



Dagvatten- och skyfallsutredning

Program för Lindholmen

2020-05-13



Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning

Underrubrik: Program för Lindholmen

Datum: 2020-05-13

Beställare: Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret

Kontaktperson: Emma Larsson, Stadsbyggnadskontoret

Projektledare: Lina Ekholm, Kretslopp och vatten

Handläggare: Lina Ekholm, Quentin Barber Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Linnea Lundberg, Dick Karlsson Kretslopp och vatten, Emily Margossian DHI

Sammanfattning

Bakgrund och förutsättningar

Stadsbyggnadskontoret håller på att arbeta fram ett programförslag för Lindholmen, där syftet är att möjliggöra för en utveckling av Lindholmen i enlighet med Vision Älvstaden. Programarbetet ska studera möjligheterna för en framtida blandstad med närhet till bostäder, arbetsplatser, handel, grönska samt kommunal och offentlig service där en sammanhållen och integrerad stadsstruktur med tydliga stråk kopplar samman Lindholmen med de kringliggande stadsdelarna samt med södra Älvstranden. Denna dagvatten- och skyfallsutredning syftar till att redovisa förslag till principlösningar för dagvatten- och skyfallshantering inom hela programområdet exklusive antagna detaljplaner. Det innebär att bland annat fördröjning, rening och avledning av dagvatten samt hantering av skyfall studeras.

Lindholmen utgörs generellt av 2–4 m fyllning ovan djupa lerlager. Marken inom Lindholmen uppges generellt vara förorenad och sättningsbenägen med sättningsomkring 5 till 10 mm per år. Detta får stora konsekvenser i ett område som är mycket flackt och där ledningarna redan ligger med dåligt fall. Med hänsyn till förekomst av lera bedöms möjligheterna till fullständig infiltration och vidare perkolation av dagvatten som mycket begränsad. Grundvattennivåerna påverkas även av det älvnära läget, vilket innebär att en framtida medelvattenhöjning i älven även kommer att påverka grundvattennivåerna i området.

Inom utredningsområdet finns både kombinerat ledningsnät där dagvatten och spillvatten avleds i gemensam ledning till Ryaverket och separerat ledningsnät där dagvatten leds direkt till recipienten Göta älv. Separering av spill- och dagvattennäten eftersträvas i hela området. För att genomföra detta behövs ett till vissa delar nytt dagvattensystem och nya huvudledningar som mynnar i Göta älv.

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten från hårdgjorda ytor inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (2013). Riktlinjerna sammanfattas i dokumentet Reningskrav för dagvatten.

Utmaningar och möjligheter

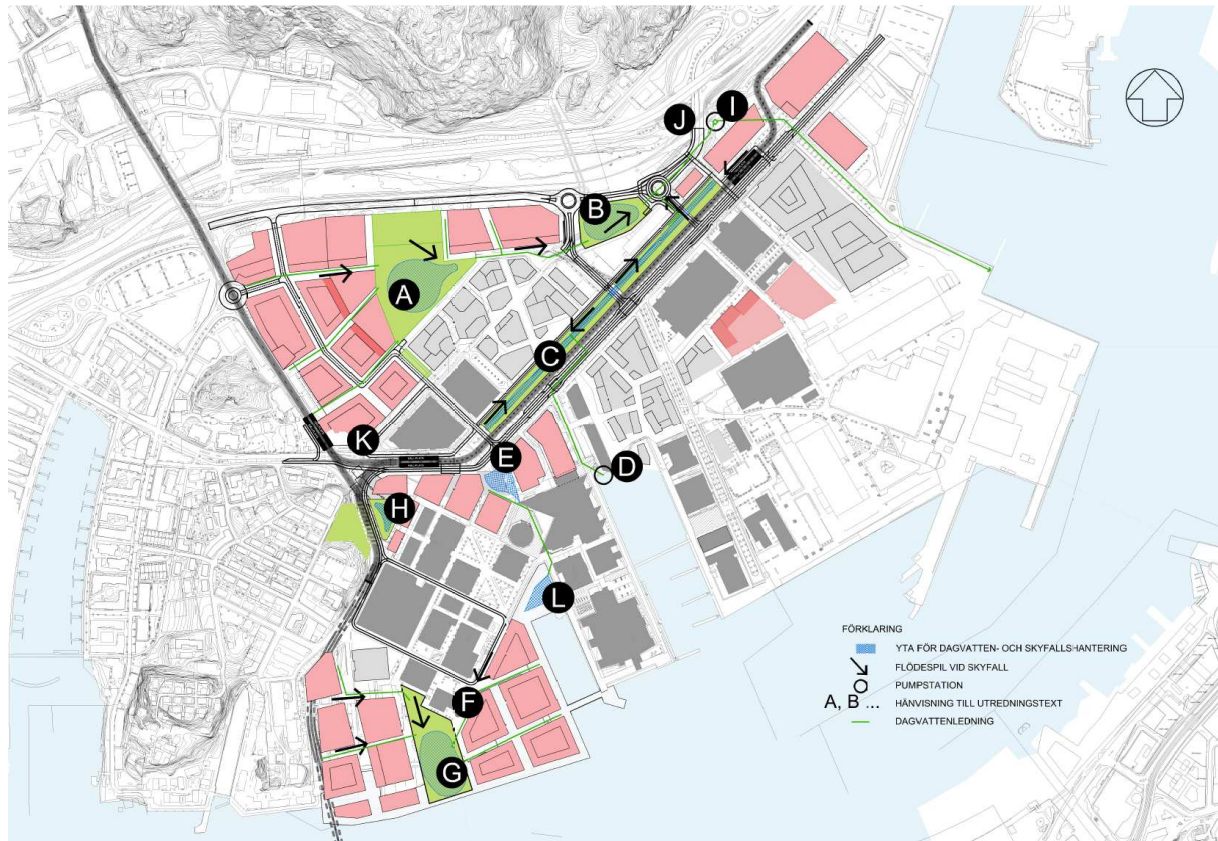
Det finns många svårigheter med markförutsättningarna som måste lösas för att nå en hållbar dagvatten- och skyfallshantering. Utbyggnadsförslagen ställer därmed höga krav på de tekniska lösningarna som krävs för att avvatta området. Problemen består bland annat i att:

- marken ligger mycket lågt och är därför sårbar mot stigande havsnivåer och höga flöden i Göta älv och Kvillebäcken. För dagvatten och skyfallshanteringen innebär det att vatten inte kan ledas ut med självfall i delar av området utan att pumpstationer eller avskärande åtgärder krävs. Det innebär även att öppningar i älvkantskyddet krävs.
- området är mycket flackt vilket försvårar möjligheterna att lägga långa ledningar med tillräcklig lutning ut till älven (i kombination med älvens nivå kan detta göra att ledningsnätet står dämt med älvvatten)
- marken är sättningsbenägen
- marken är mycket förorenad

Likväl som det finns svårigheter erbjuder programområdet också potentiella möjligheter till exempel att:

- skapa storskaliga multifunktionella lösningar för dagvatten- och skyfallshantering
- åtgärda problem i befintliga områden både inom och utanför programområdet

- minska mängden dagvatten som leds till Ryaverket
- minska föroreningar och förbättra kvalitén i avgående dagvatten



Figur 1 Föreslagna dagvatten- och skyfallsåtgärder.

Föreslagna lösningar

De föreslagna lösningar som presenteras i rapporten är principiella och ytterligare utredningar för fortsatt detaljplanearbete krävs. De föreslagna lösningar som presenteras här ska alltså ses som utgångspunkt för kommande arbete. Förslag på hantering av dagvatten- och skyfallsåtgärder presenteras nedan:

- **Öppet dike** (C i Figur 1) längs med Lindholmsallén där dagvatten från vägsektionen kan fördröjas och renas. Lindholmsallén byggs om och i den parkytan som löper norr om väg och spårväg kan en kontinuerlig lösning för **dagvatten** och skyfallshantering skapas. Det är väsentligt att stråket hålls kontinuerlig och att det kan nyttjas både för dagvatten och skyfall och att det ansluts till ledningsnätet så att det kan tömmas. Diket avvattnas via en 800-ledning i Lindholmospiren.
- **Skyfallsmagasiner i parker** (A, B, E, G, H). Ytan ska kunna potentiellt utformas till multifunktionella nyttor. Baserat på ytornas medelkapacitet, föreslås följande fördelning: 3100 m³ i park A, 3600 m³ i park B, 6300 m³ i J, 800 m³ i park E, 1000 m³ i park G och 1000 m³ i park H.
- **Stadsnära våtmark** (B) eller annan öppen yta för större utjämningsvolym av dagvatten och skyfall i det nordöstra området söder om hamnbanan och Lundbyleden. Här kan den låga marken utnyttjas för att leda och fördröja vatten.
- **Svackdiken eller andra öppna lösningar i parktytor** (A, B, C, E, G, H) utnyttjas för att fördröja och rena vattnet.
- **Skärmbassänger** (D, L) kan anläggas vid utloppen för dagvattenledningarna mot älven. Skärmbassängerna kan utformas med en brygga som "tak". Skärmbassänger kan kräva

vattendom eller tillstånd från länsstyrelse vilket behöver studeras vidare om förslaget blir aktuellt.

Merparten av ytorna inom de programområdet är hårdgjorda, vilket innebär att hårdgörningsgraden inte förväntas förändras nämnvärt. Föreslagna reningslösningar ger en trögare dagvattenavrinning och naturlig fördröjning, vilket avlastar befintliga ledningssystem. Föroreningsberäkningar visar också att halterna förändras relativt lite efter exploatering. Med rening finns därför goda möjligheter för hela programområdet att uppnå reningskraven. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.

Höjdsättning av marken utgår från att området norr om Lindholmsallén höjs upp till +2,1 m för sådana funktioner som behöver skyddas för högvatten. Områden söder om Lindholmsallén utformas med ett älvkantskydd på nivån +2,5 - +2,8 m. Generellt gäller att parker för dagvatten- och skyfallshantering bör placeras i nedströms ände (lägsta punkten) av ett delavrinningsområde samt att gatustrukturerna ska luta mot denna yta. Genom en sådan höjdsättning kan ytlig avledning ske mot parkytan vid de tillfällen då ledningsnätetskapaciteten överskrids.

Rekommendationer

För att programområdet ska kunna genomföra storskaliga lösningar krävs en genomtänkt utbyggnadsordning där så kallade åtgärdskedjor för varje avrinningsområde skapas. Vid framtida uppstyckning av programområdet i mindre detaljplaner med olika genomförandetid, bör därmed utbyggnadsordningen vara sådan att dagvatten- och skyfallslösningar börjar anläggas nedströms i respektive åtgärdskedja.

Diskussion och slutsatser

Under framtagande av dagvatten- och skyfallsutredningen har programrådets utformning förändrats i ett flertal olika skiss-versioner, vilket har ändrat förutsättningarna för dagvatten- och skyfallsförslagen. Föreliggande utredning ska därför ses som vägledande principlösningar för fortsatt detaljplanearbete. Framtagna dagvatten- och skyfallsförslag påverkas av följande parametrar:

- Framtida hårdgörningsgrad och typ av bebyggelse
- Placering av bebyggelse
- Gatustruktur
- Utbyggnadsordning
- Höjdsättning

Eftersom framtida gatustruktur i stor utsträckning påverkar var det är lämpligt att förlägga dagvattenledningar och eftersom gatorna ska fungera som ytliga avrinningsvägar vid skyfall är det av stor vikt att gatustrukturen är nästintill fastställd inför en revidering av dagvatten- och skyfallsutredningen. Först när en gatustruktur är framtagen kan lämpliga ledningsdragningar och anslutningspunkter samt behovet av pumpstationer studeras mer ingående. När lämpliga anslutningspunkter för dagvatten från planerad bebyggelse har fastställts kan en rimlig bedömning av utjämningsbehov inom respektive delavrinningsområde göras.

Genom att göra en dagvatten- och skyfallsutredning i ett programskede finns möjlighet att planera för storskaliga lösningar istället för att göra småskaliga och potentiellt ineffektiva lösningar inom enskilda detaljplaner. För att kunna arbeta med en storskalighet krävs att till exempel en parkyta som i ett programskede utpekats som dagvatten- och skyfallslösning planeras i en tidig detaljplan. Det krävs att ytan utformas med en flexibilitet för att även kunna hantera dagvatten och skyfall från framtida utbyggnader i närområdet.

Innehåll

1	Projektbeskrivning	7
1.1	Syfte.....	7
1.2	Programförslag.....	8
1.3	Tidigare utredningar och pågående projekt	12
2	Riktlinjer och styrande dokument	16
2.1	Funktionskrav på dagvattensystem	16
2.2	Fördröjningskrav	16
2.3	Miljö kvalitetsnormer.....	17
2.4	Riktvärden och reningskrav	17
2.5	Skyfallssäkring och klimatanpassning	18
2.6	Rain Gothenburg.....	19
3	Metod	20
3.1	Föroreningsberäkningar	20
3.2	Modellberäkningar.....	20
3.3	Avgränsning	20
4	Förutsättningar	22
4.1	Geoteknik, grundvatten och markmiljö.....	22
4.2	Hydrogeologi.....	22
4.3	Avvattning och recipient	22
4.4	Markanvändning.....	24
4.5	Strukturplan för skyfall Lundby-Lindholmen	26
4.6	Kapacitet i befintliga dagvattensystem.....	27
4.7	Höga vattennivåer i havet och höga flöden i vattendrag	31
4.8	Skyfallssituation och delavrinningsområden	32
5	Analys av programförslag	34
5.1	Område 1	35
5.2	Område 2	36
5.3	Område 3	39
5.4	Område 4	40
5.5	Dagvattenavledning.....	40
5.6	Föroreningsberäkning och påverkan på MKN.....	41
6	Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering	44
6.1	Lindholmsallén och norr om Lindholmsallén	46
6.2	Söder om Lindholmsallén	49
6.3	Kostnadskalkyl	51
6.4	Ansvarsfördelning	51
6.5	Bortvalda alternativ.....	52
6.6	Avsteg.....	52

7	Slutsats och rekommendationer	52
7.1	Föreslagen utbyggnadsordning	53
7.2	Fortsatt arbete.....	53
8	Referenser	55

Bilaga 1 – Illustrationer i storformat

1 Projektbeskrivning

Stadsbyggnadskontoret håller på att arbeta fram ett programförslag för Lindholmen, där syftet är att möjliggöra för en utveckling av Lindholmen i enlighet med Vision Älvstaden. Programområdet med föreslagen kvartersstruktur presenteras i Figur 2. Programarbetet ska studera möjligheterna för en framtida blandstad med närhet till bostäder, arbetsplatser, handel, grönska samt kommunal och offentlig service där en sammanhållen och integrerad stadsstruktur med tydliga stråk kopplar samman Lindholmen med de kringliggande stadsdelarna samt med södra Älvstranden. Ett flertal detaljplaner har antagits inom programområdet och är under byggnation. Även detaljplaner som ännu inte vunnit laga kraft pågår inom området. Dessa planer är således en förutsättning i programarbetet.

I programarbetet ska även beaktas att ett älvkantskydd planeras utmed älven för att förhindra framtida översvämningsrisker. En förstudie för dagvatten- och skyfallsutredning har tagits fram av Ramböll (Ramböll, 2016) som i rapporten går under benämningen Blåplanen. Föreliggande utredning baseras på denna utredning och har vidareutvecklats utifrån nya förhållanden, så som antagna detaljplaner.



Figur 2 Programområde med föreslagen kvartersstruktur, Stadsbyggnadskontoret 2020.

1.1 Syfte

Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015). Syftet med utredningen är även att ge förberedande information och tydliggöra styrande förutsättningar inför kommande detaljplaner så att marken är eller kan bli lämplig för bebyggelse enligt Plan- och bygglagen.

Syftet med utredningen är att ta fram principiella lösningsförslag på hur dagvatten och skyfall inom programområdet kan hanteras på ett hållbart sätt. Det innebär bland annat att fördröjning, rening och avledning av dagvatten samt hantering av skyfall studeras.

1.2 Programförslag

Utbyggnaden av programförslaget innefattar tre nya älvförbindelser (bro/tunnel), nya skolor, flerfamiljshusområden, centrumområden, parker och kontorsområden. Tanken är även att ett flertal gator kommer att göras om. Utbyggnaden planeras att genomföras i ett antal etapper. Inom varje etapp pågår även planarbete för detaljplaner parallellt med programförslaget. Dessa detaljplaner förutsätts ha antagits enligt beskrivningen i avsnitt *1.3 Tidigare utredningar och pågående projekt*. Inga nya eller kompletterade åtgärder för dagvatten- och skyfallshantering föreslås för de antagna detaljplanerna då dessa antas svara mot att ställda krav uppfylls.

Lösningar för älvkantskydd har studerats som en helhet på Lindholmen. Beroende på utbyggnadsordning, förutsättningar och befintliga kajer kommer skyddet att utformas på olika sätt längs Lindholmens 3,5 km långa älvkant. Utformning kommer att utredas vidare utifrån platsens förutsättningar.

Där utbyggnad föreslås genom utfyllnad i älven bör älvkantskyddet integreras i utbyggnaden. För resterande kaj krävs upprustning och påbyggnad med skydd. Detta omfattas inte av några planerade detaljplaner. På så sätt kan nya och befintliga områden skyddas mot översvämning samtidigt som nya exploateringsområden och tillgängliga stråk, och därmed ökade stadsbyggnadskvaliteter, tillskapas.

Ett högvattenskydd planeras utmed Lindholmens kajkant, vilket medför att hela Lindholmen blir ett instängt område varifrån dagvattnet vid kraftiga regn inte kan avrinna ytledes. Vid de tillfällen då havsnivåerna är höga kommer dagvattnet inte att kunna avrinna från området med självfall. Dessutom finns risk för marköversvämning till följd av att älvvatten tränger upp bakvägen ur rännstensbrunnar.

Programmet hanterar en utveckling fram till ca år 2040 inom tre delområden, Centrala stråket, Södra Lindholmen och Propellern. De olika utbyggnadsetapperna är ungefärligt redovisade i

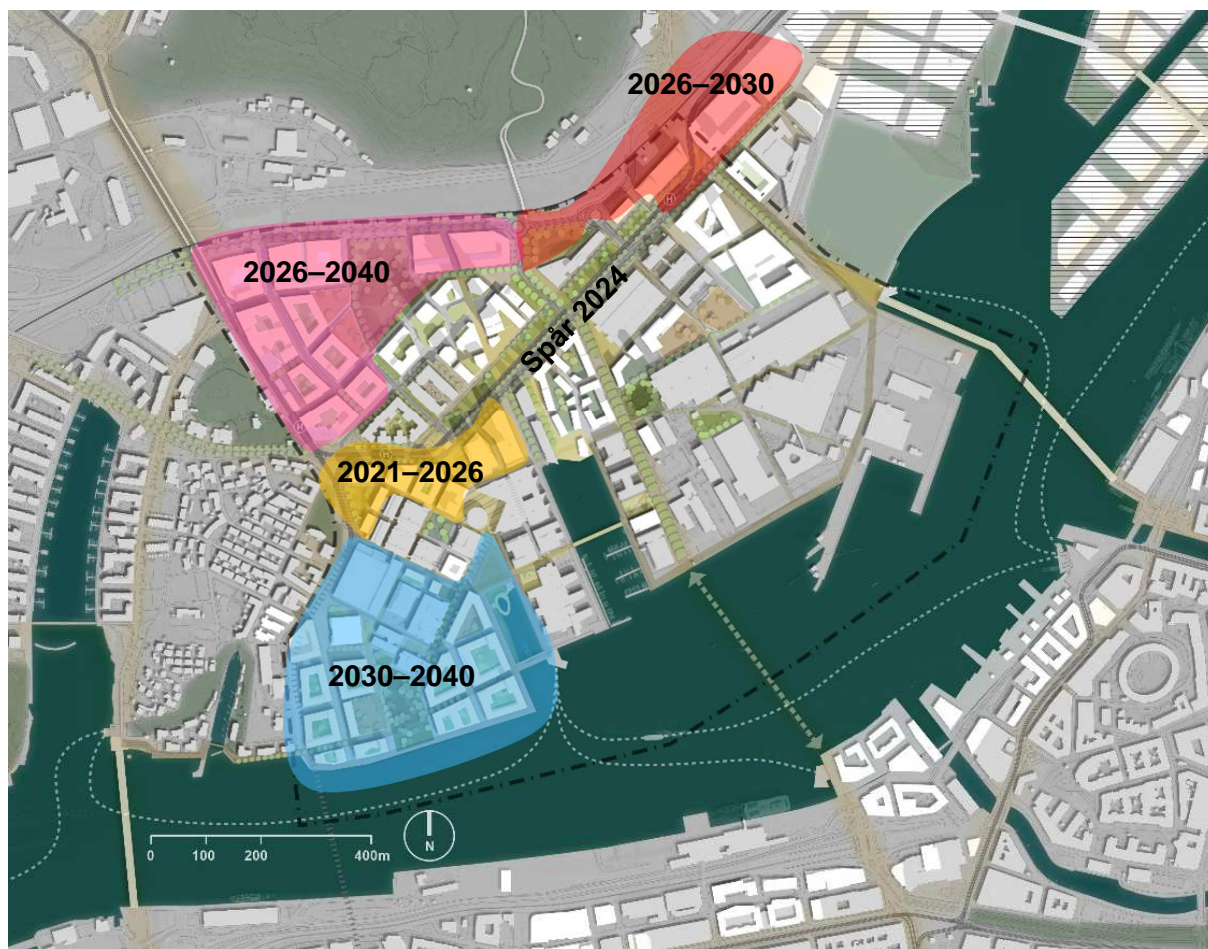


Figur 3.

Område 1 (gul+röd) omfattar Centrala stråket med Lindholmsallén och verksamheter inom Centrala Lindholmen och Norra Pumpgatan. Område 1 utgör en första etapp som sträcker sig fram till ca 2030.

Område 2 (blå) omfattar utbyggnad av bostäder, kontor, förskola och park i Södra Lindholmen. Exploaterbar mark tillskapas genom utfyllnad i älven. Utbyggnaden av Södra Lindholmen påbörjas tidigast 2030 i samband med eller efter utbyggnad av Lindholmsförbindelsen.

Område 3 (rosa) omfattar utbyggnad av bostäder, kontor, förskola och park i Propellern norr om Lindholmsallén. Området är relativt stort och kan byggas ut etappvis fram till ca 2040.



Figur 3 Ungefärlig tidplan för etappvis utbyggnad av programförslaget.

1.2.1 Lindholmsallén och norr om Lindholmsallén

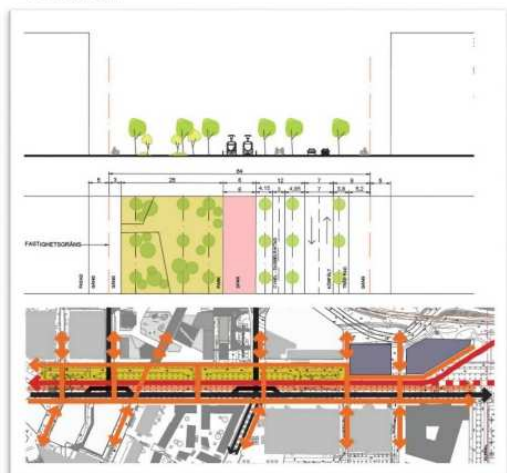
Denna etapp innefattar bebyggelse nordväst om Lindholmsallén samt Lindholmsallén som redovisat i



Figur 3. Utbyggnaden sker troligen innan ett högvattenskydd är på plats, varför höjdsättningen och utformningen av bebyggelsen inom dessa områden kommer att behöva beakta högvattennivåer i havet. I tidigare utredningar (Ramböll, 2016) konstaterades att markområden kring byggnader behöver höjas till +2,1 m för att klara åtkomst vid högvatten.

I etappen ingår ombyggnation av Lindholmsallén samt anläggning av spårvagnsspår. Tre olika förslag från stadsbyggnadskontoret på spårens placering presenteras i Figur 4.

Spår i mitten – övrig trafik åt söder



Figur 4 Förslag för ombyggnation av Lindholmsallén har tagits fram.

1.2.2 Söder om Lindholmsallén

Denna etapp innefattar bebyggelse i kring Chalmers och söder ut. Älvkantskydd planeras att anläggas integrerat i den nya bebyggelsen genom höjdsättning och utformning av kajstråket. Om denna del utvecklas innan ett heltäckande högvattenskydd (hela Lindholmen och delar av Frihamnen) är på plats behöver beroenden och temporära avgränsningar adderas.

1.3 Tidigare utredningar och pågående projekt

Inom den geografiska utbredningen för Lindholmens programområde pågår parallellt flera detaljplaner och byggprojekt. Utöver det pågår projekt och planprogram utanför Lindholmen som kan påverka området.

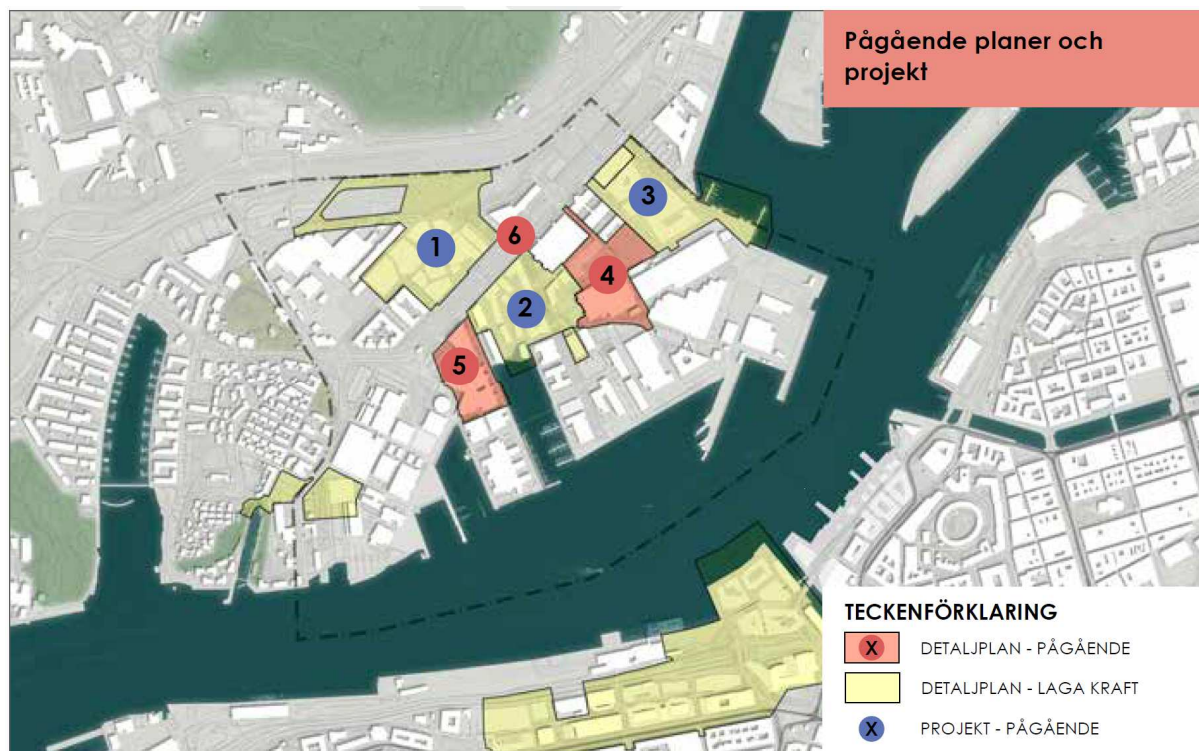
1.3.1 Blåplan för Lindholmen

Ett helhetsgrepp för Lindholmen avseende skyfall och dagvatten togs i samband med framtagande av Blåplan för Lindholmen (Ramböll, 2016). I utredningen beskrevs utmaningar och förslag till dagvattenhantering. Dessutom kartlades skyfallsproblematiken samtidigt som översiktliga förslag på lösningar togs fram. Blåplanen ska ses som en föregångare till denna rapport som bygger på vidare på de principer som presenterades där.

1.3.2 Planerade utbyggnader

Programområdets upptar ca 110 ha och utgörs idag av till största delen bebyggd mark och hårdgjorda ytor. Området har tidigare varit varvsindustri och marken är generellt förorenad.

Ett flertal utbyggnader pågår eller kommer inom kort att påbörjas inom programområdet. I Figur 5 presenteras planerade utbyggnadsområden.



Figur 5 Orientering av tidigare utredningar och pågående projekt. Stadsbyggnadskontoret, 2020.

1.3.3 Karlavagnsplatsen, 1

Vid Karlavagnsplatsen pågår byggnation av Karlatornet. Detaljplanen för Karlavagnsplatsen omfattar totalt nio kvarter i en tät kvartersstruktur. Detaljplanen innebär att separata ledningar för dagvatten och spillvatten läggs. Dock är områden uppströms fortfarande inte separerade varför anslutning av både spillvatten och dagvattenledning sker nedströms på befintlig kombinerad ledning i Lindholmsallén i höjd med Götaverksgatan, se bilaga 1.

Nätet byggs ut för att möjliggöra framtida avledning till befintlig 800 mm-ledning som leder ut till Lindholmospiren. Detta kan dock ske först när områden uppströms Karlavagnsplatsen har separerats.

I dagvattenutredningen som togs fram av Kretslopp och vatten fastslås att dagvatten inom planområdet ska genomgå enklare rening. Fördröjning på allmän platsmark föreslås också med magasin vid Polstjärnegatan innan anslutning till kombinerat nät, för den del av dagvattnet som avvattnas norrut och som inte kan separeras. Dessutom bör fördröjande åtgärder inplaneras i framtida parkstråk utmed planområdets södra sida. (Kretslopp och vatten, 2017).

1.3.4 Götaverksgatan och maskinparken, 2 & 4

I systemhandlingen för dagvattenhantering Lindholmshamnen (Ramböll, 2015) framgår att principen för dagvattenhanteringen är att byggnader förses med gröna tak som reducerar dagvattenmängden med ca 50 % på årsbasis. Överskottsvatten från taken leds via stuprör med utkastare till grunda rännor. Rännorna mynnar i ytliga fördröjningsmagasin inne på kvarteren. På innergårdarna i västra delen av området utformas fördröjningsmagasinen som grunda sänkor på gräsytor. Överskottsvatten vid större regn än det dimensionerande tillåts bräddas ut från kvarteren ut på gatorna.

I skyfallsutredning för Maskinparken föreslås en park med möjlighet att utjämna ca 1000 m³ ytvatten. Minst 500 m³ ytvatten måste anläggas för att inte bryta mot Göteborgs stads riktlinjer. Utjämningsvolymen i parken kommer bara att utnyttjas vid skyfall eller regn vid högt vattenstånd i

Göta Älv. I befintligt klimat kommer inget vatten att stå i parken och återkomsttiden för användningen är minst 10 år. (Kretslopp och vatten, 2018)

Arbete pågår med att ta fram detaljplan för skola och kontor vid Götaverksgatan.

1.3.5 Pumpgatan, 3

En dagvattenutredning och en skyfallsanalys har tagits fram för DP Pumpgatan. Ett nytt dagvattennät kommer att anläggas som avvattnar huvuddelen av planområdet. De nya anläggningarna dimensioneras enligt gällande riktlinjer.

I skyfallsanalysen framgår att planens utbyggnadsordning kommer delas upp i tre olika etapper med några år emellan. Etapperna är listade nedan:

- Etapp 1: kontorsbyggnad norra Geely,
- Etapp 2: resterande del av Geelys etablering öster om Planetgatan,
- Etapp 3: skolans etablering och området väster om Planetgatan.

Lösningförslag för de olika etappområdena har utformats för att ej vara beroende av varandra men samtidigt med möjlighet till samordning i en slutlig lösning. Höjdsättningen i området kommer att ändras enligt uppsatta planeringsnivåer för nyexploatering samt för att klara evakuering kopplat till översvämning vid högvattensituation i älven. (DHI, 2018-06-01)

Evakueringsstråk har pekats ut med sträckning längs Pumpgatan och Elin Svenssons gata samt ny höjdsättning inom Geelys fastighet kommer skapa nya avrinningsområden för skyfall och dagvatten. Förändring i höjdsättning inom planen kommer även ha påverkan på omkringliggande områden, lösningar inom planen har utformats för att ej förvärra översvämningssituation inom omkringliggande områden. Avrinning ned mot Lindholmsallén kommer reduceras kraftigt genom skyfallsåtgärder på kvartersmark och allmän platsmark. Norra delar av Pumpgatan och Planetgatan kommer fortsatt ha ytlig avrinning ned mot Lindholmsallén. (DHI, 2018-06-01)

I etapp 2 föreslås biofilter inom kvartersmark omfattande 1% av tillgänglig yta och en fördröjningsvolym om totalt 170m³. Detta för att uppnå både reningskrav och stadens krav om fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta. För allmänplatsmarken föreslås fördröjning/rening i svackdike, öppen torr damm respektive makadamdike beroende på förutsättningarna inom de olika gatuavsnitten. I storleksordningen 2,5 - 4 % av den totala ytan behöver avsättas för rening och fördröjning, beroende på val av lösning. (Kretslopp och vatten, 2018)

Även en dagvattenutredning för området GEELY:s kontorsbyggnad är genomförd. I den fastslås att totalt 34m³ dagvatten ska fördröjas inom planområdet. En enklare rening av avrinnande dagvatten från området kommer att behövas för att nå miljöförvaltningens målvärden för utsläpp till recipient. (Kretslopp och vatten, 2017)

Området för etapp 3 kommer att utökas och en komplettering till dagvatten- och skyfallsutredningen ska göras.

1.3.6 Lindholmsplatsen, 5

Arbete har startats upp med detaljplan för kontor vid Centrala Lindholmen. Syftet med planen är att möjliggöra för en utbyggnad av Lindholmen Science Parks lokaler mot Lindholmsallén.

1.3.7 Detaljplan för spårväg och citybuss i Norra Älvstranden, 6

En ny spårväg planeras mellan Linnéplatsen, Lindholmen, Frihamnen och Brunnbo, med en ny älvförbindelse, Lindholmsförbindelsen, som kopplar samman norra och södra sidan av Göta Älv och ökar kapaciteten och robustheten för kollektivtrafiken. Detta är en del av Sverigeförhandlingen. Detaljplan pågår för spårväg i Lindholmsallén och alternativstudier pågår för Lindholmsförbindelsen.

2 Riktlinjer och styrande dokument

Ett flertal riktlinjer är styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i efterföljande stycken.

2.1 Funktionskrav på dagvattensystem

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

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

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

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

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

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

2.2 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten från hårdgjorda ytor inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse.

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrids vid dimensionerande regn alternativt att befintligt flöde inte överskrids. Om dagvattnet från utredningsområdet avleds till ett dikningsföretag kan det finnas bestämmelser som reglerar hur mycket dagvatten som får avledas dit och följaktligen hur mycket som måste fördröjas från utredningsområdet. I detta fall ska nödvändig fördröjning eftersträvas på allmän plats.

2.3 Miljökvalitetsnormer

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

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

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

2.4 Riktvärden och reningskrav

Dagvatten förorenas av bland annat utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar. Dagvatten från parkeringsytor, industriområden och högratifierade vägar är särskilt förorenat.

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg har tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (2013). Dessa riktvärden uttrycks generellt som årsmedelhalter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten. Riktvärdena har tagits fram med utgångspunkt från rikt- och gränsvärden för miljökvalitetsnormer för prioriterade ämnen samt miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten. Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen Reningskrav för dagvatten (2017-03-02) där bland annat styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Varje fastighet ska kunna visa att reningskraven följs.

I dokumentet ”Reningskrav för dagvatten” (Göteborgs Stad 2017) delas markanvändningen in i tre kategorier utifrån ytornas föroreningsbelastning till dagvattnet: hård-, medel-, och mindre belastad yta. GC-väg och park är exkluderade eftersom de alltid undantas från reningskrav. Innebörden av ytornas belastning beskrivs i Tabell 2. I markanvändningarna flerfamiljshusområde, kontorsområde, centrumområde och villaområde ingår lokalgator.

Tabell 2. Markanvändning avvattnad yta

Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Väg <20 000 ÅDT (industri)	Väg <8000 ÅDT Parkeringsplats Flerfamiljshusområde Kontorsområde Centrumområde Skola/förskola	Väg <2000 ÅDT Villaområden Torg

Recipienten kan klassas som antingen mycket känslig, känslig eller mindre känslig. En mycket känslig recipient behöver nå strängare satta riktvärden. Göta älv och Ryaverket (som dagvattnet leds till genom de kombinerade ledningarna) klassas som en mindre känslig recipient enligt reningskraven och behöver därmed endast nå målvärden.

Ytorna inom programområdet bedöms generellt sett som medelbelastade av föroreningar vilket innebär att enklare rening krävs enligt bedömningskriterier i Tabell 3. För hårt belastade ytor, så som större vägar och vissa typer av industrier, krävs dock rening. Matrisen i Tabell 3 gäller för nybyggnation eller större ombyggnation.

Tabell 3. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen.

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

Tabell 4 visar exempel på fördröjnings- och reningsmetoder som krävs beroende av recipientens känslighet och ytans belastning. Vägar med över 20 000 ÅDT (årsmedeltrafik per dygn) kräver en kombination av flera reningsmetoder för att uppnå målvärden. Dagvatten från koppar- och zinktak måste alltid renas och anmälas och räknas inte in i ovanstående kategorier.

Tabell 4. Exempel på renings/fördröjningsmetoder (Göteborgs Stad, 2017).

Fördröjning	Enklare rening	Rening	Omfattande rening
Rörmagasin, kassetmagasin, krossmagasin, regnvattenstunnor, gröna tak	Avskiljning av partiklar genom översilning eller fördröjning. Exempelvis översilning och gräsdike, brunnsfilter, torra dammar, olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter	Sedimentation + infiltration/filtrering. Exempel: krossdike, biofilter, magasin med filter	Avsättningsmagasin, våtmark, våt damm

2.5 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett ovanligt regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet "Återkomsttid" (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat historiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018) ska ny bebyggelse anpassas efter 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid.

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

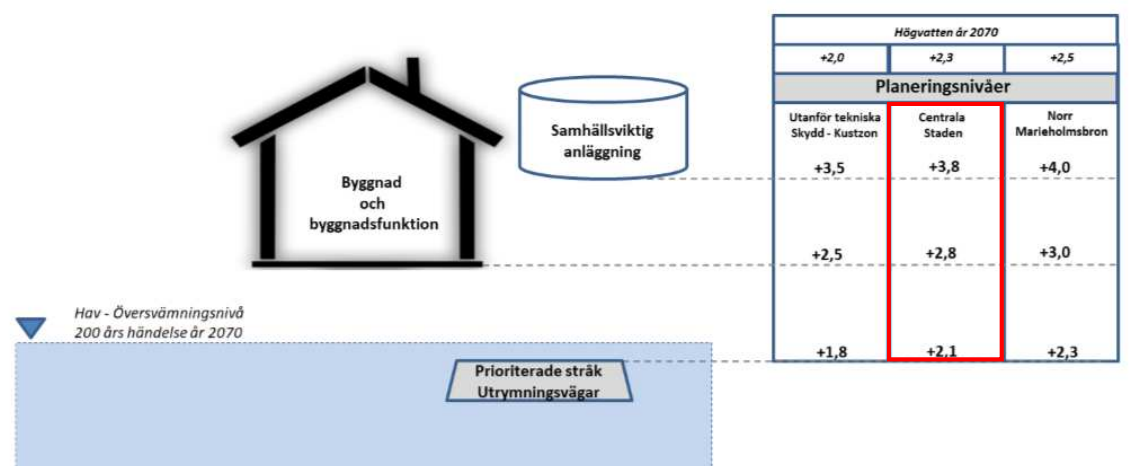
I Tabell 5 visas föreslagna planeringsnivåer för höjdsättning av samhällsviktiga anläggningar, nyanlagda byggnader och prioriterade stråk och utrymningsvägar enligt Förslag till översiktsplan tillägg för översvämningsrisker (TTÖP) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018)

Tabell 5 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerade händelser för att minska översvämningsrisk (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018). Angivna höjder i tabellen är relativa höjder. Relevant höjdsättning för denna detaljplan är markerad.

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

För att området ska betraktas som klimatsäkert måste höga havsnivåer beaktas. I Figur 6 presenteras planeringsnivåer med avseende på framtida högvattennivå. För prioriterade stråk och utrymningsvägar ska minsta gatunivå vara +2,1 m.

Planeringsnivåer hav



Figur 6. Planeringsnivåer för att säkra objekt till år 2100 för olika funktioner/skyddsobjekt vid en högvattenhändelse i havet. Med byggnadsfunktion avses tekniska anläggningar såsom el, tele, värme, VA. Angivna höjder i höjdsystemet RH2000. Aktuella nivåer är markerade i figuren. (Källa: (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018))

2.6 Rain Gothenburg

Jubileumssatsningen Rain Gothenburg ingår i Göteborgs Stads fyrahundraårsfirande 2021. Det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg, och med klimatförändringen kommer de svåra skyfallen att öka. Därför satsar Göteborg på att bli en internationell förebild som regnstad, både i att anlägga en hållbar stad som tar hand om stora regnmängder och att ta tillvara regnets möjlighet till att ge unika upplevelser. Göteborgs Stad har som vision att bli världens bästa stad när det regnar. (Göteborgs Stad, 2018)

3 Metod

Arbetet med att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning för Lindholmens planprogram genomfördes under 2018, våren 2019 och våren 2020. Utgångspunkten i utredningen har varit i så stor utsträckning som möjligt utnyttja resultatet från tidigare utredningar, till exempel Blåplanen. Uppdraget har bedrivits som en iterativ process med kontinuerliga arbetsmöten. Stadsbyggnadskontoret har drivit projektet i samverkan med Kretslopp och vatten. I arbetsprocessen har även representanter från Trafikkontoret, Park- och Naturförvaltningen, Länsstyrelsen och Älvstranden utveckling deltagit. Utöver det har samtal och diskussioner med parallellt pågående detaljplanearbete och programplanearbete genomförts.

En workshop med koppling till Rain Gothenburg har genomförts där representanter från Stadsbyggnadskontoret, Trafikkontoret, Park- och Naturförvaltningen och Kretslopp och vatten deltog tillsammans.

Vid beräkningar har befintlig situation med antagna detaljplaner antas utgöra grundförutsättningarna gällande markhöjder.

3.1 Föroreningsberäkningar

För att bedöma områdets påverkan på recipient har enklare föroreningsberäkningar för dagvattnet genomförts. Föroreningsberäkningarna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac, version 19.1.2 (www.stormtac.com). StormTac är en statisk modell framtagen för att beräkna dagvattenflöden, föroreningsbelastningar, avskiljning av föroreningar, samlad påverkan på recipient samt för dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. Genom att lägga in information om markanvändningsarealer och årsmedelnederbörd som indata kan utdata i form av föroreningsmängder och föroreningshalter som transporteras av dagvatten, genereras.

För att beräkna dagvattnets halter och mängder av näringsämnen och föroreningar utnyttjar modellen schablonhalter. Endast mätvärden som baseras på långvarig flödesproportionell provtagning används som underlag till schablondata, och uppdateras kontinuerligt.

3.2 Modellberäkningar

Skyfallsmodellering har utförts med Kretslopp och vattens modell "Hydran" som är en avloppsmodell för hela Göteborg (1D modell) kopplat till en terrängmodell (2D modell). I modellen saknas information om privata ledningar och ledningar som tillhör Trafikkontoret, undantaget är pumpstationen vid viadukten i Karlagatan som ägs och driftas av Trafikkontoret. En stor del av Lindholmens programområde ligger på privat mark vilket skapar osäkerheter i modellen. Vid modellberäkningar har därför antaganden gjorts att de privata systemen är dimensionerade för att klara 5-års regn och resten avrinner på marken.

Modeller som använts är:

Ledningsmodell: Mike Urban 2020 (KoV)

Markmodell: Mike 21 (2017 - KoV) med 2x2m rutnät (flygscannad höjddata från 2011).

Kopplad modell: Mike Flood

3.3 Avgränsning

Syftet med dagvatten- och skyfallsutredningen har varit att hitta principiella lösningar snarare än detaljlösningar.

En fullskalig kartering av ledningsnätet har inte utförts i detta skede. Stora delar av marken ligger på privat mark där det finns privata ledningar vilket skapar en viss osäkerhet i modelleringen och i de föreslagna lösningarna. Utöver det finns stora osäkerheter i anslutningspunkter för vissa ytor.

Programområdets utbredning har gradvis förändrats under arbetets gång och fokus i utredningen ligger på Lindholmsallén och området norr om Lindholmsallén. Denna version utgår från kvartersstrukturen som är föreslagen i Figur 2.

Behov och placering av pumpstationer kommer att utredas i senare skede då gatustrukturen är fastslagen och därmed lämplig ledningsdragningsdragning kan tas fram. Storleken på pumpstationerna kan därefter bedömas.

4 Förutsättningar

4.1 Geoteknik, grundvatten och markmiljö

Följande stycken sammanfattar information av betydelse för framtida dagvatten- och skyfallshantering och har hämtats från geoteknisk utredning framtagen av Norconsult (2016-01-22).

Lindholmen är ett mycket plant område med marknivåer mellan +0 m och +3 m. Bottennivåerna i Lindholmshamnen varierar kring ca -9,5 m och -10,5 m. Vid Lindholmshamnens nordligare del uppgår bottennivån till ca -3,5 m och ungefär +0 m vid befintlig spont och pålverket vid strandkanten. Lundbyhamnen och hamnbassängen väster om Lindholmspiren är grundare med bottennivåer om omkring -4,5 m och -5,0 m.

Lindholmen utgörs generellt av 2–4 m fyllning ovan djupa lerlager. Leran kan betraktas som en homogen och geotekniskt ”klassisk Göteborgs lera”. Den övre grundvattenytan inom de älvnära områdena uppges ligga i nivå med medelvattenståndet för Göta älv som enligt uppgift är ca +0,1 m. På större avstånd från älven anges grundvattenytan ligga på ca 1–2 m djup. Inom de norra delarna av Lindholmen anges grundvattenytan sannolikt ligga på nivån ca +0 m.

Marken inom Lindholmen uppges generellt vara förorenad och sättningsbenägen med sättningar omkring 5–10 mm per år. Detta får stora konsekvenser i ett område som är mycket flackt och där ledningarna redan ligger med dåligt fall. Där ojämna sättningar uppstår, finns risker att ledningar hamnar i bakfall och/eller knäcks. M.h.t. att nya ledningar som anläggs dimensioneras för livslängder upp emot 100 år kan kraftiga sättningar uppkomma. Under hela ledningens livslängd skulle sättningarna kunna uppgå till så mycket som 1 m. Det är därför av stor vikt att beakta grundläggningsförhållanden vid anläggning av nya ledningar och att ej öka belastningen på befintliga ledningar.

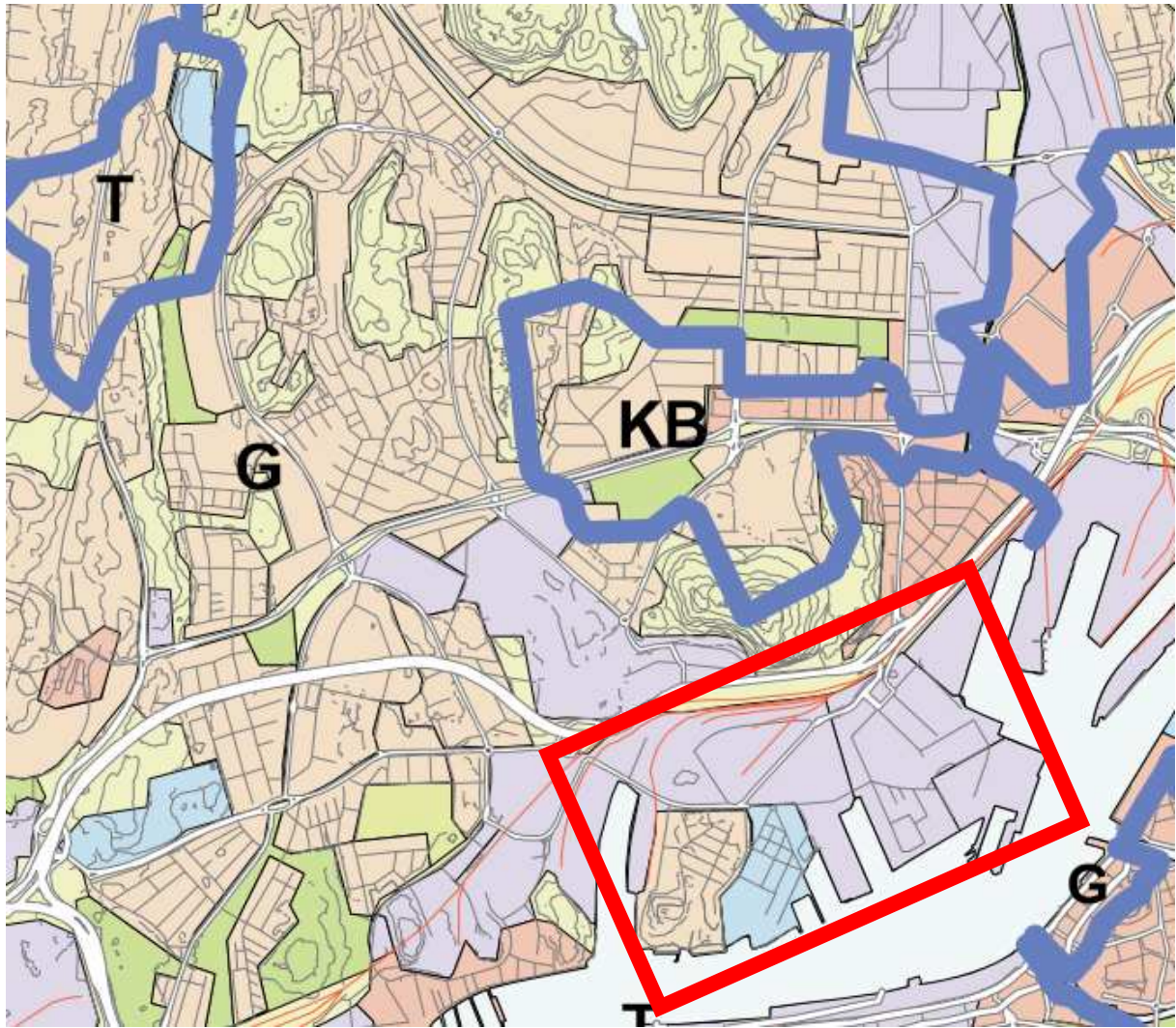
4.2 Hydrogeologi

Med hänsyn till förekomst av lera bedöms möjligheterna till fullständig infiltration och vidare perkolation av dagvatten som mycket begränsad.

Om framtida dagvattenanläggningar planeras på platser där det förekommer förorenad mark där det finns risk att föroreningar sprids, ska anläggningen tätas. Detta gäller både för att förhindra att föroreningen sprids till det allmänna dagvattennätet men även för att minska vidare spridning till omkringliggande mark. Om risk för spridning av föroreningar inte föreligger, krävs ingen tätning av anläggningen.

4.3 Avvattning och recipient

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Göta älv. Avrinningsområdets utbredning framgår av Figur 7. En viss del av området avvattnas till kombinerade system där avledning i första hand sker till Ryaverket och därefter till Göta älv. Recipienten påverkas endast vid bräddning från dessa områden. I avsnitt 4.6 och Figur 11 presenteras en översiktlig orientering av ledningsnätet i området.



Figur 7 Karta över avrinningsområde. Röd rektangel markerar programområdet som är beläget inom Göta älvs avrinningsområde. (Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002)

Det finns en rad osäkerheter gällande de kombinerade ledningar och dagvattenledningar som avleder vattnet från Lindholmen. Dels är ledningsnätet utbyggt i flera etapper och ledningarna därmed dimensionerade utifrån olika krav. Utöver det finns stora områden med privata ledningar vilket skapar osäkerhet vid modellering av dagvatten och skyfall. Förenklat leds dagvattnet norr om Lindholmsallén samt området vid Götaverksgatan leds till det kombinerade nätet medan dagvattnet söder om Lindholmsallén leds ut till älven.

Området påverkar inte något Natura2000-område eller annan skyddsvärd natur.

Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett diktningföretag.

4.3.1 Fastställd miljö kvalitetsnorm

Göta älv, delen Sävåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron är en vattenförekomst inom Västerhavets vattendistrikt med beslutat miljö kvalitetsnorm. Göta älv har problem med miljögifter, flödesförändringar, morfologiska förändringar och kontinuitet. Vattendraget har inte problem med övergödning eller försurning. Göta älv är ett så kallat kraftigt modifierat vatten (KMV) med MKN för ekologisk potential istället för MKN för ekologisk status.

Ekologisk potential för vattenförekomsten klassades 2014 som otillfredsställande och ekologisk status för kraftigt modifierade vatten bedömdes 2019 som måttlig. Enligt gällande MKN ska vattenförekomsten nå kvalitetskravet god ekologisk potential, men ingen tidsfrist är satt. Den kemiska statusen uppnår ej god. För kemisk status gäller kvalitetskravet god kemisk ytvattenstatus, men undantag har getts i form av mindre stränga krav för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt för polybromerade difenyletrar (PBDE). För tributyltenn har undantag getts i form av en förlängd tidsfrist till 2021.

En verksamhet eller åtgärd får inte försämra statusen på ett otillåtet sätt eller äventyra möjligheten att klara normen. Målsättningen är att programmet så långt som möjligt ska bidra till att vattenförekomsten kan nå god ekologisk potential och god kemisk status.

4.4 Markanvändning

Markanvändningen före exploatering kartlades genom att studera flygbilder över området och därefter klassificera ytorna. Antagna detaljplaner samt befintliga områden utan föreslagna programförändringar har exkluderat vid uppskattningen eftersom det antingen redan finns framtaget föreslagna dagvatten- och skyfallslösningar för dessa områden eller för att inga förändringar är planerade där. Merparten av ytorna inom de programområdet är hårdgjorda innan exploatering, vilket innebär att hårdgörningsgraden inte förändras nämnvärt.

Lindholmens planprogram är i ett tidigt skede och det finns därför inte tillräcklig information för att helt kartlägga framtida markanvändning, vägnät och trafikintensitet efter exploatering. Därför har en uppskattning av markanvändningen valts där mindre vägar ingår i. Det innebär att en uppskattad markanvändning för till exempel centrumområde inkluderar all markanvändning inom ett normalt centrumområde med lokalgator, väg diken, mindre parkeringar och gräsmattor.

Tabell 6 Markanvändning före och efter utbyggnad, exklusive befintliga områden som ej ändras samt antagna detaljplaner.

Markanvändning	φ	Före utbyggnad		Efter utbyggnad	
		A (ha)	A _{red} (ha)	A (ha)	A _{red} (ha)
Väg	0,8	4,8	3,8	5,6	4,5
Parkering	0,8	4,3	3,5	0	0
Grön	0,1	6,6	0,7	3,9	0,4
Lindholmsallén	0,8 / 0,1	4,1	1,9	4,1	1,9
Skola	0,5	1,3	0,7	0	0
Industri	0,5	6,4	3,2	0	0
Torg	0,8	1,5	1,2	0	0
Vatten	1	3,7	3,7	0	0
Flerfamiljsbostäder	0,45	0	0	9,1	4,1
Kontor	0,7	0	0	5,1	3,6
Centrum	0,7	0	0	5,1	3,6
Totalt		32,9	18,6	32,9	17,9

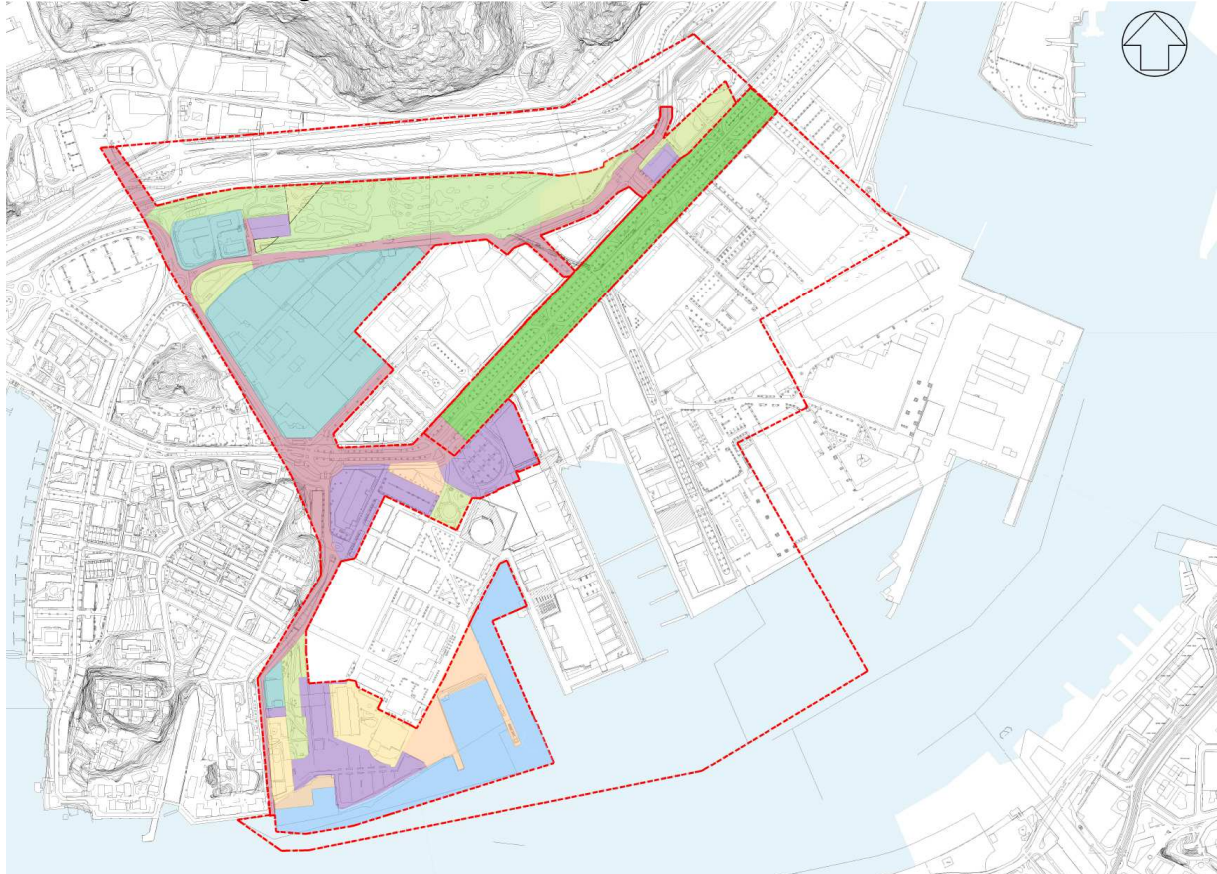
Vid uppskattning av framtida markanvändning har den nya kvartersstrukturen antagits bestå av flerbostadshus, kontor och centrumområde med fördelning enligt Figur 9 och Tabell 7. Vid uppskattningen har en förenkling gjorts där BTA (bruttoarean) antas motsvara BYA (byggnadsytan). Lika delar kontor och centrumområde antas för fördelningen av verksamheter, dvs för området norr om Lindholmsallén antas fördelningen 30% bostäder, 35% kontor och 35% centrumområde.

Tabell 7 Uppskattad fördelning av ny kvartersstruktur

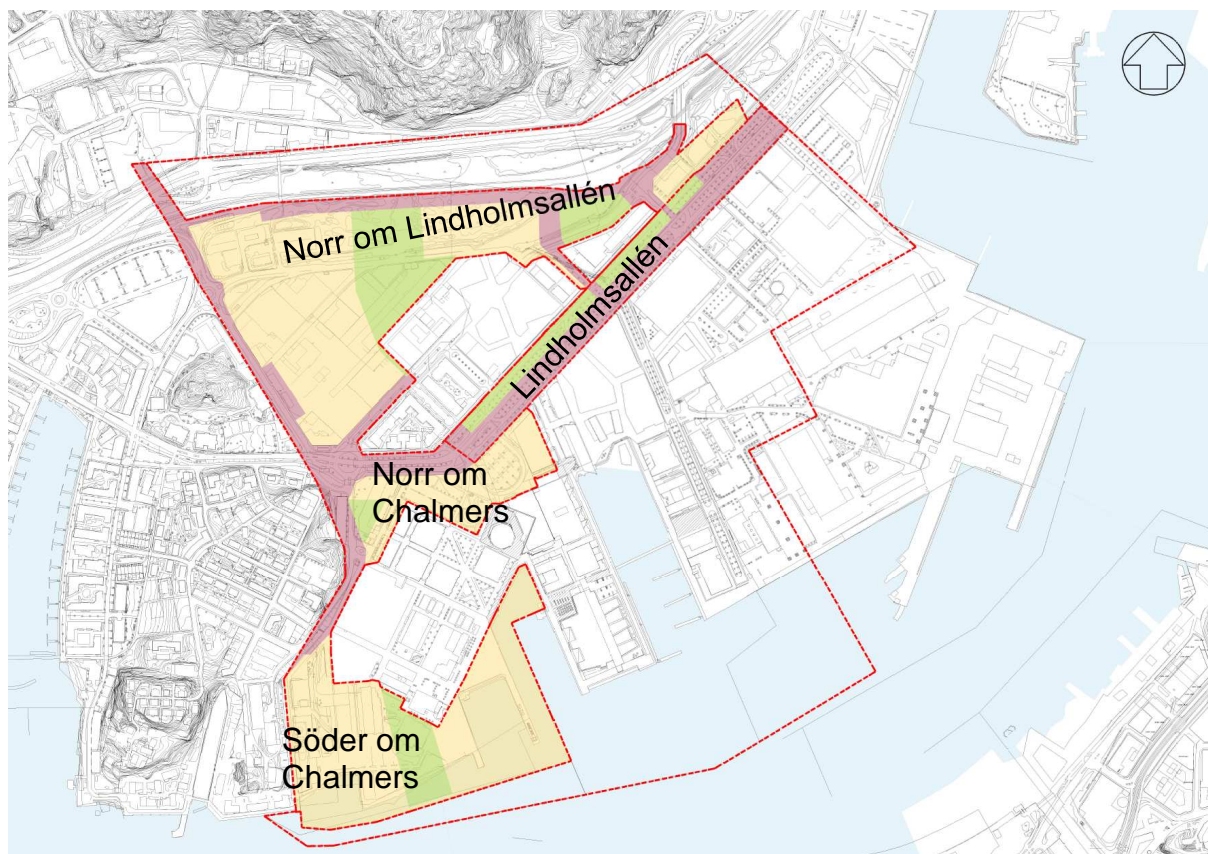
Norr om Lindholmsallén	Norr om Chalmers	Söder om Chalmers
30% bostäder 70 000 BTA 70% verksamheter 160 000 BTA	10% bostäder 15 000 BTA 90% verksamheter 80 000 BTA	80% bostäder 75 000 BTA 20% verksamheter 20 000 BTA

Med fördelningen ovan har en uppskattning gjorts utifrån områdets area. Total uppskattad markanvändning listas i Tabell 7. För Lindholmsallén har ytorna för väg respektive grönyta uppskattats som lika stora före och efter ombyggnation trots att vägen byggs om.

Totalt är programområdet (exklusive antagna detaljplaner och befintliga områden som inte förändras) ca 33 ha stort med en reducerad area om ca 19 ha före exploatering. Efter utbyggnad av minskar den reducerade arean till marginellt till ca 18 ha.



Figur 8 Uppskattning av befintlig markanvändning före utbyggnad. Se även bilaga 1



Figur 9 Uppskattning av framtida markanvändning. Gul=kontor/bostäder/centrum, grön=park, röd=väg. Se även bilaga 1.

4.5 Strukturplan för skyfall Lundby-Lindholmen

En strukturplan har tagits fram för Lundby-Lindholmen (DHI, 2018). Strukturplanen innehåller åtgärder som syftar till att fördröja och avleda det överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av stadens dagvattensystem. Åtgärderna i strukturplanen är övergripande och ur ett avrinningsområdesperspektiv. Strukturplanens föreslagna åtgärder har beaktats i utredningens åtgärdsförslag. Strukturplanen avser ett geografiskt planeringsunderlag för hantering av översvämningsrisker inom avrinningsområdet. Utgångspunkten för planen är hantering av dimensionerande regn vilket Göteborg Stad bestämt till ett klimatanpassat 100-årsregn.

Strukturplanen innehåller åtgärder som syftar till att fördröja och avleda det överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av stadens dagvattensystem. Målsättningen är att förflytta överskottsvatten orsakat av skyfall från områden där översvämningsrisker idag riskerar orsaka betydande samhällskonsekvenser eller skada till områden där denna risk är mindre.

Översvämningsriskerna hanteras genom tre olika typåtgärder enligt följande:

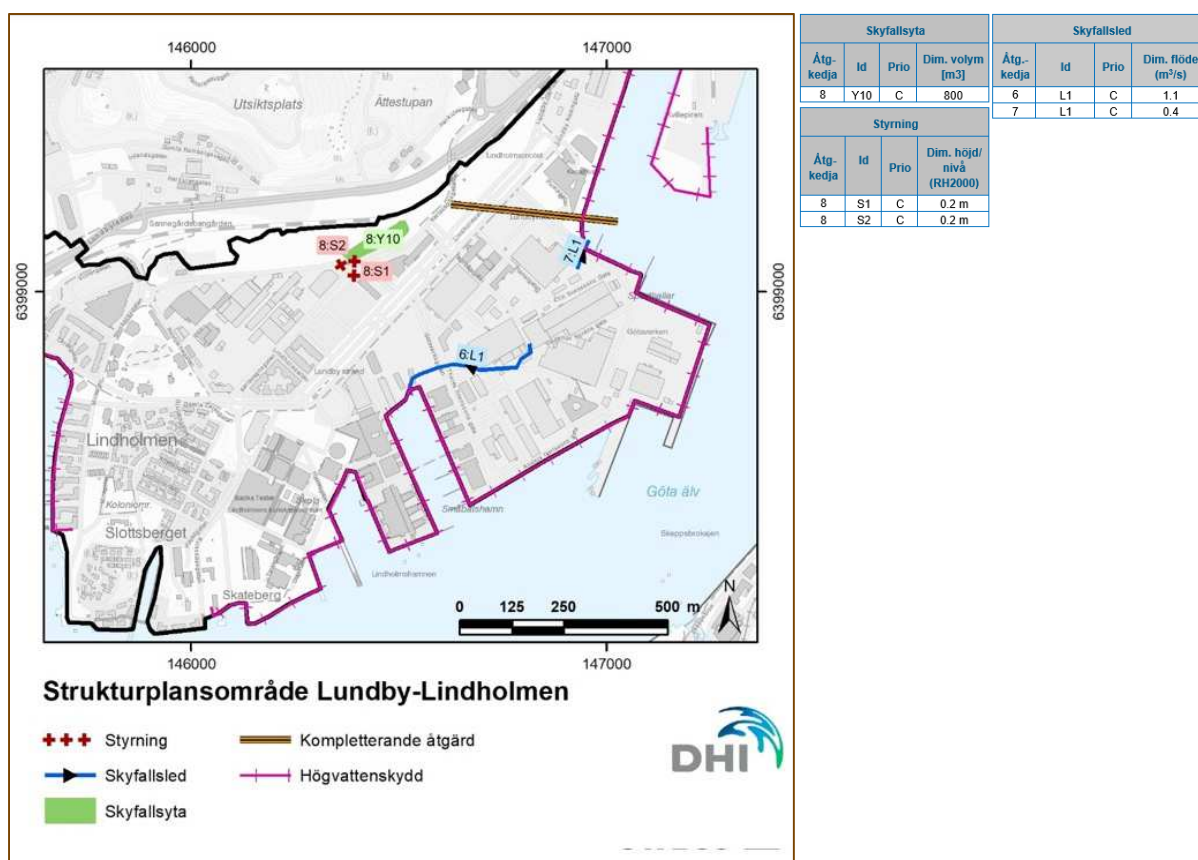
- Skyfallsyta, för att magasinera vatten under skyfallet.
- Skyfallsled, för att leda vatten vidare nedströms på ett säkert sätt.
- Styrning, ett komplement för att förstärka de övriga två.

I områden där exploatering och terrängens förutsättningar omöjliggör översvämningshantering med ovan nämnda åtgärdstyper föreslås i strukturplanen kompletterande åtgärder. Dessa syftar precis som skyfallsleder till att leda vatten vidare nedströms på ett kontrollerat sätt men kräver större ingrepp i form av exempelvis mikrotunnlar eller pumpning.

I Figur 10 kan strukturplanen för programområdet ses. De utpekade strukturplanerna rör framförallt områdets östra del. Det finns utpekad en skyfallsyta, två kortare skyfallsleder vilka leds direkt mot recipient samt en kompletterande åtgärd.

Kompletterande åtgärd krävs för den instängda lågpunkten på Karlavagnsgatan i viadukt under Lundbyleden. Området ligger lågt jämfört omgivande mark samt under älvnivå, har stor tillrinning och saknar tillräckliga ytor för magasinering uppströms. Pumpning krävs för att bli av med vattnet. Översvämning på Karlavagnsgatan förhindrar framkomligheten både i viadukt och på Lindholmsallén. Översvämningen påverkar stora delar av Lindholmen. Kompletterande åtgärd i form av pumpning krävs i anslutning till viadukten.

I skyfallsutredningen för Maskinparken föreslås en skyfallsyta och inte en skyfallsled. I rapporten förutsätts därmed att den i strukturplanen föreslagna skyfallsleden (6: L1 i Figur 10) inte krävs. Styrning av vattnet (8: S1 och 8: S2 i Figur 10) är delvis beaktat i DP Karlavagnsplatsen genom höjdsättningen.



Figur 10. Strukturplan för strukturplansområdet Lundby-Lindholmen. Föreslagna åtgärder och typologier inom sydöstra delen av Lundby-Lindholmen avrinningsområde. I högra tabellen presenteras beräknade dimensionerande flöden för skyfallsleder, volymer för ytor och höjd/nivå på styrande strukturer. (DHI, 2018)

Inom Lindholmens planprogram finns goda möjligheter att genomföra de åtgärder som är beskrivna i strukturplanen gällande skyfallsytan och den kompletterande åtgärden (pumpning).

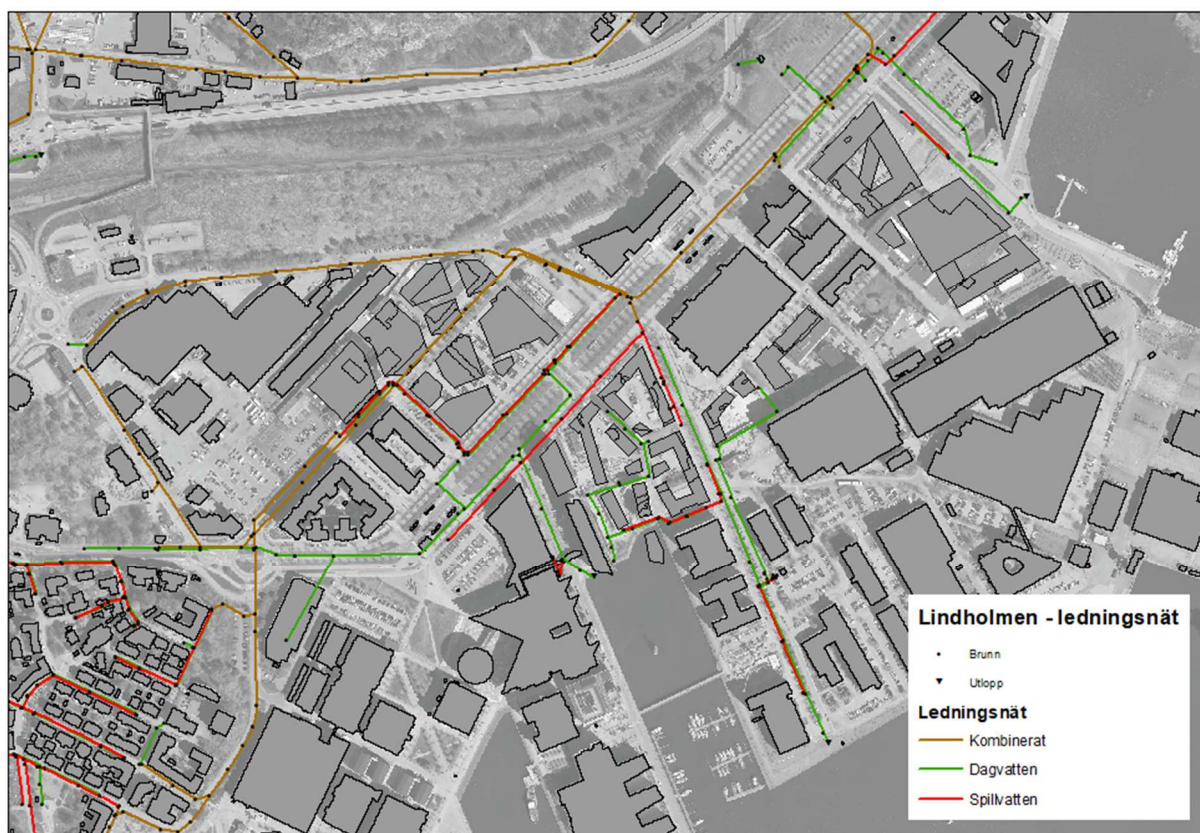
4.6 Kapacitet i befintliga dagvattensystem

Kraven på hur intensiva regn som det allmänna ledningsnätet ska kunna avleda har ökat och därmed är det befintliga nätet ofta underdimensionerat med hänsyn till nu gällande standarder. Ledningsnätet på Lindholmen har sannolikt kapacitet att avleda ett 2- eller 5-årsflöde. Ytterligare kapacitetsberäkningar behöver göras för att kontrollera hur väl denna uppskattning stämmer. Vid nybyggnation bör det dock eftersträvas att ledningsnätet kan avleda ett klimatpåverkan 10-årsregn, samt att ett 30-årsregn kan

avledas utan att marköversvämning sker. De fördröjningskrav som ställs på kvartersmark är sällan tillräckliga för att åstadkomma den avledande kapacitet som rekommenderas. Med hänsyn till detta kan det krävas ytterligare utjämning på allmän plats, utöver kvartersmarksfördröjningen, för att säkerställa den avledande kapaciteten vid dimensionerande regn, i de fall anslutning sker till befintliga ledningar.

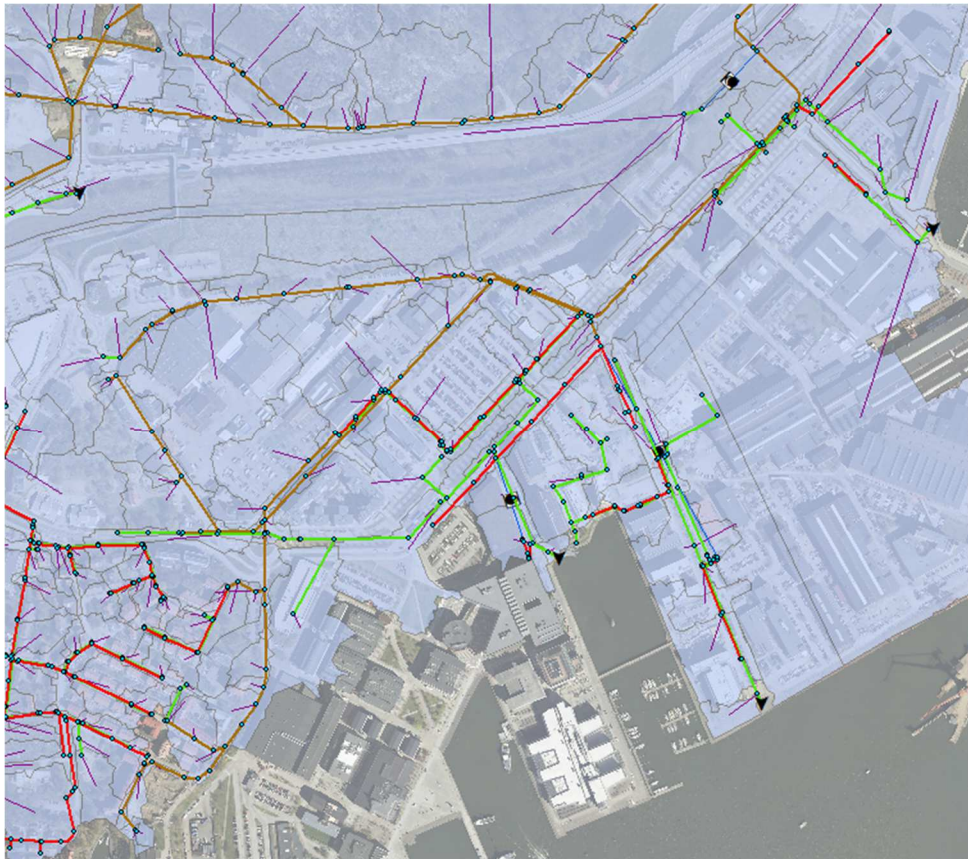
VA-systemet inom programområdet består av både duplikat och kombinerat system. Dagvattnet från det duplikata systemet leds ut till Göta Älv medan den kombinerade avloppsvattnet leds till Ryaverket via Herkulesgatans pumpstation. Vid hög belastning i det kombinerade avloppssystemet, bräddas överskottsvatten till Kvillebäcken. Enligt P110 (Svenskt vatten, 2016) är den dimensionerade återkomsttiden för trycklinje i marknivå 30 års multiplicerat med en klimafaktor (1,25).

Befintligt kommunalt ledningsnät kan ses i Figur 11. Ledningsnätets utbredning täcker inte hela det exploaterade området. Troligen finns privata ledningar på tomtmark varifrån dagvatten leds till befintligt system (dagvatten eller kombinerat) och mot Göta Älv.



Figur 11 Översiktlig orientering av det kommunala ledningsnätet. Kombinerade och separata ledningar samt dagvattenledningar redovisas. Privata ledningar, ledningomläggningar i antagna detaljplaner, vattenledningar och pumpstationer redovisas inte.

Vid ett dimensionerande 30 års regn, saknas tillräcklig kapacitet i det kombinerade för att avleda allt dagvattnet. I Figur 13 nedan, redovisas brunnar där vattnet överskrider marknivån vid 30 års regn. Det befintliga kombinerade nätet klarar inte dimensionerade 30 års regn med klimafaktor (1,25).



Figur 12 Modellering av befintlig situation i programområdet. Lila linjer visar var de olika avrinningsområdena belastar ledningsnätet-



Figur 13 Brunnar med röd färg visar där vattnet överskrider marknivå vid dimensionerade 30 års regn.

För att området ska kunna avvattnas behöver ledningarna ha en lutning på omkring 5 ‰. För en sträcka om 500m innebär det en höjdskillnad på ca 2,5 m.

Ytor för befintliga pumpstationer som ska behållas samt ytor för de pumpstationer som kommer behövas för den framtida dag- och skyfallshanteringen behöver säkerställas i planarbetet för att det ska finnas utrymme för dem efter förtätningen av området. Ytorna ska vara tillräckligt stora för att de ofta djupa och stora pumpstationerna ska kunna placeras, skötas och kunna bytas ut om så behövs. En pumpstation som är 7 m djup kan, för att kunna framschaktas utan spont, behöva ett utrymme om upp mot 20 x 20 m (Ramböll, 2016). Pumpstationer kan behöva förses med reservkraft.

4.7 Höga vattennivåer i havet och höga flöden i vattendrag

Lindholmen ligger lågt och är beläget i anslutning till Göta älv och påverkas direkt av stigande havsnivåer. Framtida medelvattennivå är beräknad till +0,85 (RH2000) och framtida högsta högvatten med 200 års återkomsttid år 2070 är beräknat till +2,3.

Vid befintliga förhållanden innebär även höga vattennivåer i havet att vattenståndet i Kvillebäcken riskerar att öka och ge översvämningar på Lindholmen (Hydrosense, 2017-12-15 resp 2018-03-19).

Utöver stigande havsnivåer påverkas även Lindholmen när älvens vatten tränger upp i Kvillekanalen och vidare upp i Kvillebäcken och sedan genom låglänta delar genom Brämaregården når Lindholmen. (Stadbyggnadskontoret, 2019). I den separata rapporten PM – Klimatrisker och planeringsprinciper gällande planprogram för Lindholmen redogörs mer i detalj för de klimatrisker som påverkar bland annat höjdsättningen av marken på Lindholmen. Parallellt med Lindholmen planprogram pågår även ett samverkande utredningsarbete mellan planprogrammen Backaplan och Frihamnen för att hantera problematiken kring översvämningar från Kvillebäcken.

Förberedelser för en stigande havsytta pågår genom planering av älvkantskyddet. Älvkantskyddet kommer att fungera både som skydd mot älvens vatten som översvämmar på ytan samt mot vatten som tränger in i området via marken. (Ramböll, 2016)

Utbyggnadsetapp 1 (område C i **Fel! Hittar inte referenskälla.**) har avgränsats utifrån vilka områden som kan anläggas utan att ett fullständigt älvkantskydd är på plats. Generellt är området inte beroende av markuppfyllnader utanför aktuell etapp.

Vid etapp 2 (område A2, B och D i **Fel! Hittar inte referenskälla.**) kommer sannolikt ett älvkantskydd att vara på plats och det finns därmed en större flexibilitet vid höjdsättningen av dessa områden.

Riktlinjerna för höjdsättning av marken baseras på direktiv i utställningsversionen av rapporten *Översiktsplan - Tillägg för översvämningsrisker* (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018).

Ur ett dagvatten och skyfallsperspektiv den direkta konsekvensen av stigande nivåer att dagvatten inte kan ledas ut via självfall i delar av området och att det därför krävs pumpstationer eller avskärande dagvattenledningar som kan hantera ett 1-årsregn. Ytterligare en konsekvens är att det måste finnas öppningar i älvkantskydd för att evakuera skyfall.

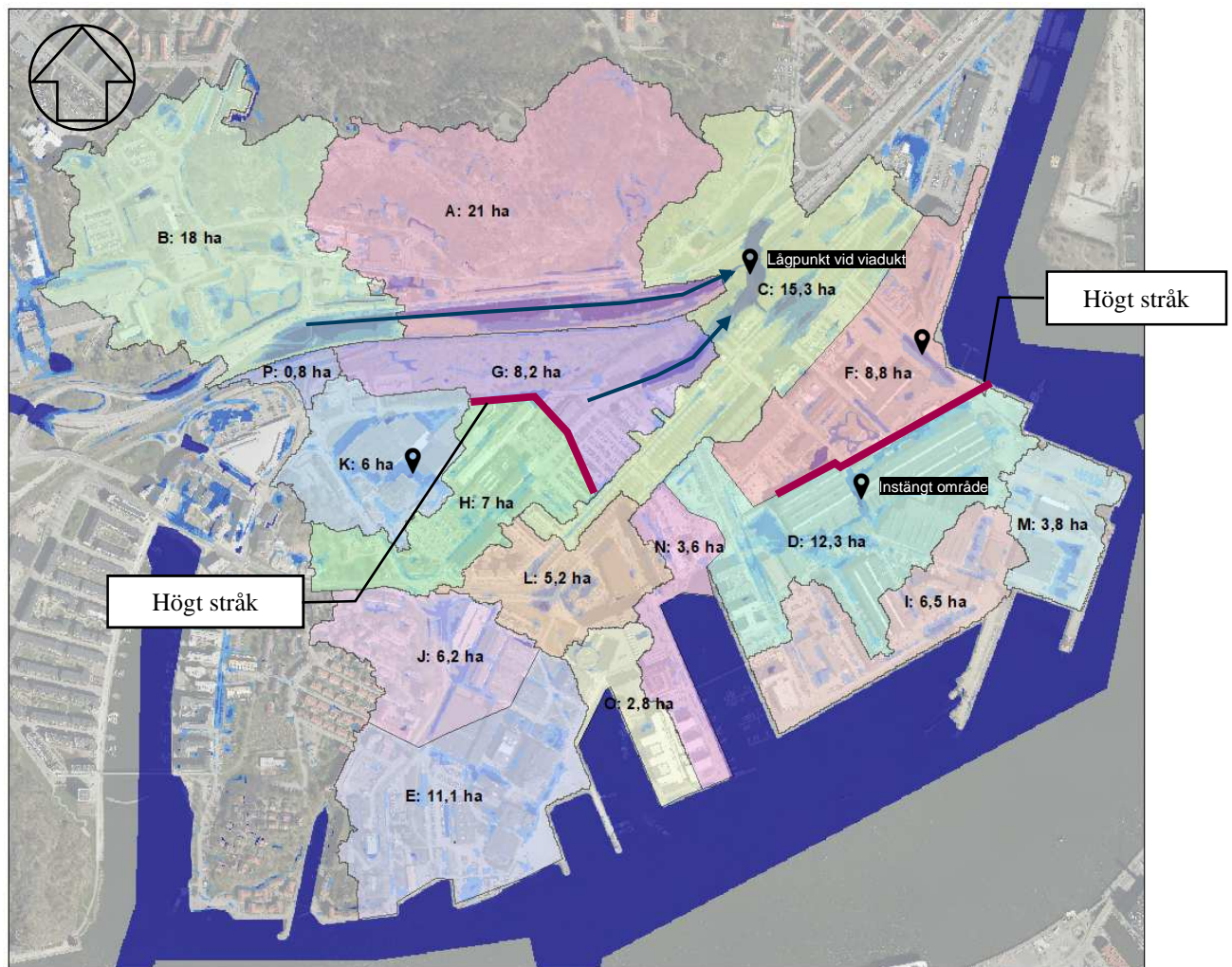
4.8 Skyfallssituation och delavrinningsområden

Uppskattade delavrinningsområden för skyfall efter utbyggnad av antagna detaljplaner kopplat till den befintliga skyfallssituationen redovisas i Figur 15. Delavrinningsområdena är namngivna och redovisas tillsammans med storleken på respektive delavrinningsområde.

Vatten ansamlas vid lågpunkten kring viadukten från ett stort avrinningsområde om ungefär 62,5 ha där avrinningsområde A, B, C och G ingår.

Detaljplanen för pumpgatan innebär en förändring av marken med ett nytt högstråk. I Figur 15 är högstråket markerat och markförändringarna innebär att både område F och D blir instänga. Dock planeras en vattenpassage i form av trummor mellan delområde D och F vilket möjliggör för skyfallet inom området D att avrinna till skyfallslösningarna inom detaljplanen för Pumpgatan inom område F.

Höjdsättning av marken för detaljplanen i Karlavagnplatsen innebär att delavrinningsområdet delas i två nya områden (H och G). Tidigare rann allt vatten mot Karlavagnsgatan men höjdsättningen innebär att den västra delen (H) av Karlavagnsgatan är instängd.



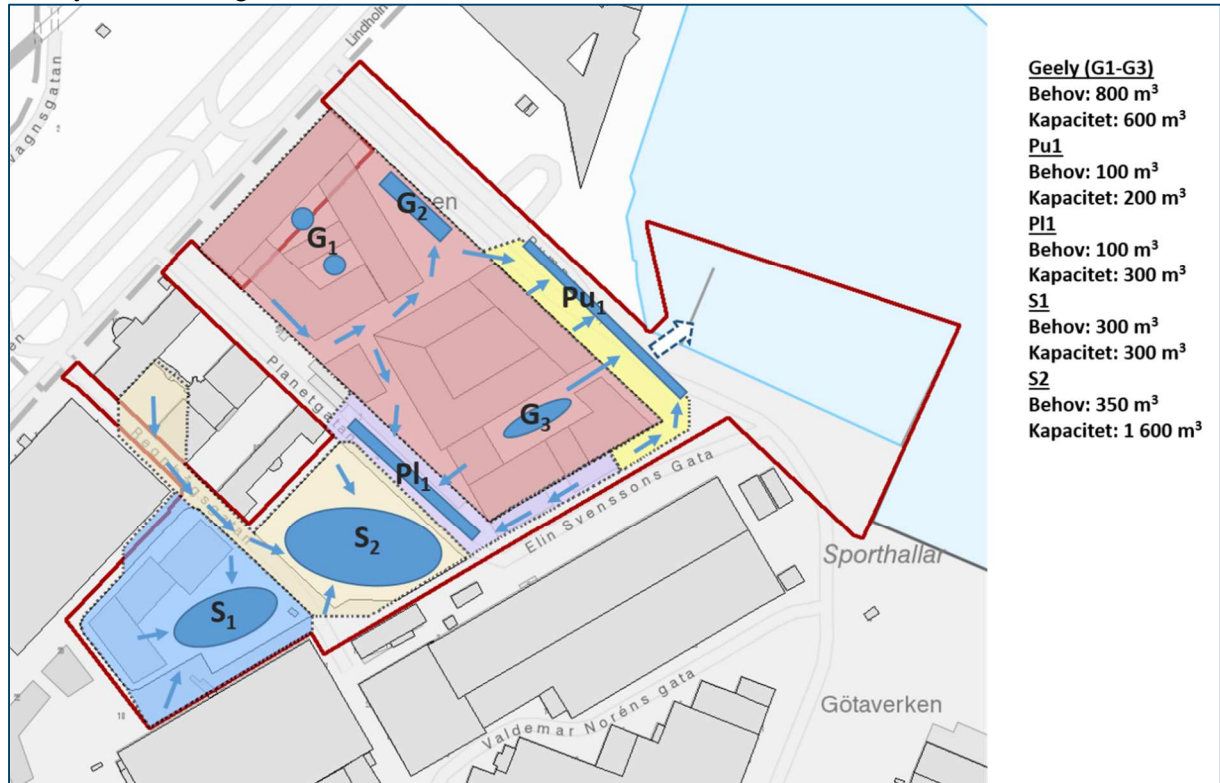
Figur 15: Avrinningsområden vid skyfall med antagna detaljplaner.

Område D:

Före utbyggnaden av detaljplanen vid Pumpgatan, rann vattnet från Maskinparken och Anders Carlssongatan mot lågpunkten mellan Regnbågsgatan och Planetgatan. Den nya höjdsättningen innebär att ett högstråk skapas med trummor under högstråket. Högstråket är till för att evakuera

människor från byggnader vid en högvattensituation inom planen för Pumpgatan och inte som en högvattenbarriär.

Notera att modellen inte tar hänsyn till trumman och att översvämningsdjupet som redovisas i Figur 15 därför är något missvisande. Trumman gör det möjligt att leda vattnet från område D till avsatt område för skyfallshantering i område F.



Figur 16 Principiellt lösningsförslag på skyfallshantering inom området från rapporten Skyfallsanalys DP Pumpgatan. Röd linje beskriver planområdets utsträckning och blå ytor föreslagna skyfallsytor. Området delas in i fem åtgärdsområden, svartstreckade områden i olika färger, utifrån ytlig avrinning. Huvudsaklig vattentransport inom åtgärdsområdena presenteras med blå pilar, blåstreckad pil presenterar möjlighet till ytlig bräddning mot recipient. (DHI, 2018-06-01)

5 Analys av programförslag

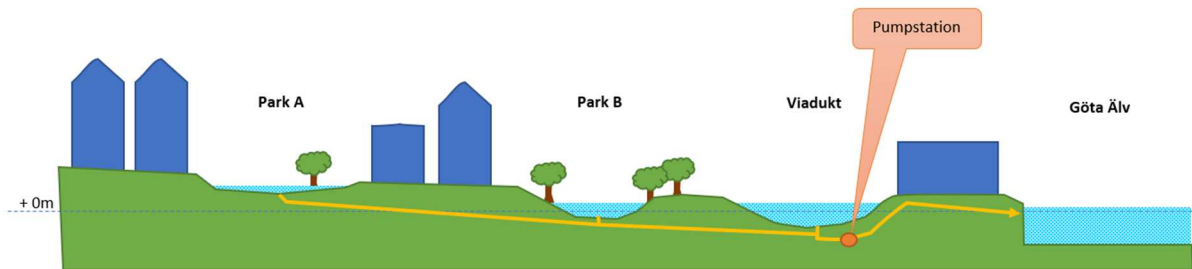
I detta avsnitt analyseras planprogrammet med hänsyn till de krav och rekommendationer som gäller för dagvatten- och skyfallshantering. Kapitalet behandlar de problem och möjligheter som finns med programförslaget och ger bakgrundsinformation till de föreslagna lösningarna som presenteras i avsnitt 6. Målet är att slutligen ge förslag på lösningar för kommande exploatering. Planförslaget delas i 4 områden för att förtydliga vår analys.



Figur 17 Programförslag med områdesindelning

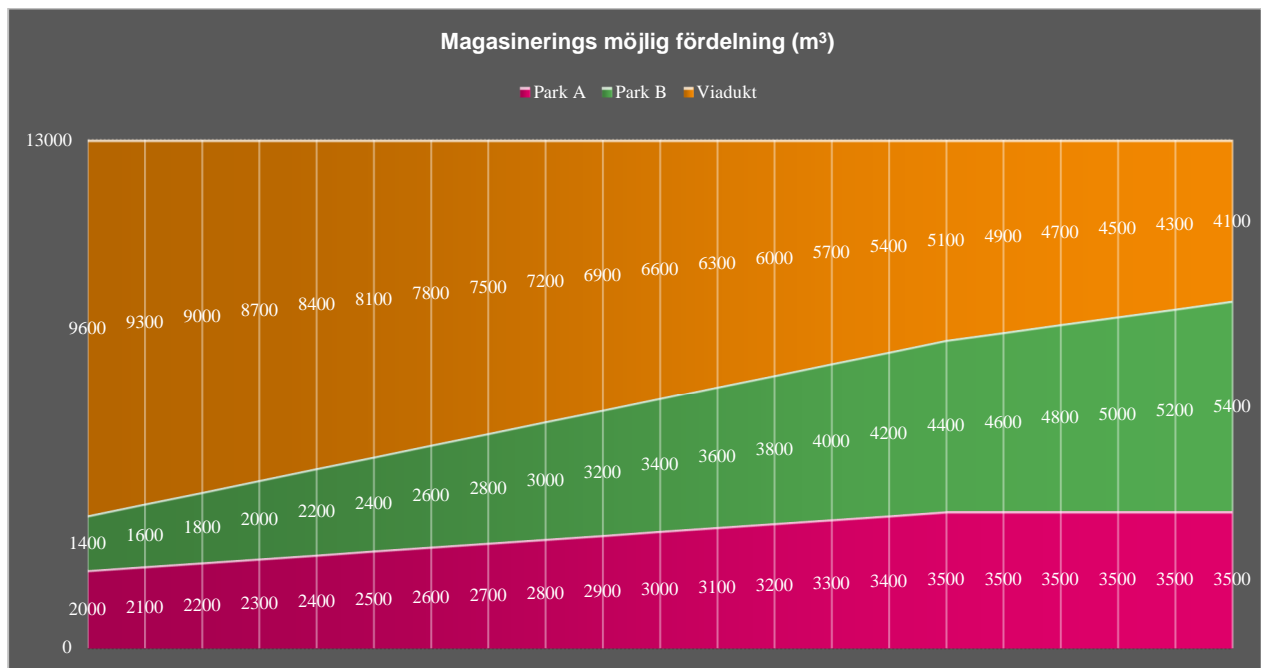
5.1 Område 1

Samtliga gator inom område 1 som är belägna lägre än +2,1 har höjts till nivån +2,1 i modellen, för att säkerställa framkomlighet vid höga vattenstånd. Vattendjupet beräknas således inte bli mer än 20 cm vid högt vatten. För att undvika att tillskapa instängda områden på de nya gatorna har de antagits ha en jämn lutning mot parkområdet. Genom att höja marken säkerställs kvarteren och vägarna mot högvattennivåer enligt de riktlinjer som anges i TTÖP:en men markjusteringarna påverkar också avrinningsvägarna vid skyfall. Vid modellering av inom nya förslaget har kvartersmarksområden antagits som en solid byggnad, några meter över gatorna, på grund av byggnadernas placering inom kvartersmark ännu inte är definierade.



Figur 18 Konceptuell illustration av dag- och skyfallsavledning till recipienten. De tre skyfallsytorna är ihopkopplade och avleds med pumpstationen till recipienten. Park A bör även delvis kunna anslutas ytligt till Park B. Illustrationen visar stående vatten vid skyfall. Parkerna beräknas inte vara vattenfyllda vid normala förhållanden.

Skyfallsmagasinet i parkytan (A) kopplas till parken (B) på östra sidan av planområdet, och parken (B) kopplas till viadukten via dagvattenledningar (se Figur 18). Det är dock önskvärt om ytorna kan kopplas samman ytligt i så stor utsträckning som möjligt. De tre ytorna behöver tillsammans att hantera ca 13 000m³ vid skyfall och det finns en viss flexibilitet för hur ska de olika volymerna kan fördelas. Figur 19 visar uppskattar vilken flexibilitet finns i fördelningen av magasineringens volym mellan de tre ytorna. Baserat på ytornas medelkapacitet, föreslås följande fördelning: 3100 m³ i park A, 3600 m³ i park B och 6300 m³ i viadukten.

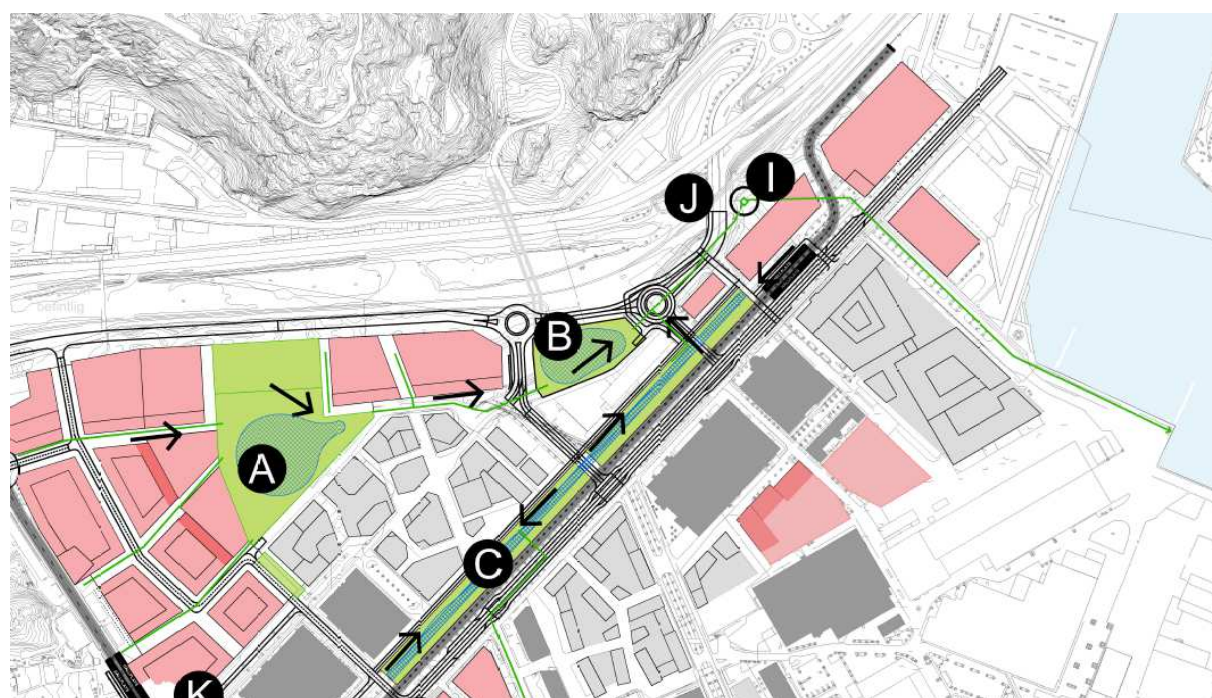


Figur 19 Grov uppskattning av möjliga fördelningar mellan de olika magasinering ytorna.

Den totala dräneringstiden vid ett skyfall är direkt beroende av viaduktens pumpkapacitet. Pumpen har idag en kapacitet på 55–300 l/s (det finns dock stora osäkerheter kopplade till dessa värden). Med en volym på 13 000 m³ skulle det krävas 63 timmar för vattnet att pumpas bort med en pumpkapacitet på 55 l/s. Uppskattade dräneringstider med olika pumpningskapacitet redovisas i Tabell 8.

Tabell 8: Grov bedömning för skyfallsytors dräneringstid beroende av pumpkapacitet. 13 000 m³ vatten antas behöva pumpas till recipienten.

Pumpkapacitet		Uppskattad dräneringstid för 13 000 m ³
(l/s)	(m ³ /h)	(h)
100	360	36
200	720	18
300	1080	12
500	1800	7

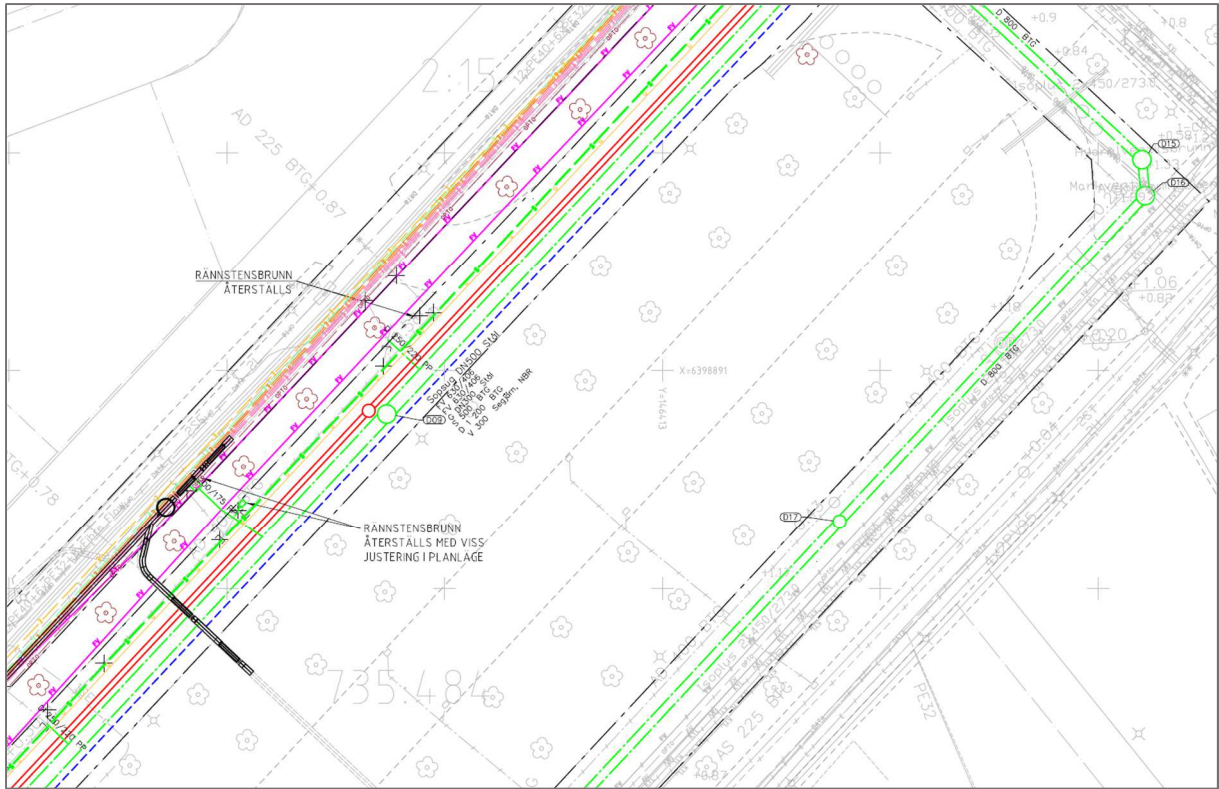


Figur 20: Förslag på Skyfallshantering i område 1. Park A, park B och viadukten (J) är kopplat tillsammans och avledas till Göta Älv via pumpstationen.

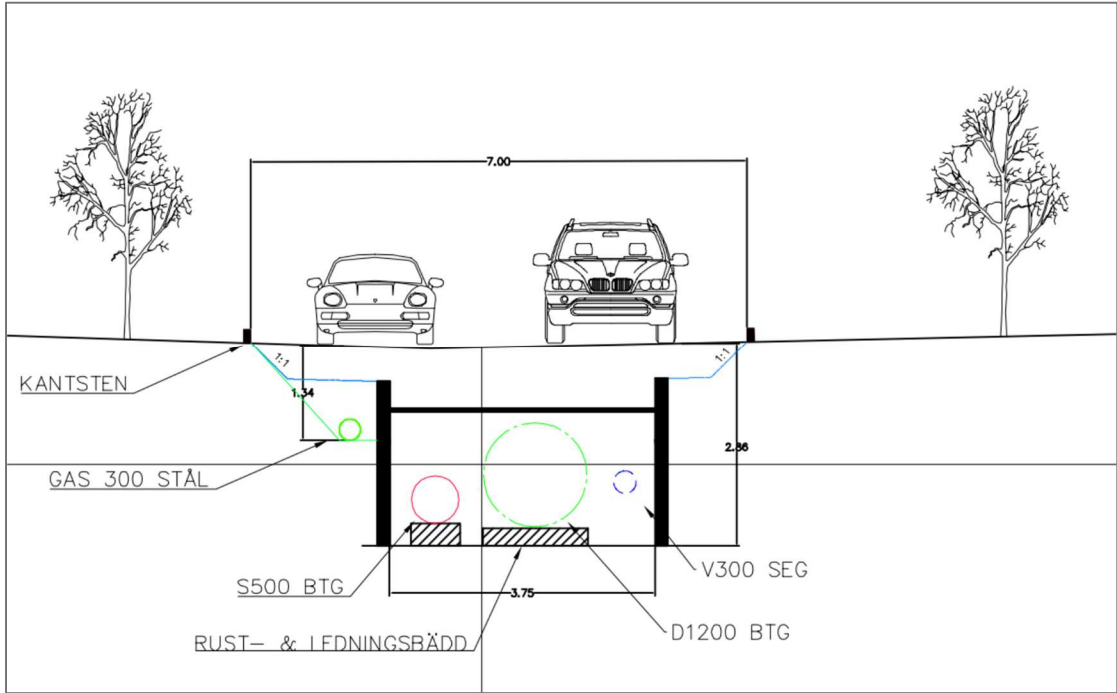
5.2 Område 2

Ombyggnationen av Lindholmsallén innebär att all trafik flyttas söderut och att ett grönstråk anläggs norr om spårvagnsspåren. Grönstråket/parken kan med fördel användas både för dagvatten och skyfallshantering. Markhöjderna är till stor del oförändrade bortsett från nya höjdsättning vid kvarter 07 (se Figur 23) Lutningen på gatan kommer till största del att bibehållas.

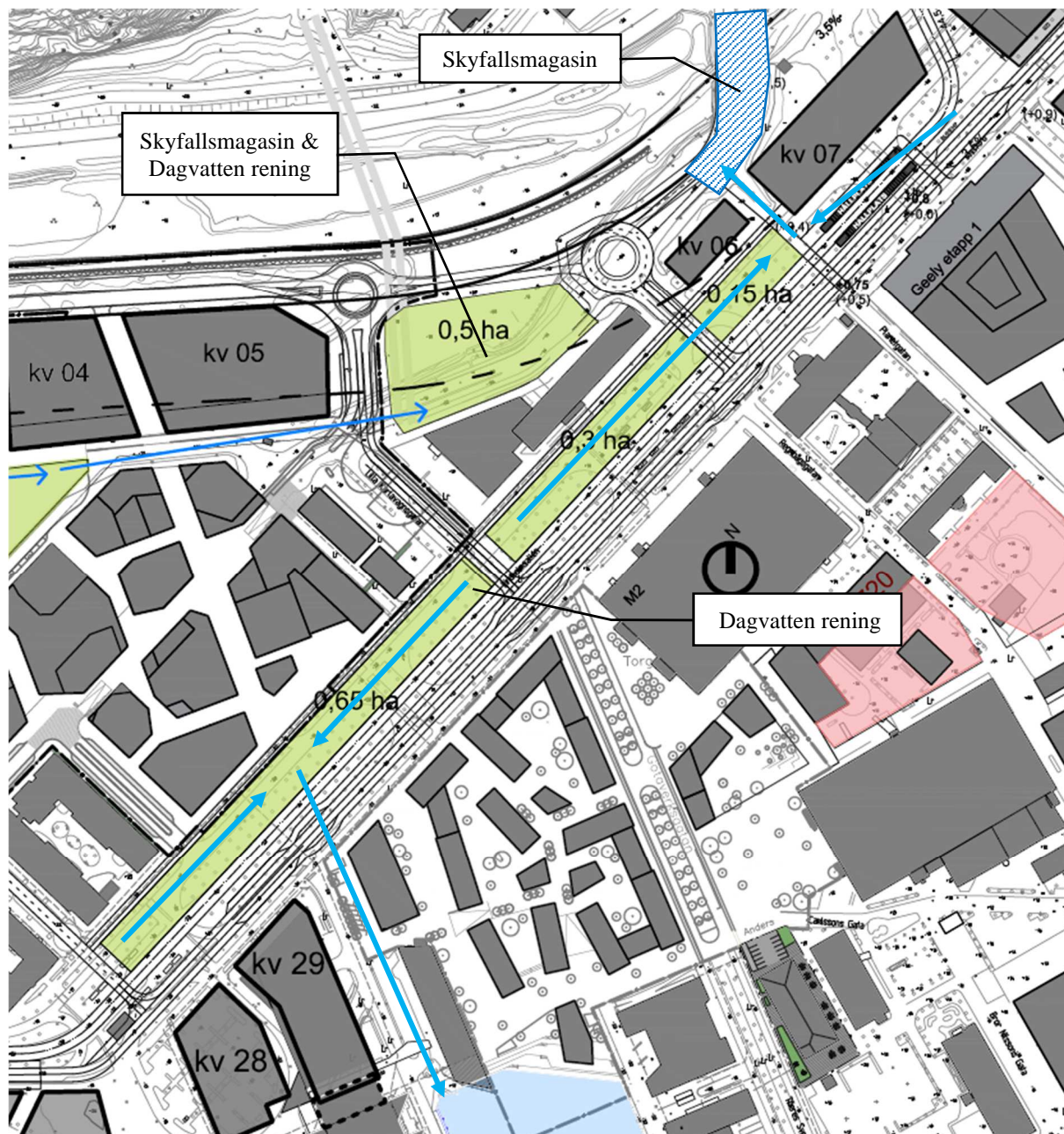
Under den norra körbanan på Lindholmsallén finns bland annat gas, fjärrvärme, vatten, spillvatten och dagvatten (se Figur 20 och Figur 21). Kretslopp och vatten rekommenderar inte att dagvatten- eller skyfallsåtgärder görs i ledningsgatan utan att åtgärder istället görs i grönytan mot mitten av Lindholmsallén.



Figur 21: Lindholmsallén anläggningar under mark.



Figur 22: Principsektion för ledningsschakt vid Lindholmsallén.



Figur 23 Planförslag från SBK som visar grönstråket/parkytan som kan användas som en multifunktionell yta. Blå pilar visar hur höjsättningen bör utformas för att rikta skyfall avrinningen till parkytan och Skyfallsytan.

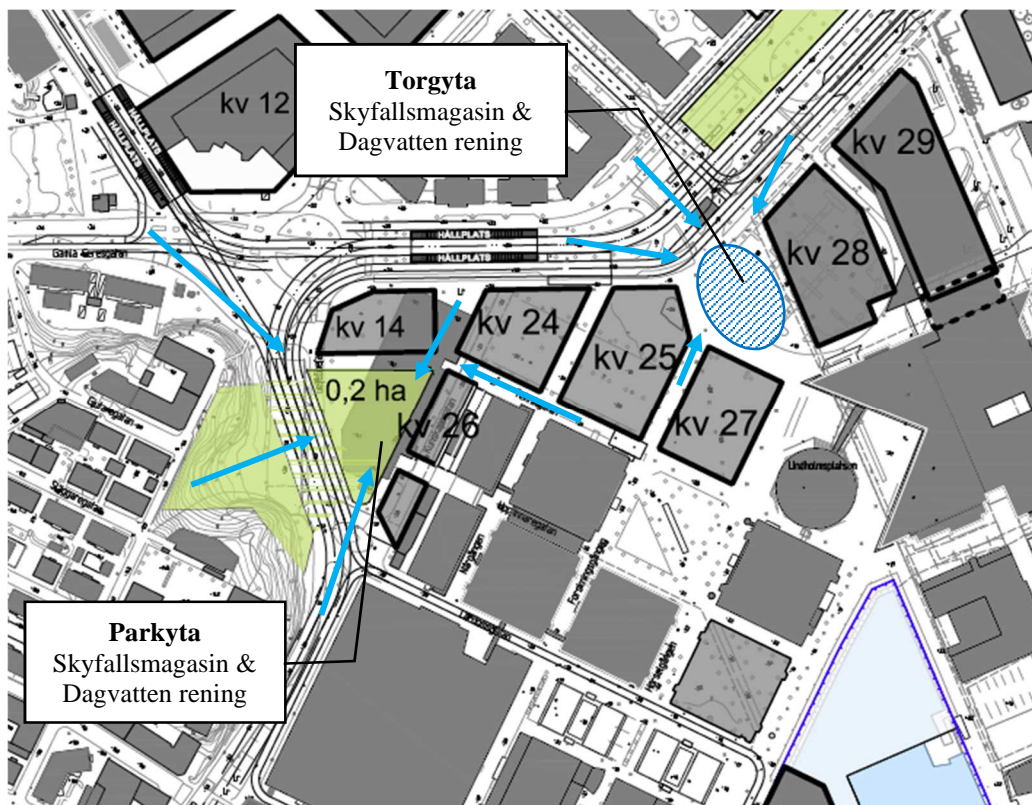
5.3 Område 3

I område 3 exploateras delar sydväst om Lindholmsallén mot älven. Älvkantskydd utformas med nivån +2,8 m för att skydda Lindholmen mot högvattennivåer i älven

Föreslagen höjdsättning av marken innebär att nya vägar och kvartersområden ges en höjd av minst +2,1 m. Skyfallsmodellering påvisar att det är fördelaktigt om parken väster om Plejadgatan sänks för att möjliggöra skyfallsmagasiner och att höjdsättning av marken runtomkring görs för att avleda ytvattnet mot parken.

Parkytans storlek är begränsad men det är fördelaktigt om så stor del av ytan som möjligt kan nyttjas för skyfallsmagasiner eftersom modellering visar att mycket vatten samlas i området. Teoretiskt skulle upp till 1000 m³ kunna magasinera där.

Torgytan mellan kvarter 25 och 28 bör anpassas för att magasinera ytvattnet som idag samlas på närliggande del av Lindholmsallén. Modellen visar att det finns ca 800 m³ samlas på Lindholms allén idag och vi rekommendera att anpassa markhöjdsättning för att samla vattnet i mitten av torget, bort från byggnaderna.



Figur 24: Planförslag från SBK som visar parkytan som kommer att användas som en multifunktionell yta. Blå pilar visar hur höjdsättningen bör utformas för att rikta skyfall avrinningen till parkytan och Skyfallsytan.

delen av Lindholmen kräver pumpning för dagvattenavledning. Enligt rapporten krävs pumpning av 20-årsregn för nivåer under +1,1 m, pumpning av 5-årsregn för nivåer mellan +1,1 och +1,5 m, samt pumpning av 1-årsregn för nivåer över +1,5 m.

Om det finns områden som idag avvattnas direkt till älven, utan att ta sig via ledningsnätet först, kommer någon form av pumpstationen även behövas för detta vatten. Alternativt kan genomföringar i älvkantskyddet placeras på dessa platser. Det är då av vikt att det finns möjlighet att stänga dessa vid de tillfällen då vattnet når höga nivåer. Detta är dock endast en temporär lösning. Om havet permanent stiger över marknivån är detta inte längre än möjlig lösning utan då erfordras en pumpstation. Pumpstationer kräver att mark tas i anspråk.

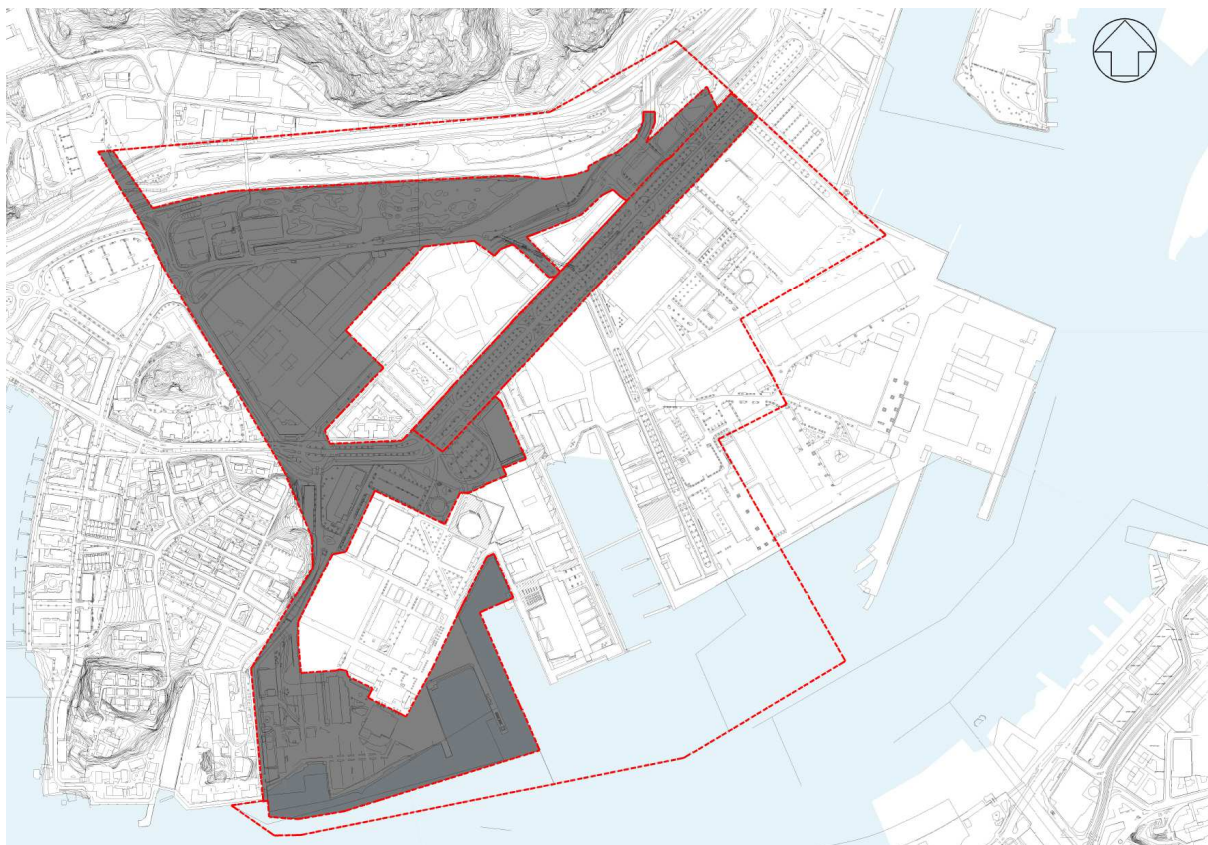
Lågpunkten som stäcker sig från korsningen mellan Polstjärnegatan och Karlavagnsgatan (norr om Karlstaden) och vidare bort mot Lundbyleden är olämplig för bebyggelse då marken ligger mycket lågt (-2,6 m som lägst, se Bilaga 1). För att marken ska kunna göras lämplig för bebyggelse behöver den höjas så att dagvatten inte rinner mot byggnaden (se Bilaga 1). I enlighet med de rekommendationer som omnämns i *Förslag till översiktsplan, Tillägg för översvänningsrisker* (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018) behöver marken höjas till minst +2,1 m. Utöver det är området även utpekade i strukturplanen som skyfallsyta.

5.6 Föroreningsberäkning och påverkan på MKN

Med utgångspunkt från reningskrav för dagvatten (Kretslopp och vatten, 2016), framgår att i princip allt dagvatten kommer behöva genomgå någon form av rening. Normalt är principen att rening av dagvattnet ska ske så nära källa som möjligt, för att öka reningseffekten. På Lindholmen finns dock goda möjligheter att skapa storskaliga lösningar och därför kan rening komma att ske längre bort från källan i multifunktionella lösningar.

För att beräkna mängden dagvattenföroreningar har en inventering av markanvändningen genomförts i avsnitt 0.

För de antagna detaljplanerna i området förutsätts att separata dagvatten- och skyfallsutredningar har tagits fram. Dessa områden är därför exkluderade i föroreningsberäkningen då dessa områden förutsätts lösa fördröjning och rening inom respektive planområde. Även befintliga områden där markanvändningen inte ändras, exkluderas i föroreningsberäkningen. Resterade del av planområdet är fördelat på ytor enligt avsnitt 0.



Figur 26 Områden för beräkning av föroreningshalter.

Att göra en fullskalig föroreningsberäkning i detta skede är kopplat till en rad osäkerheter. Av denna anledning listas därför en jämförelse mellan belastningen för området enligt markanvändningen i avsnitt 0, före och efter utbyggnad. Siffrorna ska endast ses som vägledande för fortsatt arbete.

Tabell 9 Jämförelse av föroreningsbelastningen för hela området före och efter utbyggnad. Endast ytor som är markerade i Figur 26 avses.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Föroreningsmängd före utbyggnad (kg/år)	26	320	2.1	4.2	15	0,078	1.3	1.4	0,0097	11 000	140	0,0071
Föroreningsmängd efter utbyggnad (kg/år)	31	290	1.9	3.6	12	0,084	1.2	1.1	0,0085	12 000	130	0,0083
Föroreningshalt före utbyggnad (µg/l)	140	1700	11	21	75	0,40	6.8	7.0	0,050	59 000	72	0,036
Föroreningshalt efter utbyggnad (µg/l)	170	1600	11	20	66	0,47	6.8	6.1	0,047	65 000	750	0,046
Målvärde (µg/l)	150	2500	14	22	60	0,4	15	40	0,05	60 000	1000	0,05

Vid jämförelsen i Tabell 9 framgår att för hela programområdet finns goda möjligheter att uppnå stadens målvärden. Belastningen från olika ytor varierar dock kraftigt och varje detaljplan måste påvisa möjligheten att uppnå reningskrav inom respektive planområde. Då hela området idag är exploaterat med stora delar hårdgjord yta kan en utveckling av programområdet innebära att möjligheterna för Göta älv att uppnå MKN inte försämras.

Öppna dagvattenlösningar är att föredra då systemet blir mer robust och enklare kan kombineras med skyfallslösningar. Dessutom ligger grundvattenytan högt, vilket försvårar anläggning av underjordiska magasin. Ett magasin brukar även ge lägre ledningar vilket inte är önskvärt i området. Som nämnts tidigare är möjligheterna för infiltration generellt små och möjligheterna till infiltration behöver bedömas i varje kommande detaljplan.

Utöver jämförelsen har en uppskattning med typytor beräknats för att redovisa vilken typ av belastning olika ytor genererar. Beräknat ytbehov för rening i olika typer av anläggningar listas i Tabell 10 nedan. För beräkning har en fiktiv yta om 1 ha per typyta angivits. Föroreningsbelastning som kommer från olika typer av ytor är redovisade i bilaga 1.

Tabell 10 Uppskattat reningsbehov för rening i skärmbassäng från olika typytor

Typyta	Area	Avrinningskoefficient	Ytbehov skärmbassäng ¹	Ytbehov raingarden	Ytbehov svackdike
Centrumområde	1 ha	0,7	105–175 m ²	175 m ²	700 m ²
Kontorsområde	1 ha	0,7	105–175 m ²	175 m ²	700 m ²
Flerbostadshus	1 ha	0,45	68–113 m ²	115 m ²	450 m ²
Väg	1 ha	0,8	120–200 m ²	200 m ²	800 m ²

¹ Ytbehov för skärmbassänger ligger omkring 1,5–2,5 m² kvadratmeter per 100m² hårdgjord tillrinningsyta (Stockholm Vatten, 2016)

6 Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering

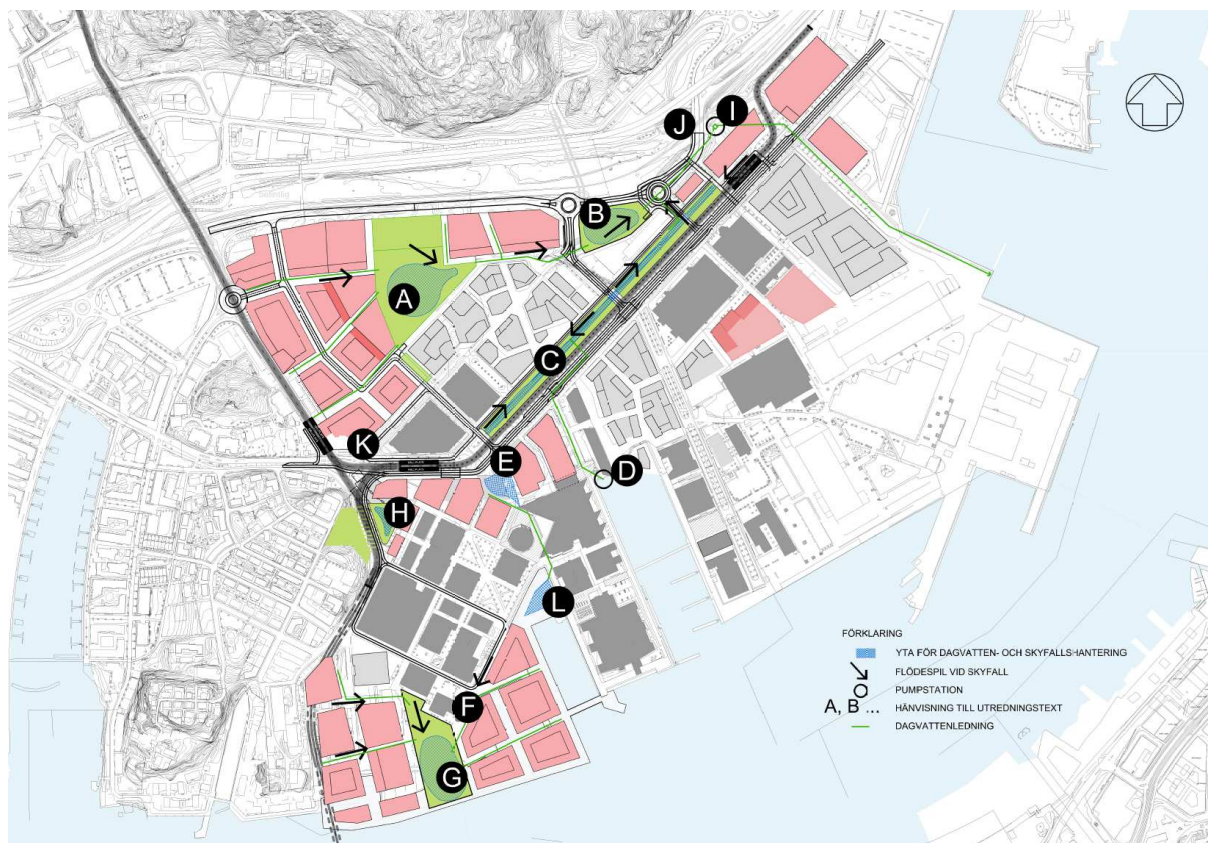
De två viktigaste dokumenten som föreslagen dagvatten- och skyfallshantering utgår från är TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2018) och P110 (Svenskt vatten, 2016). Göteborg har som målsättning att bli världens bästa stad när det regnar. Detta är något som kan uppnås dels genom att följa de riktlinjer och krav som är uppställda (så som TTÖP och P10) och dels genom att hitta innovativa, multifunktionella lösningar.

Höjdsättningprinciper av marken föreslås enligt bilaga 1. Generellt gäller att parker för dagvatten- och skyfallshantering bör placeras i nedströms ände (lägsta punkten) av ett delavrinningsområde samt att gatustrukturerna ska luta mot denna yta. Genom en sådan höjdsättning kan ytlig avledning ske mot parkytan vid de tillfällen då ledningsnätkapaciteten överskrids.

I detta avsnitt framhålls rekommenderade principlösningar. Lösningarna är förslag och bör modifieras då planarbetet framskrider. Det är en stor fördel om föreslagna skyfallsytor även kan kombineras med utjämning och rening av dagvatten för att uppnå så många funktioner som möjligt i en och samma anläggning.

Det finns ett flertal olika lösningar för att rena dagvatten, men generellt gäller att reningseffekten är större ju mer förorenat vatten som avleds till reningsanläggningen. Om man kan rena gatans vatten för sig innan det kopplas ihop med renat vatten från kvarteretsmarken är det bra men det är även möjligt att ha en uppsamlade nedströms lösning. Detta kan vara en bra väg att gå om det även råder kapacitetsbrist i ledningsnätet nedströms, eftersom det då finns möjlighet att utjämna både dagvatten från kvarteretsmark och från allmän plats. Eftersom kapaciteten i ledningsnätet på Lindholmen generellt är mycket begränsad bedöms lokal utjämning av dagvattenflöden vara av stor vikt.

Där ytor saknas för att anlägga en uppsamlade nedströms lösning och där markförhållandena begränsar (till exempel marklutningar/grundvattennivåer) krävs att dagvattnet renas och fördröjs direkt i gatusektionen innan det avleds till ledningsnätet.



Figur 27 Föreslagen principlösning för storskalig dagvatten- och skyfallshantering på Lindholmens programområde. Småskaliga lösningar för bland annat kvarteretsmark ska finnas men redovisas inte i figuren. Alla lösningar är relevanta både med hänsyn till dagvatten- och skyfallshantering. Storleken på lösningarna motsvarar ungefär erforderligt markanspråk för lösning med svackdike.

Tabell 11 Förklarings-text till Figur 27. D och L ska ses som alternativ som kan användas om det inte finns annan tillgänglig mark för dagvattenrening.

A	Park med yta för rening av dagvatten och utjämning av dagvattenflöden vid kapacitetsbrist i befintligt nät. Nya gator avvattnas till rännor som leder vattnet till parkytan där rening kan ske i till exempel ett svackdike, dvs ingen ytterligare rening krävs i gatusektionen. Samverkan mellan A och B är central för hantering av skyfall och dagvatten på området. Erforderlig skyfallsvolym: 3100 m ³ . Erforderligt markanspråk för svackdike: 6000 m ² .
B	Här finns en lågpunkt som är olämplig för bebyggelse. Ytan kan istället utvecklas till en stadsnära våtmark (eller annan öppen lösning) som nyttjas som skyfallsyta och för rening och fördröjning av dagvatten. Läget på Karlavagnsgatan flyttas norrut mot hamnbanan. Möjlig skyfallsvolym: 3600 m ³ . Erforderligt markanspråk för svackdike: 3300 m ² .
C	I samband med ombyggnationen av Lindholmsallén föreslås att parkytan nyttjas för rening av dagvatten och utjämning av dagvattenflöden vid kapacitetsbrist i befintligt nät. Anläggningen kan utformas som ett dike. Erforderligt markanspråk för svackdike: 1900 m ² .
D	Här kan en skärmbassäng placeras för rening av dagvatten för befintliga områden. Skärmbassängen kan överdäckas med ett bryggdäck.
E	Torg med möjlighet till rening av dagvatten och skyfallsmagasinerings. Erforderlig skyfallsvolym: 800m ³ . Erforderligt markanspråk för svackdike: 1500 m ² .
F	För att inte försämrade skyfallssituationen för befintliga områden behöver det föreslagna kvarteret utformas på ett sätt som inte stänger in vatten. Detta är viktigt att beakta vid framtida justeringar.
G	Park för fördröjning och rening av dagvatten. Höjdsättning v parken ska göras så att den även kan utnyttjas som skyfallsyta. Erforderlig skyfallsvolym: 1000 m ³ . Erforderligt markanspråk för svackdike: 5400 m ² .
H	Park med möjlighet till rening av dagvatten och skyfallsmagasinerings. Erforderlig skyfallsvolym: 1000 m ³ . Erforderligt markanspråk för svackdike: 1500 m ² .
I	Pumpstationen renoveras/byggs om för att möjliggöra pumpning ut i älven i stället för till Ryaverket. I viadukten bedöms att ca 6300 m ³ vatten kan magasineras vid skyfall.
J	Viadukt som inte är framkomlig vid skyfall. Här kan skyfall tillåtas att fortsätta ansamlas. Möjlig skyfallsvolym: 6300 m ³ .
K	Risk att byggnaden hamnar i konflikt med stor ledning. Viktigt att beakta vid eventuella framtida justeringar.
L	Här kan en skärmbassäng placeras för rening av dagvatten från befintliga områden och det finns även möjlighet att rena vatten för kvarteren norr om Chalmersområdet här. Skärmbassängen kan överdäckas med ett bryggdäck. Observera att L kan ersätta dagvattenhanteringen i E och H.

6.1 Lindholmsallén och norr om Lindholmsallén

6.1.1 Dagvattenhantering på kvartersmark

Varje fastighet ska kunna visa att stadens krav på fördröjning om 10 mm/m² reducerad yta samt reningskrav efterlevs. Efter rening och fördröjning kan anslutning ske till det allmänna ledningsnätet.

Utformning av kvartersmark är inte fastställd utan detaljerade förslag kommer att tas fram i respektive detaljplan. Erforderliga fördröjningsvolymen beräknas enligt avsnitt 5.6. Utgångspunkten i planprogrammet är att varje fastighet ansvarar för att uppfylla renings- och fördröjningskrav.

Trögt system

I Blåplanen som togs fram 2016-09-30 fastslogs att ett så trögt dagvattensystem som möjligt eftersträvas. Detta innebär att fördröjningsmagasin som rymmer 10 mm nederbörd per m² hårdgjordyta på kvartersmark, alltid ska eftersträvas. Om fastigheten i princip bara består av tak är det svårt att skapa fördröjningsvolymen på fastigheten. I ett kvarter med innergård finns goda möjligheter att skapa plats för fördröjningsvolymen på eller i marken på innergården. Även om parkeringsdäck byggs under innergården kan ytlig fördröjning användas. Avtappningen av fördröjning från ett ytligt magasin sker till det dräneringssystem som dränerar däckets tak eller genom att vattnet också leds ytligt ut från däckets och där tas omhand i ledningssystem. (Ramböll, 2016)

Ett så trögt dagvattensystem som möjligt eftersträvas men vid de fastigheter som ligger söder om Lindholmsallén och närmast Göta älv skulle en lösning där takvattnet leds direkt ut i älven med en så kallad hög avledning också vara ett alternativ.

Gröna tak

”Hur mycket vatten som kan hållas kvar beror på hur tjockt lagret med jord och växter är och på hur mycket taket lutar. För att grönskan på taken ska kunna fånga upp och hålla kvar vatten måste taken vara platta eller ha en låg lutning (0–5 grader).

Vegetationsklädda tak kan användas för att fördröja och reducera mängden dagvatten. Fördröjningen uppstår genom att vegetationen och underliggande jordlager tar upp och magasinerar nederbörd. En del försvinner genom avdunstning. Beroende på taklutning, växtlighet och tjocklek kan vegetationsklädda tak reducera avrinningen med 25 till 75 procent.” (Stockholm vatten, 2018-03-23)

6.1.2 Dagvatten- och skyfallshantering på allmän platsmark

För allmän platsmark behöver lösningarna anpassas utifrån det geografiska läget. Principen för hantering av dagvatten och skyfall norr om Lindholmsallén är att vattnet ska samlas, fördröjas och renas och att det kombinerade nätet ska avlastas. För områden söder om Lindholmsallén och närmast älven prioriteras istället lösningar som innebär att vattnet kan renas och därefter ledas ut till älven så snabbt som möjligt.

Stadsnära våtmark

Föreslagen lösning för fördröjning och rening av dagvatten samt fördröjning/avledning av skyfall är att behålla lågpunkterna som ligger längsmed Karlavagnsgatan för att kunna använda ytan för dagvattenhantering och skyfallsmagasinering vid extrema händelser. Ytan (B i Figur 27) utgör en del av en instängd lågpunkt där det annars skulle krävas kraftiga markuppfyllnader för att marken skulle kunna göras lämplig för bebyggelse. Ytan föreslås utvecklas till en stadsnära våtmark eller annan öppen lösning. Lågpunkten är utpekad i strukturplanen (8: Y10 i Figur 10) och i blåplanen som

lämplig skyfallsyta. Genom att skapa en stor yta för fördröjning minskar även negativa effekter vid eventuella driftstörningar på pumpstationen.

Vid en framtida separering skulle de ledningar som idag är kombinerade norr om Lindholmsallén kunna göras om till dagvattenledningar och nyttjas för att leda vattnet till anläggningen i B. Genom att bibehålla marknivåerna i lågpunkten finns även möjligheter att leda vatten hit med nya ledningar eller genom avrinning i marknivå.

Dike längs med Lindholmsallén

I och med att föroreningshalten i dagvattnet från Lindholmsallén förväntas överskrida stadens riktvärden utformas företrädesvis den planerade parkytan utmed Lindholmsallén för att rena dagvatten. Eftersom grundvattenytan står förhållandevis högt och för att reningslösningen även ska kunna nyttjas till skyfallshantering anläggs lämpligen en öppen dagvattenlösning i form av ett dike.

Diket kan utformas antingen med sluttande kanter eller med vertikala. Sluttande kanter skapar goda förutsättningar för rening. Lindholmsallén är flack med en lokal höjdpunkt i höjd med Lindholmspiren med en svag lutning åt öster. Detta medför att diket sannolikt kommer att behöva ansluta till genomskärande ledningar ut till älven på mer än en plats för att möjliggöra en trygg avledning. Förslagsvis sker anslutning till ledning i Lindholmspiren samt ledning i Theres Svenssons gata/Götaverksgatan och någon mer gata. En fördel med att koppla samman dessa system är att befintligt dagvattensystem kan dämna bakåt till diket vid kraftigare regn än det som ledningsnätet är dimensionerat för. För att kunna optimera den yta och volym som krävs för att skapa tillräcklig utjämningsvolym vid dimensionerande regn krävs bättre kunskap om det privata ledningsnätet och framtida anslutningspunkter för ny bebyggelse. Därefter föreslås att befintlig modell uppdateras och att en ny modellering genomförs. Diket skulle även kunna tillåtas bräddas till en stadsnära våtmark i den östliga delen vid tillfällena då både ledningsnät och fördröjningsvolym i parkytan ej är tillräcklig. Bräddning skulle kunna ske genom en upphöjd brunn och efterföljande ledning som mynnar i våtmarken.

Genom att i första hand ansluta diket direkt till älven snarare än att leda den via våtmarken till pumpstationen i viadukten minskar sårbarheten för området vid driftstörningar. I den kommande detaljplanen för Lindholmsallén är det viktigt att beakta framtida kopplingspunkter mellan dike och befintliga dagvattenledningar ut till älven. Det är även viktigt att beakta de områden som står inför en framtida separering för att kunna bedöma lämplig reglering av utflödet från diket till ledningsnätet.

För att diket utmed Lindholmsallén ska kunna fungera både som skyfallslösning och reningslösning erfordras att gatan skevas mot diket och således medger ytlig avrinning dit. Med andra ord ska inte flödesbarriärer såsom exempelvis kantsten anläggas som hindrar vattnets väg till diket.

Utformning av diket måste detaljstuderas i kommande planarbete. Diket behöver vara sammanhängande för att skyfallsvolymen ska kunna utnyttjas till fullo. Som utgångspunkt antas att diket ha motsvarande renings- och fördröjningsfunktion som ett svackdike.

Park i väster

Parkytan till väster (A i Figur 27) utnyttjas för rening och fördröjning av dagvatten samt som skyfallsyta. Höjdsättning av marken föreslås enligt bilaga 1. Generellt gäller att parker för dagvatten- och skyfallshantering bör placeras i nedströms ände (lägsta punkten) av ett delavrinningsområde samt att gatustrukturerna ska luta mot denna yta. Genom en sådan höjdsättning kan ytlig avledning ske mot parkytan vid de tillfällena då ledningsnätskapaciteten överskrids.

Ett svackdike antas kräva ett ytbehov på omkring 10% av reducerad area för att få så stor reningseffekt som möjligt. Det innebär att om kvarteren och gatorna norr om Lindholmsallén ska ledas till parkytan A för rening kommer dagvattenanläggningen att kräva större delen av parken i anspråk. Ett svackdike kan enkelt kombineras med skyfallslösningar och kan göras estetiskt tilltalande men är svårare att

kombinera med vistelseytor för människor. Svackdike är en förhållandevis billig lösning men det finns mer yteffektiva lösningar som kan passa om det finns önskemål att utnyttja parken för människor i större utsträckning.

Höjning av Lindholmsallén

Lindholmsalléns befintliga höjder varierar mellan +0m och +2,6 inom området. Lågpunkten ligger i nordöstra delen vid Geelys byggnad. Lågpunkten riskerar att översvämmas med över 20 cm på grund av instängda områden på vägen (illustrerat i Figur 27 nedan) vilket kan skapa problem med hänsyn till tillgänglighet.

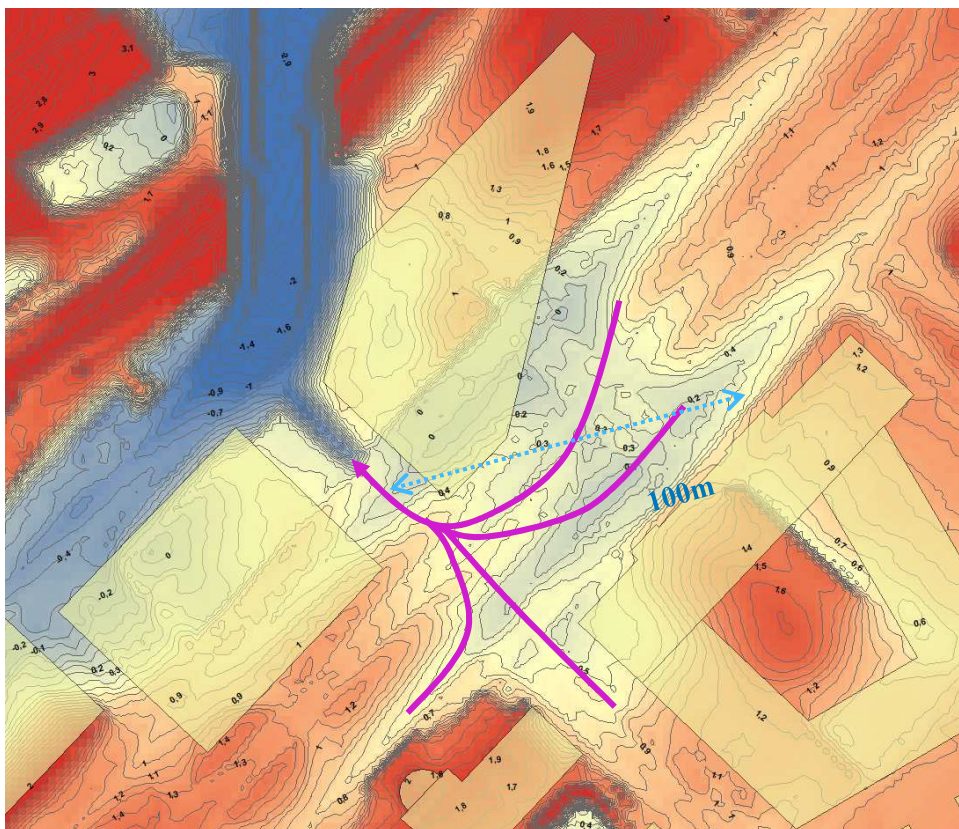
Riktlinjerna från TTÖP:en rekommenderar:

- Att nyanläggning för högprioriterat vägnätstråk och nya utrymningsvägar ska vid skyfall uppnå ett maximalt djup av 0,2 m.
- Att ha 0,2 m marginal till färdigt golv för nya anläggning.
- Att garantera utrymningsvägar till och fram den nya byggnaden. Det kan omfatta både vägar eller GC stråk.
- Att inte försämrå översvämningssituationen för befintliga byggnader.

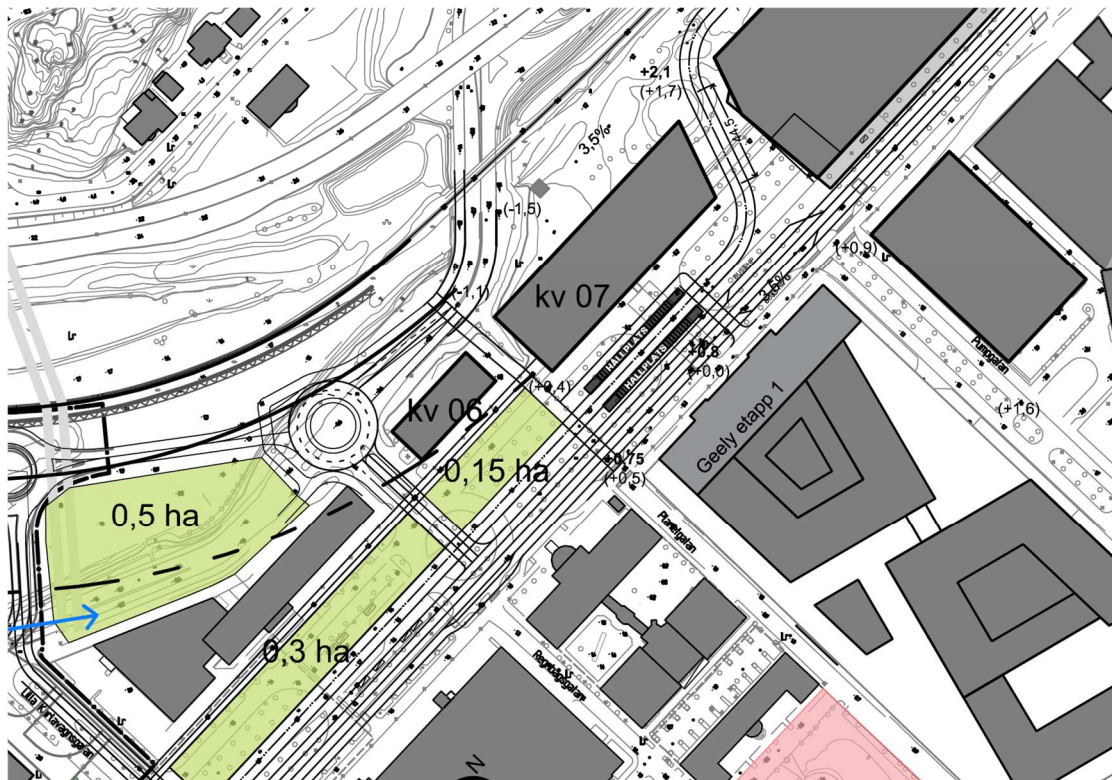
Den föreslagna kvartersstrukturen innebär att byggnader placeras i en lågpunkt. För att området ska kunna höjdsättas utifrån TTÖP:ens riktlinjer behöver området detaljstuderas närmare i kommande skede.

Enligt Göteborgs Stad tekniska handbok, ska gatu- eller vägområdet inte luta mindre än 0,5 %. För lågpunkten i fråga, som är ca 100 m bred, innebär det att det kommer att behövas minst 50 cm höjdskillnad mellan uppströms och nedströms punkt.

Den föreslagna höjdsättningen från ”200303-Lindholmen-S5-struktur.dwg” illustrerat i Figur 29 kommer att lösa skyfallsproblematiken på Lindholmsallén lågpunkten.



Figur 28 Befintlig höjdsättning på Lindholmsallén.



Figur 29: Föreslog höjdsättning på Lindholmsallén (SBK "200303-Lindholmen-S5-struktur.dwg")

6.2 Söder om Lindholmsallén

6.2.1 Dagvattenhantering på kvartersmark

Utöver de lösningar som presenteras i avsnittet ovan kan även kvartersmarken i området kompletteras med ett separat system som leder takvatten direkt från kvarteren till recipienten.

Kvarter och gator som är belägna i direkt anslutning till älven höjdsätts lämpligen för att möjliggöra ytlig avledning direkt ut till älven. Dock krävs alltid att dagvattnet renas och vid behov fördröjs innan det avleds till recipienten.

Luftburna ledningar

I Berlin, som till stor del är anlagt på sumpmark, ligger grundvattennivån mycket högt och där har en lösning valts där vattnet pumpas bort via luftburna rosa ledningar. Ett liknande alternativ för Lindholmen skulle vara möjligt om vattnet från takytorna närmast älven kopplades på ett luftburet system istället för att ledas ner under mark via stuprör. Om vattnet avleds högt och leds med självfall till älven minskar mängden dagvatten som kommer att behöva pumpas ut till älven vid höga

vattenstånd i älven. Det finns möjlighet att utforma ett luftburet system för att återkoppla till Lindholmens varvshistorik.

Ett luftburet system innebär visserligen separata system för hantering av dagvatten från kvartersmark och allmän platsmark men fördelen är att det inte kräver ytterligare pumpning och att renat vatten från kvartersmark inte behöver blandas med smutsigt trafikdagvatten.



Figur 30 Luftburna ledningar i Berlin som leder bort grundvatten till recipient. Bild till vänster från (Bild från webbplats, 2018) bild till höger från (Bild på luftburna ledningar i Berlin, 2018)

6.2.2 Dagvatten och skyfallshantering på allmän plats

Planerad exploatering riskerar att försämra skyfallssituationen för befintliga områden och åtgärder krävs för att minska risken. Befintliga lågpunkter måste kunna anslutas till nya skyfallslösningar, så som skyfallsytor i parkmark.

Skärmbassänger i älven/bassänger

Skärmbassänger byggs upp av skärmar och kan placeras direkt i älven kan vara ett alternativ om det inte finns tillgängliga markytor för dagvattenrening. Skärmarna bildar bassänger som bromsar upp vattnet. Genom att begränsa utflödet till recipienten förlängs vattnets uppehållstid och föroreningar tillåts sedimentera. Anläggningen är fast och kan i vissa fall behöva kompletteras med luftare för extra syresättning av vattnet. Det behövs tillstånd för vattenverksamhet för att anlägga en skärmbassäng i ett vattendrag. Eftersom det kan vara en tidskrävande process är det viktigt att ansökan görs i god tid.

Stockholm Vatten har tagit fram en vägledning kring utformning och dimensionering av skärmbassänger. ”Optimal storlek på skärmbassängen ligger omkring 1,5–2,5 m² kvadratmeter per 100m² hårdgjord tillrinningsyta. Ytbehovet minskar om vattendjupet är större än 1–1,5 m eftersom den totala magasinvolymen då också ökar. Då skärmbassänger ofta är stora och djupa klarar de som regel att ta emot mer extrema flöden utan risk för att slammet ska rivas upp.” (Stockholm Vatten, 2016)

”Med rätt utformning och dimensionering klarar en skärmbassäng att avskilja partikelbundna metaller och partikelbunden fosfor i ungefär samma utsträckning som i en konventionell damm, någonstans mellan 65–90 procent. Den högre procentsatsen gäller i skärmbassänger som även kan fånga finare sediment. Förmågan att avskilja lösta föroreningar är mindre god, men kan förbättras med hjälp av flytande växtbäddar. Växtupptag och mikrobiologisk aktivitet i rotzonen bidrar med fastläggning av lösta föroreningar. De hängande rötterna bromsar dessutom upp vattenflödet vilket bidrar till att finare partiklar kan sedimentera.” (Stockholm vatten, 2018-03-23)



Figur 31. Exempel på skärbassäng under ett trädäck (Foto: Järven Ecotech)

6.3 Kostnads kalkyl

Stora osäkerheter är kopplade både till att uppskatta rimliga kalkyler för dagvattenanläggningar och att hitta en rättvis kostnadsfördelning i de fall då ansvaret för anläggningarna är delat mellan flera parter. Av denna anledning görs därför endast en enklare kostnadsuppskattning.

Både spillvattenpumpstationer och dagvattenpumpstationer kommer anläggas i området. För spillvattenpumpstationer krävs ett markanspråk om ca 100 m² per station och för dagvattenpumpstationer med reservkraft ca 400 m². En spillvattenpumpstation beräknas kosta ca 10 Mkr och en dagvattenpumpstation ca 50 Mkr.

För övriga dagvattenanläggningar används ett schablonvärde om 10 000 kr/m³ dagvattenanläggning. Uppskattningen kommer från samlade erfarenheter från Malmö och Köpenhamn. Detta kan ses som ett medelvärde för anläggningar i urbana miljöer.

6.4 Ansvarsfördelning

Kretslopp och vatten, Trafikkontoret och Park och naturförvaltningen har tillsammans tagit fram en överenskommelse för ansvarsfördelningen kring stadens dagvattenanläggningar. En generell ambition är att undvika småskaliga lösningar utan i största möjliga mån arbeta storskaligt med multifunktionella

lösningar. I Lindholmens planprogram föreslås storskaliga lösningar som kräver en diskussion mellan förvaltningarna för att avgöra ansvarsfördelningen. De föreslagna lösningarna i denna rapport har inte förankrats med övriga förvaltningar och därför kan inte en ansvarsfördelning för respektive anläggning anges. Som tumregel gäller att det som är till nytta för planen ska också bekostas av planen och om det finns strukturella nyttor med lösningar så finns möjlighet till annan finansiering.

Dagvattenanläggningar som tillhör Kretslopp och vatten bekostas av VA-kollektivet. Vissa anläggningar hanterar både dagvatten och skyfall. De delar av anläggningen som krävs för att hantera skyfall ska i så fall inte bekostas av VA-kollektivet.

För skyfallslösningar som utförs vid nyexploatering vars effekt till dominerande del är till för att planen skall uppfylla PBL:s krav att marken skall vara byggbar gäller följande:

- Kostnad för investering av anläggning tas av planen
- Drift och underhållskostnader samt reinvestering av ytan sker av allmän platsförvaltare
- Drift och underhållskostnader av hydraulisk funktion (avledning av vatten till och från anläggning) sker av Kretslopp och vatten
- Om skyfallsanläggning delvis skall användas för dagvattenhantering så tas kostnad för hydraulisk funktion av Kretslopp och vatten (med andra ord, om dagvattenledning och intag byggs enbart för skyfallslösning så skall kostnad för investering ej tas av Kretslopp och vatten) annars tas den av planen

För strukturella åtgärder som har stor betydelse för befintlig stad så fördelas kostnad för investering procentuellt utifrån nytta (görs av Kretslopp och vatten). Andel som har nytta för plan tas av planbudget övrigt tas som utgångspunkt genom äskande som sker via Fastighetskontoret.

6.5 Bortvalda alternativ

Lindholmens planprogram är ett stort planområde som kräver flera olika typer av lösningar för att hantera dagvatten och skyfall. En lösning som passar in norr om Lindholmsallén behöver därför inte per automatik vara lämplig söder om Lindholmsallén. Storskaliga lösningar som kan skapa åtgärdskedjor prioriteras över mindre, lokala lösningar där det är möjligt. Eftersom marken ligger lågt och pumpning är kostsamt väljs i första hand ytliga lösningar som kan minska efterfrågan på pumpar.

I området norr om Lindholmsallén prioriteras lösningar som kan fördröja och om möjligt förbereda för en avledning av dagvatten och skyfall mot älven snarare än till det kombinerade systemet. I området söder om Lindholmsallén prioriteras de lösningar som kan leda vattnet så snabbt som möjligt ut till skärmbassänger eller parker för rening.

6.6 Avsteg

I detta skede har inga avsteg identifierats som måste göras för planprogrammets genomförande.

7 Slutsats och rekommendationer

Under framtagande av dagvatten- och skyfallsutredningen har programrådets utformning förändrats i ett flertal olika skiss-versioner, vilket har ändrat förutsättningarna för dagvatten- och skyfallsförslagen. Föreliggande utredning ska därför ses som ett strikt arbetsmaterial. Framtagna dagvatten- och skyfallsförslag påverkas av följande parametrar:

- Framtida hårdgörningsgrad och typ av bebyggelse
- Placering av bebyggelse
- Gatustruktur
- Utbyggnadsordning

- Höjdsättning

Eftersom framtida gatustruktur i stor utsträckning påverkar var det är lämpligt att förlägga dagvattenledningar och eftersom gatorna ska fungera som ytliga avrinningsvägar vid skyfall är det av stor vikt att gatustrukturen är nästintill fastställd inför en revidering av dagvatten- och skyfallsutredningen. Generellt gäller att parker för dagvatten- och skyfallshantering bör placeras i nedströms ände (lägsta punkten) av ett delavrinningsområde samt att gatustrukturerna ska luta mot denna yta. Genom en sådan höjdsättning kan ytlig avledning ske mot parkytan vid de tillfällen då ledningsnätetskapaciteten överskrids. Först när en gatustruktur är framtagen kan lämpliga ledningsdragningar och anslutningspunkter samt behovet av pumpstationer studeras mer ingående. När lämpliga anslutningspunkter för dagvatten från planerad bebyggelse har fastställts kan en rimlig bedömning av utjämningsbehov inom respektive delavrinningsområde göras.

Genom att göra en dagvatten- och skyfallsutredning i ett programskede finns möjlighet att planera för storskaliga lösningar istället för att göra småskaliga och potentiellt ineffektiva lösningar inom enskilda detaljplaner. För att kunna arbeta med en storskalighet krävs att till exempel en parkyta som i ett programskede utpekats som dagvatten- och skyfallslösning planeras i en tidig detaljplan. Det krävs att ytan utformas med en flexibilitet för att även kunna hantera dagvatten och skyfall från framtida utbyggnader i närområdet.

De föreslagna lösningar som presenteras i rapporten är principiella och kommande utredningar för programområdet och berörda detaljplaner krävs. De föreslagna lösningar som presenteras här ska alltså ses som utgångspunkt för kommande arbete. Varje kommande detaljplan måste utöver det separat utreda möjligheten att uppnå ställda krav inom respektive detaljplanen. Utredningen har fokuserat på skyfall och storskaliga dagvattenlösningar. Ett förslag med sex större lösningar har föreslagits för dagvatten- och skyfallshantering (se Figur 27).

Dagvatten- och skyfallslösningarna som föreslås visar att det finns möjlighet för programområdet att uppfylla de riktlinjer som finns gällande miljö kvalitetsnormer, fördröjning av dagvatten och magasinering av skyfallsvatten. Förutsatt att reningslösningar på kvartermark och allmänplatsmark genomförs bedöms inte möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna påverkas negativt. Med de föreslagna skyfallslösningarna anses programområdet kunna uppfylla TTÖP:ens riktlinjer.

7.1 Föreslagen utbyggnadsordning

För att programområdet ska kunna genomföra storskaliga lösningar krävs en genomtänkt utbyggnadsordning. Därmed krävs att åtgärder längst nedströms i åtgärdskedjan anläggs först, tex. dagvatten- och skyfallshanteringslösningar i park G före utbyggnad av anslutande kvarter. Med detta tillvägagångssätt undviks småskaliga lösningar inom detaljplaner som saknar lämpliga ytor för skyfalls- och dagvattenhantering. Det är av vikt att en yta som planläggs för dagvatten- och skyfallshantering i en tidig detaljplan utformas med flexibilitet för att även kunna inrymma vatten från efterföljande detaljplaner inom programområdet. Prioritering av de detaljplaner som möjliggör en koppling med älven är också av vikt eftersom det skulle kunna gynna avlastningen av det kombinerade nätet till ett separerat och därmed minska belastningen på Ryaverket.

7.2 Fortsatt arbete

Arbetet med Lindholmens planprogram fortgår. För kommande planering är det viktigt att principerna i lösningsförslagen utvecklas och modifieras utifrån ny gatustruktur. Utöver det finns det arbete som inte rymts inom ramen för denna utredning och som måste arbetas vidare med. Nedan följer en lista på exempel på fortsatt arbete.

- En inventering av grundvatten- och dräneringsnivåer i Lindholmen behöver utföras för att identifiera/bekräfta kritiska nivåer. Dessa nivåer behövs för att kunna avgöra när markavvattningen inte längre kommer att fungera pga. havets nivå samt som förberedelse inför planering av älvsyddet.
- De kalkylunderlag som presenteras i rapporten behöver kompletteras utifrån förändrad gatustruktur och föreslagna lösningar.
- Kartering av ledningsnätet ska studeras i kommande program- och detaljplanearbete. I det arbetet ingår även utredning av ledningskonflikter har inte utretts fullt ut i detta skede och är något som behöver göras i kommande plan- och programarbete.
- Rekommendationer för åtgärder för fortsatt arbete. Till exempel drift och skötselplan för dagvattenhanteringen.
- Effekter på framkomlighet till och inom planen vid fortsatt justering av markhöjder.
- Påverkan för markägare
- Det är viktigt att studera höjdförhållanden både på det befintliga dagvattennätet och föreslagna dagvattenlösningar för rening för att det ska kunna fungera med självfall. Det är av stor vikt att detta studeras mer ingående i det fortsatta programarbetet, då gatustrukturen fastslagits.
- Kretslopp och vatten utreder parallellt med denna utredning möjligheterna för en fullständig separering av Lindholmen. Vid en framtida separering skulle de kombinerade ledningarna i Karlavagnsgatan och Polstjärnegatan kunna kopplas till parken i B.
- Ny gatustruktur innebär att höjdsättningen i området behöver ses över och en ny skyfallsmodellering behöver göras utifrån nya förutsättningar.

8 Referenser

- Bild från webbplats.* (den 19 01 2018). Hämtat från A Park med yta för rening av dagvatten och utjämning av dagvattenflöden vid kapacitetsbrist i befintligt nät. Ytbehov för dagvattenrening är ca x m².
- Bild på luftburna ledningar i Berlin.* (den 19 01 2018). Hämtat från A Park med yta för rening av dagvatten och utjämning av dagvattenflöden vid kapacitetsbrist i befintligt nät. Ytbehov för dagvattenrening är ca x m².
- Boverket. (den 10 06 2015). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Hämtat från PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggnig/>
- Cowi. (den 10 03 2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport_160426.pdf?MOD=AJPERES
- DHI. (2018). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker, Lundby-Lindholmen avrinningsområdet*. Kretslopp och vatten.
- DHI. (2018-06-01). *SKYFALLSANALYS DP PUMPSGATAN*.
- 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/pZfB8NAEIV_Sx_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiqpUCvbeNUx1g2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTIbfPhiT1YbFMc
- Göteborgs Stad. (den 31 07 2018). U107K48 - D003 Ö k om samverkan dagvatten Göteborgs stad B.doc.
- Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 09 2018). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se : [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/\\$File/01%20Planhandling.pdf](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/$File/01%20Planhandling.pdf)
- Hydrosense. (2017-12-15 resp 2018-03-19). *Utredningar detaljplanering vid Pumpgatan - Översvämningsrisker och Fördjupad riskbedömning*.
- Kretslopp och vatten. (2016). *Reningskrav för dagvatten*.
- Kretslopp och vatten. (2017). *Dagvattenutredning GEELY*.
- Kretslopp och vatten. (2018). *Detaljplan för skola, verksamheter vid Pumpgatan Etapp 2*.
- Kretslopp och vatten. (2018). *Kompletterande dagvatten- och skyfallsutredning, detaljplan för Linbana mellan Järntorget och Wieselgrensplatsen*.
- Kretslopp och vatten. (2018). *Park för skyfallshantering inom detaljplan för bostäder vid Lindholmshamnen*.
- Kretslopp och vatten. (2017). *Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsplatsen, Lindholmen*.
- MSB. (08 2017). *Vägledning för skyfallskartering, Tips för genomförande och exempel på användning*. Hämtat från MSB: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf>
- Ramböll. (2015). *Systemhandling för dagvattenhantering Lindholmshamnen*. Malmö.
- Ramböll. (2016). *Förstudie, Älvskydd Lindholmen, Dagvatten- och skyfallsutredning*. Göteborg: Älvstranden Utveckling AB.
- Ramböll och Göteborgs Stad. (2017). *Göteborg när det regnar, En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*. Göteborg: Göteborgs Stad Grafiska gruppen.
- Stadsbyggnadskontoret. (2019). *PM Klimatrisker och planeringsprinciper gällande planprogram för Lindholmen*.
- Stadsbyggnadskontoret. (u.d.). *GOKART*. Hämtat från <http://gokart.sbk.goteborg.se/>
- Stockholm Vatten. (2016). *Skärbassänger*. Hämtat från http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skarbassang_h.pdf

- Stockholm vatten. (2018-03-23). *Gröna tak*. Hämtat från http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf
- Sweco. (den 26 03 2018). Konceptversion FloodMan. *Sustainable Flood management Assessment Tool*.
- Sweco. (2019). *påverkan på dagvattensystem från högvattenskydd*.
- Svenskt vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering P105*. Svenskt vatten.
- Svenskt vatten. (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering analys av avloppssystem*. Solna: Svenskt vatten.
- Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt vatten AB.
- Svenskt vatten. (2 2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö: http://www.svensktvatten.se/globalassets/romnat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf
- VISS. (den 20 06 2017). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA33908756>