om god stadsmiljö.”

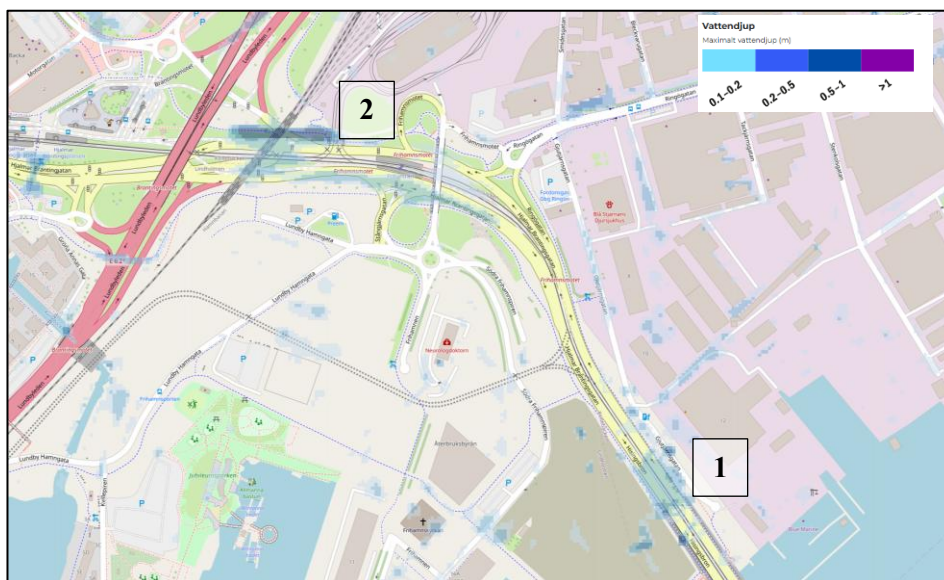
2.6.2 Befintlig skyfallssituation

Befintlig skyfallssituation har analyserats enligt Kretslopp och vattens rutin för skyfallsutredningar (Kretslopp och vatten, 2022). Enligt rutinen ska översvämningsrisk vid skyfall (dimensionerande händelse med 100 års återkomsttid) studeras genom lågpunktskartering. Analysen har utgått från Göteborgs stads Vatten i staden med studerat scenario nuläge (klimatanpassat 100-årsregn). Det bör noteras att modellen togs fram 2020 varpå förändringar i höjdsättning kan ha skett vilket påverkar modellen.

2.6.2.1 Område 1

I Figur 14 presenteras befintlig skyfallssituation genom vattendjup vid klimatanpassat 100-årsregn för område 1. Inom Ringön-området förekommer ett flertal mindre lågpunkter där översvämningsdjupet överstiger 0,2 m. Väster om Hisingsbrons fäste (1) finns en något större lågpunkt där översvämningsdjupet uppgår till 0,1–0,2 m. Öster om Frihamnsmotet, under Hamnbanan och vidare mot Lundbyleden finns en större lågpunkt (2) där vattendjupet uppgår till 0,5–1 m. Denna lågpunkt refereras till lågpunkt under

Hamnbanan/Lundbyleden i resten av utredningen. Denna lågpunkt ligger även på gränsen mellan område 1 och område 4 (Genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*. Söder om Frihamnsmotet ansamlas även vatten med något lägre översvämningdjup. Framkomligheten bedöms vara okej då översvämningdjupet generellt inte överstiger 0,2 m på vägar inom området. Är i lågpunkten Hamnbanan/Lundbyleden som vattendjupet på Hjalmar Brantingsgatan är mer än 0,2 m och där framkomligheten ej är uppfylld. Även infartsvägar till programområdet bedöms vara framkomliga vid studerat skyfallsscenario.



Figur 14. Befintlig skyfallssituation för område 1, vattendjup vid klimatanpassat 100-årsregn.

I Figur 15 presenteras skyfallssituationen för område 1 genom maximala ytvattenflöden samt flödets riktning vid klimatanpassat 100-årsregn. Enligt karteringen finns ett antal skyfallsstråk där ytvattenflöden större än 20 l/s/m riskerar att uppstå. Detta gäller omkring Hisingsbrons fäste och vid närliggande Gjutjärnsgatan (1), öster om Frihamnsmotet vid lågpunkten Hamnbanan/Lundbyleden (2), Ringögatan (3) samt ett flertal gator inom Ringön.

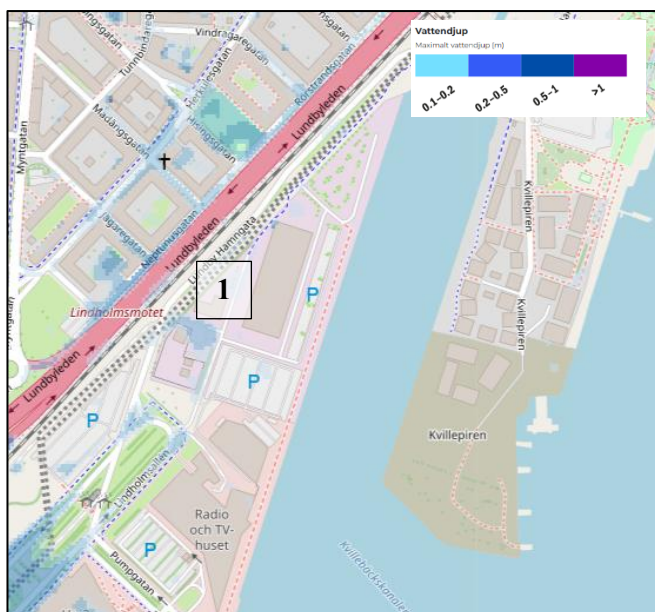


Figur 15. Befintlig skyfallssituation för område 1, maximalt ytvattenflöde vid klimatanpassat 100-årsregn. Flödesriktningar redovisas med svarta pilar.

Enligt Figur 15 identifieras även två naturliga skyfallsstråk i anslutning till programområdesgränsen vid Ringön (A och B). Funktionen hos dessa skyfallsstråk bör bevaras vid framtida exploatering för att inte riskera att skapa instängda områden eller öka översvämningens risken för uppströms belägna områden. Detsamma gäller för skyfallsstråket som kommer från Ringögatan och leds ner mot lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden.

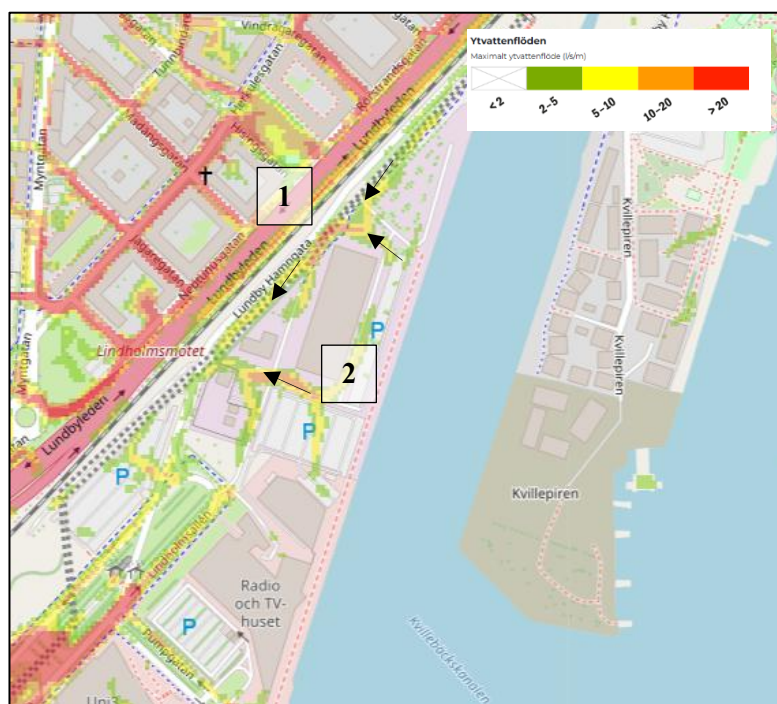
2.6.2.2 Område 2

I Figur 16 presenteras vattendjup vid klimatanpassat 100-årsregn vid befintlig situation inom område 2. Inom området finns en mindre lågpunkt (1) där översvämningens djupet uppgår till 0,1–0,2 m.



Figur 16. Befintlig skyfallssituation för område 2, vattendjup vid klimatanpassat 100-årsregn.

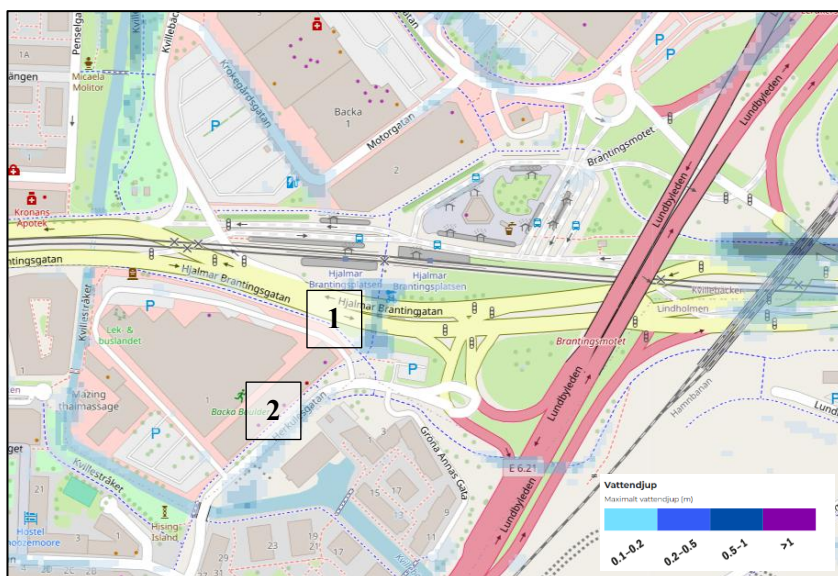
I Figur 17 presenteras maximala ytvattenflöden vid klimatanpassat 100-årsregn vid befintlig situation inom område 2. Ett skyfallsstråk där maximalt ytvattenflöde uppgår till mer än 20 l/s/m identifieras längs Lundby Hamngata (1). Vidare finns ett skyfallsstråk söder ut mellan befintliga parkeringsytor (2).



Figur 17. Befintlig skyfallssituation för område 2, maximalt ytvattenflöde vid klimatanpassat 100-årsregn.

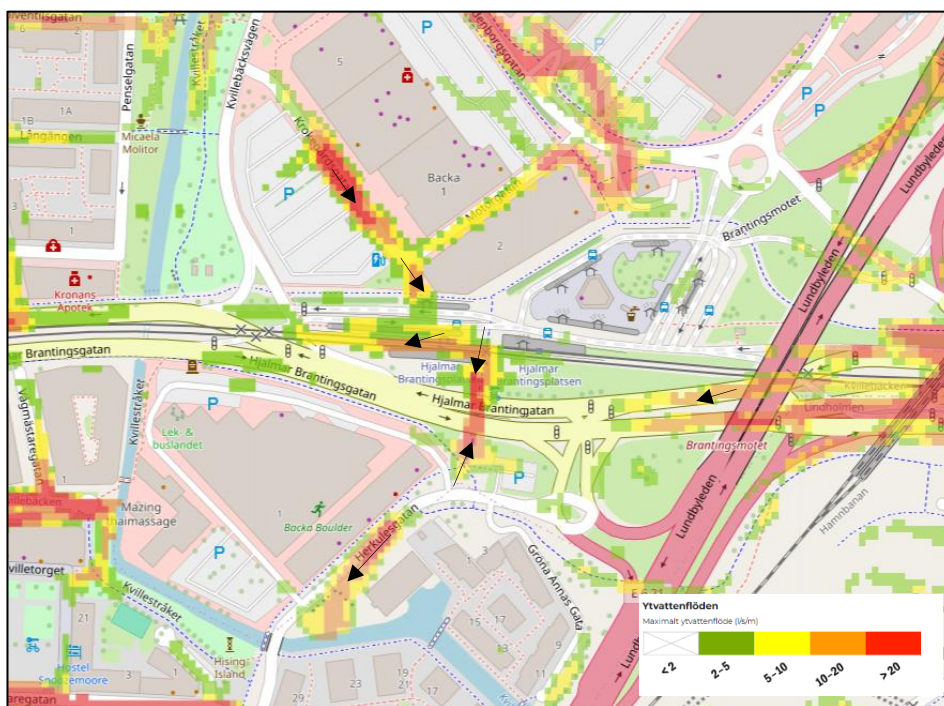
2.6.2.3 Område 4

I Figur 18 presenteras vattendjup vid klimatanpassat 100-årsregn vid befintlig situation inom område 4. Inom området identifieras en lågpunkt vid Hjalmar Brantingsgatan, (1). Lågpunkten är i anslutning till en gång- och cykeltunnel där översvämningsdjupet skattas till 0,2–0,5 m. Även längs Herkulesgatan (2) identifieras en mindre lågpunkt med vattendjup 0,1–0,2 m. Dessutom finns en betydande lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden som delvis ligger inom område 1 och område 4 (se beskrivning i område 1). Lågpunkten har ett vattendjup som uppgår till 0,5–1 m och anses påverka framkomligheten i Hjalmar Brantingsgatan.



Figur 18. Befintlig skyfallssituation för område 4, vattendjup vid klimatanpassat 100-årsregn.

I Figur 19 presenteras maximala ytvattenflöden vid klimatanpassat 100-årsregn vid befintlig situation inom område 4. Vid motsvarande lågpunkter där vatten riskerar att bli stående (se Figur 18) förekommer maximala ytvattenflöden som överstiger 20 l/s/m.

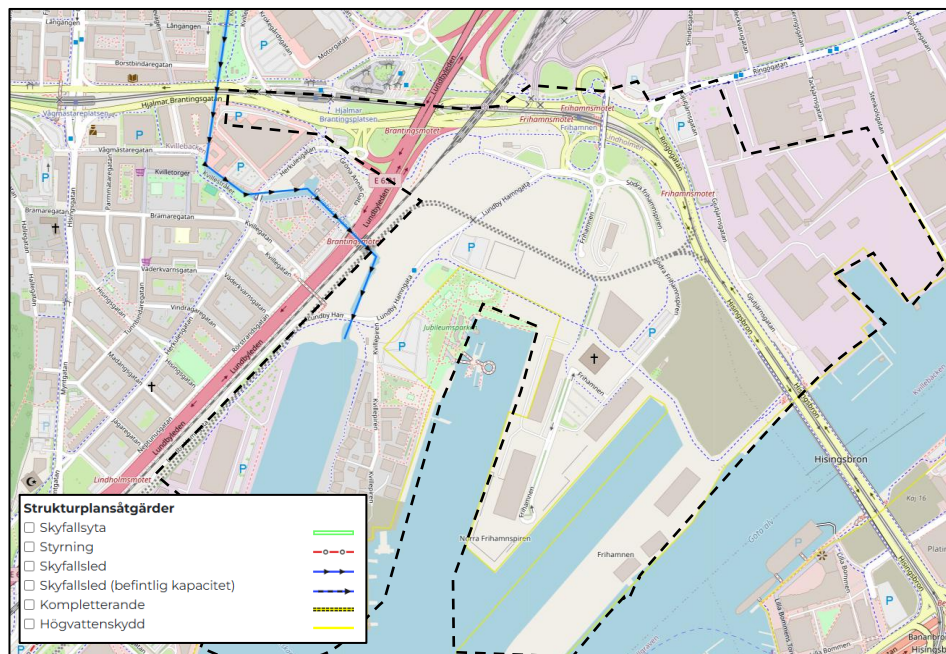


Figur 19. Befintlig skyfallssituation för område 4, maximalt ytvattenflöde vid klimatanpassat 100-årsregn.

2.6.3 Strukturplansåtgärder

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 översvänningsrisker -

Programområdet berörs av två strukturplansåtgärder (se Figur 20), Kvillekanalen som utgör en skyfallsled samt högvattenskydd längs kajen.



planeringsnivåer angivna i Göteborgs stad tematiska tillägg för översvämningsrisker), men i delar av programområdet kommer bebyggelsen hamna på lägre nivåer. Högvattenskyddet för området löses främst genom markhöjning men även av planerad skyddsport i Kvillekanalen. Evakuering sker via den nya Hisingsbron.

Vid utformning av dagvattensystem ansätts systemets bottennivå (kan vara närmsta anslutna reningsanläggning eller förmodad servisanslutning) till +0,85 vilket motsvarar framtida medelvattennivå. Dagvattensystemets utloppsledningar kan dock vara belägna djupare än detta. Vid högvattenstånd krävs skydd för uppdämning i systemet. Det pågår ett arbete med att ta fram de områden som har störst risk gällande funktion i dagvattennätet vid stigande havsnivåer inom kommunen. Ett steg i arbetet är att ta fram en vägledning för hur nya dagvattennät ska byggas med hänsyn till dagvattenutlopp i relation till stigande havsnivåer. När detta arbete är klart så behöver förutsättningarna från föreliggande rapport kompletteras med input från arbetet med hur man bygger rätt utlopp i detaljplaneskedet.

Enligt Göteborgs stads Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (2019) (TTÖP) ska högvattenskydd dimensioneras utefter högvattenstånd år 2070, motsvarande +2,3 m. Längs kajkanten behöver dock våg- och vindeffekter beaktas, vilket görs genom införandet av ett säkerhetsavstånd på minst 5 meter från kajkanten till utpekade gator som ska vara framkomliga under extrema väderhändelser så som skyfall eller högvatten (se Figur 6 i TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019)).

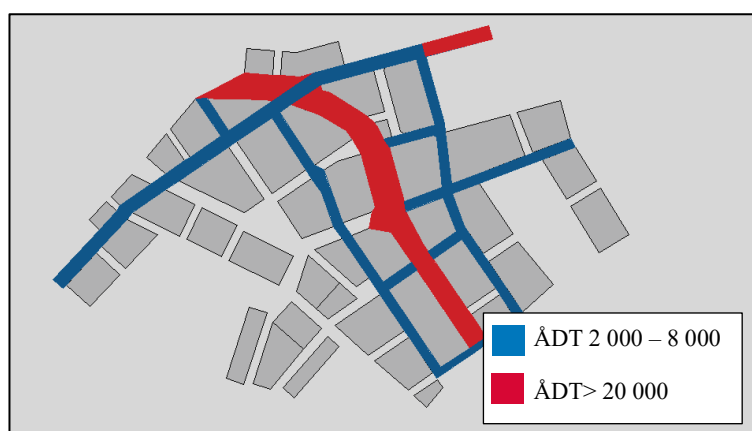
3 Framtida förutsättningar

I Figur 21 presenteras föreslagen framtida struktur för programområdet. Frihamnen ska utvecklas till en grön, tät och stadsmässig del av innerstaden med bostäder, arbetsplatser och handel. Vidare planeras skolor och förskolor inom området. Inom den första utbyggnaden av Frihamnen, som planeras pågå fram till omkring år 2040, ska cirka 4 000 bostäder uppföras.



Figur 21. Föreslagen struktur för programområdet.

Då planprogrammet syftar till att skapa en grön, tät och stadsmässig del av innerstaden finns en ambition om trädplanteringar vid samtliga gator. Följande utredning förutsätter att trädplantering kan ske inom samtliga gaturum, detta kan komma att ändras i kommande skeden med hänsyn till begränsat utrymme. I Figur 22 presenteras uppskattad framtida ÅDT inom programområdet.



Figur 22. Uppskattad framtida ÅDT för gator inom programområdet.

I samband med utvecklingen av område 1 planeras Kvillekanalen att dras om (se även avsnitt 2.2.3). Vid framtagandet av denna utredning pågår en process

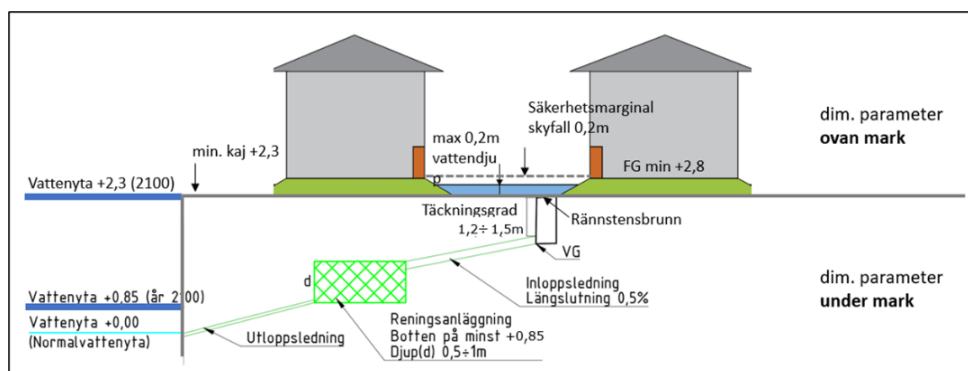
för en miljödom gällande en utfyllnad av Lundbyhamnen och till följd av detta en omledning av Kvillekanalen.

Inom område 2 planeras utfyllnad av befintlig hamnbassäng i syfte att exploatera denna yta.

4 Programspecifika förutsättningar

Utöver planprogrammets befintliga förutsättningar ska utredningen förhålla sig till ett antal förhållningsregler och förutsättningar vid höjdsättning samt utformning av dagvatten- och skyfallssystemet. Dessa redovisas i följande kapitel och är framtagna enligt stadens krav och rekommendationer från TTÖP och teknisk handbok. Samtliga förutsättningar är förankrade med, och framtagna i samråd med representanter från SBF och KoV. Med följande dimensioneringsprinciper inom programområdet anses listade krav på dagvatten och skyfall i kapitel 1.1 syfte och mål vara uppfyllda.

I Figur 23 ges en övergripande sammanställning av dimensionerande nivåer och dimensioneringsprinciper avseende dagvatten, skyfall och högvatten. Utöver högvattenskydd behöver dock våg- och vindeffekter beaktas längs kajkant vilket görs genom införandet av en säkerhetsmarginal på minst 5 meter från kajkant till utpekade gator som ska vara framkomliga under extrema väderhändelser, se kapitel 2.7. Principer och nivåer beskrivs vidare i efterföljande avsnitt.

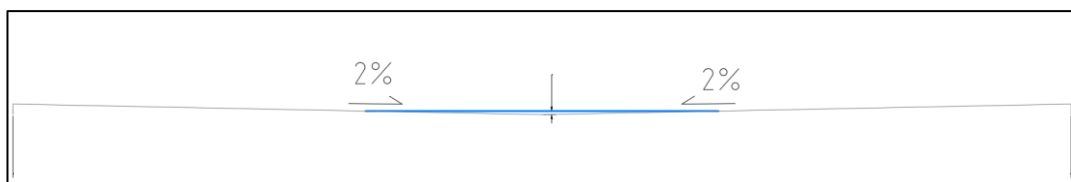


Figur 23. Övergripande sammanställning av dimensioneringsnivåer för programmet.

4.1 Höjdsättning

Vid framtagande av höjdsättningen ska utgångspunkten vara att gator i så stor utsträckning som möjligt lutas i längsled mot Göta älv i syfte att minimera avrinning mot pumpstation norr om området.

För att säkerställa att skyfallshanteringen fungerar inom området har kontrollberäkningar gjorts i ett antal sektioner. Då gatornas utformning ej klarlagts i detta tidiga skede har beräkningarna utförts med ett generellt antagande med V-formade gatusektioner med mittlinje och tvärfall 2 %, se Figur 24. I senare skede behöver skyfalls- och dagvattenhanteringen säkerställas då gatornas utformning (bredd/funktion/ lutning) konkretiseras.



Figur 24. Exempel på tvärsektion för gator inom programområdet.

Gatusektioner som redan nu anses undantag från V-sektionen är gatusektioner för spårvägen och Hjalmar Brantingsgatan där spåren eller mittlinjen antas utgöra en höjdrygg med lågstråk på vardera sida.

Inom samtliga gator eftersträvas en lägsta längslutning på 0,5 % i syfte att säkerställa en säker avvattning (enligt krav från teknisk handbok) där instängda områden inte uppkommer.

Framtagen höjdsättning utgår även från fasta höjder från byggda anläggningar, strukturer som ska bevaras samt planeringshöjder för Hjalmar Brantingsgatan och Kvillekanalen. Samtliga fasta planeringshöjder redovisas i bilaga 2.

4.2 Dagvatten

Framtagna programspecifika dimensioneringsprinciper för dagvatten syftar till att skapa flexibilitet i framtida höjdsättning av gator, val av anläggningstyp för avledning och rening av dagvatten.

För de delar av programområdet som ej kan avledas till Göta älv sker avledning till Herkulesgatans pumpstation, via pumpstation i lågpunkten under Lundbyleden/Hamnbanan. Kapacitetsbehovet för pumpstationerna ska utredas i kommande VA-utredning och genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*. För avrinningsområden som avleds till Herkulesgatans pumpstation räknas den totala inflödande volymen från programområdet ut. Beräkningar görs för 30- och 100-årsregn

4.2.1 Allmän platsmark

Vid utformning av dagvattensystem för allmän platsmark har området antagits motsvara centrum- och affärsområde, därmed dimensioneras dagvattensystemet för att hantera regn med 10 års återkomsttid för fylld ledning och 30 års återkomsttid för trycklinje i marknivå.

Dagvattensystemet utformas i största möjliga mån med självfall. Minsta längslutning för ledningar och öppna avledningssystem är 0,5 % och minsta täckning för allmänna dagvattenledningar 1,2–1,5 m. Inom områden där erforderlig täckning inte uppnås rekommenderas ytliga avledningssystem. Dagvattenledningarna har ej dimensionerats och samtliga ledningar har i samråd med KoV ansätts med en schablonmässig dimension om 225 mm. Antagandet används vid höjdsättning av programområdet samt för att kontrollera att principen för dagvattensystemet fungerar. Detta gör dock att

ledningsdimensionen kan ha underskattats för delar av systemet (t.ex. utloppsledningar) vilket medför en risk att marktäckningen kommer bli mindre än den uppskattade. Dimensionering av dagvattenledningar sker i senare skede.

För att minska risk för uppdämning från Göta älv förläggs systemets bottennivå som lägst på +0,85 (framtida medelvattennivå i Göta älv). Detta innebär tex. att om reningsanläggningar anläggs med utlopp i älven förläggs dess bottennivå på +0,85 eller högre. Dock kan själva utloppsledningen placeras under framtida medelvattennivå, se Figur 23.

Föreslagna dagvattenanläggningar på allmän platsmark syftar till rening och inte fördröjning. Reningsanläggningars storlek rekommenderas motsvara 5 % av den reducerade arean inom både allmän platsmark och kvartersmark (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020). Rening bör huvudsakligen ske nära föroreningskällan i enlighet med rekommendationer från P110. Utgångspunkten är att allt dagvatten kan renas i en reningsanläggning. Detta kan dock finnas en osäkerhet i då utformning av gaturummet dessutom kommer inkludera en mängd andra funktioner. Vidare finns önskemål från staden (KoV och SMF) om att minimera antalet dagvattenanläggningar för att minska skötsel- och driftbehoven. Vilket skulle kunna ge upphov till samlande reningsanläggningar på vissa platser.

4.2.2 Kvartersmark

Rening och fördröjning av dagvatten ska ske inom kvartersmark innan avledning till kommunalt ledningsnät. Enligt Reningskrav för dagvatten (Kretslopp och vatten, 2021) bör 5 % av kvartersmarken avsättas till rening. Ovanstående kravställning bedöms även uppfylla rekommendationer om rening och fördröjning av dagvatten motsvarande 10 mm per kvadratmeter reducerad area.

4.3 Skyfall

Framtagen princip för skyfallshantering baseras på att översvämningensrisken för omkringsliggande områden inte får öka på grund av exploateringen.

Gator utgör rinnvägar för skyfall med föreslagen utformning enligt avsnitt 4.1. Gatornas vattendjup ska ej överstiga 0,2 m och avleds främst mot kajkanterna.

De avrinningsområden och gator som kommer avledas norr ut mot Herkules pumpstation via befintlig pumpstation (SMF) och lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden kan ge upphov till en försämrad översvämningssituation. Detta innebär att skyfallshantering kan kräva ytor inom programområdet för att inte försämma översvämningssituationen i befintlig lågpunkt och framkomligheten på Hjalmar Brantingsgatan. Översvämningssituationen i befintlig lågpunkt ska utredas inom ramen för kommande genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan* och område 4. Därmed ska programområdets bidrag (flöde och volym) som avleds till lågpunkten redovisas

i denna utredning som ett underlag till GFS arbete, se avsnitt 2.2.6 och VA-utredning se avsnitt 2.2.5.

4.4 Högvatten

Utformning av högvattenskydd baseras på att nivå för färdigt golv för framtida bebyggelse ansätts till minst +2,8, se avsnitt 2.7. Vidare föreslås kajkantens nivå till lägst +2,3. Byggnader och gator som behöver vara framkomliga vid extremhändelser placeras minst 5 m från kajkant.

För att undvika uppträngande vatten i Kvillekanalen ansätts höjderna omkring bäcken till minst +2,5. Skyddet kompletteras med en port för högvattenhändelser.

Vid högvattenhändelser kan backventiler eller luckor behövas för utlopp i hamnbassängen eller Göta älv för att minska dämning och risk för översvämning. Vid förekomst av regn i kombination med högvattenhändelse är utgångspunkten att ett mindre regn ska kunna magasineras utan behov av pumpning. Ovan har använts som generellt resonemang för områden som avleds till Göta älv men har ej utretts vidare inom föreliggande utredning.

5 Resultat och analys

I efterföljande avsnitt presenteras resultat och analys av genomförda beräkningar avseende flöden och föroreningar.

5.1 Framtida höjdsättning

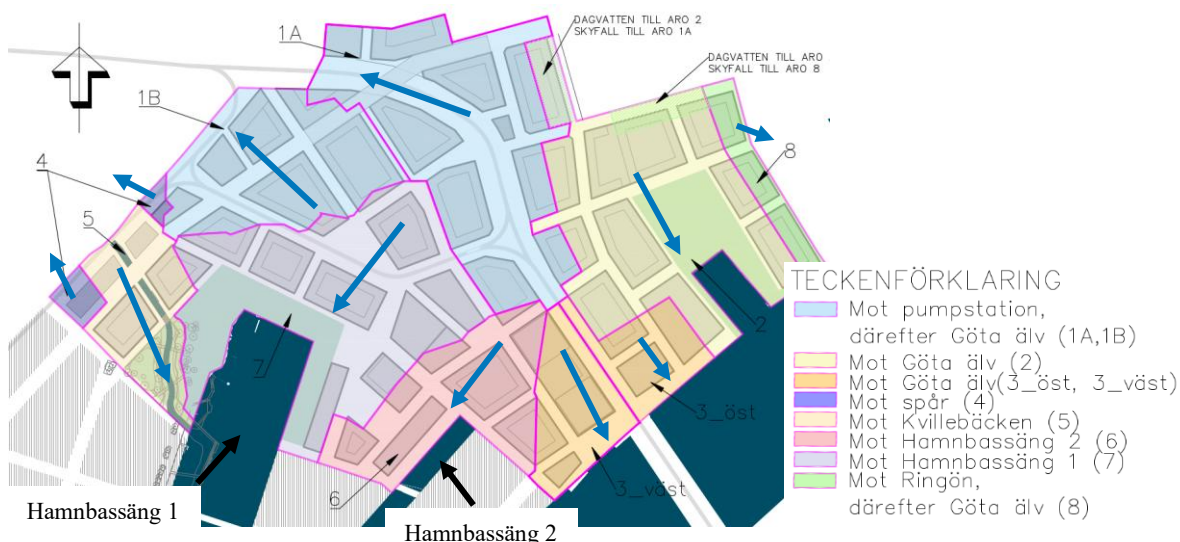
I Figur 25 presenteras en översikt över föreslagen framtida höjdsättning för område 1. Höjdsättningsplanen presenteras även i bilaga 2.



Figur 25. Föreslagen framtida höjdsättning för område 1 inom programområdet. Figur är endast inlagd för översiktlig orientering, för detaljer se bilaga 2.

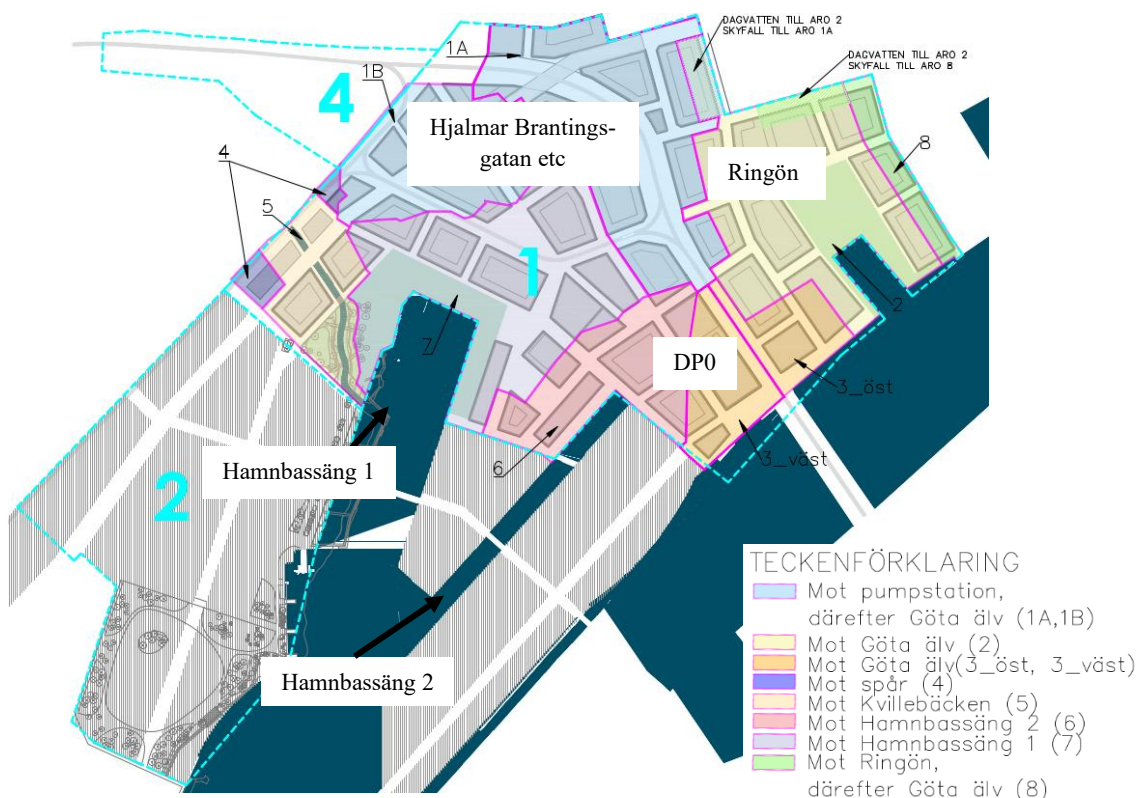
5.2 Framtida avrinningsområden

I Figur 26 presenteras en översikt av framtida avrinningsområden. Avrinningsområdena presenteras även i bilaga 3. Avrinningsområdena baseras på höjdsättningsprincip som beskrivits under avsnitt 4.1. Avrinningsområde 1A och 1B avleds till Herkulesgatans pumpstation via lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden där ny pumpstation planeras. Även avrinningsområde 4 avleds till Herkulesgatans pumpstation. Herkules pumpstation föreslås i framtiden avledas direkt i Göta älv i stället för till Kvillebäcken. Övriga avrinningsområden avleds över kajkant.



Figur 26. Framtida avrinningsområden. Generell avrinningsriktning redovisas med blå pilar. Framtida avrinningsområden presenteras även i bilaga 3.

Framtida avrinningsområden har endast tagits fram för delområde 1 inom programområdet (se Figur 27) och används för beräkning av flöden och fördröjningsbehov. För föroreningsberäkningar används programområdets delområden (endast område 1 och 2 enligt avgränsning i kapitel 2.3). För specificering av respektive område se Tabell 3.



Figur 27. Övergripande områdesindelning. Programområdets delområden redovisas i cyan.

Tabell 3. Specificering av samtliga områden och avrinningsområden med tillhörande utlopp.

Område	Namn, orientering	Avrinningsområde	Utlopp
1	Ringön	2	Göta älv
		3	Göta älv
		8	Göta älv via områden öster om programområdet
		Delar av 1A	Göta älv (via Herkulesgatans pumpstation)
	DP0	3	Göta älv
		Delar av 6	Göta älv (via Hamnbassäng 2)
	Hjalmar Brantingsgatan och övriga områden som avleds till Herkulesgatans pumpstation	Delar av 1A	Göta älv (via Herkulesgatans pumpstation)
		1B	Göta älv (via Herkulesgatans pumpstation)
	Inre hamnbassängerna	7	Göta älv (via Hamnbassäng 1)
		Delar av 6	Göta älv (via Hamnbassäng 2)
2	Kvillekanalen	5	Kvillebäcken
	Spårväg i väst	4	Göta älv (via ny dagvattenledning till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet)
	Närmast spårväg	-	Göta älv (via Herkulesgatans pumpstation)
	Närmast hamnbassäng	-	Göta älv (via Hamnbassäng 1)

5.3 Flöden och fördröjning

I efterföljande avsnitt presenteras resultat av flödesberäkningar. Vidare beskrivs stadens krav avseende fördröjning.

5.3.1 Markanvändning

Idag består programområdet av före detta hamnområde, verksamheter och parkeringsytor samt parkmark. Markanvändningen vid befintlig situation har därmed antagits utgöras av industriområde med avrinningskoefficient 0,7 samt parkmark med avrinningskoefficient 0,1 i enlighet med rekommendationer från P110. I framtiden planeras området att utgöras av centrumområde med flerfamiljshus och verksamheter samt parkmark. Markanvändningen vid framtida situation har därmed antagits utgöras av centrumbebyggelse med avrinningskoefficient 0,5 enligt tabell 4.9 i P110 (slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri- och skolområden). Inom centrumbebyggelsen antas mindre grönområden inkluderas. Därtill har de större parkområdena (Jubileumsparken och inom delavrinningsområde 2) beaktats var och en för sig med avrinningskoefficient 0,1 i enlighet med rekommendationer från P110 (Svenskt Vatten, 2016).

5.3.1.1 Område 1

I Tabell 4 presenteras en sammanställning av markanvändningen före och efter exploatering samt beräkning av reducerad area för område 1 (se områdets

avgränsning i Figur 2). Avrinningsområden presenteras i Figur 26.
 Markanvändning för respektive avrinningsområde redovisas i bilaga 4.
 Programförslaget innebär en minskning av hårdgjorda ytor vilket innebär att den reducerade arean minskar från 31 till 21 ha.

Tabell 4. Markanvändning före och efter exploatering för område 1 samt beräkning av reducerad area.

Markanvändning	ϕ	Area före (ha)	Reducerad area före (ha)	Area efter (ha)	Reducerad area efter (ha)
Industriområde	0,7	44,0	30,8		
Park	0,1	1,9	0,2	4,9	0,5
Centrumbebyggelse	0,5			40,9	20,5
Summa		45,9	31,0	45,9	21,0

5.3.1.2 Område 2

Område 2 beaktas endast översiktligt inom föreliggande utredning och inga beräkningar har tagits fram. Markanvändningen inom område 2 utgörs idag huvudsakligen av bebyggelse, industrier samt hårdgjorda ytor i form av parkeringar. I framtiden planeras området (likt område 1) utgöras av centrumbebyggelse med bostäder och verksamheter. Eftersom denna typ av markanvändning generellt har en lägre avrinningskoefficient väntas den reducerade arean minska. Dock planeras även Lundbyhamnen att fyllas ut vilket medför en ökad andel yta som inte utgörs av vattenspegel.

5.3.2 Fördröjning och reningsbehov

I detta tidiga skede har en generell rekommendation att 5 % av programområdets yta avsätts för reningsanläggningar för dagvatten. I Tabell 5 redovisas erforderligt ytanspråk för reningsanläggningar inom respektive delområde. Reningsbehovet är uppskattat generellt och inkluderar hela programområdet både kvartersmark och allmänplats. I senare skeden bör reningsbehovet förtydligas och där kvartersmarkens egen dagvattenhantering beaktas. Gestaltning i form av schematiskt placerade reningsanläggningar för allmän plats redovisas med förslaget dagvattensystem i bilaga 6 (område 1) och bilaga 9 (område 2).

Tabell 5. Ytanspråk för reningsanläggningarna inom respektive delområde.

Delområde	Ytanspråk reningsanläggning (m ²)
1	6300
2	2900

För avrinningsområde 1A och 1B som avleds mot pumpstationen i lågpunkten vid Hamnbanan/Lundbyleden har volymer för 30- och 100-årsregn beräknats enligt nedan.

$$V_{dim} = A_{red} \cdot 0,06 \cdot [i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i_{regn}}]$$

Där

A_{red} = Hårdgjord yta [ha_{red}]

V_{dim} = Erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

t_{regn} = Dimensionerande regnvaraktighet [min]

i_{regn} = Regnintensitet för aktuell regnvaraktighet [$l/s\ ha$]

K = Avtappningsflöde per m^2 hårdgjord yta [$l/s\ ha_{red}$]

t_{rinn} = Dimensionerande rinntid [min]

Avtappningsflödet har antagits till 0 då framtida kapacitet hos pumpstationerna är okänt vid framtagandet av denna utredning. Rinntiden har antagits till 10 minuter. En klimatkfaktor på 1,25 appliceras för 10- och 30-årsregn för att kompensera för förhöjda regnintensitet på grund av klimatförändringar. För 100-årsregn (skyfall) har en klimatkfaktor på 1,2 applicerats i enlighet med stadens riktlinjer. Resultterande volymer redovisas i kapitel 6.2.1.3, Tabell 14.

5.3.3 Dimensionerande flöde

Dimensionerande flöden efter exploatering för avrinningsområden inom område 1 har beräknats och presenteras i Tabell 6. Dimensionerande flöde beräknas enligt ekvation 2 nedan (rationella metoden enligt rekommendationer i P110). Den framtida markanvändningen har antagits utgöras av centrumbebyggelse och parkmark enligt avsnitt 5.3.1. Rinntid för respektive avrinningsområde har beräknats under förutsättning att avledning sker i ledningsnät. Flöden beräknas för 10 och 30 års återkomsttid i enlighet med rekommendationer från P110 gällande dimensioneringskrav för centrum- och affärsområden. En klimatkfaktor på 1,25 appliceras för 10- och 30-årsregn för att kompensera för förhöjda regnintensitet på grund av klimatförändringar. För 100-årsregn (skyfall) har en klimatkfaktor på 1,2 applicerats i enlighet med stadens riktlinjer.

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

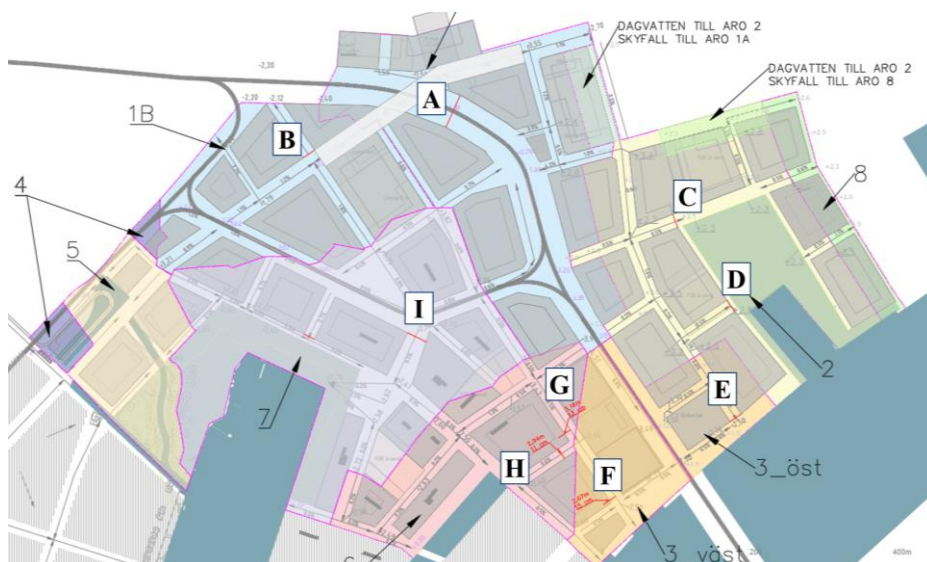
Tabell 6. Beräknade framtida flöden vid 10-, 30- och 100-årsregn för respektive avrinningsområde inom område 1.

Delavrinnings- område	Rinntid (min)	10-årsregn (Kr 1,25)		30-årsregn (Kr 1,25)		100-årsregn (Kr 1,2)	
		I (l/s,ha)	Flöde (l/s)	I (l/s,ha)	Flöde (l/s)	I (l/s,ha)	Flöde (l/s)
1A	10	228	1 272	328	1 830	489	5 239
1B	10	228	747	328	1 075	489	3 075
2	10	228	1 065	328	1 532	489	5 264
3 Väst	10	228	343	328	494	489	1 413
3 Öst	10	228	255	328	367	489	1 050
4	10	228	76	328	110	489	314
5	10	228	425	328	611	489	1 749
6	10	228	622	328	894	489	2 559
7	10	228	1 005	328	1 446	489	5 576
8	10	228	169	328	242	489	694
Summa			5 980		8 601		26 934

Markanvändning och flöde för respektive avrinningsområde presenteras i bilaga 4.

5.3.4 Skyfallsflöde

Flöde och översvämningsdjup har beräknats i ett antal sektioner för att säkerställa framkomlighet vid skyfall. De sektioner som beräknats presenteras i Figur 28. Sektionerna har valts ut då de bedöms vara trånga eller har uppströms avrinningsområden av betydande storlek. Sektionerna redovisas skyfallsflöden som uppkommer inom programområdet. För tillkommande skyfallsflöden från områden utanför programområdet, se kapitel 6.2.1.1.



Figur 28. Sektioner för beräkning av skyfallsflöde. Sektionerna markeras med röda linjer och namnges A-I.

I Tabell 7 presenteras beräknat skyfallsflöde och översvämningsdjup för respektive sektion. För respektive skyfallssektion har inkommande flöde vid ett klimatanpassat 100-årsregn beräknats (enligt ekvation i avsnitt 5.3.3). Vid

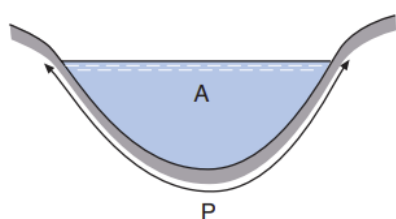
beräkning av skyfallsflödet beaktas dagvattennätets framtida kapacitet (motsvarande 30-årsregn), därmed är skyfallsflödet differensen mellan beräknat 100-årsregn och 30-årsregn.

Vid 30-årsregn har avrinningskoefficient 0,5 för centrumbebyggelse applicerats i enlighet med avsnitt 5.3.1. Vid beräkning av 100-årsregn antas marken vara mättad och avrinningskoefficient ansätts därmed till 1.

Kapaciteten i respektive sektion har beräknats med Mannings formel enligt nedan.

$$q = A_v \cdot M \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$

Där A_v är våt tvärsnittsarea (m^2), M är Mannings tal ($m^{1/3}/s$), R_h är hydraulisk radie (m) och I är fall (-).



Figur 29. Parametrar i Mannings formel (Svenskt Vatten, 2019).

Vid beräkning av skyfallssektioners kapacitet har gatorna antagits utformas som V-sektioner med 2 % tvärfall och låglinje mitt i sektionen. Gaturummets bredd har baserats på kvarterstruktur (se Figur 21) och längslutning enligt framtagna höjdsättning (se Figur 25). Mannings tal är ansatt till 80.

Tabell 7. Beräkning av skyfallsflöde samt översvämningsdjup i utvalda sektioner enligt Figur 28.

Skyfallssektion	Avrinningsområde	Flöde 100-årsregn ($K_f=1,2$) (l/s)	Flöde 30-årsregn ($K_f=1,25$) (l/s)	Ytligt skyfallsflöde 100-årsregn (l/s)	Översvämningsdjup vid 100-årsregn (m)
A	1A	3 920	1 315	2 605	0,17
B	1B	1 899	663	1 236	0,08
C	2	1 830	640	1 191	0,10
D	2	998	349	649	0,08
E	3 öst	832	291	542	0,07
F	3 väst	762	266	496	0,07
G	6	667	233	434	0,07
H	6	1 161	406	755	0,08
I	7	1 776	620	1 155	0,12

Enligt ovanstående beräkningar understiger översvämningsdjupet 0,2 m i samtliga sektioner vid 100-årsregnet, varpå framkomlighet bedöms kunna säkerställas.

5.4 Dagvattenkvalitet

I följande kapitel presenteras metod och resultat för genomförda föroreningsberäkningar. Recipienterna Göta älv och Kvillebäcken är klassade som mindre känsliga samt känsliga recipienter enligt *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021). Ytorna inom programområdet kommer i framtiden utgöras av centrumområden med flerfamiljshus, ytorna har därför bedöms som medelbelastade, med undantag för hårt trafikerade gator (se Figur 22).

Enligt *Reningskrav för dagvatten* bedöms hårt belastade ytor motsvara gator med ÅDT 8 000 – 20 000 fordon per dygn. Enligt kraven gäller enklare rening för medelbelastade ytor som avleds till känsliga eller mindre känsliga recipienter. Exempel på enklare rening är översilningsytor, gräsdiken, brunnsfilter och torra dammar. Eftersom programområdet i framtiden kommer utgöras av stadsmiljö där dessa typer av reningsanläggningar inte bedöms lämpliga har principlösningen för dagvattenrening inom programområdet antagits utgöras av krossdiken i kombination med trädplantering. För hårt belastade ytor krävs enligt *Reningskrav för dagvatten* sedimentation i kombination med infiltration eller filtrering. Exempel på lämpliga reningsanläggningar är krossdiken, biofilter och magasin med filter.

5.4.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar har utförts för programområdet med hjälp av StormTacs webbapplikation (version 25.1.3), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Modellen innehåller beräkningar för avrinning, flödestransport, föroreningstransport, recipienter, rening och flödesutjämning.

Som indata kräver StormTac årsnederbörd och markanvändning för det studerade området. Till de olika markanvändningarna finns schablonhalter för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten. Genom att ange aktuella areor för respektive markanvändning beräknas dagvattnets föroreningsinnehåll (årsmedelvärden) för angivet område. Modellen omfattar dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten) och ger en årsmedelkoncentration på dagvattnets föroreningsinnehåll samt årlig massbelastning.

Årsmedelnederbörden 1049 mm/år har använts som indata för nederbörden och baseras på data från SMHI:s mätstation Göteborg A (SMHI, 2025). Korrektionsfaktor 1,1 har applicerats för att kompensera för mätförluster.

De ämnen som har beräknats är näringsämnena kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS), polycykliska aromatiska kolväten 16 (PAH16), bensapyrén (BaP) samt oljeindex. För metaller och näringsämnena avses alltid totalhalter.

Markanvändningen för befintlig situation har antagits till industrimark. Även om området idag utgörs av mestadels asfalterade ytor och verksamhetsytor har

marken historiskt använts för hamnverksamhet och industriändamål varpå markanvändningen industrimark bedöms motsvara områdets förväntade föroreningsbelastning. Markanvändningen för framtida situation inom samtliga områden har antagits till centrumområde, med undantag för de gator där ÅDT överstiger 2000 fordon per dygn, se Figur 22. För gator inom intervallet 2 000–8 000 har markanvändningen antagits till väg med ÅDT 8 000 fordon per dygn och för Hjalmar Brantingsgatan har markanvändningen antagits till väg med ÅDT 20 000 fordon per dygn.

I samtliga föroreningsberäkningar har reningsanläggningar antagits bestå av krossdiken motsvarande 5 % av den reducerade arean för allmän platsmark och kvartermark. Detta i enlighet med de planspecifika förutsättningar som redovisas i kapitel 4.2.1. StormTacs standardvärden för anläggningstypen har applicerats vilket innebär 250 mm reglervolym och 350 mm makadamlager med en porositet på 40 %.

5.4.1.1 Osäkerheter i beräkningsverktyget StormTac

I modellen sammanställs schablonvärden i form av årliga avrinningskoefficienter och schablonhalter för olika markanvändning. Dessa uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya undersökningar.

Kalibrering av schablonhalterna som används i StormTac utförs med hänsyn till tidstrender och för ämnen med få data görs jämförelser med data från liknande markanvändning. En enda undersökning (ett specifikt databasvärde) utgör värdet av en lång serie av flödesproportionellt tagna samlingsprover, vilket innebär att enskilda värden kan utgöra ett sammanställt medelvärde av flera prover eller många olika undersökningar.

Vid kalibrering av schablonhalter har främst svenska undersökningar använts, vilket innebär att schablonhalterna i StormTac är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. På grund av bristen på data för vissa föroreningar och vissa markanvändningar har dock även internationella studier använts. Tillförlitligheten är generellt högst (spridningen i data minst) för markanvändningskategorierna för olika bostadsområden och genomfartsvägar samt för ämnena partiklar (SS), näringsämnen och metaller, undantaget kvicksilver.

Att ta fram schablonhalter är komplext, och på grund av stora skillnader i underlag för olika ämnen och markanvändningar är det svårt att beräkna och kortfattat beskriva osäkerheterna för respektive värde. För mer specifika markanvändningskategorier anger modellen dock i allmänhet ”Låg säkerhet” för de flesta föroreningar på grund av ett litet dataunderlag. Användandet av schablonhalter innebär också att beräknade värden inte alltid är representativa för enskilda projekt, då föroreningsinnehållet till stor del kan bero på platspecifika förutsättningar, såsom exempelvis takmaterial och andra byggnadsmaterial.

Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som några exakta värden, men de ger en indikation på vilka ämnen som tenderar att öka eller minska vid ett framtidsscenario inom utredningsområdet.

5.4.1.2 Område 1

Befintlig markanvändning inom område 1 har antagits utgöras av industriområde och parkmark (utbyggd del av Jubileumsparken). För framtida scenario har markanvändningen antagits utgöras av centrumområde, parkmark (Jubileumsparken samt parken vid Ringön) samt väg med ÅDT 8 000 och 20 000 enligt avsnitt 5.4.

Resultat från föroreningsberäkningar presenteras för respektive recipient, Kvillebäcken samt Göta älv. Vid befintlig situation avleds avrinningsområde 1A, 1B och 5 till Kvillebäcken (1A och 1B via Herkulesgatans pumpstation) och resterande avrinningsområden till Göta älv. Vid framtida situation planeras dock Herkulesgatans pumpstation avledas till Göta älv, därmed beräknas avrinningsområde 1A och 1B till Göta älv vid framtida scenario. Resultat från föroreningsberäkningar för respektive avrinningsområde presenteras i bilaga 5.

Kvillebäcken

I Tabell 8 presenteras föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering samt med rening för det flöde som avleds till Kvillebäcken. I tabellen presenteras även riktvärden och målvärden enligt Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till dagvattennät och recipient (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020).

Tabell 8. Beräknade föroreningshalter före och efter exploatering samt med rening för flöde som avleds till Kvillebäcken. I tabellen presenteras även riktvärden och målvärden enligt Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till dagvattennät och recipient (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020).

	Före exploatering	Efter exploatering	Efter rening	Riktvärde	Målvärde
P (µg/l)	240	210	76	50	150
N (µg/l)	1 700	1 800	670	1 250	2 500
Pb (µg/l)	15	13	1,8	28	
Cu (µg/l)	33	25	5,4	10	22
Zn (µg/l)	200	120	13	30	60
Cd (µg/l)	1,1	0,69	0,072	0,9	
Cr (µg/l)	11	6	1,6	7	
Ni (µg/l)	14	7,8	1,5	68	
Hg (µg/l)	0,058	0,048	0,021	0,07	
SS (µg/l)	76 000	75 000	9 600	25 000	60 000
Olja (µg/l)	1 800	1 100	79	1 000	
BaP (µg/l)	0,11	0,081	0,023	0,27	
As (µg/l)	2,9	2,1	0,59	16	

Enligt presenterade föroreningsberäkningar minskar samtliga analyserade halter efter exploatering även om åtgärder för rening inte implementeras med undantag för kväve där belastningen ökar. Att föroreningsbelastningen minskar för ett flertal parametrar även utan reningsåtgärder bedöms bero på att den

huvudsakliga andelen av markanvändningen förändras från industrimark till centrumområde vilken har lägre föroreningsbelastning. Om föreslagna reningsanläggningar implementeras minskar föroreningshalter för samtliga parametrar. Vid jämförelse mot Göteborgs stads riktvärden understiger beräknade halter riktvärdena, med undantag för fosfor. Vid jämförelse mot Göteborgs stads målvärden understiger beräknade halter efter rening samtliga målvärden.

I Tabell 9 presenteras beräknade föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering samt efter rening för flöde som avleds till Kvillebäcken. Enligt analysen minskar beräknade föroreningsmängder för samtliga parametrar även om reningsåtgärder inte införs. Detta bedöms bero på förändrad markanvändning samt att ett mindre avrinningsområde avleds till Kvillebäcken vid framtida situation.

Tabell 9. Beräknade föroreningsmängder före och efter exploatering samt med rening för flöde som avleds mot Kvillebäcken.

	Före exploatering	Efter exploatering	Efter rening
P (kg/år)	30	4,9	1,7
N (kg/år)	220	41	15
Pb (kg/år)	1,9	0,3	0,042
Cu (kg/år)	4,2	0,58	0,12
Zn (kg/år)	25	2,9	0,3
Cd (kg/år)	0,14	0,016	0,0016
Cr (kg/år)	1,3	0,14	0,036
Ni (kg/år)	1,7	0,18	0,034
Hg (kg/år)	0,0073	0,0011	0,00048
SS (kg/år)	9 500	1700	220
Olja (kg/år)	230	25	1,8
BaP (kg/år)	0,014	0,0018	0,00053
As (kg/år)	0,37	0,047	0,014

Göta Älv

I Tabell 10 presenteras beräknade föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering med och utan föreslagna reningsanläggningar för flöden som avleds till Göta älv. Vidare presenteras Göteborgs stads riktvärden samt målvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till dagvattennät och recipient (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020).

Tabell 10. Beräknade föroreningshalter före och efter exploatering samt med rening för flöde som avleds till Göta älv. I tabellen presenteras även riktvärden och målvärden enligt Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till dagvattennät och recipient (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020).

	Före exploatering	Efter exploatering	Efter rening	Riktvärde	Målvärde
P (µg/l)	240	200	73	50	150
N (µg/l)	1 700	1 800	660	1 250	2 500
Pb (µg/l)	15	13	1,8	28	
Cu (µg/l)	33	25	5,4	10	22
Zn (µg/l)	200	130	13	30	60
Cd (µg/l)	1,1	0,63	0,072	0,9	
Cr (µg/l)	11	6,7	1,6	7	
Ni (µg/l)	14	7,7	1,5	68	
Hg (µg/l)	0,058	0,049	0,021	0,07	
SS (µg/l)	76 000	72 000	9 700	25 000	60 000
Olja (µg/l)	1 800	1 000	74	1 000	
BaP (µg/l)	0,11	0,082	0,024	0,27	
As (µg/l)	2,9	2,1	0,6	16	

Enligt presenterade föroreningsberäkningar minskar samtliga analyserade halter efter exploatering även om åtgärder för rening inte implementeras med undantag för kväve där belastningen ökar. Att föroreningsbelastningen minskar för ett flertal parametrar även utan reningsåtgärder bedöms bero på att den huvudsakliga andelen av markanvändningen förändras från industrimark till centrumområde vilken har lägre föroreningsbelastning. Om föreslagna reningsanläggningar implementeras minskar föroreningshalter för samtliga parametrar. Vid jämförelse mot Göteborgs stads riktvärden understiger beräknade halter riktvärdena, med undantag för fosfor. Vid jämförelse mot Göteborgs stads målvärden understiger beräknade halter efter rening samtliga målvärden.

I Tabell 11 presenteras beräknade föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering samt efter rening för flöde som avleds till Göta älv. Enligt analysen ökar belastningen avseende fosfor, kväve, bly, koppar, kvicksilver, suspenderat material, bens(a)pyren och arsenik. För zink bedöms belastningen bli oförändrad och för kadmium, nickel och olja ses en minskad belastning. Ökningen efter exploatering bedöms bero på att ett större avrinningsområde avleds till Göta älv vid framtida situation jämfört med befintlig. Om föreslagna reningsanläggningar implementeras minskar föroreningsbelastningen för samtliga parametrar.

Tabell 11. Beräknade föroreningsmängder före och efter exploatering samt med rening för flöde som avleds mot Göta älv.

	Före exploatering	Efter exploatering	Efter rening
P (kg/år)	51	68	24
N (kg/år)	360	590	220
Pb (kg/år)	3,2	4,3	0,6
Cu (kg/år)	7,1	8,5	1,8
Zn (kg/år)	42	42	4,4
Cd (kg/år)	0,23	0,21	0,024
Cr (kg/år)	2,3	2,2	0,54
Ni (kg/år)	2,9	2,6	0,5
Hg (kg/år)	0,012	0,016	0,0071
SS (kg/år)	16 000	24 000	3200
Olja (kg/år)	390	340	25
BaP (kg/år)	0,024	0,028	0,0079
As (kg/år)	0,62	0,7	0,2

Analysen visar på vikten av införandet av reningsanläggningar i urbana miljöer för att minska utsläpp av dagvattenföroreningar till närliggande recipienter.

5.4.1.3 Område 2

Markanvändningen inom område 2 utgörs idag huvudsakligen av bebyggelse, kontor och verksamheter samt hårdgjorda ytor i form av parkeringar. I framtiden planeras området (likt område 1) utgöras av centrumbebyggelse med bostäder och verksamheter. Eftersom denna typ av markanvändning generellt har en lägre schablonmässig föroreningsbelastning bedöms exploateringen av område 2 inte medföra ökade utsläpp av dagvattenföroreningar till närliggande recipienter, förutsatt att nödvändiga reningsanläggningar implementeras.

5.4.2 Alternativa reningsanläggningar

Med hänsyn till platsbrist inom allmän platsmark kan anläggandet av krossdiken motsvarande 5 % av den reducerade arean inte garanteras. I dessa fall kan andra reningsanläggningar, till exempel brunnsfilter, anläggas. Brunnsfilter har lägre reningseffekt än krossdiken (se Tabell 12) varpå denna ändring av anläggning kan medföra en högre föroreningsbelastning avseende genererade utgångshalter och mängder.

Tabell 12. Schablonmässiga värden för reningseffekt hos krossdike och brunnsfilter (StormTac database, u.d.).

	Reningseffekt (%)												
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Krossdike	60	55	80	65	85	85	55	65	45	80	90	60	60
Brunnsfilter	35	10	55	40	55	35	55	50	35	10	40	70	55

6 Föreslagna åtgärder

Programområdets höjdsättning syftar till att säkerställa en säker avledning av dagvatten, skyfall samt skydd vid högvatten. Höjdsättningen avser planeringsnivåer av kajer, gator och byggnader. Vidare föreslås dagvattensystemet förse med reningsanläggningar för att minska föroreningsbelastningen och inte försämra vattenkvaliteten för berörda recipienter. Vid eventuell förekomst av markföroreningar kan utformningen av dagvattenanläggningarna behöva anpassas. De kan tex behöva konstrueras med täta botten för att undvika föroreningsspridning

6.1 Kvartersmark

Kvartersmark ska fördröja och rena dagvatten som uppkommer inom den egna fastigheten motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta enligt krav beskrivna i avsnitt 2.5.3. I efterföljande avsnitt beskrivs generella principer för dagvattenhantering inom kvartersmark.

Dagvattensystemet kommer att förläggas så grunt som möjligt med hänsyn till krav på självfall och marktäckning. Därmed uppmanas att försöka skapa förutsättningar för ytliga och/eller grunda dagvattenanläggningar inom kvartersmark. Detta kan till exempel utföras genom upphöjda regnbäddar för hantering av takvatten, att innegårdar förläggs på högre nivå än allmän platsmark och förse med öppningar för dagvatten- och skyfallsavledning till gator.

I detta skede har möjliga servisanslutningar endast studerats översiktligt där anslutningsmöjlighet från minst två parallella gator säkerställts för respektive kvarter. Dock gäller undantag för kvarter längs med rampen för Hisingsbron där anslutning ej är möjligt mot bron.

För samtliga kvarter ska samtliga följande punkter vara uppfyllda för att undvika översvämning:

- Lägsta nivå på färdigt golv för samtliga nya byggnader ska vara minst +2,8. Om detta inte uppfylls krävs motiv till avsteget och eventuellt komplement av tekniskt skydd för att säkerställa översvämningsskydd (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).
- Samtliga nya byggnader ska ha en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion, på minst 0,2 m. För samhällsviktig infrastruktur gäller en säkerhetsmarginal på minst 0,5 m till vital del för anläggningens funktion. Om det inte blir en vattennivå på gatan vid ett skyfall gäller säkerhetsmarginalen på minst 0,2 m från färdigt golv eller vital del till lägsta nivå på gatan. Om detta inte uppfylls krävs motiv till avsteget och eventuellt komplement av tekniskt skydd för att säkerställa översvämningsskydd (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

- Lägsta nivå för färdigt golv ska vara 0,3 m över marknivå i förbindelsepunkt för att anslutning med självfall ska tillåtas, med hänsyn till risk för uppdämning dag- och spillvattensystemet.

I detta skede anges inga nivåer för färdigt golv för kvartersmark då gator och kvartersstruktur ännu inte är fastställd. Följande faktorer bedöms påverka framtida nivåer för färdigt golv (baserat på framtagna programstruktur):

- Gatubredd, smalare gator (än angivet i programstrukturen) riskerar högre nivåer för färdigt golv eftersom skyfallsvattnet då blir högre på gatan (och det ska finnas en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån i gatan).
- Längslutning, minskad längslutning av gatorna riskerar högre nivåer för färdigt golv eftersom skyfallsvattnet då blir högre på gatan (och det ska finnas en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån).
- Gatusektionens utformning, om avsteg från V-sektionen utförs riskerar nivåer för färdigt golv att bli högre eftersom en bomberad gata har högst vattendjup i sidan på gatan närmre byggnaden (och det ska finnas en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån vid ett skyfall).

Ovan faktorer medför en trängre sektion för skyfallet att passera och därmed svårare att uppnå erforderlig säkerhetsmarginal vid skyfall. Därtill påverkar dessutom följande faktorer:

- Tvärlutning, vid brantare tvärlutning, än de 2% som antagits i föreliggande utredning (se kapitel 4.1), kan nivåer för färdigt golv eventuell sänkas då en brantare tvärlutning anses ge bättre förutsättningar att uppnå en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån vid ett skyfall. Dock kan detta anses olämpligt ur tillgänglighetsperspektiv.
- Införandet av kantsten kan skapa ytterligare höjdskillnad och minskad översvämningsskydd, dock kan detta anses olämpligt ur tillgänglighetsperspektiv.
- Ha inskjuten fasad (hela fasaden eller vid entréerna) eller anlägg ramper till entreer för att lättare kunna uppnå säkerhetsmarginalen på 0,2 m. Dessa faktorer påverkas också av vart gränsen dras för fastighetsmark/kvartersmark och allmänplastmark, om den sker i fasadliv eller i gaturummet.

Befintliga byggnader där erforderlig nivå för färdigt golv ej uppnås kan behöva förses med tekniskt översvämningsskydd.

Framtagen princip för dagvatten- och skyfallshantering har utgått från en säkerhetsmarginal på 0,2 enligt avsnitt 2.6.1. Om samhällsviktiga verksamheter planeras inom programområdet fordras en högre säkerhetsmarginal (0,5 m). Detta föreslås hanteras genom att dessa byggnader ges en högre nivå färdigt golv för att uppfylla kraven, hur denna höjdskillnad tas upp behöver dock studeras vidare.

6.2 Allmän platsmark

Högvattenskydd för allmän platsmark utformas enligt principer angivna i avsnitt 4.4. Nivå för kajkanter ansätts till +2,3. Vidare appliceras ett säkerhetsavstånd på 5 meter till närmsta byggnad och utpekade gator, från kajkanten, för att beakta våg- och vindeffekter och garantera framkomlighet. Längs Kvillekanalens ansätts nivån till +2,5. Vid högvattenhändelser kan backventiler eller luckor behövas för utlopp i hamnbassängen eller Göta älv för att minska dämning och risk för översvämning. Vid förekomst av regn i kombination med högvattenhändelse är utgångspunkten att ett mindre regn ska kunna magasineras utan behov av pumpning.

Skyfallshantering för allmän platsmark sker genom ytlig avledning via gator mot älven eller pumpstationer enligt princip angiven i avsnitt 4.3.

För avrinningsområden som avleds till Herkulesgatans pumpstation (via pumpstation i lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden) räknas den totala inflödande volymen från programområdet ut.

Vattendjupet på gator begränsas till 0,2 m för att säkerställa framkomlighet.

Dagvattensystemet är dimensionerat för att avleda 10–30-årsregn och utgår från principer beskrivna i avsnitt 4.2. För dagvattensystemet är den längsta ledningssträckan studerad inom respektive område samt respektive delavrinningsområde i område 1.

Befintliga ledningar (utöver dagvattenledningar), som ska behållas vid exploateringen, och ledningssamordning har inte beaktats inom ramen för denna utredning (se avsnitt 2.2.5), vilket medför att eventuella krockar mellan olika ledningslag inte kan uteslutas.

I första hand föreslås underjordiska dagvattensystemet för avledning inom delområdena. Detta då det alternativet anses ge upphov till djupast system. Ytlig dagvattenavledning föreslås i områden där täckning på 1,2–1,5 m på ledningsnätet inte kan säkerställas. Detta för att erhålla självfall på dagvattensystemet. Det bör noteras att möjlighet för anläggning av olika typer av öppen dagvattenhantering kan påverkas av gatans utformning vilken inte är klarlagd i detta skede. Exakt val av system i de olika delområdena bör därmed hanteras i kommande detaljplaner. I tidigare utredningar för Frihamnen har ytliga dagvattensystem studerats (se bilaga 10). Dessa bedöms kunna utgöra underlag för kvalitetsprogrammet samt inspiration till kommande detaljplaner för de delområden där ytlig dagvattenhantering erfordras alternativt, även i övriga områden om ytlig avledning önskas.

Ytorna inom programområdet bedöms huvudsakligen vara medelbelastade, med undantag för trafikerade gator. För medelbelastade ytor krävs enklare rening (exempelvis gräsdiken), för hårt belastade ytor krävs sedimentation i kombination med infiltration (exempelvis krossdiken) (se avsnitt 5.4).

Anläggningstyper avseende enklare rening bedöms inte lämpliga inom den planerade bebyggelsen då dessa kräver större ytanspråk än till exempel ett överbyggt krossdike. Då planprogrammet även syftar till att skapa en grön, tät

och stadsmässig del av innerstaden finns en ambition om trädplanteringar vid samtliga gator. Principlösning för rening av dagvatten antas därför utgöras av krossdiken eller skelettjordar i kombination med trädplantering som placeras i gatusektioner. Utredningen har inte beaktat huruvida ett krossdike kommer vara överbyggt med exempelvis betongplattor eller utgöras av en nedsänkt växtbeklädd yta. Utan det anses vara en utfromningsfråga för senare skeden se även kapitel 6.3 för exempel på utfromning. Vart reningsanläggningen placeras i gatan beror på gatans utformning men bör placeras i anslutning till gatans lågpunkter vilket kan vara i mitten av gatan om gatan är V-formad eller i sidorna av gatan om den är bomberad. Möjliga variationer av lösningar redovisas även i Teknisk handbok 2025:1 i avsnitt 12EA3 Fördröjnings- och reningsanläggningar så som 5546 D_Infiltrationsstråk med vegetation, 5550 H_Rännstens- och dikesbrunn med magasin, 5549 B_Regnbädd som alla ska kunna kombineras med trädplantering enligt avsnitt 12TA-Växtbäddar i teknisk handbok. Föreslaget dagvattensystem presenteras i bilaga 6. Reningsanläggningarna som redovisas i bilaga 6 är schematiskt utritade och är främst placerade i nedströms delar av högtrafikerade gator. Reningsanläggningarna totala storlek i bilaga 6 representerar 5% av den reducerade arean för område 1 i enlighet med riktlinjer, se kapitel 5.3.2. Erforderligt ytbehov för respektive delområde inom område 1 behöver dock undersökas i respektive detaljplan i senare skede

Vidare finns önskemål från staden (KoV och SMF) om att minimera antal anläggningar för att minska på drift och underhållskostnader vilket skulle kunna skapa förutsättningar för samlade reningsanläggningar. Detta ger dock upphov till anläggningar belägna längre nedströms i systemen vilket fordrar högre anläggningsdjup och därmed risk för behov av pumpning av dagvatten för att förhindra dämning vid framtida normalvattenstånd. I utredningen finns i detta skede endast en utpekad samlande reningsanläggning vilken är belägen inom område 1 delavrinningsområde 7 vid den nya kyrkan.

6.2.1 Område 1

Område 1 ligger först i tid enligt programområdets nuvarande tidplan för utbyggnad och har därför studerats mer ingående än övriga områden. Område 1 har delats in i områden enligt nedan (se Figur 27 för övergripande områdesindelning):

- Ringön (delavrinningsområde 2, 3 öst, 8 samt delar av 1A).
- DP0 (delavrinningsområde 3 väst samt delar av 6).
- Hjalmar Brantingsgatan och övriga områden som avleds till Herkulesgatans pumpstation inklusive delar av delavrinningsområde 1A och 1B.
- Inre hamnbassängerna inklusive spårområdet, Jubileumsparken och kyrkan (delavrinningsområde 7 samt delar av 6)
- Kvillekanalen (delavrinningsområde 5)
- Spårväg i väst som avleds till Herkulesgatans pumpstation (delavrinningsområde 4)

Höjdsättningsplan för område 1 redovisas i Figur 30 samt i bilaga 2. Generellt för område 1 gäller att dagvattenssystemets dimensioneringsförutsättningar med marktäckning och längslutning är begränsande för höjdsättningen.



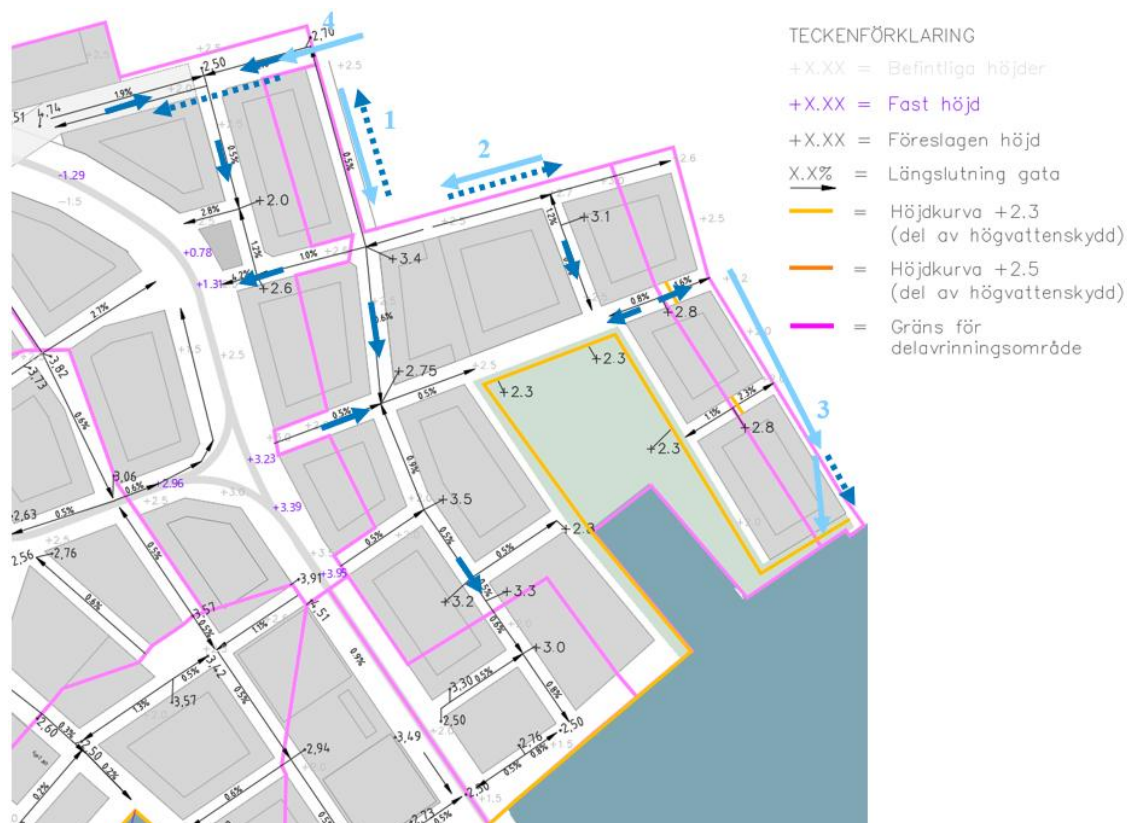
Figur 30. Föreslagen framtida höjdsättning för område 1 inom programområdet. Figur är endast inlagd för översiktlig orientering, för detaljer se bilaga 2.

För rening föreslås att 5 % av den reducerade arean avsätts för reningsanläggningar. Detta medför ett erforderligt ytanspråk om cirka 6 300 m² för reningsanläggningar inom allmän platsmark inom område 1. Det bör noteras att reningsanläggningar endast ritats ut schematiskt inom strategiska platser (längs högtrafikerade gator och nedströms i systemet). Erforderligt ytbehov för respektive delområde inom område 1 behöver dock undersökas i respektive detaljplan i senare skede. För samlad redovisning av dagvattenssystem inklusive reningsanläggningarnas schablonmässigt utritade placering, se bilaga 6.

I följande delkapitel presenteras inzoomningar för respektive delområde inom område 1 med fokus på föreslagen skyfalls- och dagvattenhantering.

6.2.1.1 Ringön

Inzoomning av höjdsättningsplan för Ringön med längslutningar för gator redovisas i Figur 31. Höjdsättning inom Ringön medför att omfattande delar av området avleds till Göta älv, antingen direkt eller via Stenkolsgatan öster om området. Kvarter och gator i norr avleds också till Göta älv med då via Herkules pumpstation (delavrinningsområde 1A), se Figur 26. Framkomligheten för kvarteren säkerställs via gatorna inom programområdet. Detta görs bl.a. genom höjdsättningen av gatorna men även genom att högvattenskyddet, i form av höjdkurvan på +2,3. Höjdkurvan är förlagd på ett avstånd av minst 5 meter från omkringliggande gator för att säkerställa framkomligheten vid högvatten beaktat våg- och vindeffekt. Detta är av vikt då framkomligheten på omkringliggande gator utanför programområdesgränsen så som Stenkolsgatan ej kan säkerställas.



Figur 31. Inzoomning av höjsättningsplan för Ringön, se även bilaga 2. Ljusblå pilar redovisar befintliga skyfallsstråk och blå pilar redovisar framtida skyfallsavledning. Streckade blå pilar redovisar omledning av befintlig skyfallsstråk där åtgärder utanför programmet kan fordras.

Resultaterande markhöjningar/-sänkningar med framtagna höjsättning redovisas i Figur 32 och bilaga 7. Om mindre markhöjningar önskas erfordras avsteg från minsta acceptabla längslutning för gator vilket i sin tur påverkar dagvattenssystemets marktäckning och/eller lutning.



Figur 32. Inzoomning av resulterande markhöjningar/-sänkningar inom Ringön, se även bilaga 7.

För att säkerställa att Ringön kan uppnå rekommendationer för skyfallssäkring enligt TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) föreslås samtliga gator ha en längslutning på minst 0,5 %. Dock med undantag för gatan längst i norr (närmast Ringöbron) vilken har en längslutning 0,2 %. Detta för att möjliggöra för anslutning till befintlig bebyggelse norr om programområdet.

I Figur 31 redovisas riktning för skyfallsavledning med blå pilar. Gatorna inom programområdet har ett maximalt vattendjup på 0,2 m på delar av körfälten för att säkerställa framkomligheten (för studerade sektioner och vattendjup, se kapitel 5.3.4).

Inom Ringön finns befintliga skyfallsstråk som leds om i och med föreslagen höjdsättning, se Figur 31. Hantering av dessa beskrivs nedan:

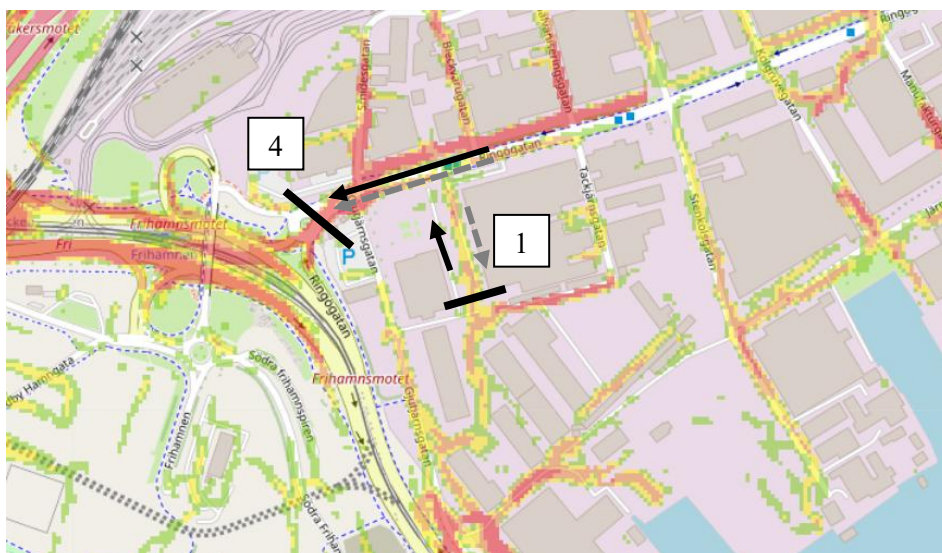
- **Skyfallsstråk 1:** Avleder befintligt skyfall från programområdets norra del samt närliggande områden öster om programområdet söderut över kajkant. Föreslås istället vändas och avledas norrut och vidare västerut till lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden. Detta för att föreslagen höjdsättning inom programområdet annars bildar ett instängt område strax norr om programområdesgränsen där föreslagen höjdsättning utgår från att säkerställa att nytt dagvattensystem inom programområdet kan anläggas med självfall enligt programspecifika förutsättningarna. Omledningen av skyfallsvatten norrut medför ett ökat bidrag till lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden vid ett 100-årsregn.

Skyfallsstråket förutsätts kunna avledas mellan föreslagen Ringöbro och kommande kvarter, se *Skyfallsstråk 4*.

- **Skyfallsstråk 2:** Avleder befintligt skyfall från närliggande områden norr om programområdet västerut och sen söderut över kajkant. Föreslås istället vändas och avledas österut till Stenkolsgatan och vidare över kajkant. Omledningen kan medföra behov av ökad gatubredd och därmed påverkan på kvarterstrukturen. Därmed erfordras åtgärder i anslutning till programområdesgränsen vid anslutning till Stenkolsgatan, se medskick till kommande skede avsnitt 7.1.
- **Skyfallsstråk 3:** Befintlig skyfallsstråk längs Stenkolsgatan öster om programområdet viker av åt väster och leds in i programområdet innan den bräddar ut över kajkanten. För att möjliggöra föreslagen kvarterstruktur föreslås Stenkolsgatans höjdsättning justeras så att skyfallsstråket leds längs med hela gatan och ut över kajkanten utan att ledas in i programområdet. Skyfallsstråket får ej blockeras och dess funktion behöver säkerställas i senare skede. Därmed erfordras åtgärder i anslutning till programområdesgränsen vid anslutning till Stenkolsgatan, se medskick till kommande skede avsnitt 7.1.
- **Skyfallsstråk 4:** Befintligt stråk som avleder skyfall från områden norr om programområdet till lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden. Skyfallsstråket förutsätts kunna avledas mellan föreslagen Ringöbro och kommande kvarter. Om detta ej är möjligt bedöms skyfallsstråket kunna avledas via gator inom programområdet. Detta kommer dock medföra en påverkan på gatubredd och kvarterstruktur för berörda områden.

Generellt för ovan skyfallsstråk gäller att åtgärder i anslutning till programområdets gräns erfordras. Vid kommande skede och detaljplaner behöver dessa skyfallsstråk funktion beaktas för att risk för instängda områden ska undvikas, speciellt vid planläggning av områden belägna nedströms befintliga skyfallsstråk.

Skyfallsstråk 1 och 4 avleds via ny pumpstation i lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden till Herkulesgatans pumpstation. Flödesstråken återges i Figur 33 med befintlig och framtida flödesriktning.



Figur 33. Flödesstråk som leds till Herkulesgatans pumpstation via ny pumpstation under Hamnbanan/Lundbyleden. Befintlig flödesriktning redovisas med grå streckad pil och framtida flödesriktning med svart pil.

Framtida maxflöden och volymer som avleds från skyfallsstråk 1 och 4 till pumpstationen vid ett 100-årsregn redovisas i Tabell 13. För åtgärdsförslag för att hantera de ökade flödena, se kapitel 6.2.1.3.

Tabell 13. Resultande maxflöden och volymer vid ett 100-årsregn (klimatfaktor 1,2) som avleds från områden utanför programområdet till Herkulesgatans pumpstation. Volymerna har erhållits från Strukturplansmodellen för området.

Skyfallsstråk	Maxflöde (l/s)	Volym (m3)
1	400	600
4	1200	1000

I Figur 34 redovisas en inzoomning av föreslaget dagvattensystem inom Ringön. Inom området finns befintligt dagvattensystem som föreslås slopas till stora delar och ersättas med ett nytt, grundare system för att hantera dämning av framtida medelvattennivå. Detta med två undantag, se nedan.

- Befintlig utloppsledning i framtida parkområde ska kvarstå, framtida dagvattensystem föreslås anslutas till denna.
- Befintligt dagvattensystem norr om och i anslutning till programområdets norra delar ska kvarstå. Ledningssystemet i norr är beläget djupt vilket medför att en pumpstation för dagvatten föreslås anläggas i programområdets gräns (se P i Figur 34 för föreslagen placering). Pumpstationen behövs för att ansluta det befintliga ledningsnätet i norr till det nya planerade inom programområdet. Pumpstationen ska vara överbyggd med ett avstånd på 25 meter till närmsta bebyggelse. Pumpen föreslås dimensioneras efter vad befintligt ledningsnät är dimensionerat för. Inom programområdet föreslås dagvatten från kvarter markerade med lila rektanglar avledas till befintligt system och pumpstation. Vid exploatering bör pumpstationen anläggas innan utloppsledningarna för befintligt ledningssystem slopas, innan exploatering av detaljplaner nedströms pumpstationen.



Figur 34. Inzoomning av dagvattensystem för Ringön, se även bilaga 6. Lila rektanglar redovisar kvarter från vilka dagvatten avleds till pumpstation.

För resterande delar av Ringön anläggs nytt dagvattensystem med ledningar och reningsanläggningar i gatusektionen för högttrafikerade gator. För en sträckning finns eventuellt behov av ytligt dagvattensystem alternativt pumpning då marktäckningen är mindre än 1,5 m. Detta beror dels på spårvägens höjdsättning, +3,23 (se bilaga 2), dels på dagvattensystemets dimensioneringsförutsättningar (framtida normalvattennivå +0,85 och minsta längslutning 0,5 %). För att undvika ytligt system eller pumpning kan följande åtgärder vidtas:

- Mindre marktäckning
- Avsteg från minsta tillåtna längslutning i dagvattensystem
- Höjdrygg längs sträckningen så att delar av gatan avleds till Hjalmar Brantingsgatan

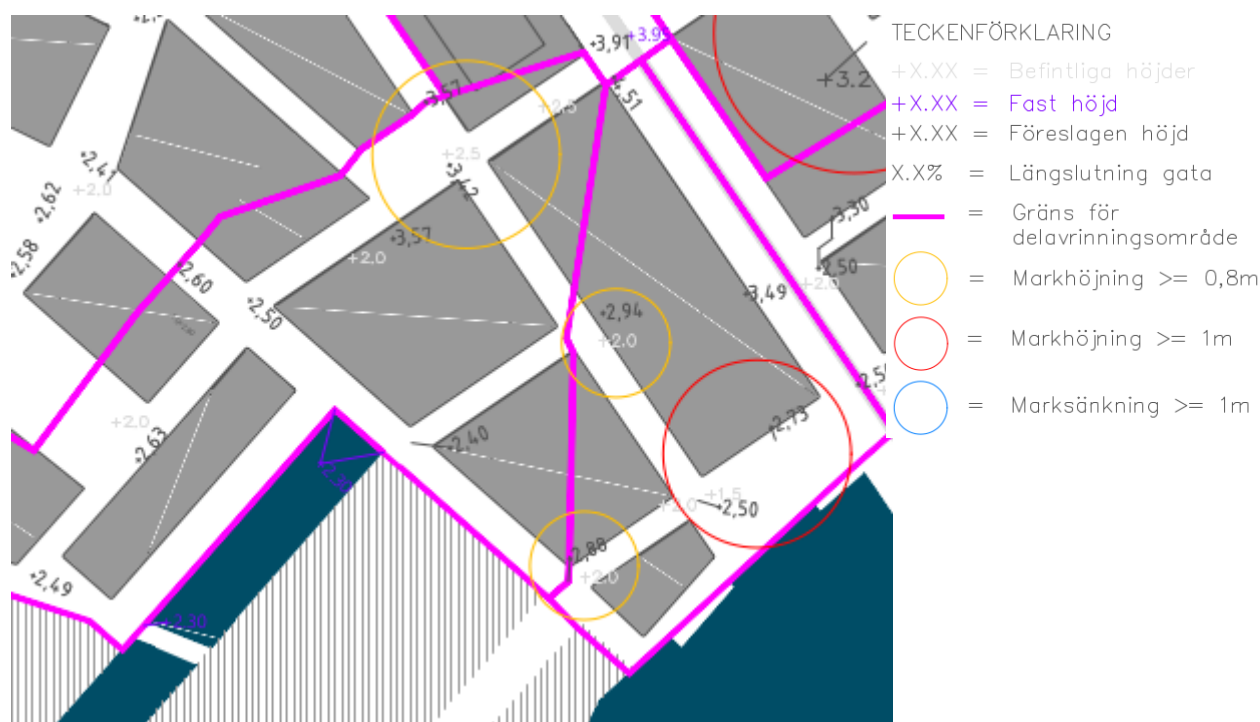
Vidare skulle eventuellt gatorna längs med parken kunna skevas mot parken och ett dike som avvattnar. Detta behöver dock utredas vidare i kommande skeden.

6.2.1.2 DP0

Inzoomning av höjdsättningsplan för områden inom/i anslutning till DP0 med längslutningar för gator redovisas i Figur 35. Området avleds till Göta älv, antingen direkt eller via inre hamnbassäng 2. Höjdsättningsplanen inkluderar

[illegible]

Markhöjningar med framtagen höjdsättning redovisas i Figur 36 och bilaga 7. Höjdsättningen innebär att marken höjs 0,8 m eller mer inom stora delar av området. Om mindre markhöjningar önskas fordras avsteg från minsta acceptabla längslutning för gator vilket också påverkar dagvattenssystemets marktäckning och/eller lutning.



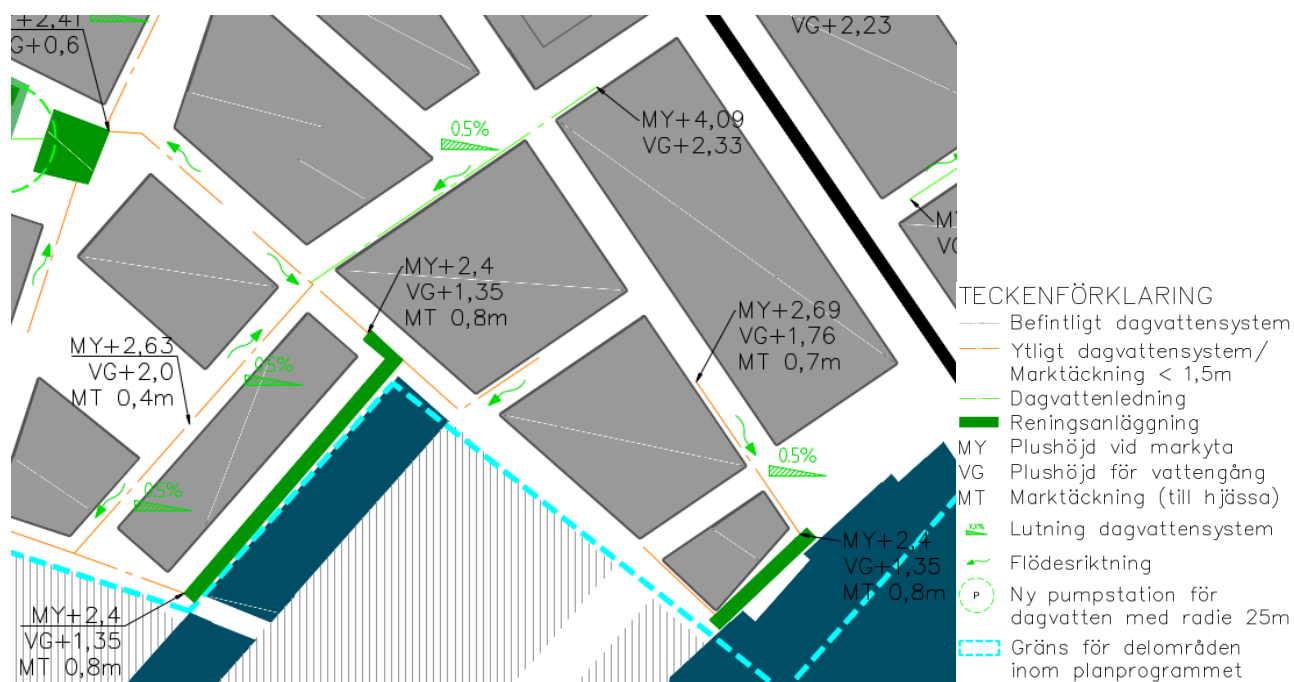
Figur 36. Inzoomning av resulterande markhöjningar för DP0, se även bilaga 7.

För att säkerställa att området kan uppnå rekommendationer för skyfallssäkring enligt TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) föreslås samtliga gator ha en längslutning på minst 0,5 %. I Figur 35 markeras generell skyfallsavledning med blå pilar. Vattendjupet i gator uppgår maximalt till 0,2 m för att säkerställa framkomligheten i samtliga gator (för studerade sektioner och vattendjup, se kapitel 5.3.4).

I Figur 37 redovisas en inzoomning av dagvattensystemet inom DP0. För området föreslås dagvattensystem med ledningar och samlad rening i anslutning till recipienten (Göta älv). I detta tidiga skede är den samlade reningsanläggningen antagen som en underjordisk anläggning men skulle kunna utformas på fler sätt. Där de tekniska reningskraven tillgodoses men där anläggningen även kan integreras med platsens utformning med tex en ytlig växtbegrädd del. För samlad rening i anslutning till recipient medför dimensioneringsförutsättningarna att vattengången vid inloppet till anläggningen behöver vara minst +1,35 (med hänsyn till framtida medelvattennivå +0,85 och att minsta djup för reningsanläggning är 0,5 m). Med föreslagen höjdsättning medför detta i sin tur att dagvattensystemet för området behöver anläggas ytligt (med undantag för en sträckning, se Figur 37), detta då resulterande marktäckning är lägre än 1,5 m.

För att undvika ytligt system eller pumpning kan följande åtgärder vidtas:

- Integrerad rening i gatusektion.
- Avsteg från minsta tillåtna längslutning i dagvattensystem.
- Höjning av marken inom området.



Figur 37. Inzoomning av dagvattensystemet för DP0, se även bilaga 6.

6.2.1.3 Hjalmar Brantingsgatan och övriga områden som avleds till Herkulesgatans pumpstation

Inzoomning av höjdsättningsplan för områdena med längslutningar för gator redovisas i Figur 38. Den norra delen av området (se röd ring i Figur 49) har inte inkluderats i höjdsättningsplan eller dagvattensystem. Anslutning till dagvattensystem för dessa kvarter kommer att beaktas i kommande VA-utredning.

TECKENFÖRKLARING

+X.XX = Befintliga höjder

+X.XX = Fast höjd

+X.XX = Föreslagen höjd

X.X% = Längslutning gata

— = Höjdkurva +2.3
(del av högvattenskydd)

— = Höjdkurva +2.5
(del av högvattenskydd)

— = Gräns för
delavrinningsområde



Figur 38. Inzoomning av höjdsättningsplan för områdena som avleds till Herkulesgatans pumpstation, se även bilaga 2. Blå pilar redovisar generell skyfallsavledning. Röd ring markerar kvarter som ej ingår i höjdsättning och dagvattensystemet, anslutning för dagvatten utreds istället i kommande VA-utredning. Blå ring markerar det område och kvarter som kan beröras och där mark kan behöva tas i anspråk för dagvatten och skyfallshantering. Hur stor yta som behövs beror på vad ny pumpstation i lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden kommer dimensioneras för samt vad genomförandestudien för område 4 säger om skyfallssituationen nedströms.

Området avleds via ny pumpstation i lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden till Herkulesgatans pumpstation. Framtida flöde som avleds från programområdet till pumpstationen vid ett 10-, 30-, och 100-årsregn samt volym vid ett 30- och 100-årsregn redovisas i Tabell 14 (se avsnitt 5.3.3 samt 5.3.2 för metod för beräkningar).

Tabell 14. Framtida flöde samt volym till Herkulesgatans pumpstation vid ett 10-, 30- och 100-årsregn.

	10-årsregn Klimatfaktor 1,25	30-årsregn Klimatfaktor 1,25	100-årsregn Klimatfaktor 1,2
Flöde (l/s)	2 000	2 900	8 700
Totalt flöde till Herkulesgatans pumpstation* (l/s)	-	-	10 300
Volym (m ³)	-	7 570	10 140
Total volym till Herkulesgatans pumpstation* (m ³)	-	-	11 740

*Inkluderar tillkommande skyfallsstråk från områden utanför programområdet, se kapitel 6.2.1.1.

Ovanstående beräkning visar på total inrinnande volym vid 30-årsregn och 100-årsregn (i beräkningen för programområdet har antagits att avtappningsflödet är 0). Den nya pumpstationens kapacitet kommer påverka behovet av fördröjning inom området. Under förutsättning att pumpstationen inte ska dimensioneras för skyfallsflöden kommer planstrukturen inom blåmarkerade kvarter i Figur 38 behöva anpassas och troligen minskas för att inrymma ytor för fördröjning av

skyfall. Hur stor yta som behövs beror som sagt på vad ny pumpstation i lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden kommer dimensioneras för samt vad genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan* säger om skyfallssituationen nedströms programområdet.

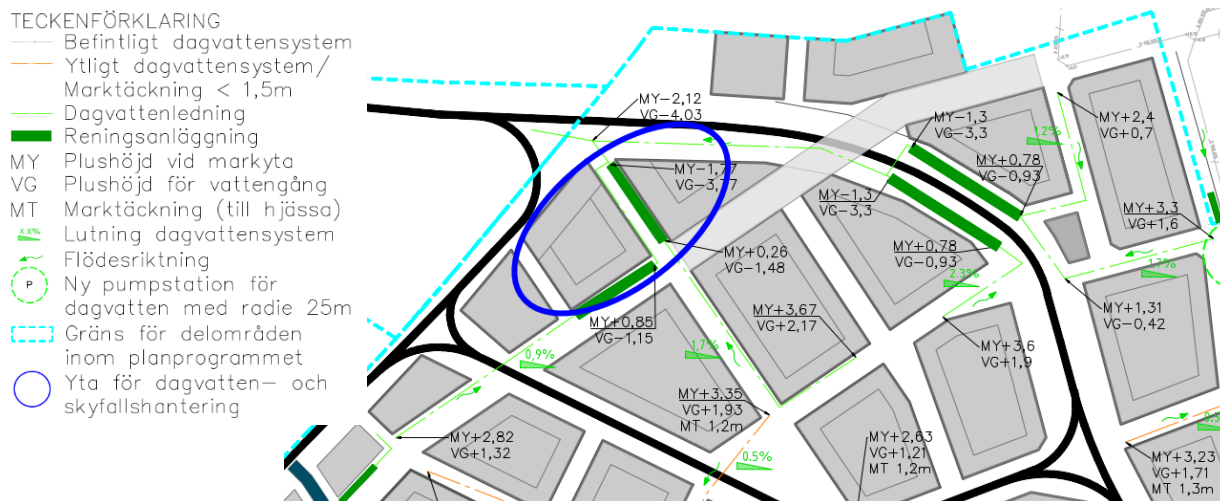
Området avleds till befintligt system som är beläget djupt vilket medför att endast mindre markhöjningar erfordras. I gränsen mot delavrinningsområden som avleds till Göta älv höjs dock marken vilket beror av dimensioneringsförutsättningar för dessa områden. Dessa markhöjningar beskrivs under respektive delkapitel för Ringön och de inre hamnbassängerna. Inom delavrinningsområde 1A och 1B förekommer områden där marken sänks cirka 1 m, se Figur 39.



Figur 39. Inzoomning av resulterande marksänkning för områdena som avleds till Herkulesgatans pumpstation, se även bilaga 7.

För att säkerställa att avrinningsområden med avledning mot Herkulesgatans pumpstation kan uppnå rekommendationer för skyfallssäkring i TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) föreslås samtliga gator ha en längslutning på minst 0,5 %. I Figur 38 markeras riktning för skyfallsavledning med blå pilar. Vattendjupet i gatorna uppgår maximalt till 0,2 m i delar av körfälten för att säkerställa framkomligheten (för studerade sektioner och vattendjup, se kapitel 5.3.4).

I Figur 40 redovisas en inzoomning av dagvattensystemet inom delavrinningsområde 1A och 1B. För området föreslås dagvattensystem med ledningar och reningsanläggningar som integreras i högtrafikerade gator. Nytt dagvattensystem ansluts till befintligt system i Hjalmar Brantingsgatan.



Figur 40. Inzoomning av dagvattensystemet för delavrinningsområde 1A och 1B vilka leds till Herkulesgatans pumpstation, se även bilaga 6.

6.2.1.4 Inre hamnbassängerna 1 och 2 - inklusive spårområde, Jubileumsparken och kyrkan

Området inkluderar delavrinningsområde 7 samt de delar av delavrinningsområde 6 som ej omfattas av fördjupad höjdsättning för DP0 (se avsnitt 2.2.4). Inzoomning av höjdsättningsplan för ovan nämnda områden med längslutningar för gator redovisas i Figur 41. Höjdsättningsplanen inkluderar höjdsättning som togs fram under fördjupningen för spårvägen och kyrkoområdet (se kapitel 2.2.1 samt bilaga 1). För mer detaljerad höjdsättning och principer för dagvatten- och skyfallshantering inom spårområdet och för Frihamnskyrkan se bilaga 1.



Figur 41. Inzoomning av höjdsättningsplan för de områden som avleds till de inre hamnbassängerna, se även bilaga 2. Blå pilar redovisar generell skyfallsavledning.

Området avleds till Göta älv via hamnbassäng 1 eller 2. Inom området finns befintlig bebyggelse som ska bevaras där ett flertal byggnader har en golvnivå lägre än +2,8.

Markhöjningar med framtagna höjdsättning redovisas i Figur 42 och bilaga 7. Inom ett flertal områden, huvudsakligen belägna uppströms i delavrinningsområdena, fordras markhöjningar om 0,8 meter eller mer. Om mindre markhöjningar önskas krävs avsteg från minsta acceptabla längslutning för gator vilket påverkar dagvattensystemets marktäckning och/eller lutning.



Figur 42. Inzoomning av resulterande markhöjningar inom områden som avleds till de inre hamnbassängerna, se även bilaga 7.

I Figur 41 redovisas riktning för skyfallsavledning. Området korsas av spårvägen till Lindholmen vilken har fasta höjder som påverkar höjdsättningen, se lila höjder i Figur 41. Därtill blir höjdkurvan för skydd mot högvatten (+2,3) dimensionerande i och med de stora avstånden inom delområdet. Inom delområdet finns ett flertal gator med längslutning lägre än 0,5%, främst på grund av att området korsas av spårvägen. Vid kontroll av vattendjup vid skyfall i utvalda sektioner ses dock att gatorna har ett maximalt djup på 0,2 m varpå framkomlighet kan säkerställas (för studerade sektioner och vattendjup, se kapitel 5.3.4).

I Figur 43 redovisas en inzoomning av dagvattensystemet. För området föreslås dagvattensystem med samlad rening i anslutning till recipienten (Göta älv). Samlad rening i anslutning till recipient medför att vattengången vid inloppet till anläggningen behöver vara minst +1,35 (med hänsyn till framtida medelvattennivå +0,85 och att minsta anläggningsdjup är 0,5 m).

Inom området identifieras följande:

- För de områden som avleds via korsning av spårvägen är det ej möjligt att anlägga ytliga system. I förslaget har marktäckning minskats till 1,2 m vilket fortsatt medför för djup vattengång för inloppet till reningsanläggningarna. (Erforderlig marktäckning vid korsning av spårväg har ej utretts vidare i föreliggande utredning utan behöver studeras i kommande skeden.) För Jubileumsparkens reningsanläggningar föreslås därför pumpning av dagvatten, detta

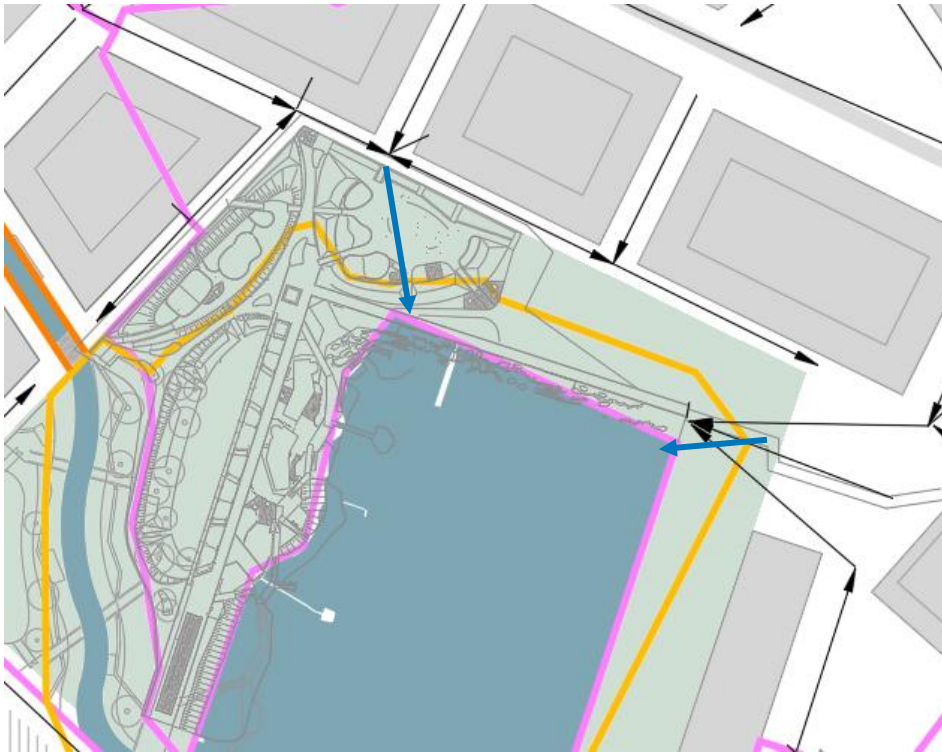
möjliggör även anslutning av befintlig bebyggelse med djupt beläget dagvattensystem. Pumpstation för dagvatten föreslås anläggas i anslutning till reningsanläggningarna i Jubileumsparken (se P i Figur 43 för föreslagen placering). Pumpstationen ska vara överbyggd med ett avstånd på 25 meter till närmsta bebyggelse och rekommenderas ha kapacitet att hantera ett 30-årsregn.

- För kajområden kan ytliga dagvattensystem erfordras då resulterande marktäckning understiger 1,5 m (mindre än 1 m för vissa sträckningar). Området begränsas av marknivåer i anslutning till befintlig bebyggelse. Inom området finns flera gator med längslutning som understiger 0,5% vilket påverkar dagvattensystemets marktäckning. Djupt dagvattensystem kan undvikas genom att reningen integreras i gatusektionen för högttrafikerade gator.



Figur 43. Inzoomning av dagvattensystemet för de områden som avleds till de inre hamnbassängerna, se även bilaga 6.

För avrinningsområde 7 sker avledning av både dagvatten och skyfall via Jubileumsparken vilken till viss del är utbyggd. Inom parken behöver det säkerställas att avledningen är möjlig. I Figur 44 redovisas avledningsstråk som enligt befintlig höjdsättning bör vara möjlig för skyfallsavledning via Jubileumsparken. Eventuellt erfordras dock åtgärder vid inlopp till/inom Jubileumsparken för att säkerställa säker skyfallsavledning. Vidare skulle eventuellt gatorna längs med parken kunna skevas mot parken och avvattnas med dike. Inom föreliggande utredning har endast en höjdmässig kontroll av Jubileumsparken utförts för att säkerställa att skyfallsavledning är möjlig. I kommande skeden erfordras dock en mer detaljerad analys av parkens nuvarande utformning.



Figur 44. Erforderlig skyfallsavledning inom Jubileumsparken redovisas med blå pilar. Grå linjer inom parken visar projekterade delar, där endast vissa är utbyggda i dagsläget. Högvattenskydd i form av marknivåer redovisas med höjdkurva för +2,3 i gult, höjdkurva för +2,5 i orange. Gatornas lutningar med svarta pilar.

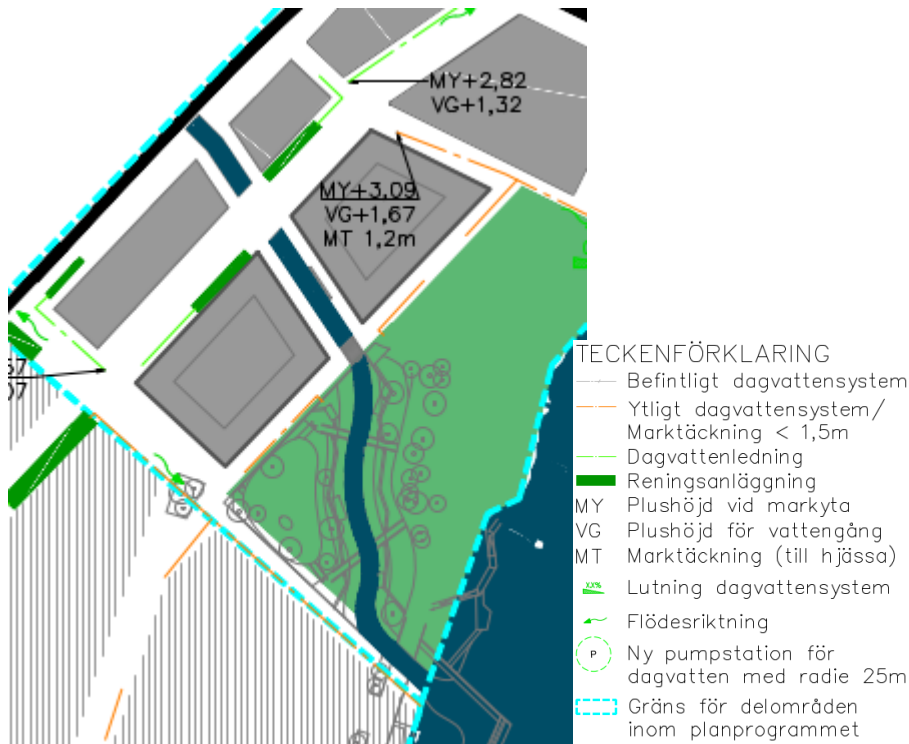
6.2.1.5 Kvillekanalen

För avrinningsområde 5, vilken avleds till Kvillekanalen, har ingen höjdsättning tagits fram inom föreliggande utredning. I enlighet med avsnitt 4.4 ska Kvillekanalen kanter ha minsta marknivå +2,5. Vidare kompletteras Kvillekanalen med port för skydd mot högvatten, vars placering dock inte är fastställd vid framtagandet av denna utredning. I Figur 49 redovisas generell höjdsättningsprincip med riktningar för gator, längslutningar och framtida skyfallsavledning. I de västra delarna finns två mindre områden (avrinningsområde 4) för vilka avledning till Kvillekanalen ej är möjlig i och med spårvägens låsta höjder (se bilaga 2).



Figur 45. Inzoomning av höjsättningsprincip för avledning till Kvillekanalen, se även bilaga 2. Svarta pilar redovisar gatornas längslutning och framtida skyfallsavledning.

För området har ett principiellt dagvattensystem tagits fram, se Figur 46. Reningsanläggningar föreslås integreras i gatusektionen för den högtrafikerade gatan som passerar området. Detta bör möjliggöra för ledningssystem från reningsanläggningarna med utlopp i Kvillekanalen ovan framtida normalvattennivå (+0,85).

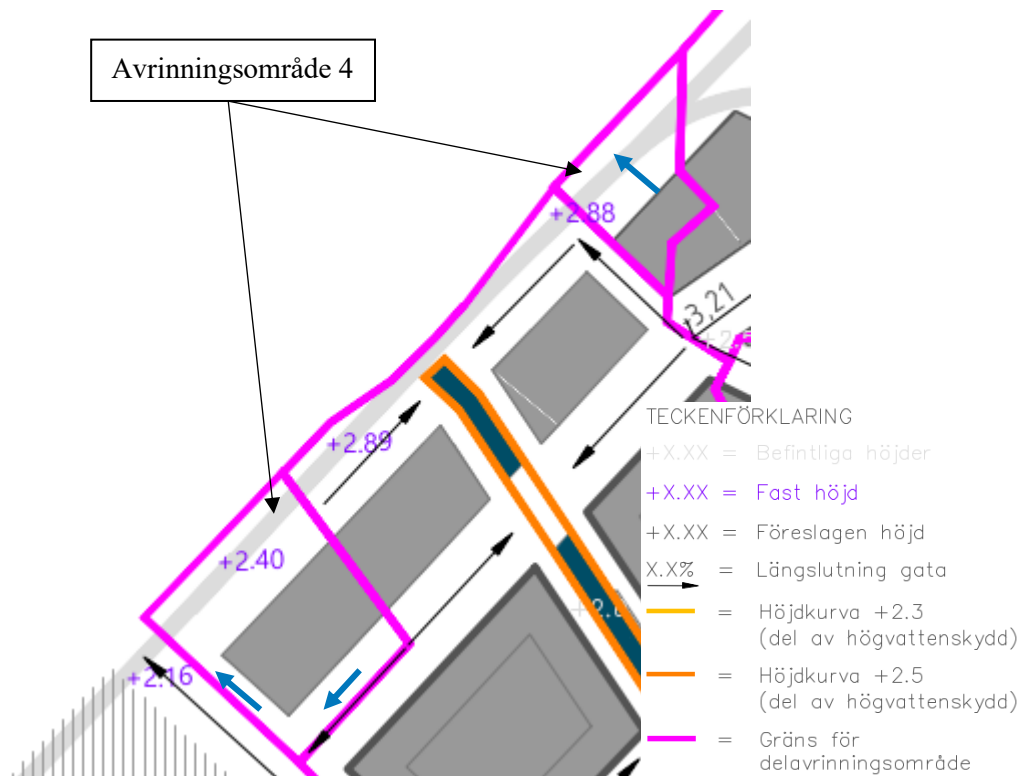


Figur 46. Inzoomning av principiellt dagvattensystem för avledning till Kvillekanalen, se även bilaga 6.

För gator belägna i anslutning till Jubileumsparken finns eventuellt behov av för ytligt dagvattensystem i och med dimensionerande höjdsättningsprinciper. För att undvika ytligt system erfordras att tillräcklig marktäckning av dagvattenledningar möjliggörs vid höjdsättning av området.

6.2.1.6 Område vid spårväg i väst som avleds till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet via ny dagvattenledning

I de västra delarna av område 1 finns två mindre områden (avrinningsområde 4) för vilka avledning till Kvillekanalen ej är möjlig i och med spårvägens låsta höjder (se bilaga 2). Områdena föreslås istället avledas till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet via ny dagvattenledning som erfordras i gatan där spårvägen går. Om detta ej går att lösa med självfall kommer vatten från områdena behöva pumpas till hamnbassängen och Göta älv. I Figur 47 redovisas höjdsättningsplan för området med låsta höjder och lutningsriktning för gatorna.



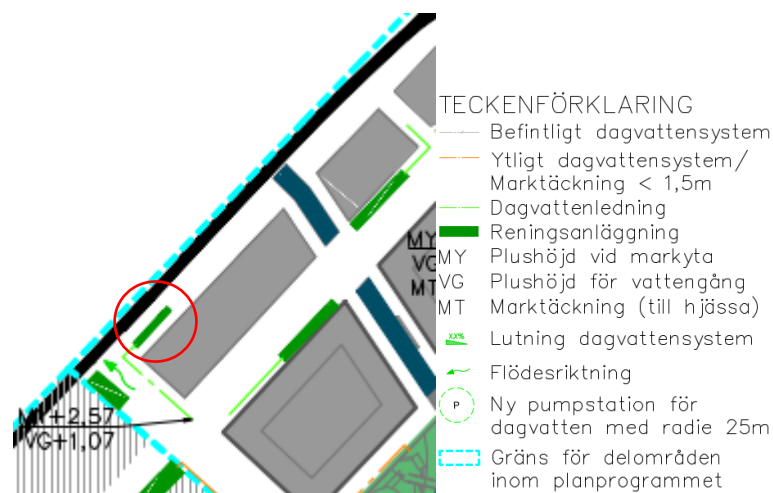
Figur 47. Inzoomning av höjdsättningsplan för avledning till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet, se även bilaga 2. Blå pilar redovisar framtida skyfallsavledning.

Områdenas resulterande flöde till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet redovisas i Tabell 15. Dimensionerande flöden för ett 10-, 30- och 100-årsregn redovisas.

Tabell 15. Avrinningsområde 4s resulterande flöde vid ett 10-, 30- och 100-årsregn.

	10-årsregn (l/s)	30-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
Resulterande flöde till pumpstation	80	110	330

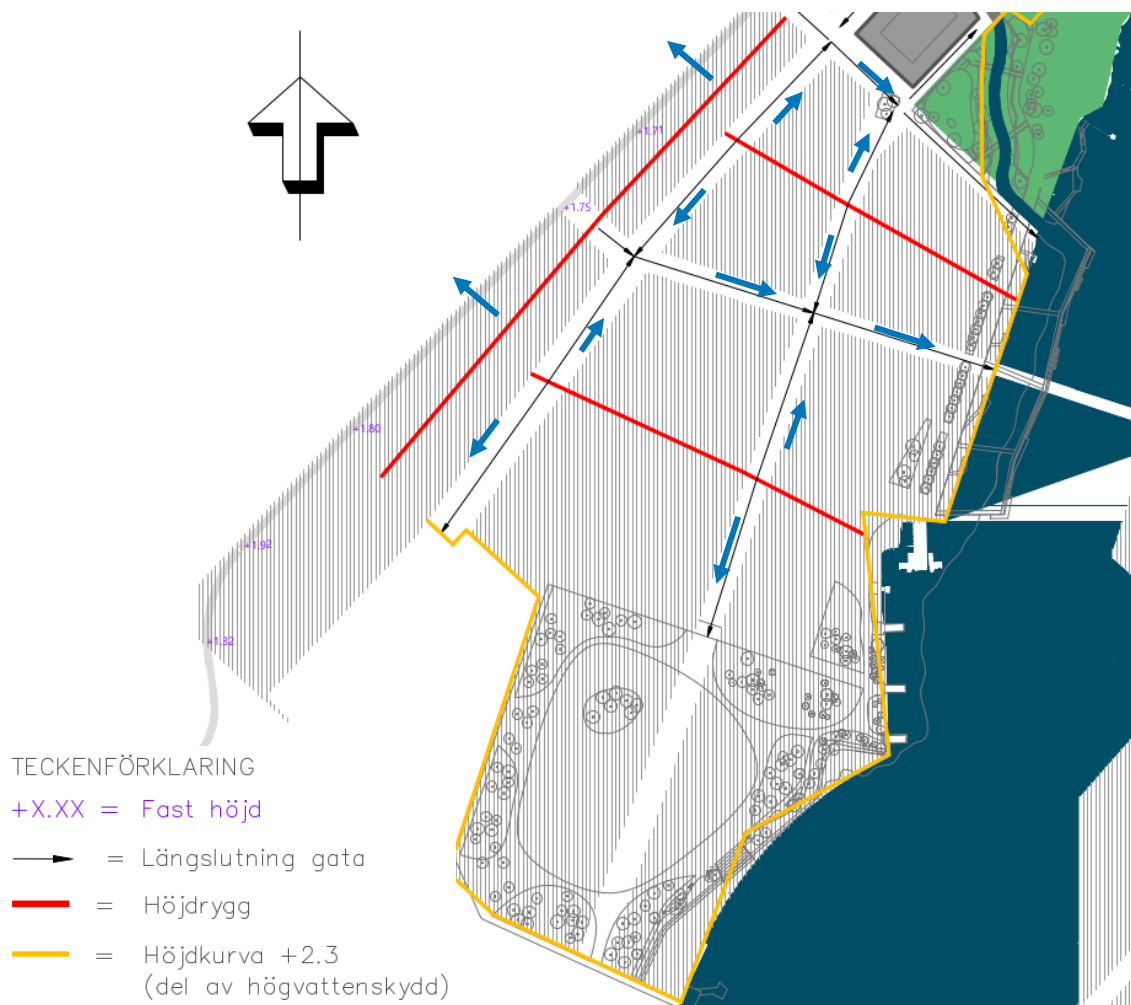
För området anläggs nytt dagvattensystem (se Figur 48) vilket ansluts till befintligt system som troligen ligger djupt. Inom områdena finns inga högtrafikerade gator men en mindre reningsanläggning har schematiskt ritats ut (se röd ring i figur).



Figur 48. Inzoomning av dagvattensystem för avledning till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet, se även bilaga 6. Röd ring redovisar reningsanläggning inom delområdet.

6.2.2 Område 2

Område 2 har studerats översiktligt avseende dagvatten- och skyfallshantering och risker för instängda områden har analyserats. En generell höjdsättningsprincip har tagits fram och redovisas i Figur 49 samt i bilaga 8. Områdets höjdsättning begränsas av spårvägens höjder (vilka är låsta, se lila höjder i Figur 49) samt höjdsättning för skydd mot högvatten. Spårvägen är lågt belägen vilket medför att delar av område 2 kommer behöva avledas i den riktningen och vidare till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet. För skydd mot högvatten ansätts en planeringsnivå på +2,3 i direkt anslutning till kajkanterna. Detta då det inom området ej finns någon fastställd kvarterstruktur i detta skede. I senare planeringsskede bör höjdkurvan placeras med ett säkerhetsavstånd på 5 meter till närmsta byggnad och utpekade gator för garanterad framkomlighet. Höjdkurvan för minsta marknivå +2,3 presenteras i form av gul linje i Figur 49.



Figur 49. Generell höjsättningsprincip med ytlig avrinning för område 2, se även bilaga 8. Lågstråk redovisas med blå pilar.

För område 2 önskas så stora områden som möjligt avledas över kajkant. Därför föreslås en höjdrygg anläggas så nära spårvägen som möjligt för att på så vis minimera områdets bidrag till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet. Därtill föreslås områdets gator fungera som lågstråk för avledning av skyfall.

För rening föreslås att 5 % av den reducerade arean allmän platsmark avsätts för reningsanläggningar. I och med att kvartersstrukturen saknas för område 2 har samma procentsats för andel allmän platsmark som för område 1 använts, d.v.s. 53 %. Detta medför en total area för reningsanläggningar inom område 2 om ca 2900 m². Reningsanläggningar har ritats ut schematiskt längs områdets högtrafikerade gata. För principiellt dagvattensystem för område 2, se Figur 50 samt bilaga 9.

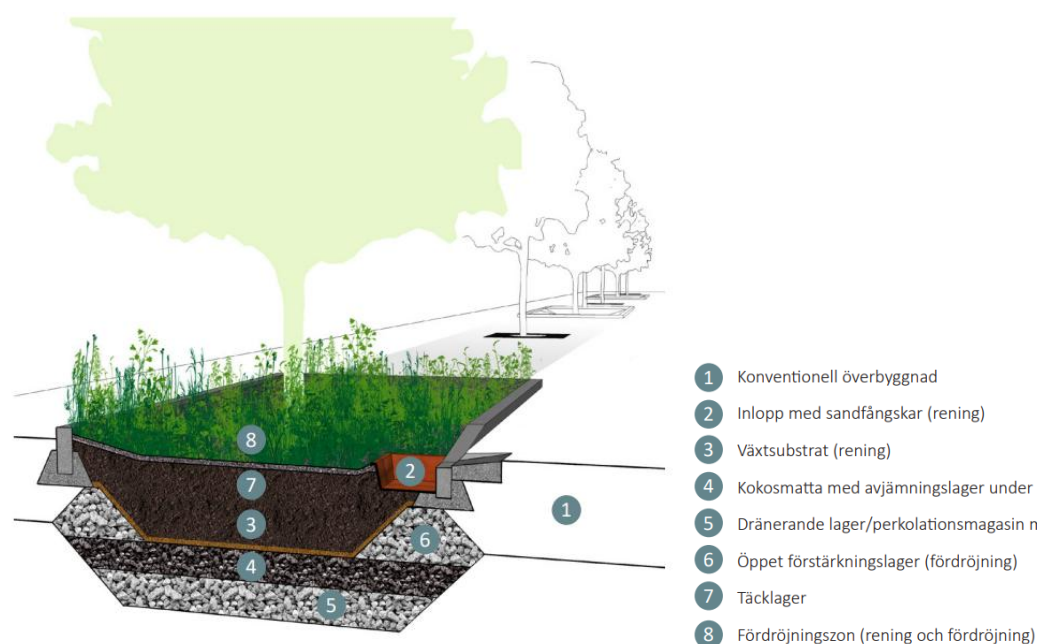


Figur 50. Principiellt dagvattensystem för område 2, se även bilaga 9.

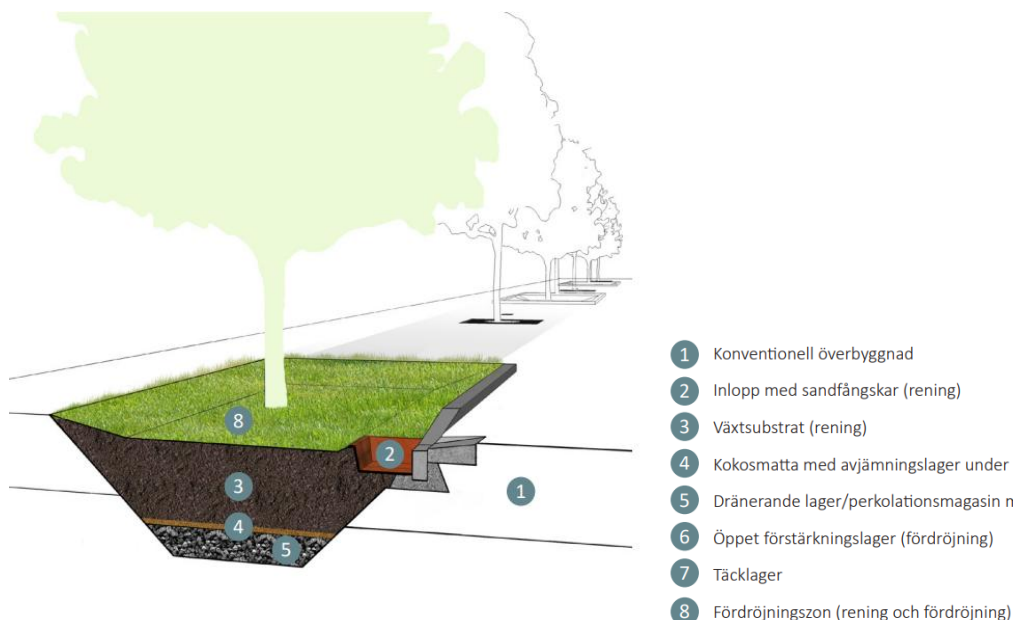
För område 2 antas omfattande markhöjningar (från kajkantens +2,3) erfordras för att möjliggöra för avledning av så stora områden som möjligt över kajkant enligt principer för dagvatten- och skyfallshantering. Om erforderliga markhöjningar ej är möjliga kan större områden behöva avledas mot spårvägen och vidare till dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet. Alternativt finns risk för instängda områden och behov av pumpning.

6.3 Exempel på utformning

Reningsanläggningar i gator kan utformas som regnbäddar ovanpå perkolationsmagasin eller dränerande lager, se Figur 51 och Figur 52 (Edge, Göteborgs stad, 2024). Vid eventuell förekomst av markföroreningar kan utformningen av dagvattenanläggningarna behöva anpassas. De kan tex behöva konstrueras med täta botten för att undvika föroreningsspredning.



Figur 51. Regnbädd på perkolationsmagasin (Edge, Göteborgs stad, 2024).



Figur 52. Regnbädd på dränerande lager (Edge, Göteborgs stad, 2024).

I ovanstående figurer redovisas inte fördelningsbrunn. Regnbäddarna rekommenderas dock att förses med bräddfunktion i eller utanför bädden.

Regnbäddarna kan utformas växtbeklädda eller hårdgjorda (till exempel genom täta eller perforerade plåtar), beroende på förutsättningar hos den omgivande miljön. I Figur 53 redovisas exempel på utformning av växtbeklädd regnbädd och i Figur 54 presenteras en regnbädd täckt mer perforerad plåt (Edge, Göteborgs stad, 2024).



Figur 53. Exempel på utformning av växtbeklädd regnbädd (Edge, Göteborgs stad, 2024).

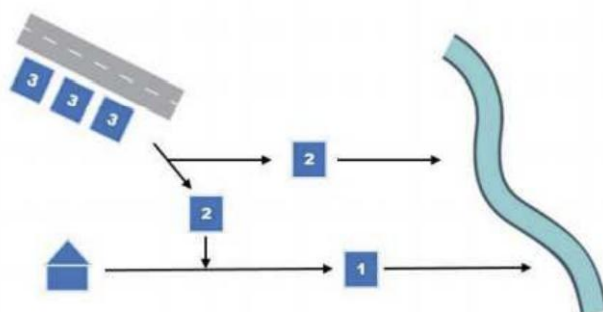


Figur 54. Exempel på utformning av regnbädd med hårdgjord täckning (Edge, Göteborgs stad, 2024).

6.4 Ansvarsfördelning

Ansvarsfördelning för områdets reningsanläggningar har uppskattats utifrån Göteborgs stads överenskommelse angående *Förvaltningsansvar för dagvattenanläggningar* (Göteborg stad, 2021). I överenskommelsen definieras tre olika typer av anläggningar, se nedan samt Figur 55:

- **Typ 1:** En anläggning med vatten från ytor med flera förvaltare
- **Typ 2:** En anläggning med uppsamlande funktion med vatten från allmänplatsytor med en förvaltare
- **Typ 3:** En lokal anläggning med vatten från ytor med en förvaltare
- **Typ 4:** En multifunktionell dagvattenanläggning med vatten från ytor med flera förvaltare och ytterligare funktion, exempelvis vägdikey eller park



Figur 55. Ansvarsfördelningsprincip för typ 1, 2 och 3-anläggningar enligt (Göteborg stad, 2021).

I Figur 56 redovisas en uppskattning av ansvarsfördelning för område 1. Exploatör ansvarar för dagvatten- och skyfallsanläggningar inom kvartersmark. I senare skede kan anläggningarnas utformning och dimensionering ändras och därav även användningsområde och ansvarsfördelning. Reningsanläggningar inom röd ring är typ 1. Övriga reningsanläggningar samt anläggningar inom område 2 antas i detta tidiga skede vara av typ 3. Detta för att kunna uppskatta kostnaden för stadens olika budgetar. Den verkliga ansvarsfördelningen behöver dock uppdateras i senare planskede. I senare skede, beroende på utformning och placering, bedöms lösningar av typ 3 kunna klassas om till typ 4. Om de klassas som typ 4 behöver fördelningen av anläggningarna hanteras mellan stadens förvaltningar.



Figur 56. Uppskattning av ansvarsfördelning för reningsanläggningar. Röd ring redovisar typ 1-anläggningar. Övriga reningsanläggningar är typ 3.

6.5 Kostnads kalkyl

En översiktlig kostnads kalkyl för föreslagna reningsanläggningar per ansvarstyp enligt avsnitt 6.4 presenteras i Tabell 16. Kalkylen baseras på en schablonmässig kostnad på 3 000–6 000 kr per m² anläggningsyta (i enlighet med uppgifter från KoV). Schablonvärdet är framtaget baserat på följande typanläggningar:

- Infiltrationsstråk med vegetation över yta
- Makadammagasin
- Skelettkonstruktion /infiltrationsstråk med permeabel beläggning

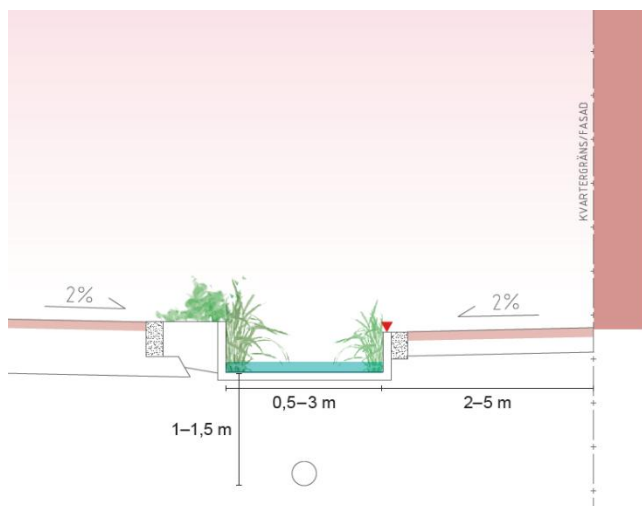
Kostnads kalkyl för dagvattenledningar tas fram i kommande VA-utredning.

Tabell 16. Översiktlig kostnads kalkyl för föreslagna reningsanläggningar.

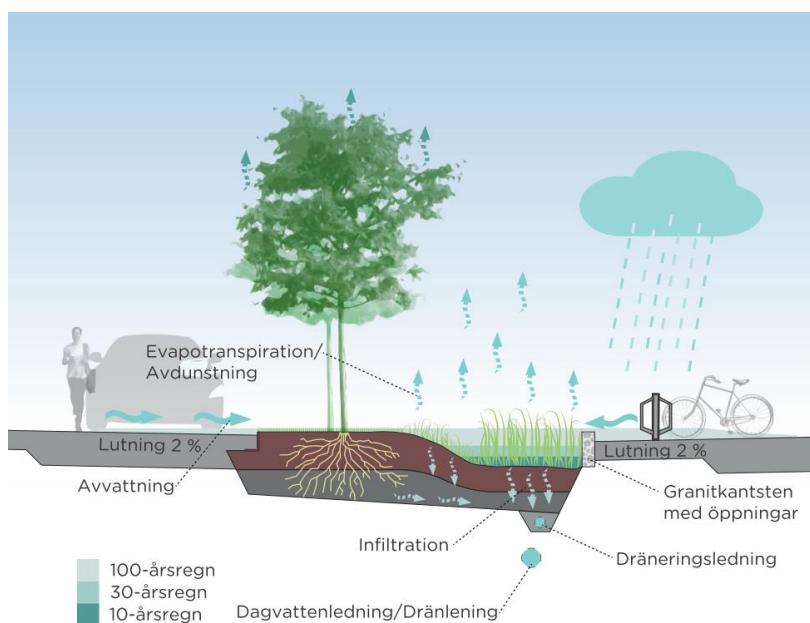
Område	Yta reningsanläggningar (m ²)		Kostnad (MSEK)	
	Typ 1	Typ 3	Typ 1	Typ 3
1	1225	5075	3,7–7,4	15,2–30,5
2	-	2900	-	8,7–17,4

6.6 Alternativ utformning från tidigare skeden

I Rambolls tidigare arbete med dagvatten- och skyfallsutredning för Frihamnen, 2021, (se avsnitt 2.2.1) togs en princip för dagvattenhantering fram som baserades på lågstråk och rännor i gatusektionen, se exempel på utformning i Figur 57 samt Figur 58. Lågstråken och rännorna kompletterades med ledningar 1–1,5 m under botten på rännorna i syfte att dränera dagvattenanläggningen samt vägterrassen.



Figur 57. Exempel på utformning med lågstråk och rännor samt ledningssystem i botten (Ramboll, 2021).



Figur 58. Exempel på utformning med lågstråk och rännor samt ledningssystem i botten (Ramboll, 2021).

Lösningen baserades på att ett ledningssystem dimensionerat för ett 5-årsregn anlades under byggtiden. Efter byggtiden skulle huvudsystemet med lågstråk och rännor anläggas, dimensionerat för ett 30-årsregn.

För ytterligare inspiration och resonemang från tidigare utredningar, se bilaga 10.

7 Slutsats och rekommendationer

Exploateringen av programområdet enligt förslaget innebär generellt en minskning av hårdgjorda ytor, inom område 1 minskar den reducerade arean från 31 till 21 ha. För att uppfylla lagkrav, stadens riktlinjer samt för att uppfylla en hållbar dagvatten- och skyfallshantering krävs dock planering och införandet av åtgärder. I Tabell 17 redovisas en sammanställning av planeringsnivåerna enligt TTÖP samt huruvida utredningen säkerställt planeringsnivåerna.

Tabell 17. Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

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

Planeringsnivå säkerställd

Studeras i kommande skeden

Ej aktuell

Höjdsättning

En övergripande höjdsättning för område 1 har presenterats. För områden vars vatten avleds till Göta älv fordras omfattande markhöjningar. För att undvika omfattande markhöjningar krävs antingen avsteg från dimensioneringsprinciper för höjdsättning och dagvattensystem, pumpning av dagvatten, eller att delar av uppströms belägna områden avleds norrut (mot Herkulesgatans pumpstation), vilket man vill undvika.

I enlighet med Tabell 17 säkerställer föreslagen höjdsättning framkomlighet och byggnadsfunktion för föreslagen exploatering vid högvatten och höga flöden förutsatt att färdigt golv anläggs på nivåer som tar in dessa marginaler. Om samhällsviktiga anläggningar planeras inom området fordras en högre säkerhetsmarginal. Detta föreslås hanteras genom att byggnader ges en högre nivå för färdigt golv. Hur denna höjdskillnad tas upp behöver dock studeras vidare i senare skeden.

Dagvatten

Dagvatten från kvartersmark inom programområdet ska fördröjas och renas motsvarande 10 mm per kvadratmeter reducerad yta. Inom kvartersmark uppmannas förutsättningar för ytliga och grunda dagvattenanläggningar främjas.

Inom allmän platsmark föreslås i detta tidiga skede främst underjordiska dagvattensystem för avledning då det ger upphov till djupast system, vilket säkerställer att det finns en marginal om andra lösningar väljs i senare skeden. Ytlig dagvattenledning föreslås i områden där erforderlig täckning inte kan säkerställas. Om ytliga system inte önskas krävs något av följande:

- Avsteg från minsta tillåtna längslutning på dagvattensystemet
- Avsteg från minsta acceptabla marktäckning
- Markhöjningar
- Pumpning av dagvattensystem

Då planprogrammet syftar till att skapa en grön, tät och stadsmässig del av innerstaden finns en ambition om trädplanteringar vid samtliga gator. Principlösning för rening av dagvatten antas därför utgöras av krossdiken eller skelettjordar i kombination med trädplantering som placeras i gatusektioner. Dagvattenanläggningarna utformning och placering kan varieras i senare skeden för att passa utformning och gestaltning av gaturummet. Vart reningsanläggningen placeras i gatan beror på gatans utformning men bör placeras i anslutning till gatans lågpunkter vilket kan vara i mitten av gatan om gatan är V-formad eller i sidorna av gatan om den är bomberad.

Reningsanläggningarnas yta har antagits motsvara 5 % av den reducerade arean för både kvartersmark och allmän platsmark. Om föreslagna reningsanläggningar implementeras minskar föroreningsbelastningen för samtliga parametrar. Vid jämförelse mot Göteborgs stads målvärden understiger beräknade halter efter rening samtliga målvärden.

Vid ett 10-årsregn avleds cirka 2 000 l/s mot Herkulesgatans pumpstation samt 80 l/s mot dagvattensystem inom Lindholmsprogrammet. Vid ett 30-årsregn uppgår flödet till pumpstationen till 2 900 l/s (motsvarande 7 570 m³) och till Lindholmsprogrammet 110 l/s. Detta avser dagvattenflöden från delavrinningsområden inom själva programområdet.

Skyfall

Föreslagen skyfallshantering utgörs av skyfallsstråk i gator. För att säkerställa att skyfallshanteringen fungerar inom området har kontrollberäkningar gjorts i ett antal sektioner. Då gatornas utformning ej klarlagts i detta tidiga skede har beräkningarna utförts med ett generellt antagande med V-formade gatusektioner. I senare skede behöver skyfalls- och dagvattenhanteringen säkerställas då gatornas utformning (bredd/funktion/ lutning) konkretiseras. I enlighet med Tabell 17 säkerställer föreslagen höjdsättning framkomlighet, byggnad och byggnadsfunktion för föreslagen exploatering vid skyfall. Enligt utförda skyfallsberäkningar understiger

översvämningsdjupet 0,2 m i samtliga sektioner inom område 1 varpå framkomlighet bedöms kunna säkerställas.

För delar av programområdet erfordras åtgärder för hantering av skyfall i anslutning till programområdesgränsen för att säkerställa funktionen av befintliga skyfallstråk och undvika ökade översvämningar i och utanför programområdet. Vid kommande skede och detaljplaner behöver befintliga skyfallsstråks funktion beaktas för att risk för instängda områden ska undvikas, speciellt vid planläggning av områden belägna nedströms befintliga skyfallsstråk. Detta avser främst i de nordvästra och västra delarna på Ringön samt delar i öster mot Hjalmar Brantingsplatsen. I öster kan en större yta behöva avsättas för skyfalls och dagvattenhantering för att inte försämrade befintlig situation. Detta anses påverka ett antal kvarter inom programområdet som kommer behöva anpassas för att inrymma anläggningar för fördröjning av skyfall, se Figur 38 och bilaga 6.

Storleken på ytan beror bl.a. på dimensioneringsförutsättningar för framtida pumpstation vid befintlig lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden.

I kommande skeden rekommenderas samordning med VA-utredning och genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*. Där ny pumpstation och skyfallshanteringen i lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden ska studeras.

Vid ett skyfall beräknas cirka 10 300 l/s (motsvarande 11 740 m³) vatten avledas mot befintlig lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden och ny pumpstation. Detta är en ökning av flöde och volym mot befintlig situation. Vattnet pumpas från lågpunkten till Herkulesgatans pumpstation.

Ansvar

En översiktlig ansvarsfördelning har presenterats där två reningsanläggningar inom område 1 bedöms utgöras av typ 1 (anläggning med vatten från ytor med flera förvaltare). Övriga anläggningar inom programmet bedöms vara av typ 3 (lokal anläggning med vatten från ytor med en förvaltare). I senare skede, beroende på utformning och placering, bedöms lösningar av typ 3 kunna klassas om till typ 4 (En multifunktionell dagvattenanläggning med vatten från ytor med flera förvaltare och ytterligare funktion, exempelvis vägdike eller park). Om de klassas som typ 4 behöver fördelningen av anläggningarna hanteras mellan stadens förvaltningar.

Kostnad

En översiktlig kostnads kalkyl för föreslagna reningsanläggningar redovisar ett kostnadsintervall på 3,7–7,4 MSEK för reningsanläggningar av typ 1 och 15,2–30,5 MSEK av typ 3 inom område 1. Inom område 2 planeras endast anläggningar av typ 3, kostnaden för dessa anläggningar uppskattas till 8,7–17,4 MSEK.

7.1 Medskick till kommande skede

Nedan följer några inspel för kommande skeden som berörts inom utredningen

Inom Ringön presenteras åtgärder för omledning av befintliga skyfallsstråk vilket kräver åtgärder i anslutning till programområdesgränsen. För att säkerställa översvämningssrisken är omhändertagen bör dessa åtgärder säkerställas. Därmed föreslås att programområdesgränsen ses över och eventuellt utvidgas för att innefatta dessa åtgärder.

För att säkerställa att översvämningssituationen ej försämras för befintligheter som en konsekvens av exploateringen så behöver de ökade flödena och volymerna till befintlig lågpunkt under Hamnbanan/Lundbyleden hanteras. Ytor behöver avsättas inom programområdet för fördröjning av dagvatten- och skyfall. Hur stora ytor är inte utredda men ett antal kvarter i de nord östra delarna antas påverkas. Hur stor yta som behöver avsättas beror bland annat på vad ny pumpstation ska dimensioneras för. Här krävs samarbete med VA-utredning och genomförandestudie (GFS) och projektering *Omvandling av Hjalmar Brantingsgatan, del Backaplan*. Där ny pumpstation och övergripande skyfallshantering för lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden ska studeras.

För vissa delar av programområdet kan skyfallsmodellering komma att behövas i senare skeden för att säkerställa en fungerande skyfallshantering. Exempelvis kan detta bli aktuellt för de delar av programområdet som avleds till lågpunkten under Hamnbanan/Lundbyleden och Herkules pumpstation.

Det är viktigt att betona att framtagna höjdsättning i detta PM utgår från att kunna hantera dagvatten- och skyfallshantering med självfall och ses som ett inspel till vidarearbete och senare skeden. Sakfrågor som geoteknik, ledningssamordning, uppdaterad kvarterstruktur och gators utformning, färdigt golvnivåer mm kommer alla att påverka denna höjdsättning. Funktionen av en fungerande dagvatten- och skyfallshantering inom området måste därmed bevakas i efterföljande skeden.

Som exempel kan utformningen av dagvatten- och skyfallshantering i gatorna anpassas beroende på hur gatornas utformning ska se ut, se kapitel 6.2 samt 6.3 och 6.6.

Vart reningsanläggningen placeras i gatan beror på gatans utformning men bör placeras i anslutning till gatans lågpunkter vilket kan vara i mitten av gatan om gatan är V-formad eller i sidorna av gatan om den är bomberad.

Föreslagen höjdsättning och skyfallshantering påverkas också av gatornas utformning, enligt nedan. Se även under kapitel 6.1 där dessa aspekter exemplifieras utifrån påverkan på färdiga golvnivåer.

- Förändringar av gatubredd: smalare gator (än angivet i programstrukturen) riskerar högre vattennivåer på gatan vid skyfall (det ska finnas en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån i gatan).

- Förändrad längslutning i gatan: minskad längslutning av gatorna riskerar högre vattennivåer i gatan vid skyfall (det ska finnas en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån).
- Gatusektionens utformning, om en antagen V-sektionen ändras till bomberad sektion riskerar nivåer vattennivån i gatan bli högre eftersom en bomberad gata har högst vattendjup i sidan på gatan närmre byggnaden (det ska finnas en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån vid ett skyfall).

Ovan faktorer medför en trängre sektion för skyfallet att passera och därmed svårare att uppnå erforderlig säkerhetsmarginal vid skyfall. Därtill påverkar dessutom följande faktorer:

- Tvärlutning, vid brantare tvärlutning, än de 2% som antagits i föreliggande utredning (se kapitel 4.1), kan vattennivåer i gatan vid skyfall eventuell sänkas då en brantare tvärlutning anses ge bättre förutsättningar att uppnå en säkerhetsmarginal på 0,2 m från vattennivån till entre eller vital del vid ett skyfall. Dock kan detta anses olämpligt ur tillgänglighetsperspektiv.
- Införandet av kantsten kan skapa ytterligare höjdskillnad och minskad översvämningsrisk, dock kan detta anses olämpligt ur tillgänglighetsperspektiv.
- Ha inskjuten fasad (hela fasaden eller vid entréerna) eller anlägga ramper till entreer för att lättare kunna uppnå säkerhetsmarginalen på 0,2 m. Dessa faktorer påverkas också av vart gränsen dras för fastighetsmark/kvartersmark och allmänplacering, om den sker i fasadliv eller i gaturummet.

8 Referenser

- Edge, Göteborgs stad. (2024). *Regnbäddsmanual - Utförandebeskrivning för regnbädd - instruktioner för projektering och anläggning*.
- 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%A4gningar_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-eTlbfPhiT1YbFMc
- 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, 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. (2022). *Kretslopp och vattens rutin för skyfallsutredningar*.
- Kretslopp och vatten; DHI. (Januari 2021). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning*. Hämtat från Vatten i

Göteborg:

<https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>

Ramboll. (2024). *Detaljplan för kontor och verksamheter vid Hisingsbron inom stadsdelarna Tingstadsvassen och Lundbyvassen i Göteborg (DP0) - Utredning dagvatten och skyfall.*

SGU. (u.d.). *Jordarter 1:25000-1:100000*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> den 07 03 2025

SMHI. (den 01 02 2025). *Senaste meteorologiska observationer*. Hämtat från SMHI.se: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/precipitation24HourSum/62400>

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

StormTac database. (u.d.). (StormTac) Hämtat från https://data.stormtac.com/_adv/show_costfac.php den 26 02 2025

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

Svenskt Vatten. (2019). *P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.

VISS. (2022). Hämtat från Åtgärdsbehov för fosfor och kväve enligt vattenförvaltningscykel 3: <https://viss.lansstyrelsen.se/ReferenceLibrary.aspx?referenceLibraryID=55168>

VISS. (den 02 05 2023). Hämtat från Kvillebäcken: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA95875860>

VISS. (den 02 05 2023). Hämtat från Göta älv - Sävåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA68736339>