Förstudie

Älvstranden Utveckling AB

Älvskydd Lindholmen

Dagvatten- och skyfallsutredning

Göteborg 2016-09-30

Älvskydd Lindholmen

Förstudie
Dagvatten- och skyfallsutredning

Datum	2016-09-30
Uppdragsnummer	1320013810
Utgåva/Status	Slutleverans

Uppdragsledare	Tora Lindberg
Specialist dagvatten	Lena Sjögren
Specialist modell	Patrik Glivesson

Ramböll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
Fax
www.ramboll.se

Unr 1320013810 Organisationsnummer 556133-0506

Läsanvisning: omfattning och användning

I Lindholmen pågår en förtätning som medför att många detaljplaner behöver tas fram, vissa för ombyggnad av befintlig byggnad och vissa för utveckling av större områden. Gemensamt för dessa planer är att en dagvattenutredning måste tas fram för respektive plan. En sådan dagvattenutredning ska visa hur ställda krav gällande dimensionering och utformning av dagvattensystemet kan lösas samt hur skyfall hanteras inom planen. För att få ett helhetsgrepp och en strategi för dagvattenhantering som kan vara ett stöd i detaljplaneprocessen för de enskilda dagvattenutredningarna inom Lindholmen, har en övergripande dagvatten- och skyfallsplan tagits fram. Underlag och resultat för dagvatten- och skyfallsplanen beskrivs i denna utredning.

Utgångspunkten för utredningen var att använda det underlagsmaterial som togs fram i Älvskyddsutredningen och att komplettera detta med förutsättningar bland annat gällande utbyggnadsområden, trafiksituation, riktlinjer för dagvatten- och skyfallshantering mm. Uppdraget har bedrivits som en process med flera arbetsmöten för redovisning av sammanställt underlagsmaterial samt för diskussion om förutsättningarna samt om föreslagna åtgärder. Älvstranden Utveckling AB har drivit projektet i samverkan med Kretslopp och Vatten samt med Ramböll som teknisk konsult. I arbetsprocessen har även representanter från Stadsbyggnadskontoret, Park- och Natur förvaltningen, Trafikkontoret och Länsstyrelsen deltagit.

Utifrån ovan nämnda förutsättningar och som resultat från diskussioner i projektets arbetsgrupp har en bild för dagvatten- och skyfallsplanen tagits fram. Bilden visar: Yta för befintlig och framtida pumpstation, yta som översvämmas idag och som kommer att behöva användas som översvämningsyta i framtiden, yta som avsätts för bla skyfallshantering, föreslagen yta för skyfallshantering, plats där åtgärd för att minska översvämningsproblem i instängt område föreslås (t ex justering av befintlig marknivå), skyfallsväg, befintlig eller yta som behöver skapas som skyfallsväg, gata där rening av dagvatten kommer att krävas samt bokstavsmarkeringar som hänvisar till utredningstexten för förklaring.

Det är inte det verkliga ytbehovet för anläggningarna som visas då detta beror på hur djup anläggning som kan utföras på respektive plats samt på hur mycket vatten som till slut, efter förtätningen, med den nya kvartersstrukturen och den i vissa fall nya marknivån kommer att rinna till respektive plats.

Ramböll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
Fax
www.ramboll.se

Unr 1320013810 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1. Bakgrund och syfte 1
2. Uppdraget 1
3. Metod 1
4. Avgränsning 2
5. Förutsättningar 3
5.1 Funktionskrav och riktlinjer för dagvattenhantering 3
5.1.1 Rening av dagvatten 3
5.2 Marknivåer och avrinningsområden 4
5.3 Avloppsvattensystemet 6
5.4 Älvskydd och skyfall 7
5.5 Historisk vattenhantering 9
5.6 Trafik och tillgänglighet 9
5.7 Planerad utveckling 10
6. Problemanalys 11
6.1 Dagvattenhantering vid förtätning i befintlig miljö 12
6.2 Utbyggnad under lång tid 12
6.2.1 Dimensionerande regn 12
6.3 Platt område, lågt beläget och utlopp i Göta älv/havet 12
6.4 Stigande havsyta 13
6.5 Separering av kombinerade system 13
6.6 Rening av dagvatten 14
7. Strategi för dagvattenhantering 14
7.1 Dagvattenhantering vid förtätning i befintlig miljö 14
7.2 Utbyggnad under lång tid 14
7.3 Platt område och utlopp i Göta älv/havet 15
7.4 Stigande havsyta 15
7.5 Separering av kombinerade system 15
7.6 Rening av dagvatten 16
8. Områdesanalys och åtgärdsbehov 16
8.1 Hela området 17
8.1.1 Flöden och volymer för utbyggnadsetapperna 17
8.1.2 Skyfallshantering 18
8.1.3 Dagvattenhantering generellt 18
8.1.4 Dagvattenhantering i gata 19

8.1.5 Dagvatten på kvartersmark ... 20
8.1.6 Rening av dagvatten ... 21
8.1.7 Renoveringsbehov för ledningar ... 21
8.1.8 Pumpstationer ... 22
8.2 Området mellan Lundbyleden och Hamnbanan ... 22
8.3 Väster om Karlavagnsplatsen ... 24
8.4 Karlavagnsgatan ... 26
8.5 DP Karlavagnsplatsen ... 27
8.6 Universitetsholmen ... 27
8.6.1 Dagvattenhantering på Universitetsholmen ... 28
8.6.2 Skyfallet i västra delen av Universitetsholmen ... 28
8.6.3 Skyfallshantering i östra delen av området ... 31
8.6.4 Skyfallshantering i södra delen av området ... 33
8.7 Lindholmspiren ... 36
8.8 Therese Svenssons gata ... 37
8.9 DP Götaverksgatan (Lindholmshamnen) ... 38
8.10 Götaverksgatan ... 38
8.11 Lundbystrand ... 40
8.11.1 Dagvattenhantering i området ... 40
8.11.2 Anders Carlssons gata ... 40
8.11.3 Södra delen ... 43
8.11.4 Östra delen ... 45
8.11.5 Norra delen ... 47
8.11.6 TV-huset ... 51
8.12 Lindholmsallén ... 52
9. Dagvatten- och skyfallsplan ... 55
10. Fortsatt arbete för dag- och skyfallshanteringen i Lindholmen ... 57

Bilagor

Bilaga 1 Höjder, atlaskarta
Bilaga 2 Höjder, höjdangivelser
Bilaga 3 Befintligt avloppssystem
Bilaga 4 Skyfallsberäkning 100-årsregn
Bilaga 5 Stegvis utbyggnad
Bilaga 6 Underlag för beräkningar, utbyggnadsetapper
Bilaga 7 Beräkningar för flöden och skyfallsvolymer
Bilaga 8 Dagvatten- och skyfallsplan

o:\got1\sm\i\2015\1320013810\3_teknik\w\bl&plan\älvskydd lindholmen dagvattenutredning 160930.docx

Älvskydd Lindholmen
Dagvatten- och skyfallsutredning

1. Bakgrund och syfte

I Lindholmen pågår en förtätning som medför att många detaljplaner behöver tas fram, vissa för ombyggnad av befintlig byggnad och vissa för utveckling av större områden. Gemensamt för dessa planer är att en dagvattenutredning måste tas fram för respektive plan. En sådan dagvattenutredning visar hur ställda krav gällande dimensionering och utformning av dagvattensystemet kan lösas samt om hur skyfall hanteras inom planen.

För att få ett helhetsgrepp och en strategi för dagvattenhantering som kan vara ett stöd i detaljplaneprocessen för de enskilda dagvattenutredningarna, har framtagandet av en övergripande dagvatten- och skyfallsplan föreslagits. Underlag och resultat för denna dagvatten- och skyfallsplan beskrivs i denna utredning.

2. Uppdraget

Uppdraget omfattar att, som tillägg till förstudien av älvskydd för Lindholmen, ta fram en dagvattenutredning vilken ligger till grund för en dagvatten- och skyfallsplan samt att ta fram ett förslag till dagvatten- och skyfallsplan för Lindholmen. En skyfallsmodell har tagits fram i ett parallellt uppdrag, där konsekvenserna av extrem nederbörd analyseras. I denna dagvattenutredning analyseras hantering av flöden och vattenvolymer som genereras vid de nederbördssituationer som Kretslopp och Vatten samt Svenskt Vattens P110 kräver ska kunna hanteras på kvartersmark respektive på allmän platsmark. Förslag till åtgärder diskuteras och ett förslag till dagvatten- och skyfallsplan redovisas. Förutsättningen är att dagvattenhanteringen ska fungera både innan och efter utbyggnad av älvskydd, både för högvattentoppar och för en framtida högre havsvattennivå.

3. Metod

Uppdraget startades i maj 2015 med avsikt att få en samlad bild över dagvattenhanteringen istället för att utreda detta i varje enskild detaljplan. I och med att skyfallet oftast inte kan hanteras fullt ut inom respektive detaljplan har även det studerats. Utgångspunkten för utredningen var att använda det underlagsmaterial som togs fram i Älvskyddsutredningen och att komplettera detta med förutsättningar bland annat gällande utbyggnadsområden, trafiksituation, riktlinjer för dagvatten- och skyfallshantering mm. Uppdraget har bedrivits som en process med flera arbetsmöten för redovisning av sammanställt underlagsmaterial samt för diskussion om förutsättningarna samt om föreslagna åtgärder. Älvstranden Utveckling AB har drivit projektet i samverkan med Kretslopp och Vatten samt med Ramböll som teknisk konsult. I arbetsprocessen har även representanter från Stadsbyggnadskontoret, Park- och Natur förvaltningen, Trafikkontoret och Länsstyrelsen deltagit.

Under uppdragets gång har diskussioner först med berörda förvaltningar i syfte att hitta en gemensam strategi för dagvattenhanteringen. Resultaten från dessa diskussionen redovisas också i detta dokument.

Följande arbetsmoment, presenterade i kronologisk ordning, har genomförts i gällande arbetet med framtagande av dagvatten- och skyfallsplanen:

- Insamling och studie av tidigare framtagna utredningar samt kompletterande underlag
- Framtagande av kartbilder utifrån erhållet underlag
- Redovisning av kartbilder och förutsättningar samt diskussion om kriterier och riktlinjer för dagvattenhantering
- Delområden för gemensam dagvattenhantering identifieras och dagvattenlösning studeras
- Förslag till riktlinjer och kriterier för dagvattenhantering erhölls från Kretslopp och Vatten och inarbetas som förutsättning
- Ett urval dagvattenlösningar dimensioneras och höjder studeras
- Skyfallssimuleringen uppdateras enligt nu gällande modellbeskrivning i Göteborg. Resultatet presenteras på uppdaterade kartbilder.
- Redovisning av dagvatten- och skyfallsplanen består av dagvatten- och skyfallsplansbild
- Redovisning av förutsättningar, underlag, beräkningar, analyser sker i Dagvattenutredningen för dagvatten- och skyfallsplan

Parallellt med projektet har arbetet med vissa av utbyggnadsområdenas detaljplaner pågått. Likaså har Förslag till Översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker (TÖP) tagits fram. Samråd har skett för de pågående detaljplanerna och riktlinjerna i TÖP har arbetats in i så stor omfattning det varit möjligt med begränsningar i tid och med geografisk begränsning av utredningsområdet.

4. Avgränsning

Den geografiska/planmässiga avgränsningen av området är densamma som i huvuddokumentet ”Älvskydd Lindholmen” daterad 2015-09-25”. Höjddata som täcker ett större område har dock analysterats för att få med inströmning och utströmningsområde till det planmässiga området.

Gällande avgränsning i omfattning av analys har detta uppdrag inte värderat de byggnader eller de verksamheter som finns i byggnader som riskerar att drabbas av inrinnande vatten vid skyfall, med undantag för byggnader som innefattar samhällsviktiga funktioner.

5. Förutsättningar

Befintliga förhållanden gällande geotekniska och geohydrologiska förhållanden framgår av huvuduppdraget ”Älvskydd Lindholmen” daterad 2015-09-25.

5.1 Funktionskrav och riktlinjer för dagvattenhantering

Allmänna principer som gäller för dagvattenhantering och skyfallshantering i Lindholmen har tagits fram av Kretslopp och Vatten:

- Hantering av skyfall ska i första hand ske på allmän platsmark. Den totala vattenvolymen som ska få plats är den sammanlagda vattenvolymen som vid ett 100-årsregn, med klimatfaktor, blir stående på ytor
- Rimliga lutningar och djup för respektive dagvatten/skyfallslösning eftersträvas
- Dagvatten till det kombinerade nätet begränsas
- Historisk vattenhantering, t ex kulverterade vattendrag, kan användas för att bestämma var vattenstråk kan gå
- P110 gäller för dimensionering och stadens funktionskrav
- Fördröjningskrav kvartersmark är 10 mm/m2 hårdgjord yta alternativt mycket trögt system
- Samutnyttjande av ytor ska prioriteras
- Dagvatten ska renas från hårt nedsmutsade ytor, t ex nya gator och parkeringsytor. Rening integreras i nya gatusektioner

Funktionskrav som gäller med avseende på skyfallshantering är också de mål som satts upp i TÖP (tematiskt tillägg för översiktsplan), se *Figur 1*.

FUNKTION/ SKYDDSOBJEKT	DIMENSIONERANDE HÄNDELSE/SÄKERHETSMARGINAL		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnader – nyanläggning	0,5 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet	Max djup 0,2 meter		
Framkomlighet Räddningstjänst	Max djup 0,5 meter		

Figur 1. Utdrag från mål för skyfallshantering från TÖP (tematiskt tillägg för översiktsplan)

5.1.1 Rening av dagvatten

Miljöförvaltningen i Göteborgs Stads riktvärden för utsläpp av förorenat vatten gäller för såväl kvarters- som allmän platsmark. Åtgärder för dagvattenrening inarbetas vid nybyggnation och ombyggnation.

Generell arbetsgång gällande föroreningar i dagvatten vid planering och projektering:

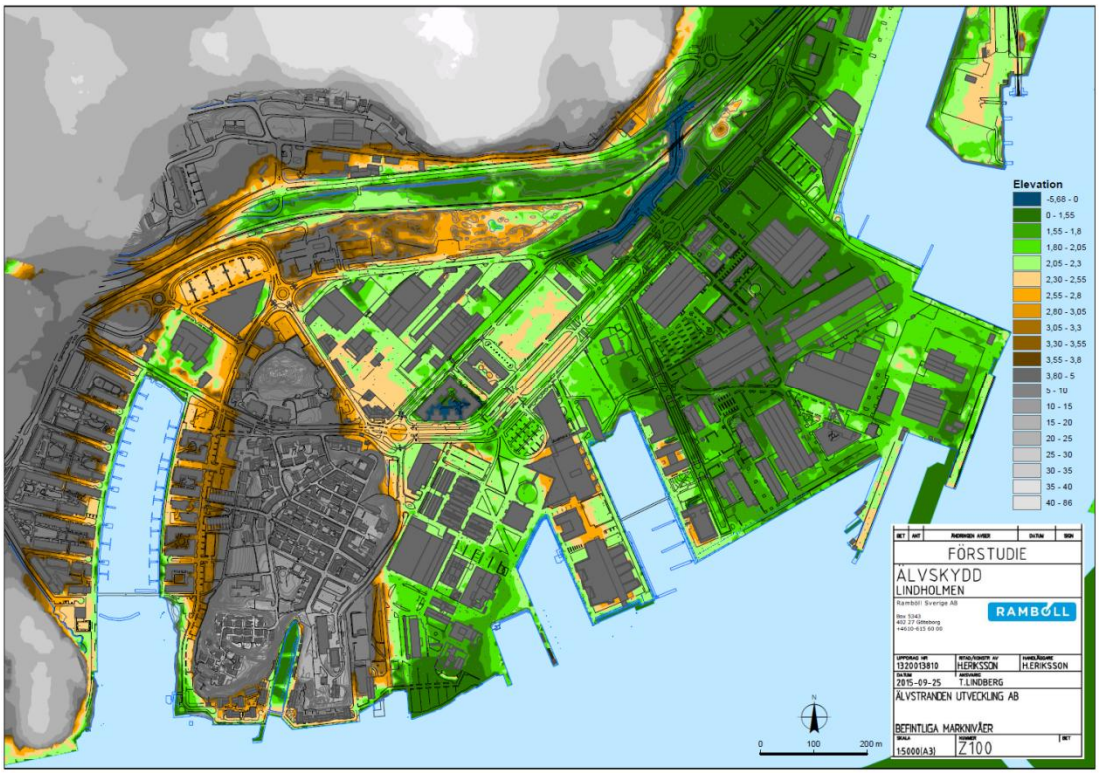
- Uppskattning av föroreningsbelastning till recipienten före/efter exploatering.
- En jämförelse mellan markanvändningens bidrag före och efter exploatering tas fram.
- Resultaten ska utgöra underlag för reningsbehov. MF:s riktvärden används som en referens att förhålla sig till. För känsliga recipienter ska lösningar där koncentrationer i utgående vatten ligger nära riktvärdena. För mindre känsliga recipienter, som Göta älv, ska utspädningsfaktorn tas med i beräkning.
- Kontrollberäkningar efter rening jämförs med den målnivå som har valts.

Gällande utsläpp till Göta Älv kan det vara mer rimligt att hålla sig under 2*riktvärden. Specifika bedömningar krävs i respektive projekt.

För dagvatten- och skyfallsplanen är utgångspunkt att dagvatten främst ska renas från hårt nedsmutsade ytor, t ex nya gator och parkeringsytor och att rening integreras i nya gatusektioner.

5.2 Marknivåer och avrinningsområden

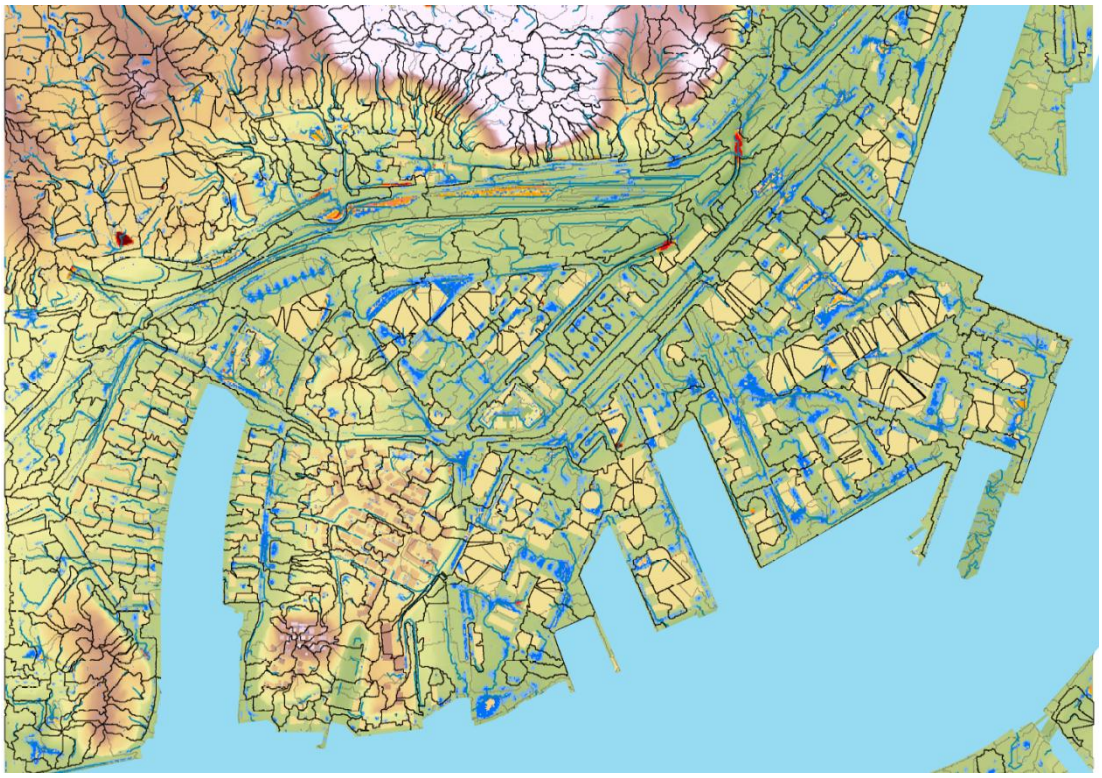
Större delen av Lindholmens marknivå ligger på runt +0,5 till +2,3. De flesta gator har flera lågpunkter och högpunkter längs sin sträckning och ingen gata lutar i sin helhet ut mot älven. I Figur 2 visas Lindholmens marknivåer illustrerade med färgfält och i Figur 3 med översiktligt redovisade plushöjder (RH2000). Figurerna visas även i bilagorna 1.1 och 1.2.



Figur 2. Befintliga marknivåer illustrerade med intervall där +2,3 (ljusgul färg) är skyddsnivå för älvskyddet. bilaga 2

Figur 3. Plushöjder översiktligt redovisade över hela området. bilaga 2

På grund av de små nivåskillnaderna inom området sker ytavvattningen till lokala lågpunkter. I Figur 4 visas lokala avrinningsområden som tagits fram genom en analys av höjddata. Bilden förtydligar hur ytavrinningen i första hand sker i området.



Figur 4. Avrinningsområden framtagna genom en höjdanalys i området.

5.3 Avloppsvattensystemet

Dagvatten avleds till största delen via dagvattenbrunnar till ledningssystem.

Från ungefär 2/3 av Lindholmen leds dagsystemet från allmän platsmark till Göta älv (separerat avloppssystem) och från resten av området leds dagvattnet till spillvattensystemet (kombinerat system). Det kombinerade systemet och det separerade spillvattensystemet leds till största delen till pumpstationen vid Herkulesgatan. En dagvattenpumpstation finns i Pumpgatans förlängning. Kretslopp- och Vatten äger huvudledningssystemet som ligger på allmän platsmark.

Dagvattnet från kvartersmark ansluts till viss del till huvudledningssystemet men till stor del har dagvattensystemen egna utlopp i Göta älv. En del av området väster om Götaverksgatan ansluts till kombinerad ledning.

I Figur 5 visas separerat och kombinerat avloppssystem. Se även bilaga 3. Kartan bygger på erhållet ritningsunderlag som inte bekräftats genom inventering.

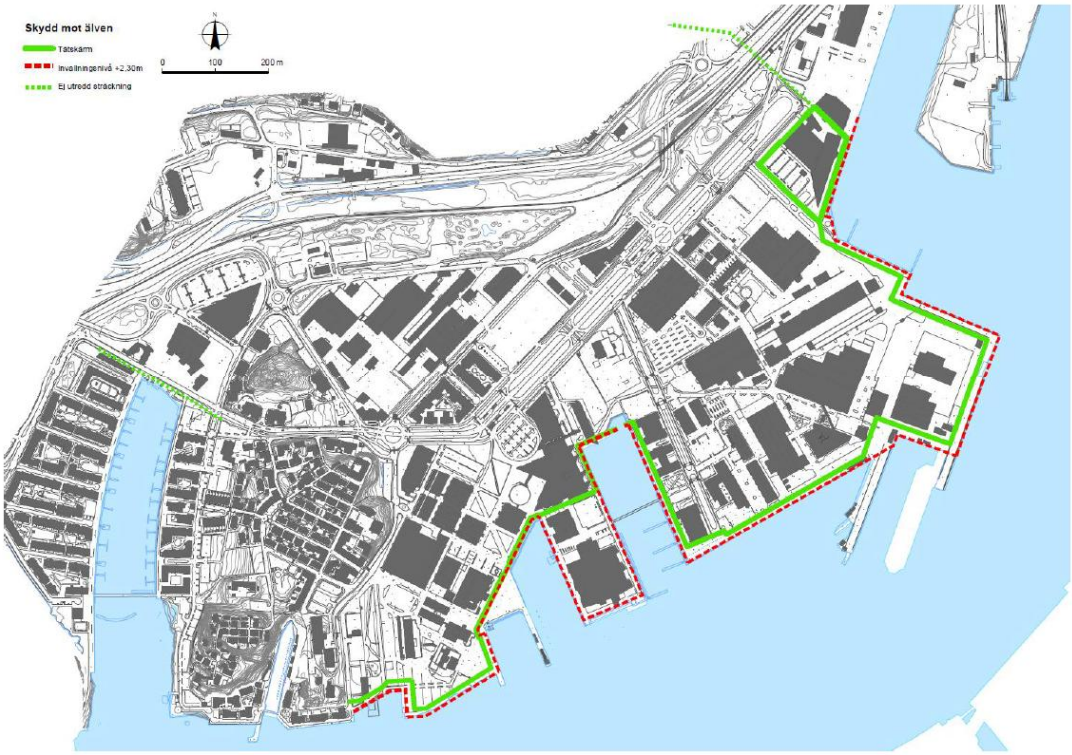
Figur 5. Översiktlig beskrivning av var separerat och icke separerat avloppssystem finns.

Dagvattensystemet är utbyggt under en längre tidsperiod och är sannolikt dimensionerat för olika regn beroende på när det är byggt eftersom dimensioneringsreglerna har ändrats. De separerade dagvattenledningarna är dimensionerade för ett 2-, 5- eller 10-årsregn. Det finns planer på att separera kombinerade system i samband med utveckling av delarna av området.

Dagvattensystemets status och kapacitet kan vara påverkat av att området består av fyllnadsmassor och därför är mycket sättningsbenäget.

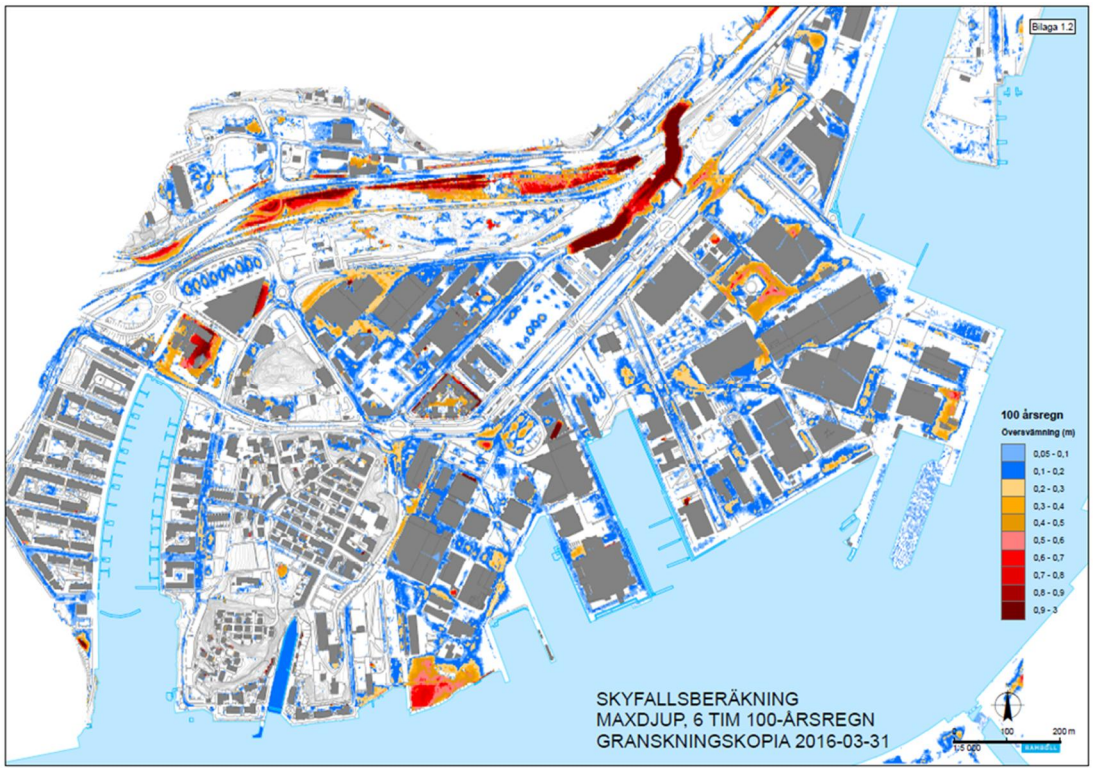
5.4 Älvskydd och skyfall

Under 2015 gjordes en förstudie över utformning och placering av ett älvskydd för Lindholmen, se Figur 6.



Figur 6. Bild över föreslagen sträckning för älvskydd (Ramböll 2015). Grön heldragen linje visar föreslagen tätskärm, röd streckad linje linje är föreslagen invallningsnivå +2,30 och grön prickad linje visar ej utredd sträckning för tätskärm.

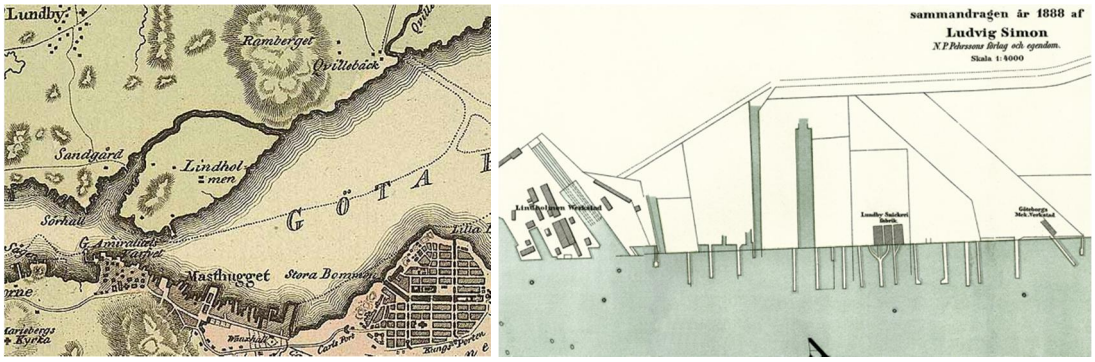
I samband med älvskyddsutredningen togs även en skyfallsutredning fram främst för att visa hur Lindholmen påverkas av skyfall när älvskyddet är byggt. Sedan utredningen togs fram har dimensionerande regn ändrats och skyfallsberäkningarna har därför uppdaterats. Modellen utgår från Skyfallsanalys Göteborg – Utredning av marköversvämning vid extrema regn för Göteborgs stad, DHI 2015, med undantag av att upplösningen i höjddata i aktuell utredningsmodell är 2x2 m. Resultatet från den uppdaterade skyfallsberäkningen visas i Figur 7 och bilaga 4.



Figur 7. Skyfallsberäkning maxdjup, 6 tim 100-årsregn.

5.5 Historisk vattenhantering

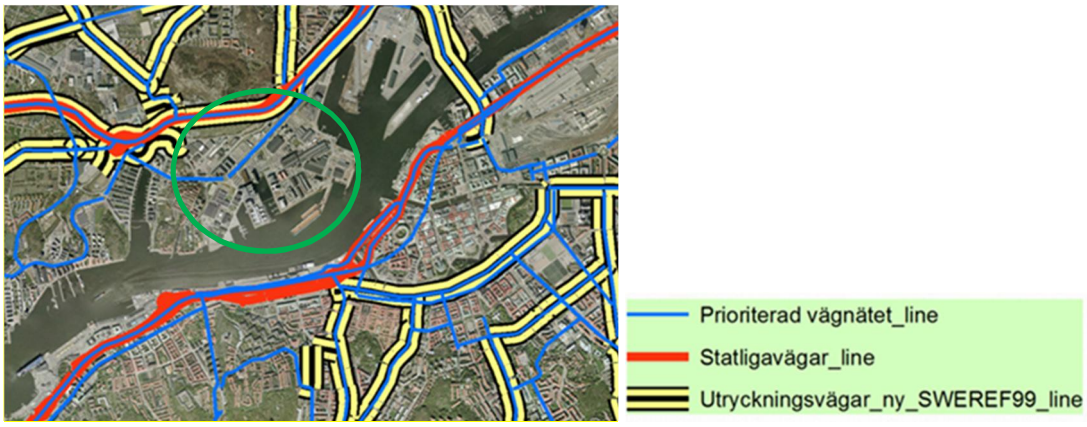
Lindholmen som den ser ut idag är till största delen utfyllt område. Förutom dockorna har det inte funnits några historiska vatten i området (se Figur 8).



Figur 8. Historiska bilder som visar Lindholmen. Till vänster Göteborg 1809 och till höger Lindholmen 1888.

5.6 Trafik och tillgänglighet

Räddningstjänsts utpekade utryckningsvägar samt övriga prioriterade vägar i området visas i Figur 9. Inne i Lindholmen är det endast Lindholmsallén som är prioriterad i dagsläget. Räddningstjänsten kräver max 0,5 m vattendjup på sina prioriterade vägar vid skyfall och att det ska finnas vägar med max 0,2 m vattendjup till varje område. De vägar som inte är kritiska kan användas som skyfallsvägar med mer vatten så länge riskbedömning tillåter detta.



Figur 9. Prioriterade vägar (Göteborgs stad 2016). Lindholmen är inringad med grön ring.

Trafikbelastningen varierar idag mycket inom området från under 1000 fordon per dygn (f/d) på de mindre lokalgatorna till nästan 50000 f/d på Lundbyleden. Lundbyleden, Karlavagnsgatan, Polstjärnegatan, Lindholmsallén och Götaverksgatan har uppmätt över 6000 f/d.

I och med att flera av gatorna planeras byggas om i samband med utvecklingen av området och i och med den nya anslutningen över eller under älven, kommer trafiksituationen förändras. En ökning på vissa gator kommer att ske medan andra kommer att bli ännu tydligare lokalgator med lägre trafik.

5.7 Planerad utveckling

Älvstranden Utveckling har många planer för utveckling av Lindholmen. Utvecklingen är uppdelad i etapper. Planerad utveckling i Lindholmen och i direkt anslutande områden visas i Figur 10 och bilaga 5.

Figur 10. Etapputbyggnad för Lindholmen (rött=Steg 1, orange=Steg 2 och gult=Steg 3). Grönt avser parkmark (SBK 2016-06-13).

6. Problemanalys

I Lindholmen kommer ombyggnad och förtätning att ske vilket medför möjligheter att bygga en hållbar dagvatten- och skyfallshantering men det faktum att området är bebyggt och ska förtätas medför även problem, t ex att fler hårdgjorda ytor skapas och att befintliga ytor för dagvatten och skyfallshantering byggs bort. En målsättning är att minska och till slut helt få bort dagvattnet från det kombinerade systemet.

Ett antal problemställningar som berör dagvatten- och skyfallshanteringen i Lindholmen har identifierats:

- Område som förtätas
- Utbyggnad under lång tid
- Platt, lågt beläget område
- Utlopp i Göta älv/havet
- Stigande havsyta
- Separering av kombinerade system
- Rening av dagvatten

6.1 Dagvattenhantering vid förtätning i befintlig miljö

För dagvattenhantering i samband med förtätning av befintlig miljö är det utrymmet och konflikten mellan olika intressen för användning och gestaltning av miljön som är de största frågorna.

Dagvattenhantering tar plats om man vill ha öppna system och en genomtänkt gestaltning krävs för att utforma dagvattenanordningarna. Att hitta mångfunktionella lösningar är i princip ett måste i en miljö som förtätas. Även ledningar för dagvattenhantering kräver utrymme i samband med byggnation samt för drift och underhåll.

Skyfallshanteringen i en förtätad miljö kräver också plats för vattnet att samlas på tillfälligt och/eller vägar vattnet kan ledas på.

6.2 Utbyggnad under lång tid

Eftersom utbyggnaden av de olika etapperna sker under lång tid, kan en del av utbyggnaden av områden kräva att man redan för en viss etapp löser dagvatten- och skyfallshanteringen för en etapp som kommer senare.

6.2.1 Dimensionerande regn

Lindholmen och dess dagvattensystem har byggts ut under en lång tid och under den tiden har dimensioneringsnormerna sett olika ut. I Svenskt Vatten P28, som kom 1976, framgår att dimensionerande återkomststid för dagvattensystem (ej instängda områden) är 1-2 år. För samma yta kan dimensionering för ett 10-årsregn med klimatfaktor (Svenskt Vatten P110, 2016) gälla idag. En illustration över skillnaden mellan de olika regnintensiteterna för olika dimensionerande regn visas i Tabell 1.

Tabell 1. Regnintensiteter som befintligt dagvattensystem troligen dimensionerats för genom åren, utan klimatfaktor, och regnintensiteter med klimatfaktor som används för beräkningar i planering av Lindholmen.

Dagvattendimensionering	Regnintensitet l/s*ha (10 min)
2-årsregn utan klimatfaktor	134
5-årsregn utan klimatfaktor	181
10-årsregn utan klimatfaktor	228
10-årsregn med klimatfaktor 1,25	285
30-årsregn med klimatfaktor 1,25	410
100-årsregn med klimatfaktor 1,25	611
500-årsregn med klimatfaktor 1,25	1043

6.3 Platt område, lågt beläget, och utlopp i Göta älv/havet

Avledning av dagvatten i ett platt område ger djupa huvudsystem i förhållande till omgivande mark för att självfall ska erhållas på så stor del av systemet som möjligt. Vid ytlig avledning, i och till öppna system, måste man därför studera hur djupa system som kan tillåtas. Alternativet att lyfta vattnet genom pumpning finns men det ger ett system som kräver mer drift än ett självfallssystem.

Stora delar av Lindholmen ligger på ca +2,0 eller lägre. Delområden ligger lägre än +1.0 och underfarter så lågt som -2,7. Med utlopp genom självfall i Göta älv till älvens medelvattenyta står dagvattensystemet till vissa delar alltid dämt idag. Dagvattnet rinner ut genom dagvattensystemet genom att vattnet trycks ut i den lägre liggande recipienten (principen för kommunicerande kärl). När recipientens nivå är högre än de lägst liggande dränvattenanläggningarna kommer dessa inte längre fungera och lågpunkter i dagvattensystemet kommer inte längre att avvattnas. Man kan säga att det dämda systemet då når sin kritiska vattennivå.

Ett dämt ledningssystem är vanligt förekommande i kust- och sjönära miljöer och fungerar så länge vattnet har en medelvattennivå som ligger under anslutna dräneringssystem i området. Öppna system som är djupare än medelvattennivån i systemet kommer att få/ha en vattenspegel. Fördröjningsvolymer kommer i de fallen behöva rymmas ovan medelvattenytan vilket gör att vattenytan tillfälligt stiger när fördröjningsvolymen utnyttjas, även uppströms i anläggningen. Idag pumpas redan några av dagvattensystemen i Lindholmen ut i älven.

Ytavvattning sker inom Lindholmens plattare delar i små lokala avrinningsområden, oftast så små att de avvattnas till en dagvattenbrunn. De lokala lågpunkterna är ofta inte mer än någon decimeter djupa. Översvämningsvatten från skyfall samlas i de lokala lågpunkterna på hela ytan och vid stor nederbörd sprids vattnet. I och med de små höjdmarginalerna i platta områden är trånga sektioner, där vattnet har svårt att sprida sig på ytan, särskilt utsatta översvämningsområden. I dessa områden riskerar byggnader och andra känsliga anläggningar att översvämmas vid skyfall.

6.4 Stigande havsyta

Förberedelser för en stigande havsyta pågår genom planering av älvskyddet. Älvskyddet kommer att fungera både som skydd mot älvens vatten som översvämmar på ytan samt mot vatten som tränger in i området via marken.

Den kritiska vattennivån (se förklaring under 6.3) i ett dämt dagvattensystem beror dels på hur dagvattensystemet är utformat och dels på hela områdets dräneringsnivå. Det kan t ex finnas fördröjningsanläggningar som blir dämda när havets yta stiger och särskilda lågpunker som inte kan avvattnas. Dessa enskilda delar i systemet kommer att behöva lösas lokalt om man inte väljer att pumpa det dämda systemet från början.

Dräneringssystem finns för hårdgjorda ytors överbyggnader, terrassdränering, och för vissa byggnader. Generellt sett ligger terrassdräneringen på ca 1 m djup under markytan och ansluter till dagvattensystemet i området med självfall. När medelvattennivån i havet har stigit så att dessa dräneringar inte längre kan avleda dräneringsvatten utan riskerar att bli dämda, måste hela dagvattensystemet pumpas. Om det inte pumpas riskerar man skador på hårdgjorda ytor. Marknivån i Lindholmen ligger till största delen på mellan +1 och +3 vilket innebär att det redan idag finns risk för dämning i de lägre delarna av dräneringssystemet på grund av havsnivån där utloppen inte redan pumpas.

6.5 Separering av kombinerade system

I delar av området finns fortfarande kombinerade avloppssystem där dagvattnet i onödan belastar spillvattenreningsverket. För framtida planering är utmaningen att hitta sätt att

utforma dagvattenlösningar som inte kräver att nya stora ledningssystem behöver anläggas och hur systemet utformas för att inte bli mycket djupt.

6.6 Rening av dagvatten

Den enskilt största källan till föroreningar i dagvatten är trafiken, som står både för direkt tillförsel av föroreningar i det vatten som avrinner från vägbanor, parkeringsplatser m.m. och för diffusa utsläpp i form av atmosfäriskt nedfall. För enskilda ämnen och i specifika områden kan andra källor dominera. Utöver trafikerade ytor och bostadsområden, finns ytor som kan klassas som industrimark.

Föroreningar i dagvatten föreligger till största delen i partikelform. Stockholms Stad uppskattar att cirka 75 % av metallerna från trafiken och den övervägande delen av fosfor och PAH förekommer i partikelform. Koppar och zink som avges från exponerade metallytor antas förekomma uteslutande i löst form. Kväve förkommer också i större utsträckning i löst form än fosfor på grund av de lösta fraktionerna nitrat och ammonium.

I Lindholmen finns inga industrier som orsakar förorening utan trafiken är den största källan för föroreningar i dagvattnet. Dagvattensystemet är idag uppbyggt för avledning av dagvatten via dagvattenbrunnar till ledningar och mycket lite dagvatten leds ut över gräsytor, annan typ av växtbädd, krossfyllda magasin eller till annan typ av anläggning som renar vattnet. I planering för framtiden är utmaningen att hitta dagvattenlösningar som också renar vattnet.

7. Strategi för dagvattenhantering

För att möta de problem gällande dagvattenhantering som identifierats föreslås en övergripande strategi. Denna i kombination med en områdesspecifik analys med förslag till åtgärder mynnar i en dagvatten- och skyfallsplan. Den områdesspecifika analysen beskrivs i kapitel 8 och dagvatten- och skyfallsplanen beskrivs i kapitel 9.

7.1 Dagvattenhantering vid förtätning i befintlig miljö

När en förtätning äger rum kommer det inte mer nederbörd än det skulle ha gjort om området inte förtätades. Däremot ökar avrinningen genom att fler ytor hårdgörs eller för att hårdgörandegraden på redan hårdgjorda ytor ökar, t ex om en byggnad anläggs där det tidigare varit en stensatt yta.

Intresset för de ytor som kan ta omhand dagvatten gör att *mångfunktionalitet* gällande ytanvändningen är nödvändig. Även under marken och på anläggningar och eventuellt på byggnader kan mångfunktionalitet vara nödvändig för att alla funktioner ska rymmas.

Dagvattnet ska ses som en *resurs* i området. Ett exempel på användningsområde är bevattning, t ex att regnvattnet samlas upp för senare användning eller genom att vattnet leds till växtbäddar och trädgropar.

7.2 Utbyggnad under lång tid

För att uppnå en hållbar dagvattenhantering som fungerar även om utbyggnad sker under lång tid tas en *dagvatten- och skyfallsplan* fram. dagvatten- och skyfallsplanens syfte är

att fånga in åtgärder för att säkerställa dagvatten och skyfallshanteringen i området så att de kan samordnas med respektive planarbeten och följa med i varje steg från planprocess till färdigt område.

7.3 Platt område och utlopp i Göta älv/havet

För planering för framtiden i den platta miljön behöver dagvattenlösningar tas fram som både tar hand om ”vardagsdagvattnet” och skyfallet med *rimliga lutningar och djup* för respektive dagvatten/skyfallslösning, där *pumpning undviks så långt det är möjligt*.

7.4 Stigande havsyta

Området ska skyddas mot högvattentoppar och på sikt mot stigande havsyta. Skyddet kommer även att hindra vatten inifrån området från att komma ut. *Utflödet från dagvatten och skyfall måste möjliggöras* och *en balans för grundvattennivån måste skapas*.

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 älvskyddet.

På utlopp från dagvattensystem som mynnar i älven med självfall måste *bakvattenstopp* sättas för att förhindra stigande vatten från älven. Bakvattenstoppen hindrar tillfälliga högvattentoppar i havet men hindrar inte att vattennivån i dagvattensystemet höjs med en höjning av medelvattenytan i havet och älven. Dagvattennivån i ett dämt system behöver vara högre än recipientens vattennivå för att dagvatten ska kunna tryckas ut.

När älvskyddet är utbyggt och havets medelvattennivå stigit krävs *permanent pumpning* av hela dagvattenssystemet och dräneringssystemet, annars kommer systemet att stå dämt högt upp i ledningarna och till och med upp i marknivå på de lägst liggande platserna. Befintliga pumpstationer kan behöva dimensioneras om för att klara tillkommande flöden och nya pumpstationer kan behöva tillkomma.

7.5 Separering av kombinerade system

Dagvatten till det kombinerade nätet bör begränsas och *separering av de kombinerade näten eftersträvas*.

Att använda befintliga kombinerade ledningar till dagvattenledningar och bygga nya spillvattensystem är ett alternativ i arbetet med att separera kombinerade avloppssystem. En fördel med att använda de befintliga kombinerade ledningar är att de redan ligger där medan nackdelen är att ledningarna inte har tillräcklig kapacitet och att ett nytt spillvattensystem troligen behöver byggas djupare än dagvattnet. Nya utlopp behöver byggas som troligen behöver pumpas ut i älven alternativt till stor del stå dämda.

Alternativet är att bygga helt nya dagvattensystem där det idag bara finns kombinerat system. Det nya dagvattensystemet bör vara en kombination av fördröjningsanordningar och ledningssystem som avleder vattnet till älven. Fördröjningen av vattnet minskar dimensionerna på huvudsystemet och renar dagvattnet beroende på utformningen.

7.6 Rening av dagvatten

Dagvatten från hårt trafikerade gator eller ytor vars verksamhet bidrar till särskilda föroreningar i dagvattnet, bör renas innan utlopp i recipienten. Vattnet renas så nära källan som möjligt.

Mångfunktionella lösningar eftersträvas i första hand, t ex att reningsanläggningen också fördröjer dagvattnet och där vattnet kan användas som resurs i området. Exempel på sådan anläggning är fördröjningsmagasin i form av dammar, diken eller underjordiska krossfyllda magasin som även kan ha koppling till växtbäddar. Tekniska lösningar kan användas när möjligheten till mångfunktionell lösning inte finns. Ex på teknisk lösning är brunnsfilter och filterbrunnar. Anläggningen ska alltid planeras för minimal drift och minimal driftsstörning för omgivande verksamheter, särskilt med hänsyn till kollektivtrafiken.

8. Områdesanalys och åtgärdsbehov

I detta kapitel analyseras området, dels hela området och dels olika delar med utgångspunkt från utbyggnadsetappernas omfattning, se Figur 11 och bilaga 6.

Figur 11. Utbyggnadsetapperna med numrering som hänvisar till flödes- och skyfallsvolymberäkningarna samt till områdesanalysen.

8.1 Hela området

För hela området har några problemställningar analyserats övergripande som t ex behov av fördröjning, generell skyfallshantering, generell dagvattenhantering, rening av dagvattnet och renoveringsbehov av ledningar.

8.1.1 Flöden och volymer för utbyggnadsetapperna

För att få en uppfattning om hur mycket dagvatten och skyfallsvatten som befintligt system kan leda bort från respektive område har flödesberäkningar gjorts. Beräkningarna bygger på antagandet att de befintliga systemen har en kapacitet som motsvarar flödet vid ett 10 min, 2-årsregn. Beräkningar har också gjorts för respektive utbyggnadsetapp för de dimensionerande regnen enligt P110, 10 min 10-års- (fylld ledning, centrumbebyggelse) respektive 30-årsregn (max trycknivån får ej överstiga marknivån) med klimatfaktor 1,25. Vidare har 10 min 100-årsflödet också beräknats för att visa skillnaden mellan skyfallsflöden och de dimensionerande flödena.

Gällande skyfallsvolymer som behöver kunna tas omhand i respektive utbyggnadsetapp kan detta studeras på olika sätt. Dels kan volymer tas fram med resultatet från skyfallsmodellen. I det fallet får man en god uppfattning om hur mycket vatten som samlas i området, med nuvarande marknivåer. I samband med utbyggnaden i Lindholmen kommer skyfallsvägar förändras, dels genom att bebyggelsen förändras och dels genom att nya gator och platser anläggs. Byggnader utgör hinder för vattnet och gatorna och platser kan leda och samla vattnet. Marknivån kommer troligen också förändras med den nya bebyggelsen vilket gör att ytavrinningen inte längre kommer att kunna ske på samma sätt som idag. I och med att stora delar av Lindholmen är relativt platt kommer skyfallsvattnet, om man inte gör mycket stora förändringar i markens nivå, behöva tas omhand nära det område där det faller. För att kunna analysera hur ytavrinningen kommer att se ut efter utbyggnad av området behövs både en kvartersstruktur och planerade marknivåer. I alla utbyggnadsetapper, utom i detaljplanerna för Karlavagnsplatsen och Lindholmshamnen/Götaverksgatan, finns detta underlag inte framtaget ännu. Istället har skyfallsvolymer tagits fram med utgångspunkten att det vatten som faller i respektive utbyggnadsetapp kommer att behöva hanteras där och att avtappningen av skyfallet görs till det befintliga ledningssystemet, alltså med ett utloppsflöde som motsvarar 10 min 2-årsregn. Framförallt i de mindre utbyggnadsområdena kommer det inte vara möjligt att hantera skyfallet inom respektive område och i många fall kommer vissa delar av marken i utbyggnadsområdena luta mot ett annat utbyggnadsområde. Volymen ger ändå en indikation på att hur mycket vatten som behöver kunna hanteras i samband med den specifika planen.

Beräkningar för skyfallsvolymen som beskrivs ovan, är alltså gjorda enligt beräkningsprincipen $V_{in} - V_{ut}$, där V_{in} är volymen för 100-årsregnet och V_{ut} är volymen för 2-årsregnet. Resultatet visar den största volym som erhålls vid beräkning med 10 min intervall i tidssteget.

Bilaga 6 visar de områden i Lindholmen som utpekats som etapper för utbyggnad och som ligger till grund för de områden som beräknats. Beräkningar och resultat för flöden och skyfallsvolymer visas i sin helhet i bilaga 7.

8.1.2 Skyfallshantering

De platser i området som riskerar djupast översvämning vid skyfall, med undantag för sänkorna på Karlavagnsgatan, är källarnedgångar och nedfarter i parkeringshus. Översvämning av källarnedgångar kan enkelt mildras genom att sätta tak över nedgången. Taken ska täcka hela källarnedgången och stuprör från taket ska släppas ut på omgivande mark. Eventuellt kan marknivån vid nedgångens start behöva justeras så att den ligger något upphöjd eller åtminstone så att marken lutar bort från nedgångens start, så att det bildas en högpunkt där. Vid nedfarter till parkeringshus kan samma metod hindra skyfallet från att rinna ner i parkeringshuset.

I områden där man vid förtätningen kommer att ha mindre andel markyta än tidigare och där det finns behov av att skapa ytor för skyfallshantering, kommer även kvarterensutformning behöva ses över för att minska skador vid skyfall. I ett slutet kvarter sker automatiskt en fördröjning av skyfallet då dag- och dränvattensystemet är det enda utloppet från en innergård och då det är mycket ovanligt att det systemet dimensioneras för t ex ett 100-årsregn. Beroende på innergårdens utformning och höjdsättning föreligger större eller mindre risk att skyfallsvattnet ger upphov till skador på byggnaderna. På kvartersmark med öppna innergårdar bör höjdsättningen av innergården och öppningen ut från innergården, medge bräddning av skyfallet till omgivande mark. På så vis minskar risken för översvämning på innergården med inrinnande vatten till byggnaderna som följd.

8.1.3 Dagvattenhantering generellt

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. Från södra sidan av hamnbanan och Lundbyleden är avståndet till de gamla dockorna vid älven ca 730 m. På grund av avstånden och för att befintliga dagvattensystem ska kunna anslutas längs sträckan kommer nya utloppsledningar bli djupa om de ska kunna läggas med självfall och de kommer behöva ha sitt utlopp flera meter under normalvattennivån i Göta älv. Dagvattnet kommer att behöva pumpas på ett eller flera ställen för att ledningssystemet inte ska behöva ligga så djupt.

Dagvattensystemet i Lindholmen är om- och tillbyggt under årens lopp och är därför sannolikt inte dimensionerat för ett 10-års eller 30-årsregn, vilket idag är dimensionerande regn i liknande områden. Mindre kapacitetsproblem finns idag men dessa ger inte anledning att bygga om systemet för att just nu öka kapaciteten. Punktinsatser i form av fördröjningsanordningar kan avhjälpa problemet lokalt.

En förtätning av området, där det tillkommer takytor och hårdgjorda ytor, kan ge en något högre avrinning än idag. För att inte skapa problem vid förtätningen bör fördröjningsåtgärder vidtas. Fördröjningen bör minst vara dimensionerad för att 10-årsregnet ska kunna ledas in i systemet med utlopp till befintligt system, dvs befintligt system ska inte belastas mer än innan. Användningen av gröna tak minskar avrinningen framförallt på årsbasis och bidrar till biologiskt mångfald.

I vissa fall kan det bli aktuellt att skapa öppen dagvattenhantering i grönytor bredvid eller mellan befintliga träd. T ex skulle ett grunt dike kunna anläggas några meter från ett träd om bara rötterna beskärs på rätt sätt. Vid användning av grönytor som mottagare av

dagvatten är det viktigt att inte skapa anaeroba förhållanden i marken, då det skulle vara skadligt för befintlig vegetation och mycket begränsande i valet av arter för nyplantering.

Samtliga dagvattenanläggningar ska placeras och utformas så att drift och underhåll kan utföras på ett enkelt sätt och så att kollektivtrafikstråken påverkas så lite som möjligt.

8.1.4 Dagvattenhantering i gata

På de platser i Lindholmen där gatorna kommer att byggas nya eller där de planeras byggas om bör möjligheten att utforma gatans sektion för en integrerad dagvatten- och skyfallshantering, likt gatorna som planeras i Köpenhamn. Genom att anlägga gröna stråk i gatusektionens lågpunkt tas dagvattnet omhand för viss fördröjning och för rening. Skyfallet kommer att samlas i lågpunkten och rinna bort med gatornas lutning i längdsled.

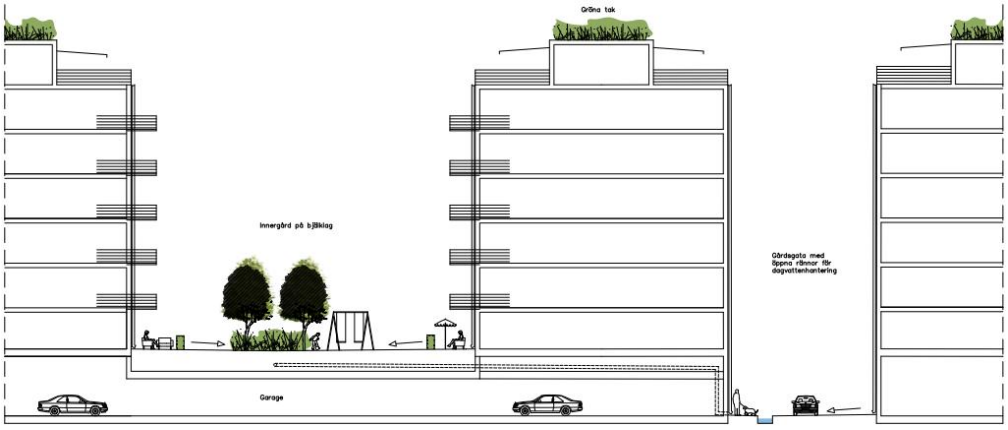
Exempel på gatuutformning i mindre lokalgata visas i bildkollage i Figur 12 och för större gata/boulevard i Figur 13.

Figur 12. Bildkollage för exempel på integrerad dagvatten- och skyfallshantering för mindre gata eller lokalgata som föreslagits i Köpenhamn (Ramböll Danmark 2016).

Figur 13. Bildkollage för exempel på integrerad dagvatten- och skyfallshantering för större gata eller boulevard som föreslagits i Köpenhamn (Ramböll Danmark 2016).

8.1.5 Dagvatten på kvartersmark

Ett så trögt dagvattensystem som möjligt eftersträvas. Detta innebär för fördröjning enligt ställt krav att fördröjningsmagasin som rymmer 10 mm nederbörd per m^2 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 däcket och där tas omhand i ledningssystem. Principsektion visas i Figur 14.



Figur 14 Principsektion med dagvattenanslutning från upphöjt gårdsbjälklag (Ramböll 2015, på uppdrag åt Norrköpings kommun).

8.1.6 Rening av dagvatten

Med utgångspunkt från att Miljöförvaltningens riktlinjer för utsläppshalter i dagvatten kommer i princip allt dagvatten behöva genomgå någon form av rening. Oavsett hur riktlinjerna kommer att se ut i framtiden bör möjligheten att rena dagvattnet alltid undersökas. Principen bör vara att rening av dagvattnet ska ske så nära källa som möjligt och att lösningen ska planeras mångfunktionell.

Där gatusektionen planeras att förändras eller där nya gatusträckningar planeras kan öppna eller underjordiska stråk för rening planeras. Hur stråken utformas beror mycket på vad som ryms i gatan och hur gatan ska gestaltas. Lösningar som öppna diken, makadamdiken, biofilterdiken och regnträdgårdar är lösningar som ger god rening och som kan rymmas i den hårdgjorda miljön i Lindholmen. Det är endast i norra delen av Lindholmen som utrymme för mer storskaliga lösningar för dagvattenrening så som dammar, våtmarker och större översilningsytor finns.

Tekniska lösningar, som filter i dagvattenbrunnar eller filterbrunnar för större flöden kan användas om inget annat alternativ är möjligt.

8.1.7 Renoveringsbehov för ledningar

I Lindholmen finns befintliga ledningar som är byggda vid olika tillfällen och som ägs och förvaltas av olika huvudmän. Kretslopp och Vatten eller Trafikkontoret ansvarar för sina ledningssystem med avseende på status och kapacitet. Ledningar på kvartersmark tillhör och förvaltas av fastighetsägaren.

I samband med ombyggnad och förtätning av området bör de befintliga ledningar som ska behållas inventeras för att säkerställa läge och nivåer på vattengångar, undersökas med avseende på hur systemet är ihopkopplat samt kontrolleras med avseende på status/kondition och kapacitet.

Det som påverkar en lednings kondition är bla:

- Ledningens material
- Tillverkningsår
- Ledningens ålder
- Jordlast på ledningen
- Trafiklast på ledningen
- Omgivande marks beskaffenhet; stabilitet och korrosiv miljö
- Hur ledningen är förlagd, om ledningsbädd och kringfyllning är packad eller ej
- Frostpåverkan och temperaturskillnader
- Förändrad styrka i ledningen pga mekaniskt slitage eller korrosiv innermiljö
- Hur ledningen skötts

Generellt sett har ledningar som tillverkats mellan 1945 och ca 1975 sämre kvalitet än yngre och äldre ledningar. Kondition förändras i huvudsak pga ändrade laster t ex tung trafik som tillkommer på ytan samt på förändrad styrka hos ledningen t ex pga mekaniskt slitage. Sättningsbenägen mark ökar risken för att fogarna glider isär och för brott på ledningen. Normal skötsel av ledningar och brunnar genom spolning förlänger livslängden.

Ledningens kapacitet bestäms främst av ledningens dimension och lutning men också av ledningens kondition i och med att konditionen påverkar både dimensionen, lutningen och friktion (råhet).

I Lindholmen bör ledningssystemet inventeras och mätas in i de områden där detta inte nyligen gjorts. Detta gäller framförallt ledningar på kvartersmark, där en komplett samlingskarta ännu inte finns framme. Därefter bör ledningar som ska behållas vid utbyggnad och förtätning filmas för att kunna statusbedömas.

Vilka åtgärder som bör vidtas beror på ledningssträckans status samt framtida användning.

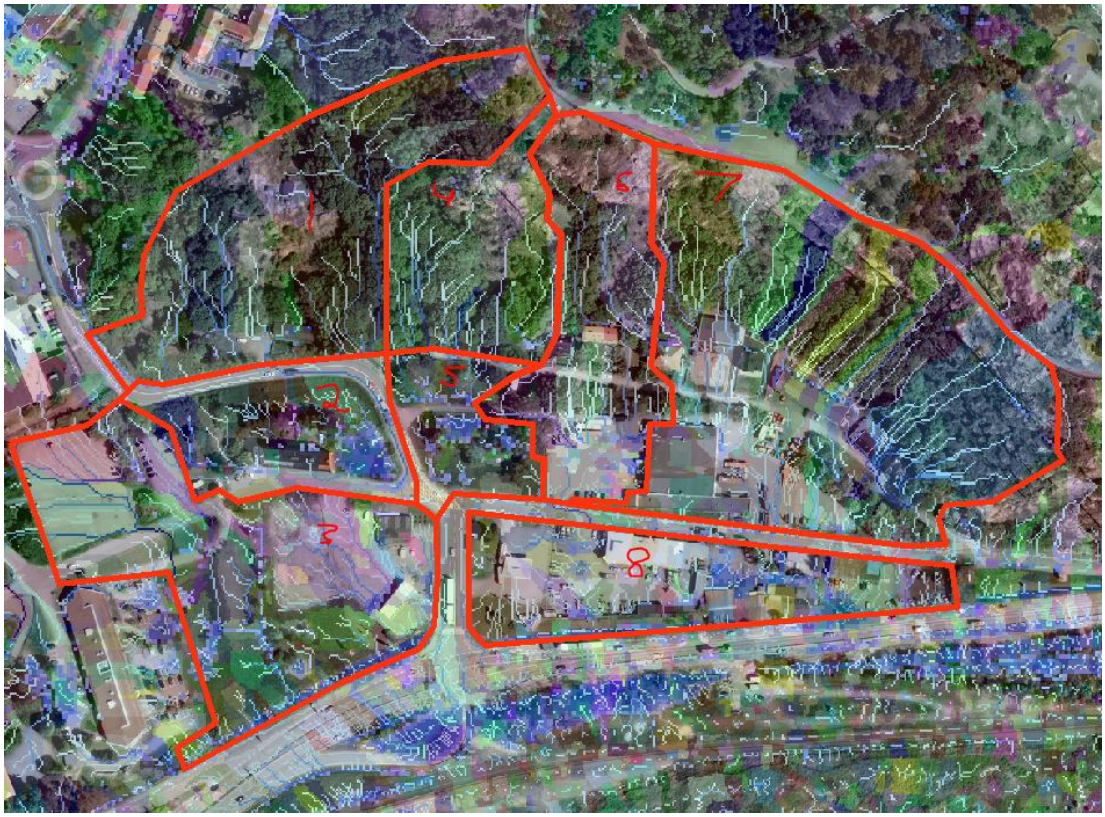
8.1.8 Pumpstationer

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. Områden för befintliga och föreslagna pumpstationer visas i Bilaga 8.

8.2 Området mellan Lundbyleden och Hamnbanan

Området avser mittendelen i den utbyggnadsetapp som ligger norr om område 8, se bilaga 6. Dagvatten från Lundbyleden norr om Lindholmen, rinner idag till området söder om leden. Området är idag ett naturmarksområde med dike, våtmark och öppna vattenytor. I och med Lundbyledens trafikbelastning krävs rening av dagvattnet innan det leds in i ledningsnätet. Ett system av diken, översilningsytor, våtmarker och dammar finns i viss omfattning redan idag men skulle kunna utvecklas för en tydligare funktion och för att säkerställa kapaciteten med avseende på reningseffekt och flöden.

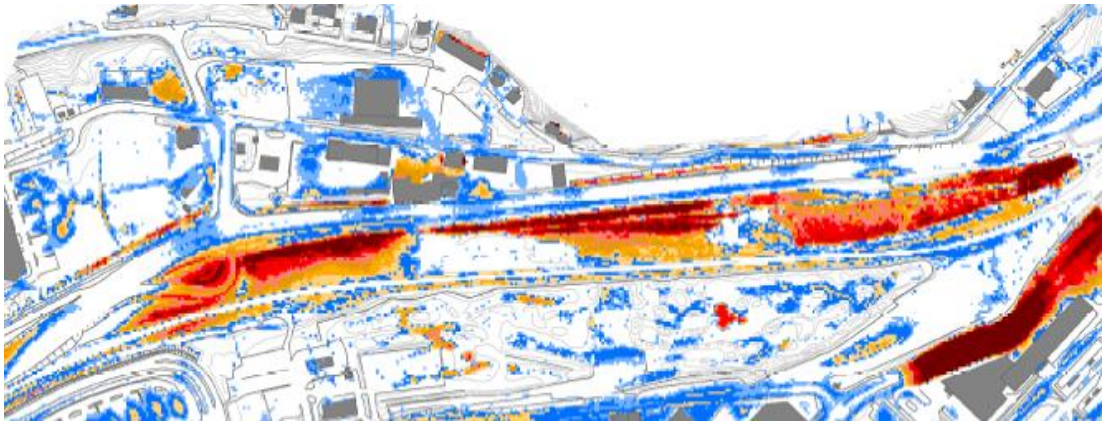
Till området mellan Lundbyleden och Hamnbanan avrinner också skyfallsvatten från Ramberget och området söder om Ramberget. Avrinningen från Ramberget infiltrerar vid små regn men vid större regn rinner vattnet ner till fastigheter och gator och sedan vidare över Lundbyleden. I Figur 15 visas delavrinningsområden och hur vattnet kan leta sig ner mot området söder om Lundbyleden vid skyfall framtagen genom avrinningsanalys i GIS. En relativt tydlig avrinningsområdesgräns mot norr, öster och väster ses i figuren.



Figur 15. Avrinningsanalys gjord utifrån befintliga förhållanden i GIS). För i denna bild redovisat avrinningsområde 8 finns godkänd detaljplan för förtätning.

Vid förtätning av området nedanför Ramberget måste åtgärder vidtas för att leda dagvattnet och platser tillskapas för fördröjning av vattnet för att undvika överbelastning då området idag är anslutet till kombinerat system. Inom området finns grönytor eller ytliga magasin där översvämningsvattnet idag hamnar. Skulle dessa sänkor och grönytor tas bort skulle allt vatten istället rinna till Lundbyleden och orsaka större översvämningar där vilket i sin tur kommer att påverka utryckningsvägarna. I och med den stora nivåskillnaden i området blir också vattenhastigheterna, bland annat där vattnet rinner över Lundbyleden, relativt stora. Vattenhastigheterna kan dämpas med dagvattenstråk längs med gatorna i området, där stråken däms eller utformas med plana partier. Om passagerna för vattnet istället föreslås som t ex rör under leden är det viktigt att de är tillräckligt stora för att inte dämma så att skyfallet ändå rinner över leden.

En utveckling av vattenstråket söder om Lundbyleden behöver göras för att det ska kunna avvattna lågt liggande delar på leden, få full effekt avseende rening och för att kunna rymma skyfallsvolymen som rinner in norrifrån. I Figur 16 visas ett utdrag från skyfallsmodelleringen i området.



Figur 16. Utdrag från uppdaterad skyfallsberäkningen för 6 tim, 100-årsregn.

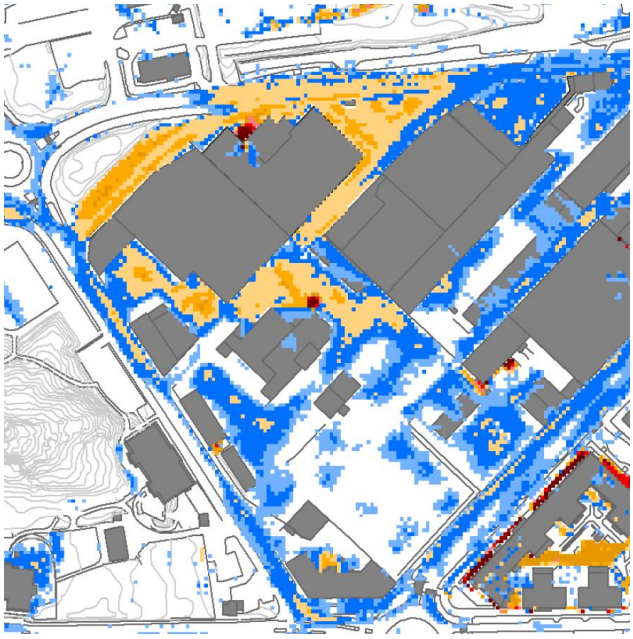
Avtappning av ytan mellan Götaleden och Hamnbanan sker via infiltration och vid skyfall bräddar vatten till Karlavagnsgatan under järnvägen. Därifrån tas vattnet omhand i Trafikverkets pumpstation för bortledning till spillvattennätet.

Om vattenstråket inte kan utvecklas för att ta emot och rena dag- och skyfallsvatten måste åtgärder istället utföras uppströms, t ex stråk och platser för avrinningen från Ramberget och fördröjnings- och översvämningsytor inom kvarteren samt längs gatorna i området norr om Lundbyleden.

I Dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) visas ytan som befintlig översvämningsyta som bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering och markeras A. Lundbyleden är dessutom markerad som gata vars dagvatten renas.

8.3 Väster om Karlavagnsplatsen

Området väster om detaljplaneområdet för Karlavagnsplatsen (utbyggnadsetapperna, område 8, bilaga 6) riskerar att översvämmas vid skyfall, se Figur 17. Området, som är ca 3 ha stort, har viss tillrinning norrifrån men i övrigt genereras översvämningen inom området från de stora takytorna och de hårdgjorda ytorna.



Figur 17. Utdrag från uppdaterad skyfallsberäkning för 6 tim, 100-årsregn.

Det är i dagsläget okänt hur planerna ser ut gällande utveckling av området. Någon form av kvartersstruktur med definierade gatustråk kommer sannolikt att skapas. Det finns på grund av att flera befintliga byggnader ska bevaras inte planer på att ändra markytans nivå nämnvärt vilket gör att skyfallet, även efter ombyggnad och förtätning, fortfarande kommer att behöva tas omhand inom området. Ca 2900 m^3 vatten kommer att behöva hanteras inom området under förutsättning att avtappningen sker till befintligt ledningsnät. Separering av dag- och spillvatten kommer eventuellt att förändra kapaciteten för dagvattenavledningen från området mot idag.

I områdets nordvästra hörn, där det idag ligger en parkeringsyta, skulle den befintligt låga markhöjden kunna utnyttjas för placering av en dagvatten/skyfallsanläggning. Beroende på vilket sätt vattnet kommer att ledas dit behöver ytan vara mer eller mindre djup jämfört med i dag. Ett helt ytligt dagvattenssystem kommer att ge en högre liggande nivå på ytan/dagvattenanordningen än ett ledningssystem.

Tillrinningen norrifrån, in i området, skulle kunna minskas om ett uppsamlande stråk byggdes i norra kanten på Polstjärnegatan. I ett sådant stråk skulle gatudagvattnet också kunna renas.

I resten av området behöver allmän plastsmark utformas så att skyfallet kan hanteras på ett säkert sätt. I och med att det är ca 2900 m^3 vatten som kommer att behöva tas omhand kommer t ex anläggningar integrerade i gatorna inte räcka till. 3000 m^3 vatten som får stiga mot t ex en kantstenshöjd, ca 1 dm, på gatan, ca 7 m bred, ger att minst 4140 m gata behöver utnyttjas. Den längden på gatorna i området finns inte. Istället kan gatorna användas som skyfallsvägar där vattnet, om det finns utrymme i gatusektionen, kan tas omhand så mycket det går, t ex via dagvattenssystemet. På gatorna får sedan skyfallsvattnet rinna mot lokalt skapade lågpunkter där skyfallet kan samlas. Ett exempel på hur det skulle kunna anordnas är att skapa en nedsänkt torgyta i mitten av området

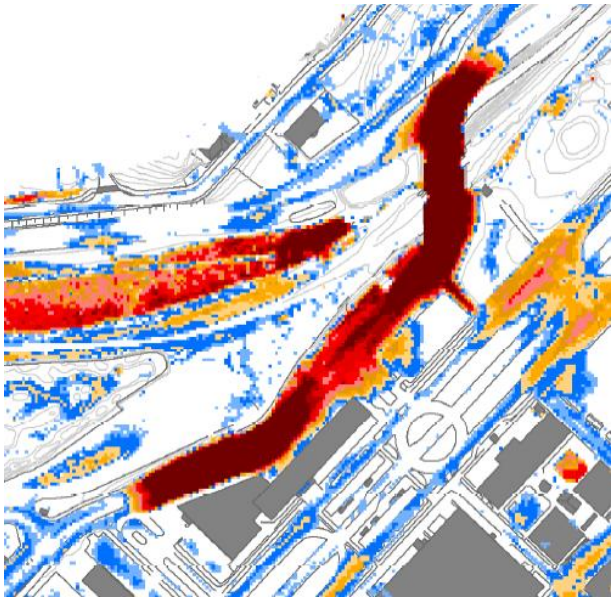
och låta gatorna eller ett avvattningsstråk längs med gatan, närmast ytan luta dit. Det är inte troligt att hela områdets skyfall skulle kunna ledas till en plats i mitten av området eftersom man då behöver skapa höjdskillnader på upp till 1,7 m mot befintlig mark, men en stor del av områdets centrala del skulle kunna ledas dit.

I dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) visas ytan norr om Polstjärnegatan samt ytan i mitten av området som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras B respektive C. Ytan i områdets nordvästra hörn visas som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering och markeras D.

8.4 Karlavagnsgatan

Karlavagnsgatan sträcker sig från norr om Lundbyleden och till cirkulationsplatsen i väster där anslutning sker till Plejadgatan. Under Lundbyleden och Hamnbanan bildas en lågpunkt och ytterligare en lågpunkt på gatan finns precis sydväst om den första lågpunkten.

Lågpunkten under Lundbyleden och Hamnbanan är den lägsta punkten i ett stort avrinningsområde vilket medför att lågpunkten översvämmas vid skyfall. När vattnet nått en viss nivå under Lundbyleden börjar vattnet brädda till lågpunkten i sydväst. Maxdjup vid 100-årsregnet visas i Figur 18.



Figur 18. Utdrag från skyfallsmodellen som visar översvämning på Karlavagnsgatan.

Lågpunkten fylls idag med skyfallsvatten från väster och från ett stort avrinningsområde med tillrinning norrifrån samt från en del av Lindholmsallén. Det vatten som kommer från Lindholmsallén kommer både via Regnbågsgatan, norr om cirkulationen, och från lågpunkten på Lindholmsallén som bräddar via en gångbana, när den fyllts. Lågpunkten ligger som djupast ca 3 m under den nivån gatan har där den bryter för att sedan luta ner mot porten under järnvägen och Lundbyleden. I skyfallssimuleringen börjar sänkan under järnvägen fyllas så mycket att den tippar över kanten mot sänkan väster om

Karlavagnsplatsen 40 minuter efter att simuleringen startat. Figur 18 visar hur vattnet rinner vid just det tillfället. Efter 3 timmar pågår fortfarande tillrinning till svackorna. Det är runt 16000 m^3 skyfallsvatten som samlas i lågpunkterna på Karlavagnsgatan vid ett 100-årsregn. Om gatan inte kan utnyttjas som skyfallsmagasin måste ett helhetsgrepp om hela avrinningsområdet tas och andra åtgärder vidtas inom hela avrinningsområdet.

Beskriven del av Karlavagnsgatan har hög trafikbelastning som eventuellt kommer att öka i framtiden. Dagvattnet behöver därför genomgå någon from av rening innan bortledning. Gatans sektion medger inte rening i diken. Eventuellt skulle en teknisk reningslösning kunna anordnas. I Dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) visas Karlavagnsgatan som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, samt som en gata vars dagvatten renas, och markeras E.

8.5 DP Karlavagnsplatsen

Princip för dagvattenhantering i detaljplaneområdet finns beskriven i Dagvattenutredning Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan, Lindholmen (Kretslopp och Vatten).

Detaljplanen Lindholmshamnen (tidigare Götaverksgatan) är under projektering. Dagvattnet för området väster om Götaverksgatan leds ut i dockan. De små gatorna mellan kvarteren kommer att utformas med regnbäddar för fördröjning och rening av dagvatten. Byggnaderna placeras på planeringsnivån för högt vatten. Området öster om Götaverksgatan leds till befintligt dagvattensystem. Parken öster om Götaverksgatan ska färdigställas i ett senare skede och har ännu inte projekterats men intentionen är att den ska utformas så att både behov för rekreation och skyfallshantering tillgodoses. Högvattenskyddet har ännu inte projekterats men principer har tagits fram. Diskussioner pågår om detta ska byggas i samband med övrig utbyggnad eller om endast förberedande arbeten ska färdigställas. En grundprincip enligt TÖP:en är att inga skydd ska byggas innan de behövs eftersom det kräver extra underhåll och med tiden kan bättre lösningar tas fram. Hur byggherrarna utformar kvarteren med avseende på skyfall och dagvattenhantering har ännu inte presenterats.

8.6 Universitetsholmen

Delområdet sträcker sig från Lindholmsallén till älven i nordsydlig riktning och från Plejadgatan i väster till Lindholmspiren i öster. Planer som omfattar förtätning av området finns på flera ställen, se Figur 19 (se även bilaga 6). Det finns också planering som omfattar ny anslutning över Göta älv, antingen i form av en bro eller en tunnel under älven. Landfästet för bron eller tunneln kan komma att hamna i områdets sydvästra del. I och med detta behöver Plejadgatan och Kunskapsgatan sannolikt byggas om.

Figur 19. Planer på Universitetsholmen.

8.6.1 Dagvattenhantering på Universitetsholmen

Hela dagvattensystemet på Universitetsholmen är idag separerat. Dagvattnet leds mot öster där det pumpas ut i dockan mot Lindholmspiren. Pumpstationens läge visas i bilaga 3. Dagvattensystemet är precis som i resten av Lindholmen om- och tillbyggt under årens lopp och är därför sannolikt inte dimensionerat för ett 5- eller 10-årsregn, vilket idag är dimensionerande regn i liknande området. I och med att det inte finns några kända kapacitetsproblem idag finns ingen anledning att bygga om systemet för att just nu öka kapaciteten. Vid förtätning av området kommer fler takytor skapas vilket ger en något högre avrinning än idag. För att inte skapa problem vid förtätningen bör fördröjningsåtgärder vidtas. Fördröjningen bör minst vara dimensionerad för att 10-årsregnet ska kunna ledas in i systemet med utlopp till befintligt system, dvs befintligt system ska inte belastas mer än tidigare.

Fördröjningsanläggningen kan också utformas så att dagvattnet renas. Trafikbelastningen inom Universitetsholmen är mycket begränsad idag, men med den eventuella nya förbindelsen över älven kommer trafikbelastningen att öka och anläggning för rening av dagvattnet kan komma att krävas.

Yta för befintlig pumpstation säkras för framtiden och görs tillräckligt stor för eventuell ökning av dimension.

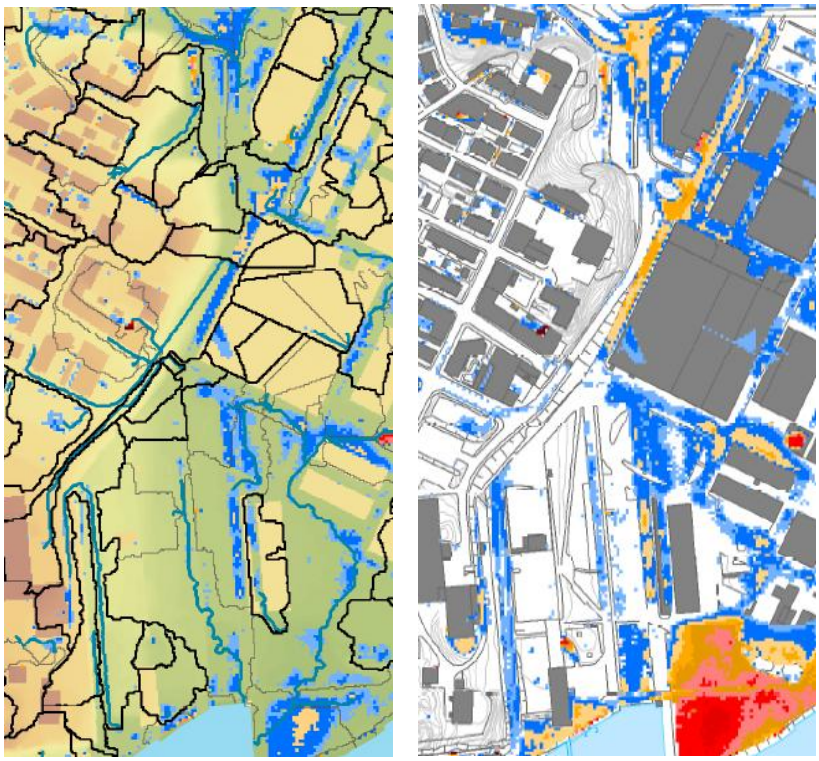
8.6.2 Skyfallet i västra delen av Universitetsholmen

Skyfallsvatten som genereras på östra delen av Skateberg, väster om Plejadgatan, letar sig längs Plejadgatan ner mot norra delen av Kunskapsgatan och mot cirkulationsplatsen

vid Lindholmsallén. Avrinningen från sydväst, samt från området i sig, gör att vid ett 100-årsregn kan upp mot 40 cm vatten bli stående vid infarten till området, vid cirkulationsplatsen mot Plejadgatan,. Även norra delen av Kunskapsgatan översvämmas med upp mot 40 cm vattendjup.

Ett sätt att minska belastningen vid skyfall på norra delarna av Plejadgatan och Kunskapsgatan kan vara att skapa en avskärade vattenväg från Plejadgatan innan den går ihop med Kunskapsgatan. Det finns idag antydan till en sådan plats där ett farthinder delvis hindrar vattnet och gör att en mindre del skyfallsvatten rinner nedför den trappa som leder från Plejadgatan till Kunskapsgatan, se Figur 20. Avrinningsområden och resultat från skyfallsberäkningen i området visas i Figur 21.

Figur 20. Kunskapsgatan nedanför Skateberg och Plejadgatan på släntkrönet. Inringat område avser trappan som ligger mellan Plejadgatan och Kunskapsgatan.



Figur 21. Avrinningsområden (vänstra bilden) och resultat från skyfallsberäkningen (högre bilden) i västra delen av Universitetsholmen. Bilderna är i princip i samma skala.

Nedanför Skateberg, på södra delen av Kunskapsgatan, kan sedan ett stråk eller en plats för skyfallsvattnet skapas. Detta behöver samordnas med utvecklingsplanerna för södra delen av Universitetsholmen samt för anslutningen över älven. Se vidare i avsnitt 8.6.4.

Om det inte är möjligt att skapa ett avledande stråk eller en plats för tillfällig skyfallshantering, och vattnet ändå behöver kunna rinna norrut, är det mycket viktigt att vattnet inte leds in på den nya anslutningsgatan för den planerade älvanslutningen. Om anslutningen blir en tunnel finns stor risk att vattnet annars letar sig ner i denna och om skyfallsvattnet ska ledas norrut behöver en eller flera översvämningsbara ytor skapas i området mot Lindholmsallén. Eventuellt skulle en parkeringsyta som ligger söder om cirkulationsplatsen mot Lindholmsallén kunna sänkas och på så vis kunna användas som skyfallsyta. Parkeringen ligger idag på kvartersmark. Ett annat alternativ är att skapa en nedsänkt yta på grönytan på andra sidan Plejadgatan, på andra sidan av gatan från parkeringsytan. Denna yta är idag ganska liten men när området planeras i framtiden kan möjligheten utredas vidare. Med dessa åtgärder kan vattendjupet på infarterna i området minimeras vid skyfall.

I Dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) visas förslaget till placering av avskärande vattenväg från Plejadgatan samt parkeringsytan vid cirkulationsplatsen mot Lindholmsallén som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras F respektive G.

8.6.3 Skyfallshantering i östra delen av området

I området finns flera utbyggnadsetapper (utbyggnadsetapper 6 och 7), se Figur 22. Troligen kommer ingen större justering av marknivån i området göras i samband med förtätning vilket gör att mycket av det vatten som idag rinner in mot denna del av Universitetsholmen efter ombyggnation också kommer att behöva rymmas i området. Den norra utbyggnadsetappen (område 7) genererar ca 1220 m^3 vatten vid skyfall med avtappning till befintligt ledningsnät. Förutom det skyfallsvatten som kommer från utbyggnadsetappen i sig kommer även skyfallsvattnet från Lindholmsalléns södra körfält. Vattendjupen ligger på Lindholmsallén runt 40 cm som djupast och något djupare bredvid infarten i området.

Figur 22. Utbyggnadsetapperna 7 (orange markering i norr) och 6 (orange markering i söder) i östra delen av Universitetsholmen.

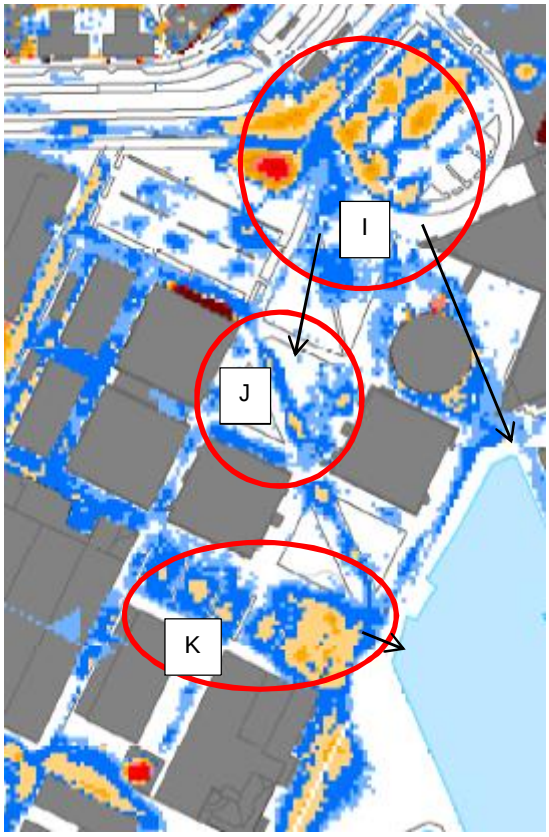
I Figur 23 visas resultatet från skyfallsberäkningen för östra delen av Universitetsholmen. Många lokala översvämningsplatser finns vilket är karaktäristiskt för ett plant område som detta. Där vattendjup och utbredning av vattensamling är som störst finns planer om förtätning relativt nära i tid.

Olika alternativ för skyfallshantering i området har studerats.

Att hitta en lösning som leder vattnet från område I i Figur 23 till dockan i söder, t ex en kanal, har studerats. Sträckan som vattnet skulle behöva ledas är 200-250 m lång vilket betyder att en höjdskillnad på 1-1,25 m kommer att behöva skapas för att vattnet ska kunna rinna till dockan. För att dessutom kunna tappa av den lägsta marknivån behöver nivån på kanalen vara ca +0,55 vid utloppet. Denna nivå ligger mycket nära normalvattenytan i älven. Ett annat alternativ är att med hjälp av höjdsättning modellera marknivån och lägga infarten i området, samt marken närmast byggnaderna högst, samt att tillåta att resterande mark översvämmas vid skyfall. En samlad skyfallsyta skulle

eventuellt kunna anordnas precis öster om infarten till området. Ytterligare ett alternativ som innebär att skyfallet leds till område J beskrivs nedan.

Ytan mellan den runda byggnaden söder om område I kan idag delvis avvattnas till älven vid skyfall men när älvskyddet är byggt kommer området bli instängt. Eftersom byggnadens entré är upphöjd från omgivande mark skulle ytan även i framtiden kunna få vara en översvämningsyta vid skyfall. Kajytan söderut från den runda byggnaden kan också i fortsättningen vara översvämningsyta vid skyfall men ges ett bräddningsutlopp mot älven för att vattennivån inte ska bli så hög att den påverkar framkomligheten. Bräddningsutlopp skulle tex kunna utformas som en slusslucka i älvskyddet.



Figur 23. Resultat från skyfallsberäkning för östra delen av Universitetsholmen. Områden I, J och K illustrerar platser som refereras till i texten.

I område J i Figur 23 finns idag en öppen yta som planeras att utvecklas ännu tydligare som grönområde. Om delar av eller hela ytan skulle kunna sänkas i förhållande till omgivande mark kan ytan användas för lokal skyfallshantering. För att också använda ytan för skyfallshantering från område I krävs att det skapas en vattenväg likt den som behövs för att leda skyfallet från område I till dockan. I övrigt är vattendjupet i vattenansamlingarna vid skyfallet inte så djupa, med undantag av en källarnedgång nordväst om markeringen för område J.

Område K i Figur 23 avser parkeringsytor som redan nu är något nedsänkta i förhållande till omgivande mark. Ytan är ett bra exempel på mångfunktionell användning av yta och i

dagsläget samlas skyfall på ytan. Nordöst om område K finns en pågående plan, utbyggnadsetapp 6. Om ytorna för område K även i fortsättningen kan användas för skyfallshantering kommer inga större åtgärder behövas för att säkra skyfallshanteringen för planen i nordöst. En detaljerad studie av marknivåer får dock visa om mindre justeringar av marknivån kommer att behövas för att säkra befintliga byggnader i söder. Vattenvolymen i område K, blir vid skyfallet med dagens marknivåer, ca 300 m^3.

Möjligheten att skapa en skyfallsväg ut mot dockan från område K finns. En sådan skyfallsväg kommer att behöva mynna på ca + 1,5 och kommer att behöva förses med t ex en slusslucka som skydd mot högvattentoppar i havet.

I Dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) visas ytan som eventuellt skulle kunna utvecklas för en samlas skyfallshantering vid infarten till området, som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering. Ytan markeras som I.

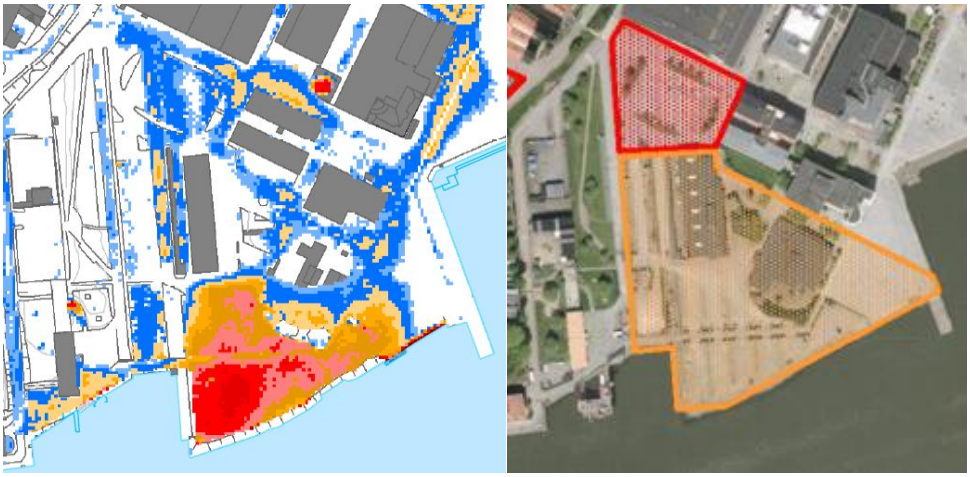
Ytan som planeras som grönområde men som också skulle kunna utvecklas för skyfallshantering visas också i Dagvatten- och skyfallsplanen som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras med J.

Parkeringsytor som idag översvämmas och som föreslås utvecklas för skyfallshantering visas i Dagvatten- och skyfallsplanen markerad med K. Yta för befintlig pumpstation bevaras.

Ytan utanför det runda huset visas i Dagvatten- och skyfallsplanen som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med L. Kajytan söder om byggnaden visas som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras M. Yta för eventuell framtida pumpstation reserveras mot kajkanten vid yta L.

8.6.4 Skyfallshantering i södra delen av området

I den södra delen av Universitetsholmen finns i dagsläget två utbyggnadsetapper (områdena 10, 11 i bilaga 6) med i planeringen. Den rödmarkerade etappen i högra bilden i Figur 24 ligger längre fram i tiden än den orangea. Marknivån i området är som lägst på parkeringsytan längst i söder, ca +1 som lägst. I skyfallsberäkningen ligger älvskyddet med som en upphöjd mur vilket i denna del av området ger tydliga stora vattensamlingar (vänstra bilden i Figur 24). Området är också mycket sättningsbenäget vilket försvårar uppfyllnader för att höja marknivån. Längs med Kunskapsgatan i västra delen av området finns idag ett lågstråk som ger en vattensamling vid skyfall. Även i östra delen, in bit in från kajkanten finns ett lågstråk som samlar skyfallet.



Figur 24. Resultat från skyfallsberäkningen (vänster) och från bild över pågående och framtida planer (höger). Orange markering i högra bilden avser utbyggnadsetapp 11 och rödmarkering utbyggnadsetapp 10.

Innan älvskyddet är anlagt kan skyfallet som idag, till viss del ledas direkt ut i älven. Men när älvskyddet är på plats kommer ytor för översvämning behöva skapas i området (utbyggnadsetapp 11). Med älvskyddet samlas vid skyfall ca 4360 m^3 vatten längst ned i söder. Om det inte är möjligt att behålla den låga ytan i söder för skyfallshantering, i den omfattning som den kan svämma över idag, finns behov att omarbeta marknivåerna i området i samband med förtätningen för att skapa ytor någon annanstans.

Ett område som redan idag kan drabbas av översvämning är Utvecklingsgatan där byggnaderna söder om gatan ligger med entréer i gatunivå. Gatan ligger i princip utan fall i längdsled vilket gör att vattnet inte kan rinna bort från gatan mer än till dagvattensystemet. För att minska risken för inrinnande vatten i byggnaderna måste en del av gatan ses över höjd- och utformningsmässigt och ytan öster om gatan behöver sänkas för att kunna ta emot vattnet. Alternativt kan temporära översvämningsskydd finnas lättillgängliga för montering i byggnadernas portar. Gatan kan också bli aktuell att använda som skyfallsväg när detaljplan för Tekniskt gymnasium vid Kunskapsgatan byggs, utdrag från detaljplan finns i Figur 25. Åtgärder kommer också behöva vidtas söder om den nya byggnaden. Kantsten vid vändplanen gör att skyfallet däms men skulle sedan med rätt höjdsättning kunna tippas över kanten söderut.

Figur 25. Utdrag från detaljplan för tekniskt gymnasium vid Kunskapsgatan. (2016-04-26).

Kunskapsgatans förlängning, genom och söder om planområdet ligger upphöjd i förhållande till marken där den nya byggnaden planeras. Stråket skulle kunna förstärkas så att det både kan samla och leda skyfallet från Skatberget samt från delar av området som ligger väster om stråket.

Både en yta i södra kanten av området och ett stråk längs den upphöjda lokalgatan skulle kunna förses med en skyfallskanal med utlopp i älven. Utloppet förses med slusslucka som skydd mot högvattentoppar i älven. I östra delen av området kan lågstråket behållas och en skyfallskanal till dockan skapas.

Det viktiga att tänka på i områden som detta, där det till största delen är mycket platt, är att det kommer att bli svårt att leda skyfallsvatten från hela planområdet till den södra delen i planområdet utan att behöva göra om befintliga ytors lutning eller genom att skapa kanaler genom området. I platta området bildas naturligt många mindre, lokala, översvämningsytor.

Ytan längst ner i söder i området visas i dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med N. Yta för eventuell framtida pumpstation reserveras.

Ytan på Utvecklingsgatan som idag är en lågpunkt i området visas i dagvatten- och skyfallsplanen som yta där åtgärd för att minska översvämningsproblem föreslås och markeras O. Ytan öster om lågpunkten visas som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras P.

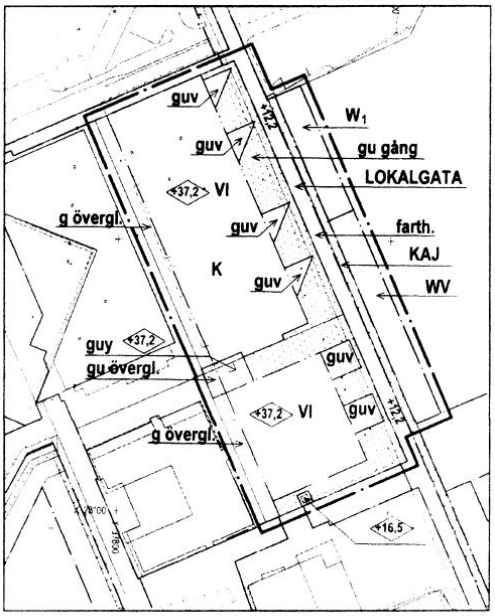
Ytor längs kajen som idag översvämmas vid skyfall visas i dagvatten- och skyfallsplanen som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering (den norra), och som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras Q respektive R. Yta för eventuell framtida pumpstation reserveras.

8.7 Lindholmspiren

Skyfallshanteringen kommer när älvskyddet byggts, se likadan ut som idag. I princip kommer hela gatustråken längs kajkanterna att fungera som översvämningsytor, se Figur 26. Vattendjupen i översvämningarna beräknas dock klara kraven om max vattendjup enligt TÖP (tematiskt tillägg till översiktplan).

Figur 26. Resultat från skyfallsberäkningen för Lindholmspiren. Inringar område avser utbyggnadsetapp 5.

Byggnation av utbyggnadsetapp (utbyggnadsetapp 5 i bilaga 6) pågår 2016-17. Planbild visas i Figur 27. Området söder om den befintliga byggnaden var innan byggnationen en öppen parkeringsyta som delvis översvämmades vid skyfall (se Figur 26). När ytan nu bebyggs kommer skyfallet troligen rinna ut mot gatan vid kajen.



PLANKARTA 1480K-II-4955

Figur 27. Utdrag ur Ändring av detaljplan 4955 för Lindholmspiren 3 och 7 (2015-09-29).

För att säkerställa att vattendjupet i översvämningsytorna på gatorna inte överstiger tillåtna djup enligt TÖP, kan en eller flera skyfallskanaler som leder vattnet ut i dockorna skapas.

Ytor längs kajkanterna visas i dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering och markeras S respektive T.

8.8 Therese Svenssons gata

Analysen omfattar Therese Svenssons gata samt området väster om gatan. En utbyggnadsetapp (utbyggnadsetapp 4 i bilaga 6) för finns i området, se Figur 28.

Figur 28. Till vänster i bilden visas byggnadsetapp i området och till höger i bilden visas resultatet från skyfallsberäkningen.

Planområdet är idag en nedfartsramp och en parkeringsyta. Nedfartsrampen översvämmas vid skyfall under befintliga förhållanden. När planområdet är utbyggt kommer inte längre nedfartsrampen översvämmas pga att den byggs över med den nya byggnaden. Vattnet som idag kan samlas där kommer istället rinna till omgivande mark, runt byggnaden. Vattendjupet på Therese Svenssons gata kan komma att öka något men främst kommer vattnet att sprida sig på en större yta på gatan än innan.

För Therese Svenssons gata är vattendjupet i översvämningarna vid skyfall upp till 30 cm (100-årsregnet). Detta gäller främst i anslutning mot Anders Carlsson gata i norra delen av gatan, där den övergår till Götaverksgatan. Anders Carlssons gata beskrivs vidare under 8.11.1.

Yta för framtida pumpstation reserveras vid befintligt dagvattenutlopp i södra änden av Therese Svenssons gata, se bilaga 8.

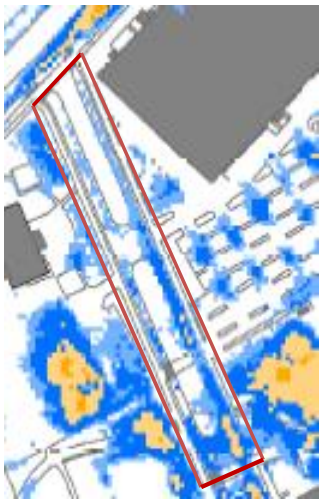
8.9 DP Götaverksgatan (Lindholmshamnen)

Dp Götaverksgatan eller Lindholmshamnen visas med röd markering norr om utbyggnadsetapperna 4 och 5 (bilaga 6), söder om Lindholmsallén. Arbetet med att projektera området för detaljplanen har pågått under våren 2016.

8.10 Götaverksgatan

Götaverksgatan delar detaljplaneområdet Götaverksgatan i en västlig och en östlig del och ingår inte i detaljplanen. Gatan består av gång- och cykelbanor på vardera sida av gatan, ett körfält i vardera riktning samt en bred gräs och grusyta i mitten. På gräs och grusytan finns två rader lindar. Skyfallsberäkningen visar att gatan i sig inte är särskilt utsatt, men att den översvämmar med ca 2 dm djup i anslutningen mot Anders Carlssons

gata, se Figur 29. Med nuvarande höjdförhållanden i gatusektionen och runt gatan, kommer den att vara framkomlig i ena körfältet vid skyfallet.



Figur 29. Utdrag från skyfallsberäkningen för 100-årsregnet. Götaverksgatan är inringad med röd ruta.

En diskussion har förts om att utveckla Götaverksgatan med en gatusektion likt den typ av gatuutformning som ofta används för en integrerad dagvatten och skyfallshantering i Köpenhamn. Foto på gatan idag visas i Figur 30.

Figur 30. Foto som visar Götaverksgatans sektion.

Sektioner för gatan studerats för att visa på möjligheten att skapa ett dike mitt i gräs- och grusytan mellan körfälten. Till diket i mitten av gräs- och grusytan föreslogs vattnet också ledas med grunda diken som utgår från gatans nivå mot kantstenen och lutar 0,5 %. Dikesbotten i grönytans mitt blir mellan 0,3 och 0,5 m djup vilket påverkar trädens

rötter. Det finns inget krav på att utveckla Götaverksgatan vare sig för skyfalls- eller dagvattenhantering, men studien visar på möjligheten.

8.11 Lundbystrand

Området Lundbystrand (markerat som utbyggnadsetapp 1, 2 och 3 på bilaga 6), där Götaverken legat tidigare, är ca 27,7 ha stort söder om Lindholmsallén, öster om Götaverksgatan/Therese Svenssons gata samt norr och väster om älven, se Figur 31. Största delen av den befintliga bebyggelsen kommer att finnas kvar i framtiden pga att många av byggnaderna ingår i stadens bevarandeprogram.

Figur 31. Lundbystrand, som bla innefattar utbyggnadsetapperna område 1, 2 och 3.

8.11.1 Dagvattenhantering i området

I området finns till största delen ett separerat dagvattensystem, med undantag av området längst i nordost som avvattnas till en kombinerad ledning som går rakt österut mot en spillvattenpumpstation. Dagvattenledningarna är utbyggda tidigare än och under 1970-talet och är sannolikt dimensionerade för ca ett 2-års regn. Det finns inga rapporterade problem på den befintliga dagvattensituationen vid normalregn, i området. Detta kan bero på att de ytor där vattnet dämmer inte är känsliga för en mindre översvämning. I samband med utbyggnad av området bör dagvattensystemet ses över både gällande kapacitet och status. Området är sättningsbenäget och ledningar som lagts mellan 1945-1975kan vara av dålig kvalitet.

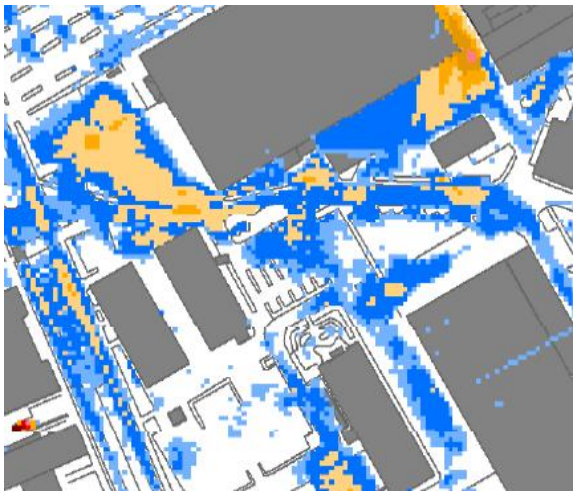
Yta för befintlig pumpstation som ska bevaras i södra änden av Pumpgatan avsätts med tillräckligt stor yta för eventuell framtida ökning av dimension.

Ingen av gatorna är hårt trafikerade vilket gör att rening av gatudagvattnet inte behöver prioriteras innan området byggs om. Däremot finns stora parkeringsytor från vilka dagvattnet behöver renas innan bortledning.

8.11.2 Anders Carlssons gata

Anders Carlssons gata ligger som en lokal lågpunkt i området (i nordvästra delen av utbyggnadsetapp 3), som lägst på ca +1,2. Vid skyfall samlas vattnet på gatan och på

intilliggande parkeringsytor med upp till 30-40 cm djup. Resultatet från skyfallsberäkningen visas i Figur *32*.



Figur 32. Resultat från skyfallsberäkningen för 6 tim, 100-årsregn.

Anders Carlssons gata är inte den enda infarten till området vilket gör att gatan skulle kunna få fortsätta att vara översvämningsyta vid skyfall. Gatan och parkeringsytorna söder om gatan skulle kunna utnyttjas ännu mer effektivt för skyfallshantering framförallt om gatans höjd men även om ytornas utformning justerades något. Skyfallsvattnet skulle då, istället för att till största delen samlas på gatan till största delen samlas på parkeringsytorna bredvid gatan. Bild över gatan visas i Figur 33.

Figur 33. Anders Carlssons gata, gatans utformning idag, bild mot nordväst.

I diskussion om gatan som skyfallsmagasin har önskemål framkommit att minska översvämningarna på gatan istället för att använda gatan för översvämning. En av frågeställningarna som framlades var hur läge en översvämning vid skyfall skulle vara. Ca

1200 m^3 vatten samlas på gatan samt på parkeringsplatsen nordväst om gatan vid ett skyfall. Om gatans och en del parkeringsytans dagvattensystem klarar av att leda bort ett 2-årsregn kommer det ta ca 11 timmar innan hela volymen är avtappad. Hur länge vattnet blir stående på gatan totalt beror också på hur lång tid det tagit för regnet att samlas och efterregnets varaktighet, dvs det regn som kommer efter den nederbördstopp som fyller gatan med vatten.

I samband med arbetet med förtätning i detaljplan Götaverksgatan planeras en parkyta på den parkeringsyta som ligger norr om Anders Carlssons gata, i anslutning till Götaverksgatan, se grön markering i Figur 34. Om parkytan kan sänkas så att en del av Anders Carlssons gata kan avvattnas dit vid skyfall kommer vattendjupet i vattensamlingen i gatans västra del minska.

Figur 34. Parkytan i DP Götaverksgatan visas med grön markering i kartan för utbyggnadsetapperna. Blått streck visar var en skyfallskanal skulle kunna placeras.

Ytterligare ett sätt att minska skyfallsbelastningen på Anders Carlssons gata är att skapa en skyfallskanal mot dockan i väster (placering se Figur 34). Kanalen skulle behöva ha ett intag på ca en marknivå max 2 dm över gatans lägsta nivå (max översvämningsdjup för tillgänglighet med bil) och placeras så att ordinarie dagvattensystem fungerar vid normalregn. Kanalen kan göras underjordisk med ett intag som förses med ett körbart galler, inspirationsbild se Figur 35.

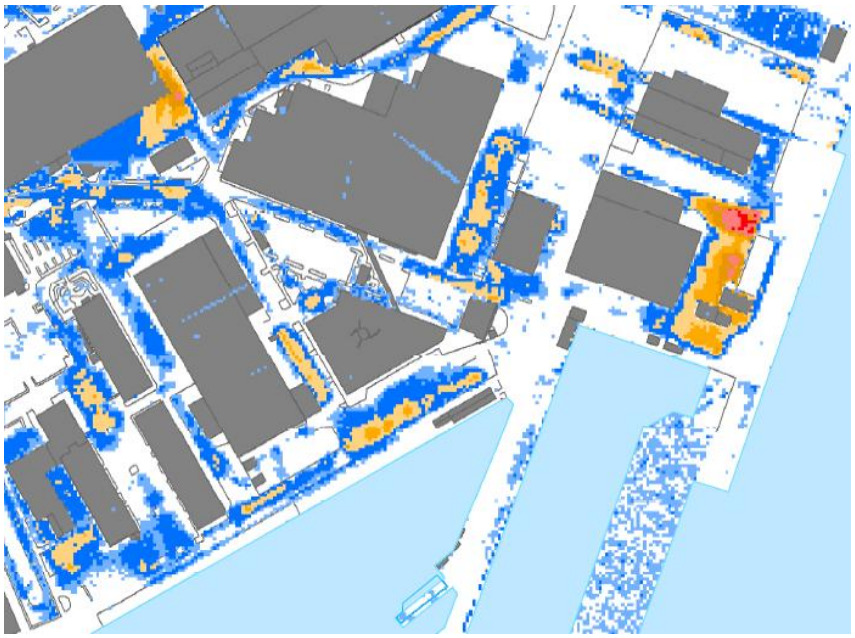
Figur 35. Inspirationsbild över körbart gallerintag till skyfallskanal (Weland AB)

Anders Carlssons gata visas i Dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med U. Parkeringsytan söder om gatan visas också som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med V.

Parkytan som ingår i DP Götaverksgatan markeras i dagvatten- och skyfallsplanen som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras med X.

8.11.3 Södra delen

Gatorna i södra delen av Lundbystrand (utbyggnadsetapp 3 i bilaga 6) ligger generellt lägre än marken närmast byggnaderna och fungerar därför bra som översvämningsytor vid skyfall (100-årsregnet), se Figur 36.



Figur 36. Utdrag från skyfallsmodellen för södra delen av Lundbyvass.

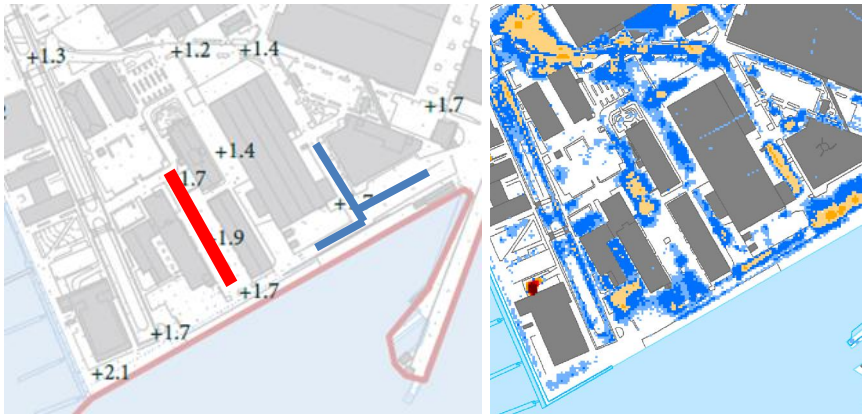
Vid ännu större regn kommer översvämningarna breda ut sig mer och på enstaka platser bli djupare. Sänkorna som skapar översvämningar mot kanten vid älven skulle kunna tappas av till älven om skyfallskanaler utförs.

Om gatorna i området byggs om måste möjligheten för skyfallshantering fortfarande finnas kvar. Ett sätt att möjliggöra detta är att en gata utformas med ett tydligt lågstråk, se exempel i Figur 37. Körbanan kommer också behöva användas för skyfallshantering då ett lågstråk inte kommer att ge tillräcklig yta för skyfallsvolymen.

Figur 37. Exempel på hur en gata mellan befintliga byggnader kan utformas där både dagvatten- och skyfallshantering integrerats (Ramböll Danmark 2015).

Om höjderna på befintliga gator justeras skulle delar av gatorna närmast älven kunna luta mot älven istället för som idag luta mot lågpunkterna som finns i mitten, eller i norra delen av gatorna. Hela gatorna kan dock inte luta från Anders Carlssons gata i norr mot älven på grund av att höjdskillnaden då skulle bli för stor.

Ett exempel på en gata som idag har sin lågpunkt i norra delen av gatan är den del av Bror Nilssons gata som visas i Figur 38. Om gatan ska luta från norr och mot älven blir gatans nivå vid älvkanten minst 60 cm lägre än idag, dvs högst +1,1 vid älvkanten. En sådan sänkning av gatans mitt och södra del är inte möjlig då den ger konsekvenser för tillgängligheten till byggnaderna samt en stor nivåskillnad mot älvskyddet (+2,3). Däremot skulle gatans högpunkt i mitten av gatan kunna minskas så att skyfallsvatten kan spridas på hela gatan och tömmas av mot älven via en skyfallskanal när vattendjupet uppnått en viss nivå.



Figur 38. På vänstra bilden är del av Bror Nilssons gatan markerad med rött och Anders Carlssons gata samt parkeringen mot kajen markerad med blått. Bilden visar befintliga markhöjder. Högra bilden visar resultatet från skyfallsberäkningen för samma område.

En översvämningsyta finns också mellan Bror Nilssons gata och Therese Svenssons, nära kajen. Ytan föreslås vara kvar som översvämningsyta alternativt att ytan närmare kajen utvecklas som översvämningsyta.

Längs kajen från Therese Svenssons gata till där den östra piren börjar översvämmas parkeringsytorna och infarten till parkeringsytorna. Även Anders Carlssons gata översvämmas vid skyfall, se blå markering i Figur 38. Översvämningen på Anders Carlsson gata påverkar framkomligheten på gatan men om det högre partiet mellan gatan och parkeringsytan skulle sänkas något och om parkeringsytan utvecklas för att kunna rymma större mängd skyfallsvatten skulle vattennivån på Anders Carlssons gata minska. Översvämningsytorna skulle också kunna förses med en bräddningsmöjlighet i form av skyfalls kanal till älven.

Bror Nilssons gata visas i dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering samt som yta där åtgärd för att minska översvämningsproblem föreslås, och markeras med Z.

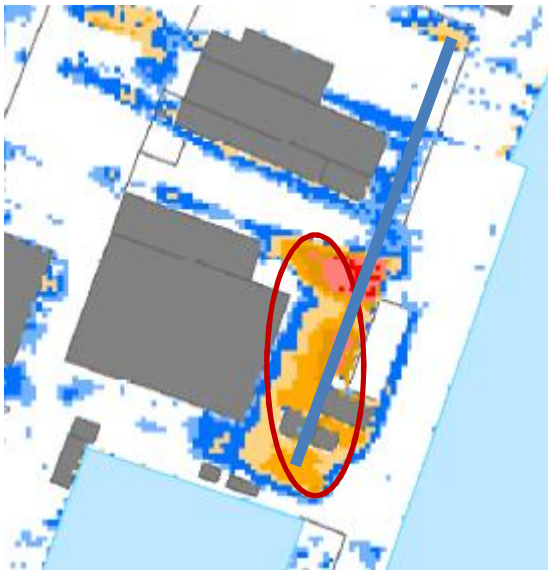
Översvämningsyta mellan Bror Nilssons gata och Therese Svenssons visas också som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med Y.

Anders Carlsson gata och parkeringsytan mot kajen visas i dagvatten- och skyfallsplanen som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering samt som yta där åtgärd för att minska översvämningsproblem föreslås. Ytan mellan gatan och parkeringsytan som föreslås sänkas visas som yta där åtgärd för att minska översvämningsproblem föreslås. Ytorna markeras Å. Yta för eventuell framtida pumpstation reserveras.

8.11.4 Östra delen

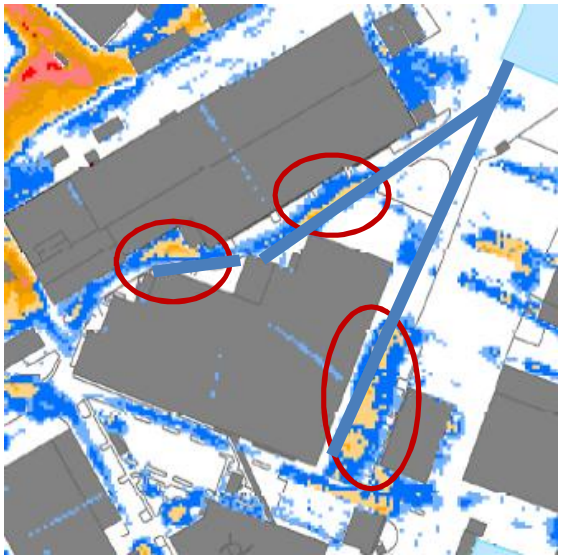
I områdets sydöstra del (utbyggnadsetapp 3 på bilaga 6) finns en större lågpunkt som troligen orsakar tillgänglighetsproblem vid större regn redan idag. Platsen ligger inne på fastighetsmark, öster om huvudbyggnaden för Cityvarvet. I en framtida utveckling av den delen av området kan sänkan tas tillvara och användas för vattenhantering, alternativt

kan ett stråk en bit in på kajen som passerar lågpunkten skapas för dagvatten och skyfallshantering, se Figur 39.



Figur 39. Översvämningsyta och förslag till stråk vid utveckling av området. Röd elips visar område för lågpunkt och blått streck visar var ett alternativt lågstråk skulle kunna placeras.

På flera delar av Valdemar Noréns gata och intilliggandeparkeringsytor bildas översvämningar vid skyfall. Gatans nivå ligger relativt platt men i och med den trånga sektionen mellan byggnaderna och på grund av gatans längd är det inte möjligt att luta den från väster mot öster och älven utan att göra stora ingrepp. Vattendjupen i översvämningarna överstiger 20 cm som mest vilket påverkar framkomligheten. För att minska vattendjupen skulle gatorna kunna ses över utformningsmässigt och höjdmässigt så att vattnet vid översvämning kan sprida sig på större delar av gatan. Delar av parkeringsytorna som ligger i direkt anslutning till gatan skulle kunna sänkas något också för att kunna ta en större del av översvämningen eller bidra till större yta för vattnet att sprida sig på. En skyfallskanal kan skapas mot älven för bräddning av vattnet.



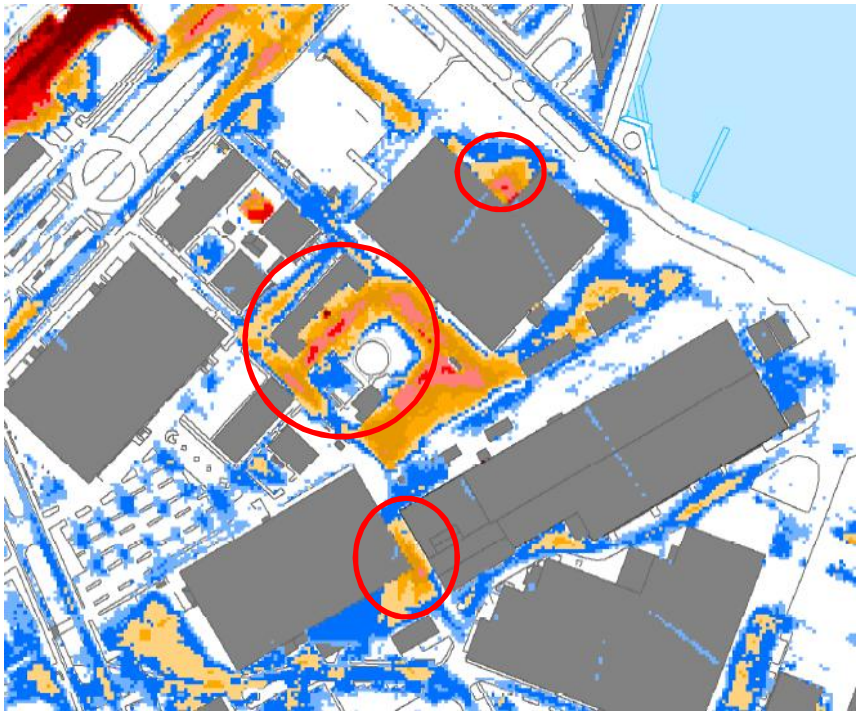
Figur 40. Översvämningsyta och förslag till stråk vid utveckling av området. Röd elips visar område för lågpunkt och blått streck visar vilken gatusträckning som skulle behöva utvecklas för skyfallshantering.

Yta i sydöstra delen av området visas i dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering och markeras med Ä. Yta för eventuell framtida pumpstation reserveras.

Västra delarna av Valdemar Noréns gata visas i dagvatten- och skyfallsplanen som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering och den östra delen av gatan visas som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering. Gatan markeras med Ö. Yta för eventuell framtida pumpstation reserveras.

8.11.5 Norra delen

Norra delen av området (utbyggnadsetapp 1 och 2 på bilaga 6) har mer tydliga, samlade lågpunkter än den södra delen av området, se Figur 41. Vid skyfall riskerar dock byggnader att drabbas av översvämning varför åtgärder kan krävas redan nu.



Figur 41. Utdrag från skyfallsmodellen för norra delen av Lundbyvass. Områden där byggnader kan drabbas av skyfall är inringade med rött i bilden. Mittenringen visar Pumpgatan 1, den södra ringen visar Regnbågsgatans förlängning och den norra ringen visar befintligt industri som översvämmas.

Vid analys konstateras att vattnet vid skyfall rinner från det södra inringade området till det öppna området mellan byggnaderna mitt i Figur 41. Denna översvämning bräddar sedan vidare norrut, längs Planetgatan, till lågpunkten på Lindholmsallén när vattnet stigit så att översvämningen är ca 0,6 m som djupast. En liten bräddning av skyfallet sker också från Anders Carlssons gata mot det södra inringande området. Översvämningen i mitten av området som visas i Figur 41 rymmer totalt 3300 m^3 vatten.

De platser där störst risk för inrinnande vatten i byggnader finns är Pumpgatan 1, Regnbågsgatan 8 och 14 samt mellan byggnaderna i Regnbågsgatans förlängning. Lågpunkten vid Pumpgatan 1 finns inne på fastigheten där portar finns idag. Regnbågsgatan 8 har bl a en nedsänkt port på södra sidan av byggnaden och mellan byggnaderna vid Regnbågsgatans förlängning finns också portar i markplan.

Figur 42. Regnbågsgatan 8.

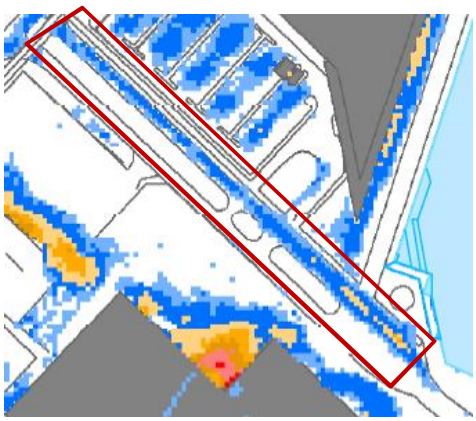
Figur 43. Mellan byggnaderna vid Regnbågsgatans förlängning.

Det finns framförallt två alternativ för skyfallsplaneringen i området; att sprida ut platserna för lagring av skyfallet på flera ställen än idag eller att vidareutveckla de större lågpunkter som finns i området. Båda utvecklingsalternativen kräver ändring av marknivåerna på flera ställen i området.

Vi utveckling av utbyggnadsetapperna 1 och 2 kommer troligen både planbilden och markens nivå förändras. Idag översvämmas marken närmast en befintlig industribyggnad, se Figur 41, norra ringen och resten av skyfallsvattnet belastar

Lindholmsallén, som bör avlastas vid skyfall redan med dagens utformning. Om planbilden ändras kommer skyfallsvattnet inne på fastigheten behöva tas omhand på annat sätt än idag. Området i sig ligger delvis mycket lågt och kan därför inte, utan stora uppfyllnader, förses med bräddning genom skyfallskanal till älven. Istället krävs troligen att skyfallet, ca 2000 m^3, kan hanteras inom området. Elin Svenssons gata skulle kunna utvecklas för skyfallshantering för viss hantering i utbyggnadsetapp 2. Gatan översvämmas idag och är en lågpunkt i området. För skyfallshantering av resten av vattnet föreslås volymen spridas på lämpliga ytor inom utbyggnadsetapperna.

Diskussion har förts om att precis som för Götaverksgatan (se avsnitt 8.9) utveckla Pumpgatan till en gata med integrerad dag- och skyfallshantering likt i Köpenhamn. Resultatet från skyfallsberäkningen visar att gatan endast närmast kajkanten riskerar att översvämmas med upp till 30 cm djup, se Figur 44. Den västra körbanan har full framkomlighet och infarten till TV-huset fungerar.



Figur 44. Resultatet från skyfallsberäkningen. Pumpgatans sträckning är markerad med rött.

Om gatan skulle utvecklas med ett dike i grönytan skulle det fungera att leda vatten från körbanorna om diket gjordes ca 0,5 m djupt. Dock kräver detta att körbanorna lutas om mot mitten av gatan.

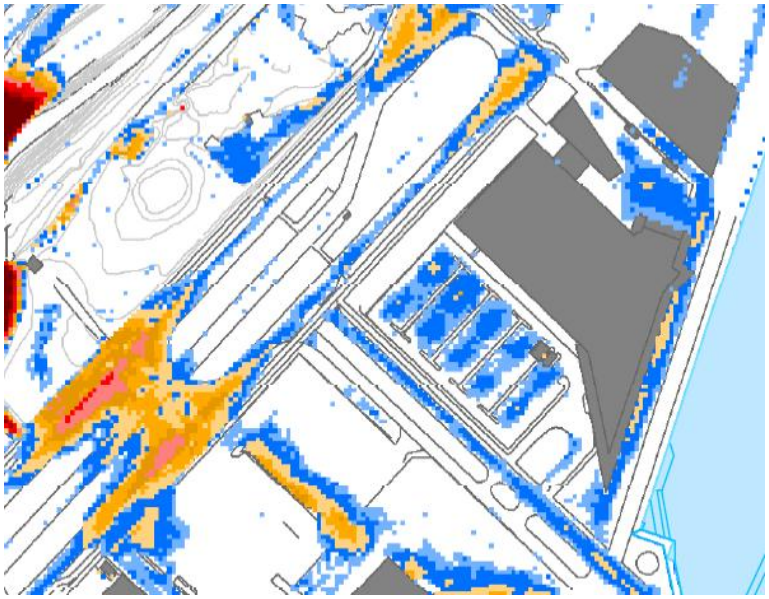
Översvämningsyta vid Regnbågsgatan 8 visas i dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med AA.

Ytan mellan byggnaderna vid Regnbågsgatans förlängning visas som yta där åtgärd för att minska översvämningsproblem föreslås och markeras som BB. Den del av Planetgatan som leder skyfallsvatten norrut visas som yta där åtgärd för att minska översvämningsproblem föreslås och markeras som HH.

Elin Svenssons gata visas som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med CC. Resterande yta för skyfallshantering i utbyggnadsetapp 1 och 2 visas som en yta, yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering, och markeras med DD.

8.11.6 TV-huset

TV-huset är den enda byggnad eller verksamhet som har en samhällsviktig funktion i Lindholmen. Tillgängligheten till byggnaden fungerar för skyfallet eftersom huvudentrén ligger upphöjd mot omgivande mark, men översvämningar på Lindholmsallén kan utgöra hinder för tillgängligheten till området där TV-huset ligger, se Figur 45. Lindholmsallén beskrivs närmare i avsnitt 8.12.



Figur 45. Utdrag ur skyfallsmodell vid TV-huset.

De översvämningar som bildas vid skyfall i området ligger dels på parkeringen väster om byggnaden men också på kajen och på området norr om byggnaden. Vid parkeringsytan finns en nedfart till en nedsänkt port som riskerar att vattenfyllas vid skyfall. För att minska risken för att vatten rinner ned från omgivande mark kan nedfarten förses med en kant samt ett mindre fartgupp på körbanan där nedfarten startar. Mot kajen på TV-huset ligger byggnaden lågt samt att det finns en glasdörr som troligen är en nödutgång. Foto av byggnaden och kajen utanför visas i Figur 46. Dörren och byggnaden påverkas av översvämningen vid skyfallet men verksamheten i byggnaden påverkas inte.

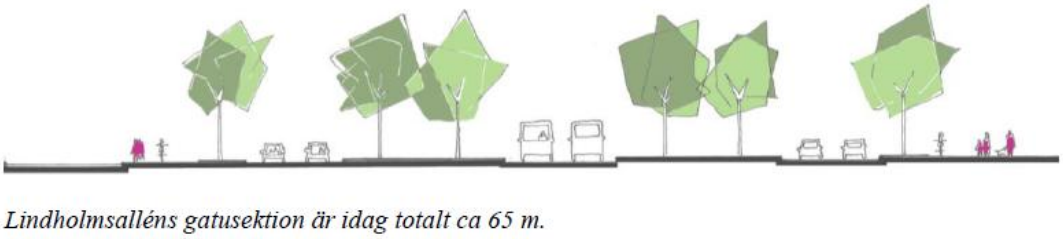
Figur 46. Foto som visar TV-huset mot kajen, fotot taget mot norr.

Ytan där översvämning bildas mot byggnaden vid kajen behöver finnas kvar men bör flyttas ut från byggnaden så at byggnaden inte skadas. En översvämningsyta bör också finnas mot Pumpgatan som hanterar den sidan av byggnadens skyfall för att det inte ska rinna ut på Lindholmsallén.

Kajkanten visas i dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) som befintlig översvämningsyta som behövs bevaras och/eller utvecklas för vattenhantering, och markeras med EE. Parkeringsytan mot Pumpgatan visas med markerad FF.

8.12 Lindholmsallén

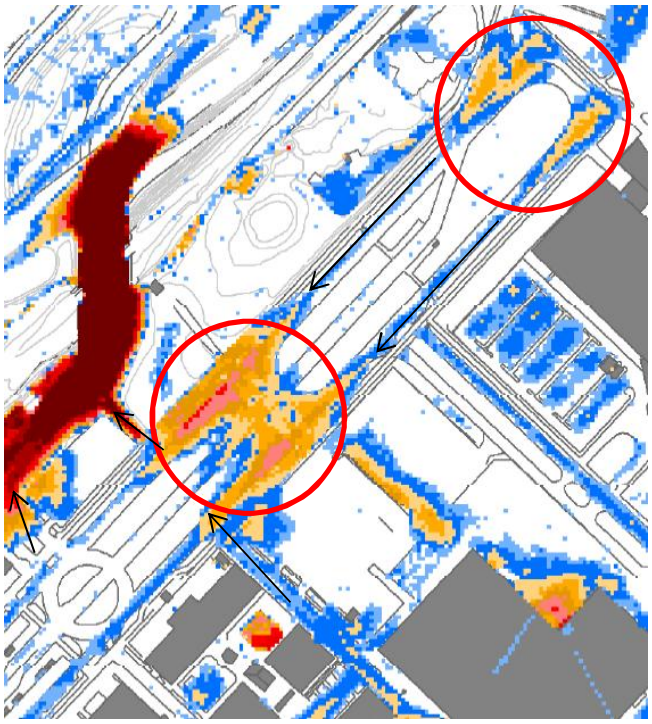
Lindholmsallén har idag en gatusektion med gång- och cykelbanor på båda sidorna, dubbla körfält i vardera riktning, kollektivtrafikstråk i mitten och breda gräsbeklädda refuger med rader av lindar mellan körbanorna. Total är gatusektionen över ca 65 m bred, se Figur 47.



Figur 47. Lindholmsalléns gatusektion (bild från Detaljplan för bostäder och verksamheter inom stadsdelen Lindholmen Göteborg, Samrådshandling januari 2016).

Gatan har flera högpunkter och lågpunkter och lokala översvämningar bildas vid infarter till flera delar av Lindholmen, t ex vid Plejadgatan (se avsnitt 8.6.1) och vid infarten mot universitetet (se avsnitt 8.6.3). Störst problem finns mellan Pumpgatan och Planetgatan

och i gatans norra ände, se markeringar i Figur 48. Gatan är ett prioriterat stråk för kollektivtrafik och tillgänglighet i Lindholmen. Vattendjupet i översvämningen i norra gatuänden uppgår till ca 0,4 m och i korsningen mellan Pumpgatan och Planetgatan upp till 0,7 m. Till lågpunkten mellan Pumpgatan och Planetgatan, bräddar vatten via norra delen av Regnbågsgatan och från norra gatuänden på Lindholmsallén. Från lågpunkten bräddar i sin tur vattnet till Karlavagnsgatan.



Figur 48. Utdrag ur skyfallsmodellen. Inringade områden avser översvämning i Lindholmsalléns norra ände samt i lågpunkten på gatan mellan Pumpgatan och Planetgatan. Pilarna visar flödesriktningen vid skyfall.

I Figur 49 visas ett foto över den lägsta punkten på Lindholmsallén, mellan Pumpgatan och Planetgatan.

Figur 49. Bild över Lindholmsallén mot norr sedd från korsningen med Regnbågsgatan. Gatans lågpunkt (rödmarkerad) syns tydligt längre fram på gatan.

I lågpunkten samlas ca 1800 m^3 vatten vid ett skyfall under befintliga förhållanden.

För att leda bort översvämningen i lågpunkten behöver vattnet kunna rinna och samlas någon annanstans. Om sänkorna på Karlavagnsgatan kan utnyttjas fullt ut som skyfallsmagasin skulle en tydligare bräddning från Lindholmsallén kunna skapas som minskar översvämningen på Lindholmsallén. Bräddningen behöver då ligga på runt +0,4 för att vattendjupet på Lindholmsallén inte ska överstiga 0,2 m.

Om det inte går att leda mer skyfallsvatten till Karlavagnsgatan kan ett alternativ vara att skapa ett skyfallsmagasin sydväst om korsningen Lindholmsallén och Planetgatan, på den yta som idag är parkeringsyta. Både djupet på skyfallsmagasinet, till normalvattennivån och den yta som krävs för att vattnet ska rymmas kommer att vara kritiska. Om utrymme för magasinet finns att tillgå skulle ytan kunna utformas på ett mångfunktionellt sätt och bli ett tillskott i miljön. Inspirationsbilder för ett skyfallsmagasin med mångfunktionalitet visas i Figur 50.

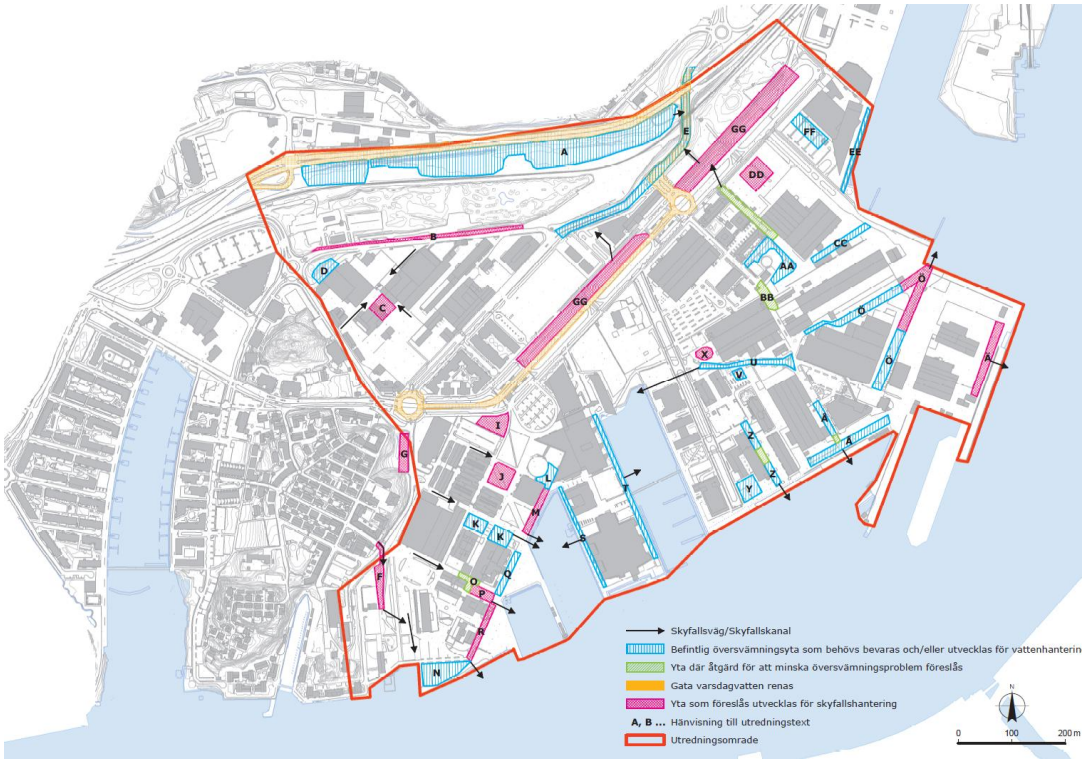
Figur 50. Inspirationsbilder för utformning av översvämningsmagasin.

Det finns eventuella idéer om att göra om norra delen av Lindholmsallén till parkyta. Om parkytan görs till ett lågt liggande stråk kan skyfallsvatten fördröjas på vägen ner mot lågpunkten och minska belastningen på den. En sådan lösning skulle också mildra översvämningen i gatans norra ände samt bidra till att rena gatans dagvatten.

I dagvatten- och skyfallsplanen (se bilaga 8) visas norra delen av gatan som yta som föreslås utvecklas för skyfallshantering, markerad med GG.

9. Dagvatten- och skyfallsplan

Med utgångspunkt från riktlinjer för dagvattenhantering och strategin utifrån områdesspecifika förutsättningar för hantering i Linholmen, har en sammanställning av ytor som behövs för att säkerställa en hållbar dagvatten- och skyfallshantering tagits fram, se Figur 51 och bilaga 8.



Figur 51. Dagvatten- och skyfallsplansbild. Bilden finns även i bilaga 8.

9.1 Så här läser du dagvatten- och skyfallsplansbilden

Utifrån ovan nämnda förutsättningar och som resultat från diskussioner i projektets arbetsgrupp har en bild för dagvatten- och skyfallsplanen tagits fram.

Bilden visar:

- Yta för pumpstation
- Yta som översvämmas idag och som kommer att behöva användas som översvämningsyta i framtiden
- Yta som avsätts för bla skyfallshantering och som kommer att avlasta eller ersätta andra översvämningsplatser
- Föreslagen yta för skyfallshantering
- Plats där åtgärd för att minska översvämningsproblem i instängt område föreslås. T ex justering av befintlig marknivå
- Skyfallsväg, befintlig eller yta som behöver skapas som skyfallsväg. Kan också vara en skyfallskanal
- Gata där rening av dagvatten kommer att krävas
- Bokstavsmarkeringar hänvisar till utredningstexten för förklaring

Det är inte det verkliga ytbehovet som visas då detta beror på hur djup anläggning som kan utföras på respektive plats samt på hur mycket vatten som till slut, efter förtätningen, med den nya kvartersstrukturen och den i vissa fall nya marknivån kommer att rinna till respektive plats. I avsnitt 8 finns tydligare beskrivning för respektive utbyggnadsetapp eller annan del i området.

10. Fortsatt arbete för dag- och skyfallshanteringen i Lindholmen

Nedan listas punkter för fortsatt arbete för dagvatten- och skyfallshantering i Lindholmen.

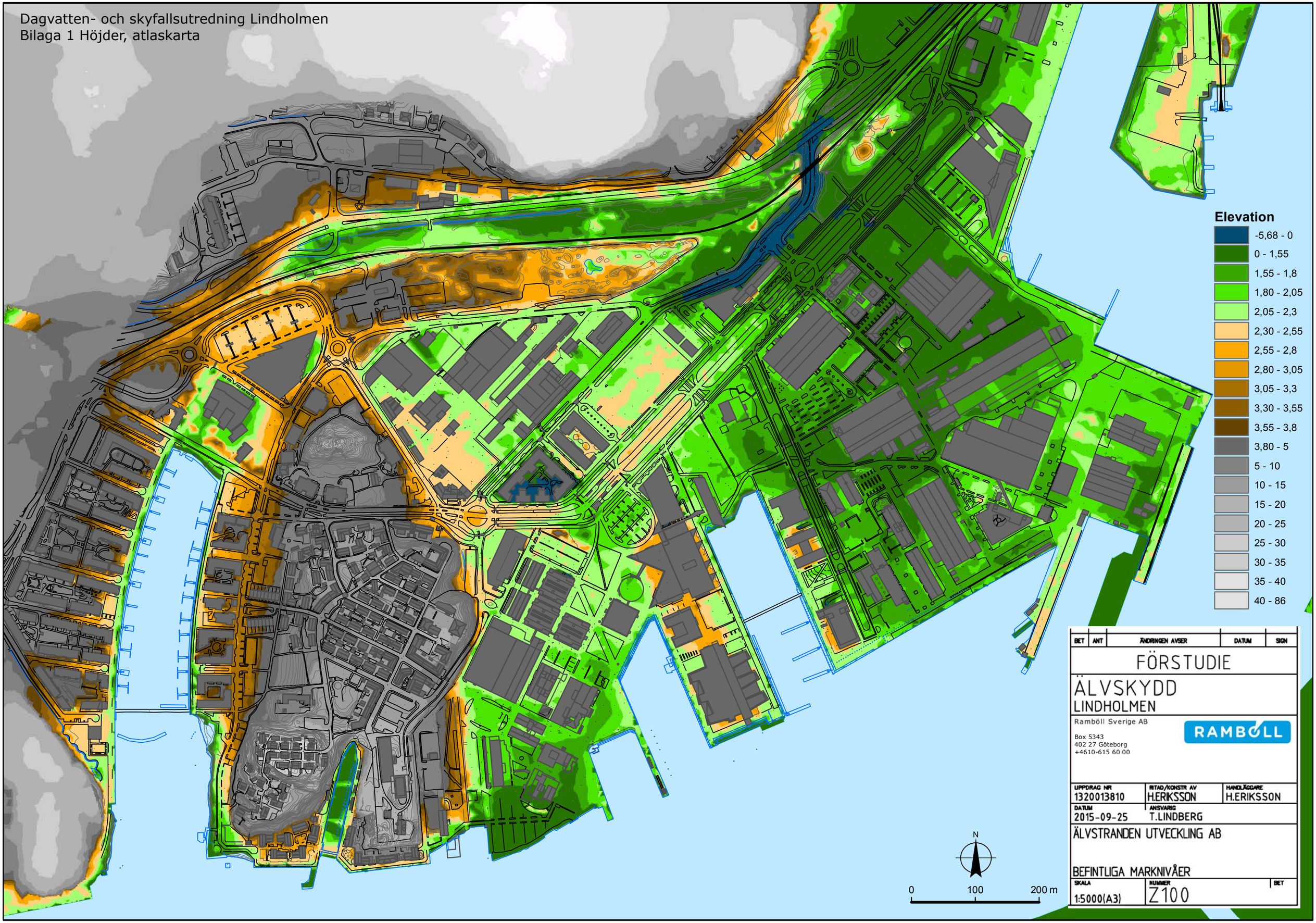
Högst på prioriteringslistan:

- Utvecklingsgatan. I samband med byggnation av Tekniskt gymnasium, utbyggnadsetapp 10, bilaga 6, behöver skyfallsvägar och uppsamlingsytor för skyfallet säkerställas. För att säkerställa att skyfallet kan ledas österut, förbi befintliga byggnader och sedan samlas på en plats där översvämningen inte skadar byggnaderna behöver åtgärder i Utvecklingsgatan utföras och plats för dessa åtgärder behöver omfattas av en detaljplan.
- Anders Carlssons gata. Vidare utredning om skyfallshanteringen på Anders Carlssons gata samt om intilliggande ytor. Kan gatan och intilliggande ytor få fortsätta vara samlingsplats för skyfallet? Ska dessa ytor utvecklas för skyfallshantering? Ska eventuell skyfallskanal till dockan västerut anläggas?
- Grov höjdsättning av utbyggnadsetapperna 1 och 2. Området varierar i höjd och det finns platser som samlar mycket skyfall som kan förändras beroende på hur områdena höjdsätts i den vidare planeringen. För att hitta en lösning för skyfallshanteringen, som inte belastar sänkorna på Karlavagnsgatan mer än nödvändigt samt för en första beräkning av mängden schakt- och fyllningsmassor som ska hanteras bör en utredning eller förprojektering utföras.
- Vidare samråd med Trafikkontoret.

Övriga punkter

- Inventering av befintligt dagvattenssystem på kvartersmark. En inventering som omfattar kontroll av läge, höjd på vattengångar, dimensioner, material samt kontroll av koppling i systemet utförs. För kontroll av kopplingar samt statusbestämning filmas ledningarna. Kopplingar kan också kontrolleras genom spolning med färgat vatten eller genom röktester.
- Grov höjdsättning av utbyggnadsetapperna 8. Området består i dag av stora lågpunkter som samlar mycket skyfallsvatten. Beroende på hur området höjdsätts i den vidare planeringen kommer förhållandena för skyfallshanteringen förändras. För att hitta en lösning för skyfallshanteringen, som gör att skyfallsvattnet kan ledas till plats eller platser där det kan samlas, för att inte belasta sänkorna på Karlavagnsgatan mer än nödvändigt samt för en första beräkning av mängden schakt- och fyllningsmassor som ska hanteras bör en utredning eller förprojektering utföras.
- Avstämning mot arbetet som sker inom Strukturplan vattenhantering för hela staden.

Dagvatten- och skyfallsutredning Lindholmen
Bilaga 1 Höjder, atlaskarta



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB

Box 5343
402 27 Göteborg
+4610-615 60 00

RAMBOLL

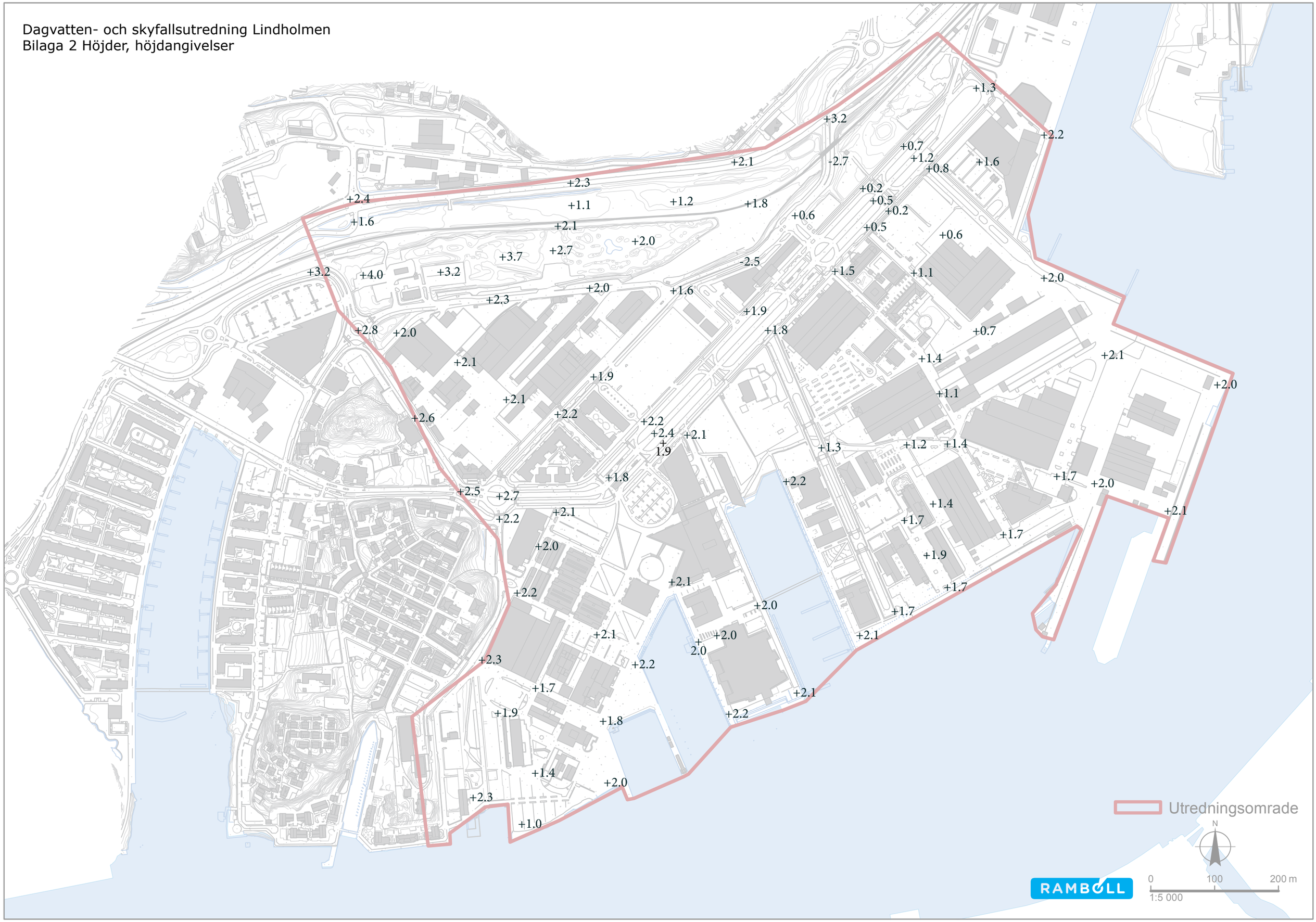
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	H.ERIKSSON	H.ERIKSSON
DATUM 2015-09-25	ANSVARIG T.LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

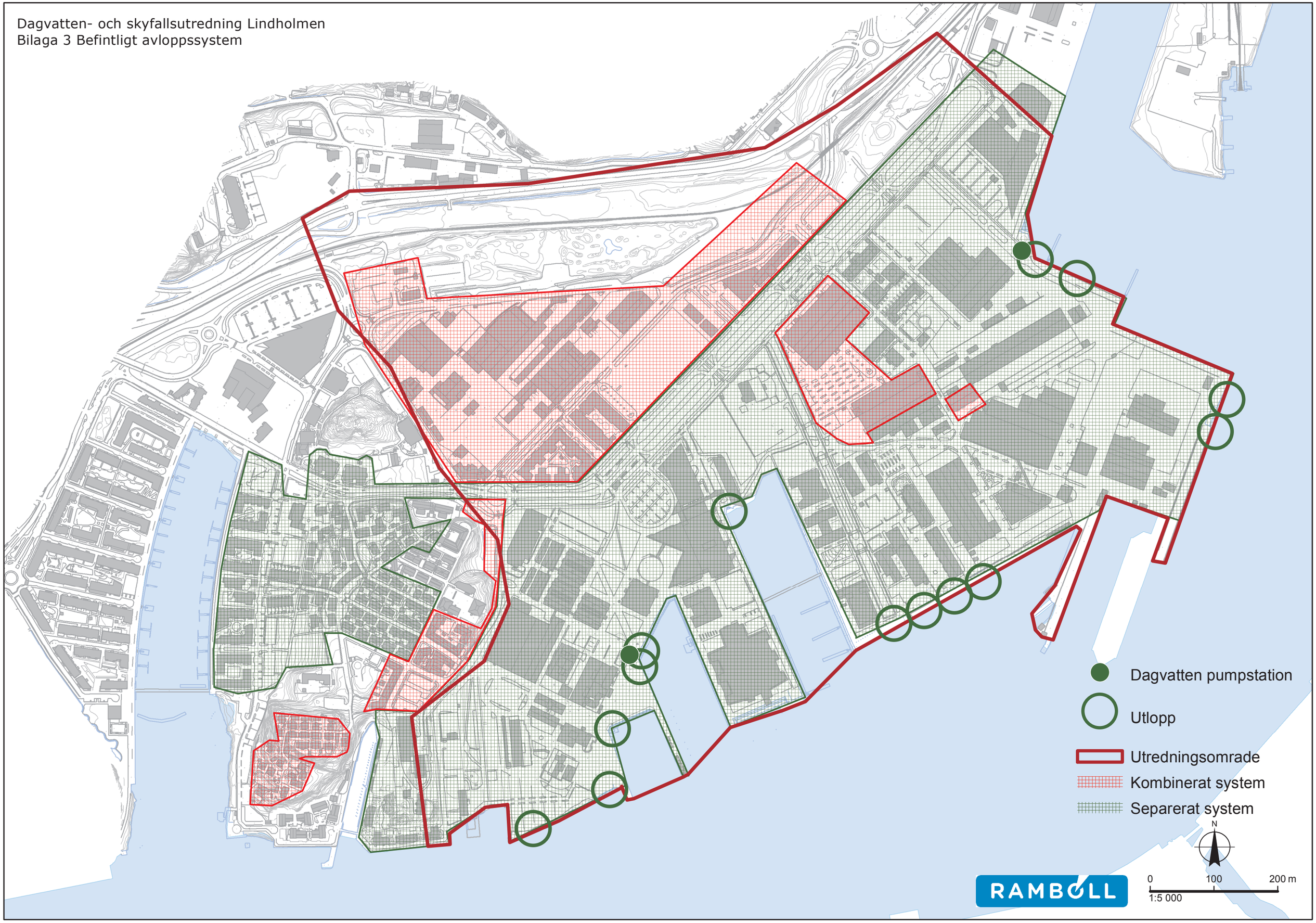
BEFINTLIGA MARKNIVÅER

SKALA	NUMMER	BET
1:5000(A3)	Z100	

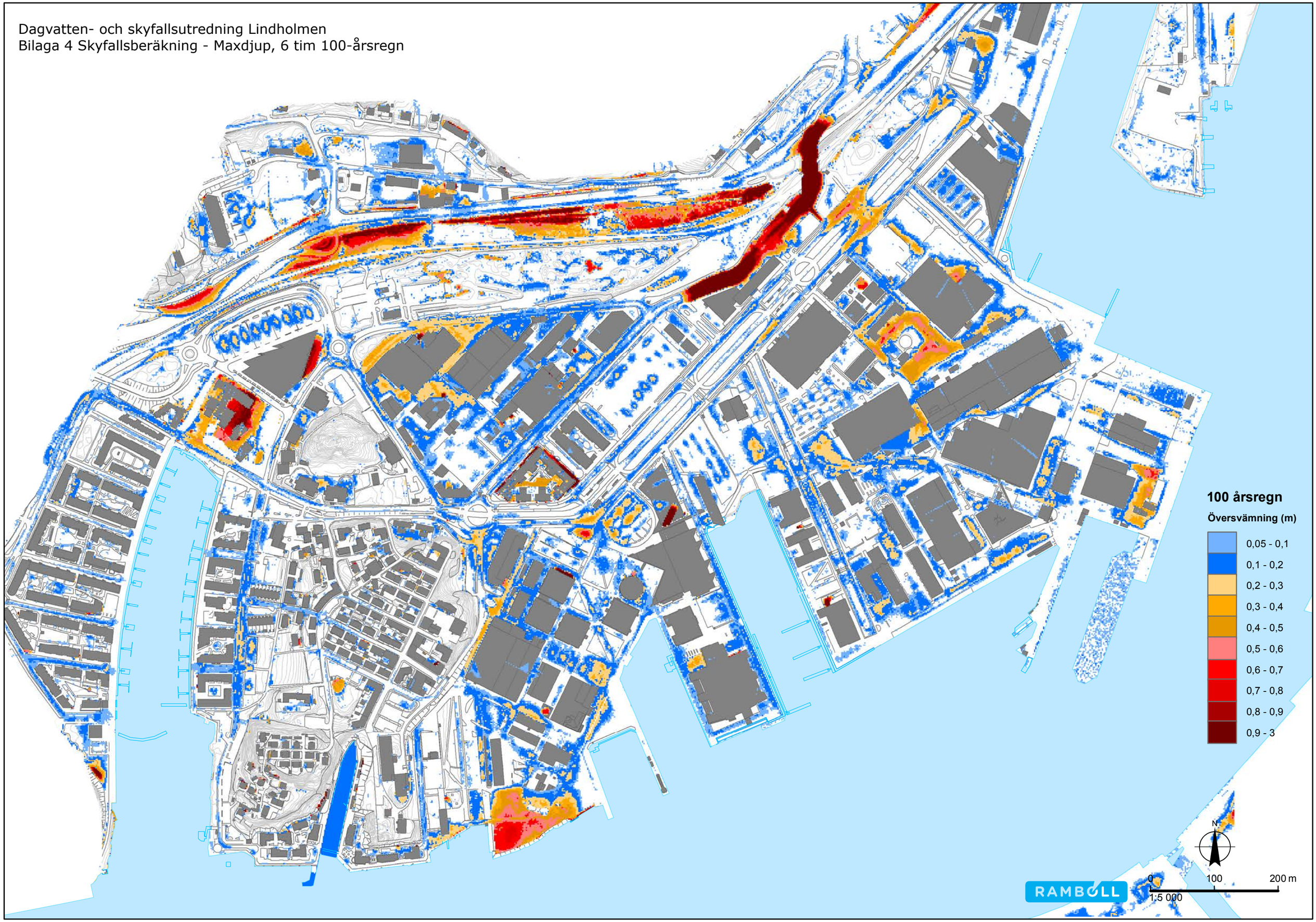
Dagvatten- och skyfallsutredning Lindholmen
Bilaga 2 Höjder, höjdangivelser

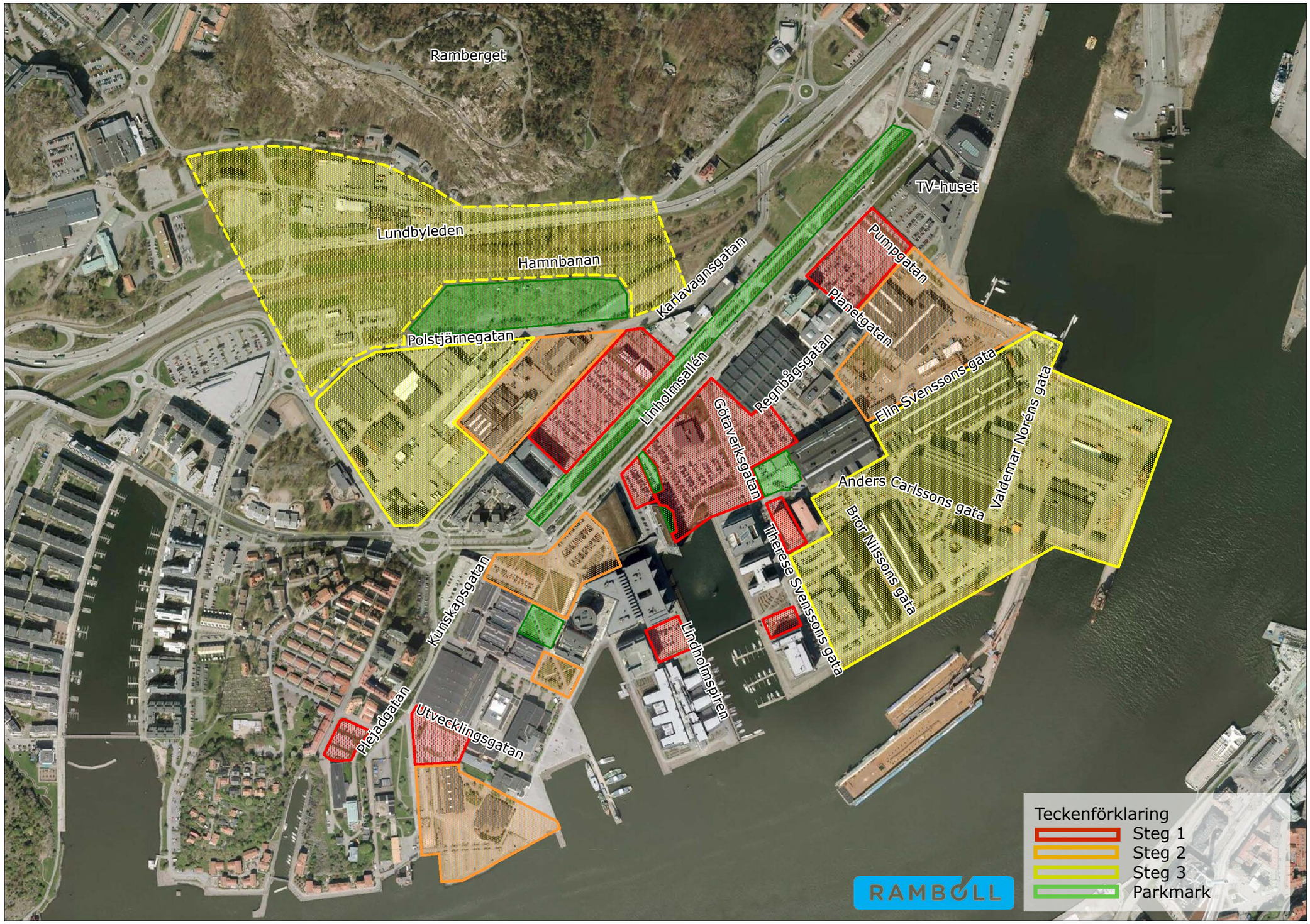


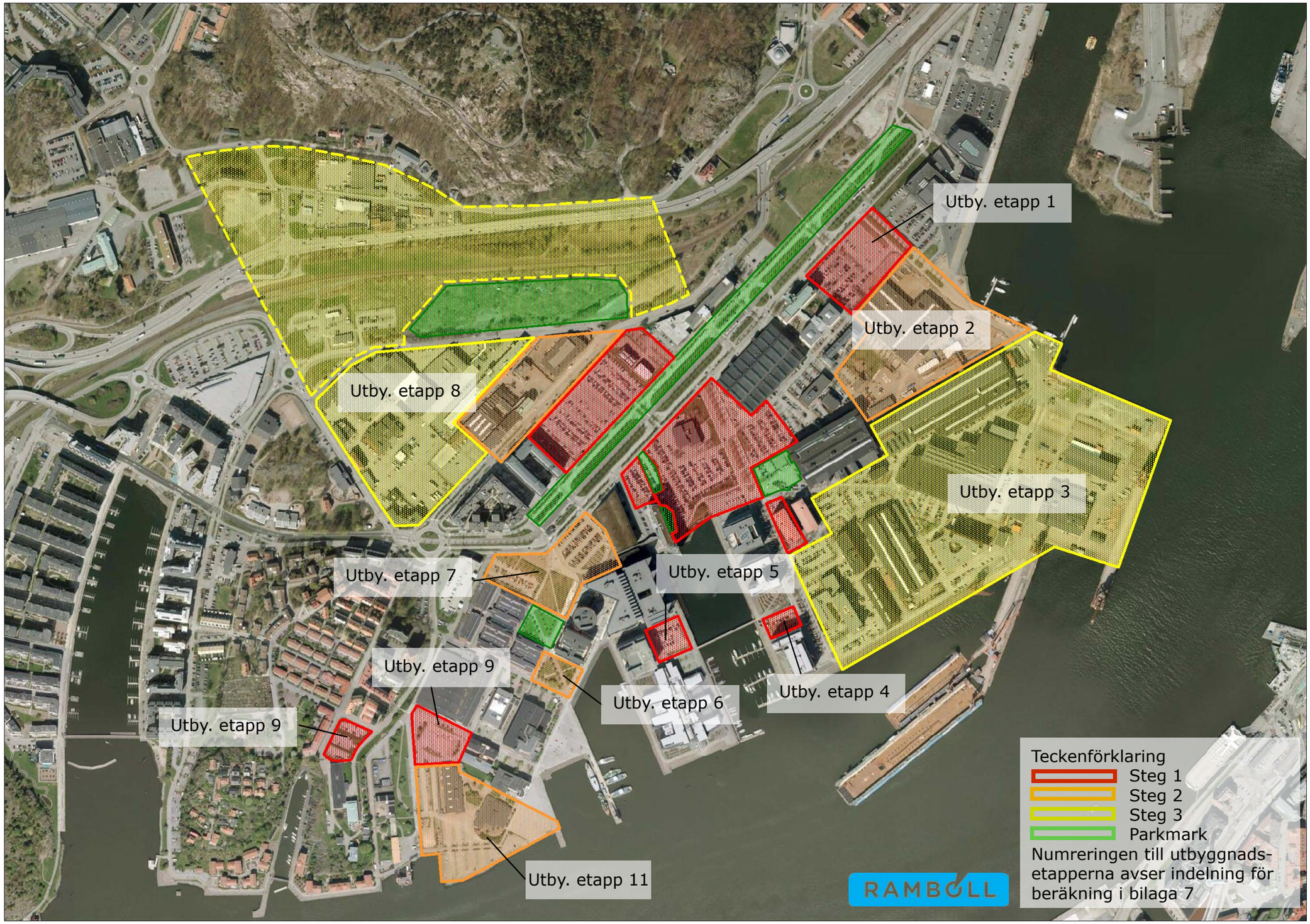
Dagvatten- och skyfallsutredning Lindholmen
Bilaga 3 Befintligt avloppssystem



Dagvatten- och skyfallsutredning Lindholmen
Bilaga 4 Skyfallsberäkning - Maxdjup, 6 tim 100-årsregn




Ramberget
Lundbyleden
Hamnbanan
Polstjärnegatan
Karlavagnsgatan
Linholmsallén
TV-huset
Pumpgatan
Planetgatan
Regnbågsgatan
Götaverksgatan
Elin Svenssons gata
Valdemar Noréns gata
Anders Carlssons gata
Bror Nilssons gata
Therese Svenssons gata
Lindholmspiren
Kunskapsgatan
Plejadgatan
Utvecklingsgatan
Teckenförklaring
Steg 1
Steg 2
Steg 3
Parkmark
RAMBOLL


Utby. etapp 1
Utby. etapp 2
Utby. etapp 3
Utby. etapp 4
Utby. etapp 5
Utby. etapp 6
Utby. etapp 7
Utby. etapp 8
Utby. etapp 9
Utby. etapp 9
Utby. etapp 11
Teckenförklaring
Steg 1
Steg 2
Steg 3
Parkmark
Numreringen till utbyggnads-etapperna avser indelning för beräkning i bilaga 7
RAMBOLL

Befintlig situation 2-års regn, ingen klimatfaktor

Avrinningskoefficienter för respektive yta

Område	Area (m2)	Area (ha)	Marktyp	Area tot (m2)	Avrinningskoef	Area red (ha)	Area red (m2)	10 min regn (l/s/ha)	Avrinning (l/s)
		0	Takyta		0,9	0	0	134	0
utby etapp 1	11962	1,1962	Asfalt, parkering		0,8	0,95696	9570	134	128
		0	Grusad yta		0,2	0	0	134	0
	1900	0,19	Grönytor		0,1	0,019	190	134	3
				13862		0,97596	9760		131
	14180	1,418	Takyta		0,9	1,2762	12762	134	171
utby etapp 2	22176	2,2176	Asfalt, parkering		0,8	1,77408	17740,8	134	238
		0	Grusad yta		0,2	0		134	0
	3750	0,375	Grönytor		0,1	0,0375	375	134	5
				40106		3,08778	30877,8		414
	75949	7,5949	Takyta		0,9	6,83541	68354,1	134	916
utby etapp 3	48420	4,842	Asfalt, parkering		0,8	3,8736	38736	134	519
		0	Grusad yta		0,2	0	0	134	0
	5379	0,5379	Grönytor		0,1	0,05379	537,9	134	7
				129748		10,7628	107628		1442
		0	Takyta		0,9	0	0	134	0
utby etapp 4		0	Asfalt, parkering		0,8	0	0	134	0
	1687	0,1687	Grusad yta		0,2	0,03374	337,4	134	5
		0	Grönytor		0,1	0	0	134	0
				1687		0,03374	337,4		5
		0	Takyta		0,9	0	0	134	0
utby etapp 5	3340	0,334	Asfalt, parkering		0,8	0,2672	2672	134	36
		0	Grusad yta		0,2	0		134	0
		0	Grönytor		0,1	0	0	134	0
				3340		0,2672	2672		36
		0	Takyta		0,9	0	0	134	0
utby etapp 6	376	0,0376	Asfalt, parkering		0,8	0,03008	300,8	134	4
		0	Grusad yta		0,2	0		134	0
	3387	0,3387	Grönytor		0,1	0,03387	338,7	134	5
				3763		0,06395	639,5		9
		0	Takyta		0,9	0	0	134	0
utby etapp 7	6175	0,6175	Asfalt, parkering		0,8	0,494	4940	134	66
		0	Grusad yta		0,2	0	0	134	0
	16197	1,6197	Grönytor		0,1	0,16197	1619,7	134	22
				22372		0,65597	6559,7		88
	28085	2,8085	Takyta		0,9	2,52765	25276,5	134	339
utby etapp 8	53953	5,3953	Asfalt, parkering		0,8	4,31624	43162,4	134	578
		0	Grusad yta		0,2	0	0	134	0
		0	Grönytor		0,1	0	0	134	0
				82038		6,84389	68438,9		917
		0	Takyta		0,9	0	0	134	0
utby etapp 9	2647	0,2647	Asfalt, parkering		0,8	0,21176	2117,6	134	28
		0	Grusad yta		0,2	0	0	134	0
	294	0,0294	Grönytor		0,1	0,00294	29,4	134	0
				2941		0,2147	2147		29
		0	Takyta		0,9	0	0	134	0
utby etapp 10	6031	0,6031	Asfalt, parkering		0,8	0,48248	4825	134	65
		0	Grusad yta		0,2	0		134	0
		0	Grönytor		0,1	0	0	134	0
				6031		0,48248	4825		65
	5351	0,5351	Takyta		0,9	0,48159	4815,9	134	65
utby etapp 11	18090	1,809	Asfalt, parkering		0,8	1,4472	14472	134	194
		0	Grusad yta		0,2	0		134	0
	496	0,0496	Grönytor		0,1	0,00496	49,6	134	1
				23937		1,93375	19337,5		259
Totalt	**329825**	**32,9825**		**329825**		25,32222	**253222**		3393

Framtida situation 10-års regn, avrinnginskoefficient: 0,85, klimatfaktor: 1,25

Schablon för framtida avrinningskoefficient 0,85

Område	Area (m2)	Area (ha)	Marktyp	Area tot (m2)	Avrinningskoef	Area red (ha)	Area red (m2)	10 min regn (l/s/ha)	Avrinning (l/s)
		0	Takyta		0,85	0	0	285	0
utby etapp 1	11962	1,1962	Asfalt, parkering		0,85	1,01677	10168	285	290
		0	Grusad yta		0,85	0	0	285	0
	1900	0,19	Grönytor		0,85	0,1615	1615	285	46
				13862		1,17827	11783		336
	14180	1,418	Takyta		0,85	1,2053	12053	285	344
utby etapp 2	22176	2,2176	Asfalt, parkering		0,85	1,88496	18849,6	285	537
		0	Grusad yta		0,85	0		285	0
	3750	0,375	Grönytor		0,85	0,31875	3187,5	285	91
				40106		3,40901	34090,1		972
	75949	7,5949	Takyta		0,85	6,455665	64556,65	285	1840
utby etapp 3	48420	4,842	Asfalt, parkering		0,85	4,1157	41157	285	1173
		0	Grusad yta		0,85	0	0	285	0
	5379	0,5379	Grönytor		0,85	0,457215	4572,15	285	130
				129748		11,02858	110285,8		3143
		0	Takyta		0,85	0	0	285	0
utby etapp 4		0	Asfalt, parkering		0,85	0	0	285	0
	1687	0,1687	Grusad yta		0,85	0,143395	1433,95	285	41
		0	Grönytor		0,85	0	0	285	0
				1687		0,143395	1433,95		41
		0	Takyta		0,85	0	0	285	0
utby etapp 5	3340	0,334	Asfalt, parkering		0,85	0,2839	2839	285	81
		0	Grusad yta		0,85	0		285	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	285	0
				3340		0,2839	2839		81
		0	Takyta		0,85	0	0	285	0
utby etapp 6	376	0,0376	Asfalt, parkering		0,85	0,03196	319,6	285	9
		0	Grusad yta		0,85	0		285	0
	3387	0,3387	Grönytor		0,85	0,287895	2878,95	285	82
				3763		0,319855	3198,55		91
		0	Takyta		0,85	0	0	285	0
utby etapp 7	6175	0,6175	Asfalt, parkering		0,85	0,524875	5248,75	285	150
		0	Grusad yta		0,85	0	0	285	0
	16197	1,6197	Grönytor		0,85	1,376745	13767,45	285	392
				22372		1,90162	19016,2		542
	28085	2,8085	Takyta		0,85	2,387225	23872,25	285	680
utby etapp 8	53953	5,3953	Asfalt, parkering		0,85	4,586005	45860,05	285	1307
		0	Grusad yta		0,85	0	0	285	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	285	0
				82038		6,97323	69732,3		1987
		0	Takyta		0,85	0	0	285	0
utby etapp 9	2647	0,2647	Asfalt, parkering		0,85	0,224995	2249,95	285	64
		0	Grusad yta		0,85	0	0	285	0
	294	0,0294	Grönytor		0,85	0,02499	249,9	285	7
				2941		0,249985	2499,85		71
		0	Takyta		0,85	0	0	285	0
utby etapp 10	6031	0,6031	Asfalt, parkering		0,85	0,512635	5126	285	146
		0	Grusad yta		0,85	0		285	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	285	0
				6031		0,512635	5126		146
	5351	0,5351	Takyta		0,85	0,454835	4548,35	285	130
utby etapp 11	18090	1,809	Asfalt, parkering		0,85	1,53765	15376,5	285	438
		0	Grusad yta		0,85	0		285	0
	496	0,0496	Grönytor		0,85	0,04216	421,6	285	12
				23937		2,034645	20346,45		580
Totalt	**329825**	**32,9825**		**329825**		28,035125	**280351**		7990

Framtida situation 30-års regn, avrinnginskoefficient: 0,85, klimatfaktor: 1,25

Schablon för framtida avrinningskoefficient 0,85

Område	Area (m2)	Area (ha)	Marktyp	Area tot (m2)	Avrinningskoef	Area red (ha)	Area red (m2)	10 min regn (l/s/ha)	Avrinning (l/s)
		0	Takyta		0,85	0	0	410	0
utby etapp 1	11962	1,1962	Asfalt, parkering		0,85	1,01677	10168	410	417
		0	Grusad yta		0,85	0	0	410	0
	1900	0,19	Grönytor		0,85	0,1615	1615	410	66
				13862		1,17827	11783		483
	14180	1,418	Takyta		0,85	1,2053	12053	410	494
utby etapp 2	22176	2,2176	Asfalt, parkering		0,85	1,88496	18849,6	410	773
		0	Grusad yta		0,85	0		410	0
	3750	0,375	Grönytor		0,85	0,31875	3187,5	410	131
				40106		3,40901	34090,1		1398
	75949	7,5949	Takyta		0,85	6,455665	64556,65	410	2647
utby etapp 3	48420	4,842	Asfalt, parkering		0,85	4,1157	41157	410	1687
		0	Grusad yta		0,85	0	0	410	0
	5379	0,5379	Grönytor		0,85	0,457215	4572,15	410	187
				129748		11,02858	110285,8		4522
		0	Takyta		0,85	0	0	410	0
utby etapp 4		0	Asfalt, parkering		0,85	0	0	410	0
	1687	0,1687	Grusad yta		0,85	0,143395	1433,95	410	59
		0	Grönytor		0,85	0	0	410	0
				1687		0,143395	1433,95		59
		0	Takyta		0,85	0	0	410	0
utby etapp 5	3340	0,334	Asfalt, parkering		0,85	0,2839	2839	410	116
		0	Grusad yta		0,85	0		410	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	410	0
				3340		0,2839	2839		116
		0	Takyta		0,85	0	0	410	0
utby etapp 6	376	0,0376	Asfalt, parkering		0,85	0,03196	319,6	410	13
		0	Grusad yta		0,85	0		410	0
	3387	0,3387	Grönytor		0,85	0,287895	2878,95	410	118
				3763		0,319855	3198,55		131
		0	Takyta		0,85	0	0	410	0
utby etapp 7	6175	0,6175	Asfalt, parkering		0,85	0,524875	5248,75	410	215
		0	Grusad yta		0,85	0	0	410	0
	16197	1,6197	Grönytor		0,85	1,376745	13767,45	410	564
				22372		1,90162	19016,2		780
	28085	2,8085	Takyta		0,85	2,387225	23872,25	410	979
utby etapp 8	53953	5,3953	Asfalt, parkering		0,85	4,586005	45860,05	410	1880
		0	Grusad yta		0,85	0	0	410	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	410	0
				82038		6,97323	69732,3		2859
		0	Takyta		0,85	0	0	410	0
utby etapp 9	2647	0,2647	Asfalt, parkering		0,85	0,224995	2249,95	410	92
		0	Grusad yta		0,85	0	0	410	0
	294	0,0294	Grönytor		0,85	0,02499	249,9	410	10
				2941		0,249985	2499,85		102
		0	Takyta		0,85	0	0	410	0
utby etapp 10	6031	0,6031	Asfalt, parkering		0,85	0,512635	5126	410	210
		0	Grusad yta		0,85	0		410	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	410	0
				6031		0,512635	5126		210
	5351	0,5351	Takyta		0,85	0,454835	4548,35	410	186
utby etapp 11	18090	1,809	Asfalt, parkering		0,85	1,53765	15376,5	410	630
		0	Grusad yta		0,85	0		410	0
	496	0,0496	Grönytor		0,85	0,04216	421,6	410	17
				23937		2,034645	20346,45		834
Totalt	**329825**	**32,9825**		**329825**		28,035125	**280351**		11494

Framtida situation 100-års regn, avrinningskoefficient: 0,85, klimatfaktor: 1,25

Schablon för framtida avrinningskoefficient 0,85

Område	Area (m2)	Area (ha)	Marktyp	Area tot (m2)	Avrinningskoef	Area red (ha)	Area red (m2)	10 min regn (l/s/ha)	Avrinning (l/s)
		0	Takyta		0,85	0	0	611	0
utby etapp 1	11962	1,1962	Asfalt, parkering		0,85	1,01677	10168	611	621
		0	Grusad yta		0,85	0	0	611	0
	1900	0,19	Grönytor		0,85	0,1615	1615	611	99
				13862		1,17827	11783		720
	14180	1,418	Takyta		0,85	1,2053	12053	611	736
utby etapp 2	22176	2,2176	Asfalt, parkering		0,85	1,88496	18849,6	611	1152
		0	Grusad yta		0,85	0		611	0
	3750	0,375	Grönytor		0,85	0,31875	3187,5	611	195
				40106		3,40901	34090,1		2083
	75949	7,5949	Takyta		0,85	6,455665	64556,65	611	3944
utby etapp 3	48420	4,842	Asfalt, parkering		0,85	4,1157	41157	611	2515
		0	Grusad yta		0,85	0	0	611	0
	5379	0,5379	Grönytor		0,85	0,457215	4572,15	611	279
				129748		11,02858	110285,8		6738
		0	Takyta		0,85	0	0	611	0
utby etapp 4		0	Asfalt, parkering		0,85	0	0	611	0
	1687	0,1687	Grusad yta		0,85	0,143395	1433,95	611	88
		0	Grönytor		0,85	0	0	611	0
				1687		0,143395	1433,95		88
		0	Takyta		0,85	0	0	611	0
utby etapp 5	3340	0,334	Asfalt, parkering		0,85	0,2839	2839	611	173
		0	Grusad yta		0,85	0		611	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	611	0
				3340		0,2839	2839		173
		0	Takyta		0,85	0	0	611	0
utby etapp 6	376	0,0376	Asfalt, parkering		0,85	0,03196	319,6	611	20
		0	Grusad yta		0,85	0		611	0
	3387	0,3387	Grönytor		0,85	0,287895	2878,95	611	176
				3763		0,319855	3198,55		195
		0	Takyta		0,85	0	0	611	0
utby etapp 7	6175	0,6175	Asfalt, parkering		0,85	0,524875	5248,75	611	321
		0	Grusad yta		0,85	0	0	611	0
	16197	1,6197	Grönytor		0,85	1,376745	13767,45	611	841
				22372		1,90162	19016,2		1162
	28085	2,8085	Takyta		0,85	2,387225	23872,25	611	1459
utby etapp 8	53953	5,3953	Asfalt, parkering		0,85	4,586005	45860,05	611	2802
		0	Grusad yta		0,85	0	0	611	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	611	0
				82038		6,97323	69732,3		4261
		0	Takyta		0,85	0	0	611	0
utby etapp 9	2647	0,2647	Asfalt, parkering		0,85	0,224995	2249,95	611	137
		0	Grusad yta		0,85	0	0	611	0
	294	0,0294	Grönytor		0,85	0,02499	249,9	611	15
				2941		0,249985	2499,85		153
		0	Takyta		0,85	0	0	611	0
utby etapp 10	6031	0,6031	Asfalt, parkering		0,85	0,512635	5126	611	313
		0	Grusad yta		0,85	0		611	0
		0	Grönytor		0,85	0	0	611	0
				6031		0,512635	5126		313
	5351	0,5351	Takyta		0,85	0,454835	4548,35	611	278
utby etapp 11	18090	1,809	Asfalt, parkering		0,85	1,53765	15376,5	611	940
		0	Grusad yta		0,85	0		611	0
	496	0,0496	Grönytor		0,85	0,04216	421,6	611	26
				23937		2,034645	20346,45		1243
Totalt	**329825**	**32,9825**		**329825**		28,035125	**280351**		17129

Framtida situation 100-års regn, avrinningskoefficient: 1,0, klimatfaktor : 1,25

Schablon för framtida avrinningskoefficient 0,85

Område	Area (m2)	Area (ha)	Marktyp	Area tot (m2)	Avrinningskoef	Area red (ha)	Area red (m2)	10 min regn (l/s/ha)	Avrinning (l/s)
		0	Takyta		1	0	0	841	0
utby etapp 1	11962	1,1962	Asfalt, parkering		1	1,1962	11962	841	1006
		0	Grusad yta		1	0	0	841	0
	1900	0,19	Grönytor		1	0,19	1900	841	160
				13862		1,3862	13862		1166
	14180	1,418	Takyta		1	1,418	14180	841	1193
utby etapp 2	22176	2,2176	Asfalt, parkering		1	2,2176	22176	841	1865
		0	Grusad yta		1	0		841	0
	3750	0,375	Grönytor		1	0,375	3750	841	315
				40106		4,0106	40106		3373
	75949	7,5949	Takyta		1	7,5949	75949	841	6387
utby etapp 3	48420	4,842	Asfalt, parkering		1	4,842	48420	841	4072
		0	Grusad yta		1	0	0	841	0
	5379	0,5379	Grönytor		1	0,5379	5379	841	452
				129748		12,9748	129748		10912
		0	Takyta		1	0	0	841	0
utby etapp 4		0	Asfalt, parkering		1	0	0	841	0
	1687	0,1687	Grusad yta		1	0,1687	1687	841	142
		0	Grönytor		1	0	0	841	0
				1687		0,1687	1687		142
		0	Takyta		1	0	0	841	0
utby etapp 5	3340	0,334	Asfalt, parkering		1	0,334	3340	841	281
		0	Grusad yta		1	0		841	0
		0	Grönytor		1	0	0	841	0
				3340		0,334	3340		281
		0	Takyta		1	0	0	841	0
utby etapp 6	376	0,0376	Asfalt, parkering		1	0,0376	376	841	32
		0	Grusad yta		1	0		841	0
	3387	0,3387	Grönytor		1	0,3387	3387	841	285
				3763		0,3763	3763		316
		0	Takyta		1	0	0	841	0
utby etapp 7	6175	0,6175	Asfalt, parkering		1	0,6175	6175	841	519
		0	Grusad yta		1	0	0	841	0
	16197	1,6197	Grönytor		1	1,6197	16197	841	1362
				22372		2,2372	22372		1881
	28085	2,8085	Takyta		1	2,8085	28085	841	2362
utby etapp 8	53953	5,3953	Asfalt, parkering		1	5,3953	53953	841	4537
		0	Grusad yta		1	0	0	841	0
		0	Grönytor		1	0	0	841	0
				82038		8,2038	82038		6899
		0	Takyta		1	0	0	841	0
utby etapp 9	2647	0,2647	Asfalt, parkering		1	0,2647	2647	841	223
		0	Grusad yta		1	0	0	841	0
	294	0,0294	Grönytor		1	0,0294	294	841	25
				2941		0,2941	2941		247
		0	Takyta		1	0	0	841	0
utby etapp 10	6031	0,6031	Asfalt, parkering		1	0,6031	6031	841	507
		0	Grusad yta		1	0		841	0
		0	Grönytor		1	0	0	841	0
				6031		0,6031	6031		507
	5351	0,5351	Takyta		1	0,5351	5351	841	450
utby etapp 11	18090	1,809	Asfalt, parkering		1	1,809	18090	841	1521
		0	Grusad yta		1	0		841	0
	496	0,0496	Grönytor		1	0,0496	496	841	42
				23937		2,3937	23937		2013
Totalt	**329825**	**32,9825**		**329825**		32,9825	**329825**		27738

Framtida situation 100-års regn, avrinningskoeff: 0,85 klimatfaktor: 1,25

Beräkningssätt: Vin –Vut, med avtappning till befintligt ledningssystem (q ut = 2 årsregnet)

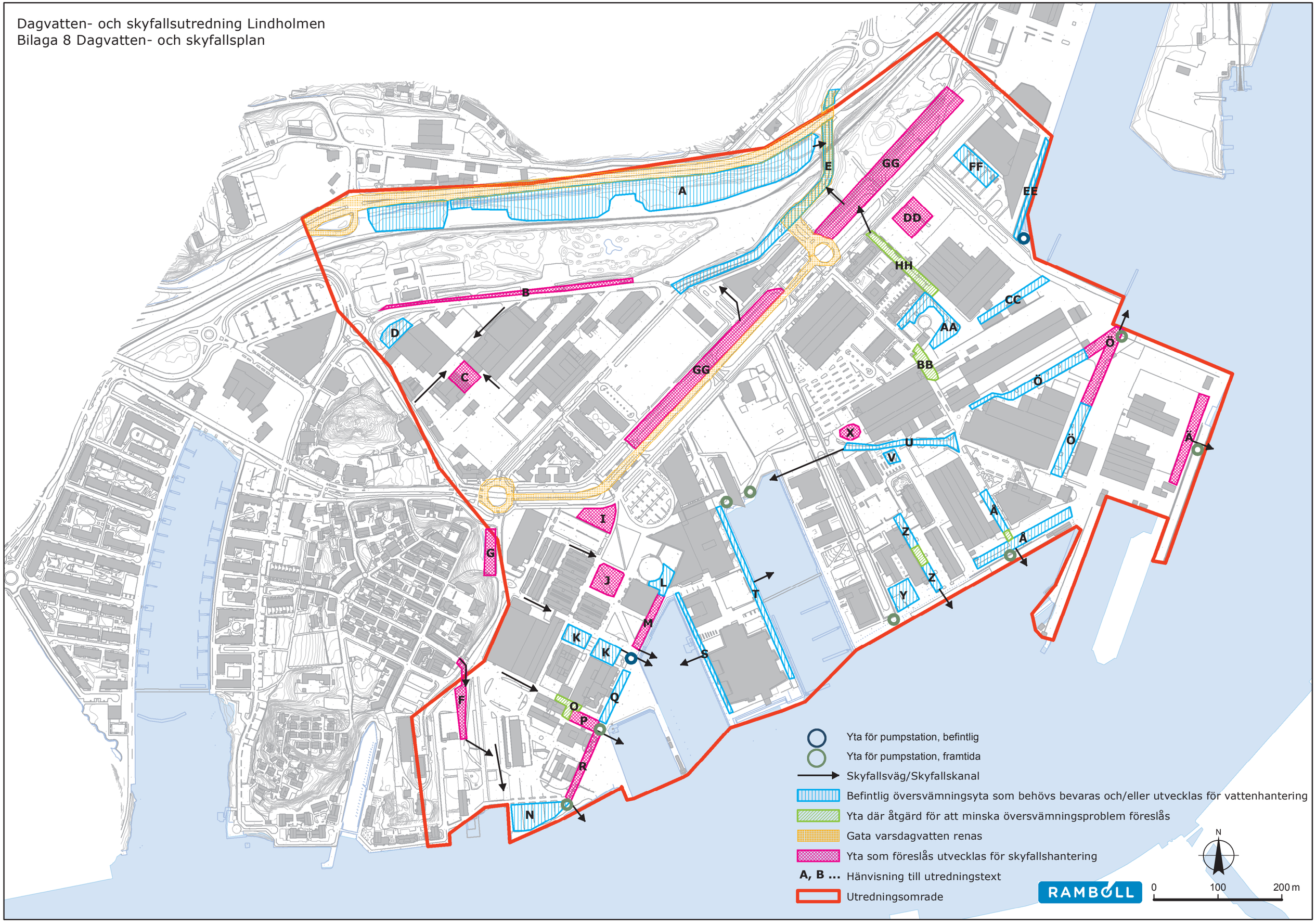
Område	Area (m2)	Area tot (ha)	Avrinningskoef	Area red (m2)	Area red tot (ha)	Fördröjning (m3)	Varaktighet (min)
			0,85	0			
utby etapp 1	11962		0,85	10168			
			0,85	0			
	1900		0,85	1615			
		1,3862			1,17827	419	30
	14180		0,85	12053			
utby etapp 2	22176		0,85	18849,6			
			0,85	0			
	3750		0,85	3187,5			
		4,0106			3,40901	1155	20
	75949		0,85	64556,65			
utby etapp 3	48420		0,85	41157			
			0,85	0			
	5379		0,85	4572,15			
		12,9748			11,02858	3615	20
			0,85	0			
utby etapp 4			0,85	0			
	1687		0,85	1433,95			
			0,85	0			
		0,1687			0,143395	82	90
			0,85	0			
utby etapp 5	3340		0,85	2839			
			0,85	0			
			0,85	0			
		0,334			0,2839	94	20
			0,85	0			
utby etapp 6	376		0,85	319,6			
			0,85	0			
	3387		0,85	2878,95			
		0,3763			0,319855	196	120
			0,85	0			
utby etapp 7	6175		0,85	5248,75			
			0,85	0			
	16197		0,85	13767,45			
		2,2372			1,90162	982	70
	28085		0,85	23872,25			
utby etapp 8	53953		0,85	45860,05			
			0,85	0			
			0,85	0			
		8,2038			6,97323	2279	20
			0,85	0			
utby etapp 9	2647		0,85	2249,95			
			0,85	0			
	294		0,85	249,9			
		0,2941			0,249985	87	30
			0,85	0			
utby etapp 10	6031		0,85	5126			
			0,85	0			
			0,85	0			
		0,6031			0,512635	170	20
	5351		0,85	4548,35			
utby etapp 11	18090		0,85	15376,5			
			0,85	0			
	496		0,85	421,6			
		2,3937			2,034645	675	20
Totalt	**329825**	**32,9825**		**280351**	28,035125	9754	

Framtida situation 100-års regn, avrinningskoeff: 1,0 klimatfaktor: 1,25

Beräkningssätt: Vin –Vut, med avtappning till befintligt ledningssystem (q ut = 2 årsregnet)

Område	Area (m2)	Area tot (ha)	Avrinningskoef	Area red (m2)	Area red tot (ha)	Fördröjning (m3)	Varaktighet (min)
			1	0			
utby etapp 1	11962		1	11962			
			1	0			
	1900		1	1900			
		1,3862			1,3862	535	30
	14180		1	14180			
utby etapp 2	22176		1	22176			
			1	0			
	3750		1	3750			
		4,0106			4,0106	1484	30
	75949		1	75949			
utby etapp 3	48420		1	48420			
			1	0			
	5379		1	5379			
		12,9748			12,9748	4616	30
			1	0			
utby etapp 4			1	0			
	1687		1	1687			
			1	0			
		0,1687			0,1687	102	110
			1	0			
utby etapp 5	3340		1	3340			
			1	0			
			1	0			
		0,334			0,334	121	30
			1	0			
utby etapp 6	376		1	376			
			1	0			
	3387		1	3387			
		0,3763			0,3763	243	140
			1	0			
utby etapp 7	6175		1	6175			
			1	0			
	16197		1	16197			
		2,2372			2,2372	1225	80
	28085		1	28085			
utby etapp 8	53953		1	53953			
			1	0			
			1	0			
		8,2038			8,2038	2909	30
			1	0			
utby etapp 9	2647		1	2647			
			1	0			
	294		1	294			
		0,2941			0,2941	111	30
			1	0			
utby etapp 10	6031		1	6031			
			1	0			
			1	0			
		0,6031			0,6031	218	30
	5351		1	5351			
utby etapp 11	18090		1	18090			
			1	0			
	496		1	496			
		2,3937			2,3937	864	30
Totalt	**329825**	**32,9825**		**329825**	32,9825	12428	

Dagvatten- och skyfallsutredning Lindholmen
Bilaga 8 Dagvatten- och skyfallsplan



Förstudie

Älvstranden Utveckling AB

Älvskydd Lindholmen

Göteborg 2015-09-25

Älvskydd Lindholmen

Förstudie

Datum	2015-09-25
Uppdragsnummer	1320013810
Utgåva/Status	slutlig

Uppdragsledare	Tora Lindberg
Specialister	Britt-Marie Henningsson, Claes Asphage, Ingrid Reimertz, Lena Sjögren

Ramböll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
Fax
www.ramboll.se

Unr 1320013810 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Höga havsnivåer kan medföra översvämning i delar av Lindholmen. Ramböll har gjort en förstudie där möjlig utformning och placering av älvskydd för området tagits fram.

Syftet med älvskyddet är att säkerställa att befintlig bebyggelse och samhällsviktiga anläggningar skyddas vid framtida klimatförändringar samt att pågående verksamheter ska kunna fungera med hänsyn till tillgänglighet.

Skyddet består av en tät del (exempelvis tätskärm, spont eller dyl.) för att hindra inträngning av vatten från älven med en nivå på minst + 2,3 m ö h. Ovan detta ska finnas möjlighet att bygga på temporärt till +3,3 m ö h. I förslagen har principsektioner för 4 lösningar tagits fram. En lösning där tätskärmen är inklädd i bryggkonstruktioner, en där befintlig kaj eller slänt byggs som slänt/tryckbank med ovanliggande bryggkonstruktion med tätskärm på kajplan, en där sittmur med tätskärm byggs på kajplan och en där befintlig kaj i begränsad grad höjdjusteras uppåt med tätskärm på kajplan. Kajplanen byggs till +2.3 m ö h med en hårdgjord yta närmast vattnet. I de flesta lösningarna anläggs tätskärm minst 10-12 m från vattnet alternativt vid krönet av en slänt. Älvskyddet har placerats skilt från kajkonstruktionerna så att kajkonstuktion och översvämningsskydd kan anläggas och underhållas oberoende av varandra.

Den totala kostnaden för att anlägga ca 3,5 km älvskydd har uppskattats till ca 150 miljoner kronor. Ombyggnad av kajer är inte inräknat.

Skydden har antagits vara färdigbyggda år 2035 och den teknisk livslängden har antagits vara fram till år 2070.

Längs översvämningsskyddet skapas en höjdlinje som står emot inträngning av vatten från älven. Dagvatten från nederbörd och grundvatten på insidan av skyddet behöver kunna ledas bort, hänsyn till höjdsättningen i nya områden krävs. För att skydda dagvattensystemet från bakåttryckande vatten från älven sätts bakvattenstopp på alla utlopp. På sikt kan dagvatten behöva pumpas ut till älven. Konsekvenserna av skyfall, dvs vid en extrem nederbördssituation har utretts. Älvskyddet påverkar inte översvämningar till följd av skyfall, eftersom kajlinjen redan idag ligger på en högre nivå än marken innanför det planerade Älvskyddet.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund och syfte 1
2. Avgränsning 2
3. Förutsättningar 3
3.1 Pågående planering 3
3.2 Marknivåer 4
3.3 Geotekniska förhållanden 5
3.4 Dagvatten 5
3.5 Ledningar och kablar 6
3.6 Befintliga kajer 6
4. Förslag till åtgärder 7
4.1 Allmänt 7
4.2 Gestaltning 8
4.3 Geoteknik 10
4.4 Kajer 11
4.5 Samhällsviktiga funktioner 12
4.6 Berörda intressenter 12
5. Hantering av vatten 12
5.1 Dagvatten och dränering 12
5.2 Skyfall 13
6. Bedömda kostnader för Älvskydd 14
6.1 Allmänt 14
6.2 Temporära skydd 14
6.3 Älvskydd, principsektioner 15
6.3.1 Principsektion A-A 15
6.3.2 Principsektion B-B 16
6.3.3 Principsektion C-C 17
6.3.4 Principsektion D-D 18
6.3.5 Principsektion B-B eller D-D 19
6.4 Älvskydd, totalkostnad 19
6.5 Drift- och underhåll, kontroll 20
7. Tidplan 21
7.1 Älvskydd 21
7.2 Kajer 21
8. Bedömda kostnader för dagvatten 22
9. Bedömda kostnader för kajer 23

10. Finansiering 24
11. Möjlig utformning av objektsskydd 24
12. Fortsatt arbeten 24

Ritningar

Z100	Befintliga marknivåer	skala 1:5000
W100	Befintliga ledningar	skala 1:5000
L101	Situationsplan, väster	skala 1:2000
L102	Situationsplan, mellan	skala 1:2000
L103	Situationsplan, öster	skala 1:2000
L201	Principsektion A-A	skala 1:100
L202	Principsektion B-B	skala 1:100
L203	Principsektion C-C	skala 1:100
L204	Principsektion D-D	skala 1:100

Bilagor

Bilaga 1	Skyfallsutredning
Bilaga 2	Beskrivning befintliga kajer
Bilaga 3	Fastighetsägare

Älvskydd Lindholmen
Förstudie

1. Bakgrund och syfte

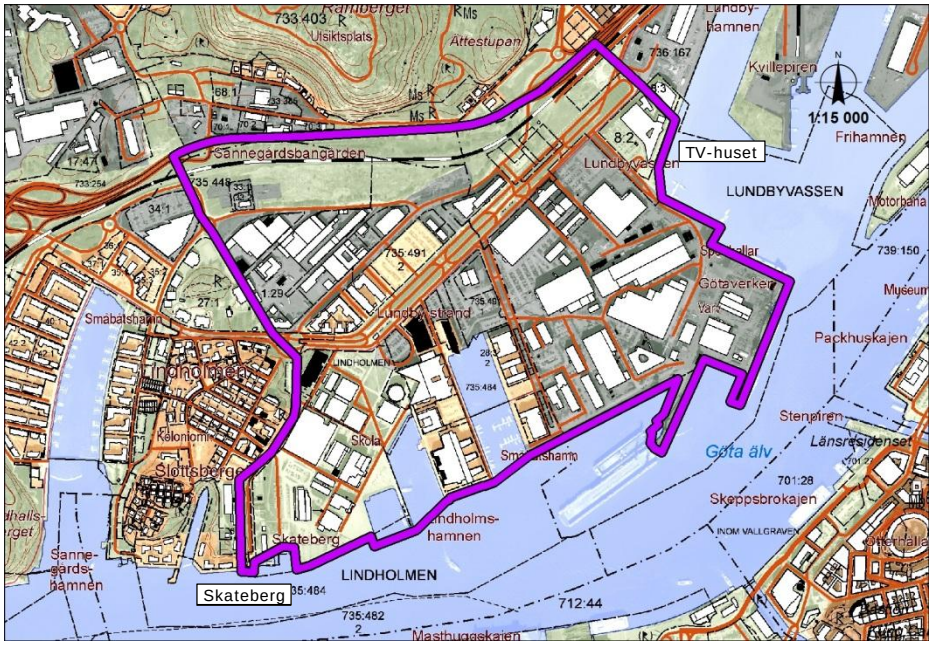
På Lindholmen pågår stadsomvandling med syfte att utveckla och förtäta staden. Inom området finns flera pågående detaljplaner och flera delar av området förväntas exploateras inom en snar framtid. Vid höga havsnivåer kan dagens kajer svämma över vilket medför översvämning i låglänta delar av Lindholmen.

Älvstranden Utveckling AB har gett Ramböll i uppdrag att utreda möjlig utformning och placering av älvskydd för Lindholmen. Syftet är att ta fram möjliga lösningar med god gestaltning för hur översvämningsskydd kan utformas för sträckan från Skatberget i sydväst till TV-huset (vid Lundbyvassen) i nordost, se *Figur 1*. Utredningen ska kunna användas som stöd vid detaljplanearbeten på Lindholmen.
Målet med älvskyddet är att säkerställa att befintlig bebyggelse och samhällsviktiga anläggningar skyddas vid framtida klimatförändringar samt att pågående verksamheter ska kunna fungera med hänsyn till tillgänglighet.

För att kunna säkra Lindholmen mot översvämning vid kraftig nederbörd då älvskyddet är utbyggt samt för att få en uppfattning om var ansamlingar av vatten sker innanför älvskyddet beskrivs även konsekvenserna av ett skyfall, dvs vid en extrem nederbördssituation.

För att skapa en bred förankring för innehållet i rapporten har en referensgrupp varit delaktiga under arbetets gång. Synpunkter från referensgruppen har inarbetats i rapporten. Referensgruppen har bestått av personer från Länsstyrelsen i Västra Götalands län: Lars Westholm, Patrik Jansson och Roger Lind, från Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs stad: Ulf Moback, Niklas Blomquist, Arvid Törnqvist, Tore Hjelte, Anna Rudholm, Kristina Tidäng och Carolina Högvall, från Kretslopp och Vatten i Göteborgs stad: Lina Karlsson och Dick Karlsson, samt från Älvstranden Utveckling AB: Thomas Nygren och Pierre Kroona.

o:\got11sm\i\2015\1320013810\2_allm\rapporter\steg 2 150918\älvskydd lindholmen.docx



Figur 1. Stadsdelen Lindholmen (inklusive TV-huset) avgränsad med lila linje.

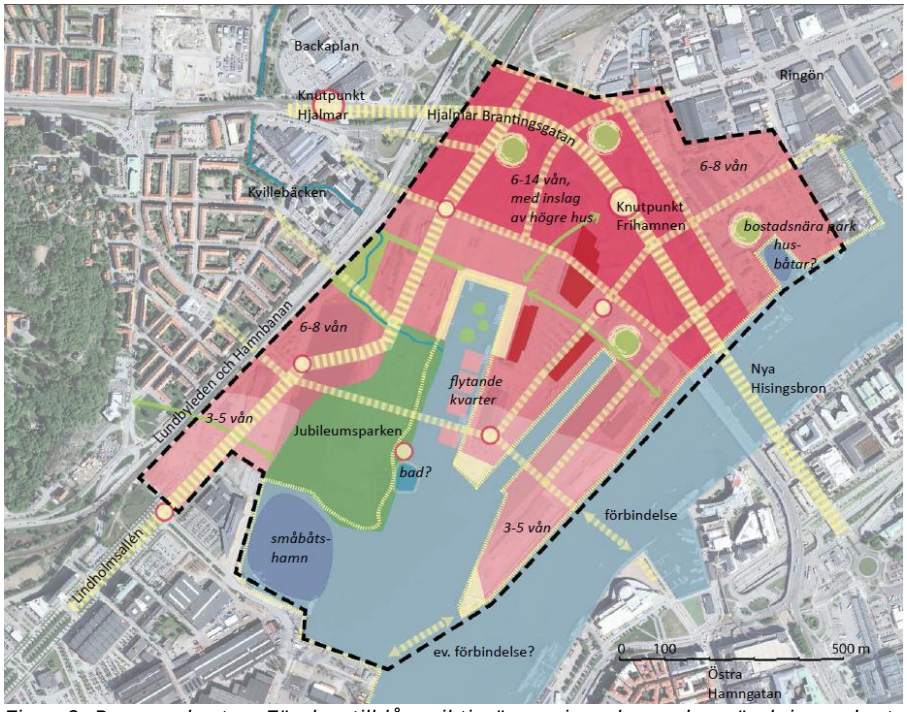
2. Avgränsning

Utredningen är en förstudie. Förslagen är av översiktlig karaktär. De principiella lösningar som tagits fram ska kunna användas i det framtida arbetet med att utforma stadsdelen och de ska kunna anpassas till de olika tekniska och gestaltningsmässiga lösningarna utmed kajerna.

Utgångspunkt för studien är att skyddet längs älven ska klara en vattennivå vid högvatten på +2.3 m ö h, i rapporten kallad skyddsnivå, samt med en möjlighet att skydda för en vattennivå vid extremväder till +3,3 m ö h, i rapporten kallad extremnivå. Samtliga nivåer är angivna i RH 2000. Samhällsviktiga funktioner ska skyddas till en nivå upp till +3.8 m ö h. I område bedöms endast TV-huset vara samhällsviktigt.

Utredningen ska endast översiktligt beröra konsekvenser av översvämningar till följd av skyfall och ska vidare översiktligt behandla konsekvenser för nuvarande ledningssystem då skydd anläggs.

Den geografiska/planmässiga avgränsningen av området sammanfaller huvudsakligen av stadsdelen Lindholmen som ansluts till närliggande höjdområden. I väster utgörs detta av Skatberget med påtaglig höjd. I öster skulle en motsvarande anslutning mot högre liggande marknivåer innebära att man vid TV-huset gick rakt norrut mot Ramberget. En sådan anslutning måste passera både Hamnbanan och Lundbyleden, vilka båda ligger påtagligt lågt. I Frihamnens planprogram, se Figur 2, redovisas att hela Frihamnensområdets framtida markhöjder ska vara minst +2,5 m ö h vilket utgör erfoderligt skydd om Lindholmens invallning skulle kunna anslutas till detta.



Figur 2. Programkarta - Förslag till långsiktig övergripande markanvändning och struktur för Frihamnen och del av Ringön. (ur SBK diarienummer 0652/12.: SAMMANFATTNING AV PROGRAM FÖR FRIHAMNEN och del av Ringön PROGRAM samråd 4 JUNI - 9 SEPTEMBER 2014)

I området, i anslutning till Sannegårdshamnens norra ände är marknivåerna över +2,3 m ö h, men det oklart hur genomsläppligt jordmaterialet är. Det är risk att vatten kan komma in till Lindholmen genom eventuell lättfyllning och/eller ledningsgravar i området. I bilaga 1, skyfallsutredningens ritning L101, har lägen för båda dessa sträckor skissats in. Placering av lämpliga lägen och åtgärder bör utredas vidare.

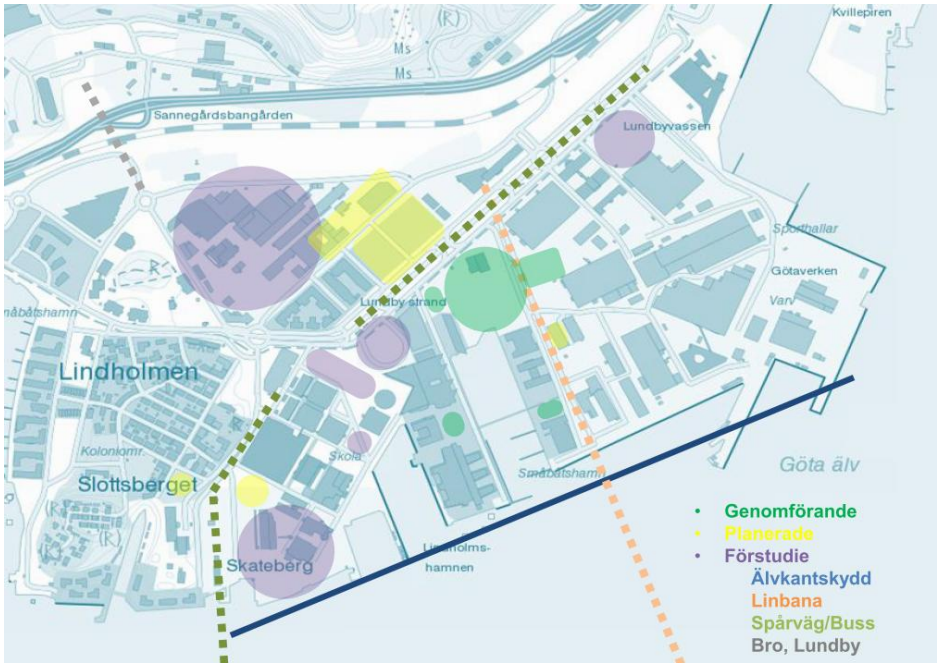
3. Förutsättningar

3.1 Pågående planering

Inom området pågår en stadsomvandling från mer omfattande verksamhetsområden, utbildningslokaler, parkerings- och lastgårdsytor till blandstad med betydligt större inslag av bostäder och kontor.

Stadsbyggnadskontoret anger att planeringsnivån med hänsyn till översvämning är +2,8 m ö h (färdig golvhöjd).

Ett flertal pågående, planerade och framtida planer finns för Lindholmen, se *Figur 3*. Bl a pågår Detaljplan för BLANDSTAD STADSBEBYGGELSE vid Götaverksgatan inom stadsdelen Lindholmen i Göteborg, Plankarta och Illustration.



Figur 3. Planer-pågående, planerade och framtida. (Källa Älvstranden Utveckling)

Skydden har antagits vara färdigbyggda år 2035 och den teknisk livslängden har antagits vara fram till år 2070. Det har vidare antagits att skydden måste vara så täta att en tätskärm behöver anläggas.

Syftet med Älvkantskyddet är att skydda för högvattensituationer som inträffar under en kortare period. Högvattensituationen antas vara av tillfällig art, där nivån tillfälligt stiger till skyddsnivån och sedan sjunker undan igen. Dessutom ska den den skydda mot en höjd normalvattennivå.

3.2 Marknivåer

En plan över marknivåer i området har tagits fram baserad på Laserskanning Göteborg 2011. Vid indelning av höjder, m ö h, har ekvidistanserna valts efter skyddsnivå och extremnivå, se ritning Z100 Befintliga marknivåer. Av planen framgår att hela området ligger lågt och är flackt och att kajkanten idag på merparten av sträckan är högre än de områden som ligger innanför. Detta betyder att ett älvskydd med skyddsnivå på +2.3 m ö h längre in i området skulle bli en tydlig barriär, vall eller liknande, för verksamheterna på ömse sidor skyddet.

Idag har delar av området enklare byggnader vars skador blir begränsade vid en översvämning. Sannolikt kommer flertalet av dessa byggnader på sikt att ersättas med byggnader för bostäder och kontor, på vilka en översvämning orsakar större skador.

Om samtlig bebyggelse ska kunna skyddas och deras funktion behållas förordas att skyddet anläggs utmed kajen med en relativ närhet till älven. Skyddet behöver uppfylla en skyddsnivå längs älven på + 2.3 m ö h. Denna skyddsnivå uppnås endast i några enstaka punkter på kajen idag.

3.3 Geotekniska förhållanden

Efter kontakt med Geosupport har erhållits ett flertal olika geotekniska utredningar för Lindholmen.

Detta område har undersökts av olika konsulter vid olika tidpunkter och för olika ändamål. Stabilitetsförhållanden har beräknats och beskrivits i ett flertal utlåtanden. Likaså har grundläggningsförutsättningar m m beskrivits för de detaljplaner som finns i området.

Nedan följer en sammanfattning över de geotekniska förhållandena:
Huvuddelen av området idag utgörs av hårdgjorda ytor. Jordlagren utgörs generellt överst av ca 2-4 m fyllning som underlagas av homogen lera till överlag stora djup. Leran är att betrakta som sk ”klassisk Göteborgslera”. Lerans hållfasthet är generellt närmast under torrskorpan ca 15 kPa med en tillväxt mot djupet.

I den sydvästra delen av området finns Skatberget och jordlagren närmast öster därom är relativt små. Även på den södra delen av Lindholmspiren har små jorddjup uppmätts. Övriga undersökningar i området visar på stora lerdjup.

Stabilitetsförhållandena inom Lindholmen baseras på Göteborgs Stads stabilitetskartering, daterad 2011. Utredningen utfördes i enlighet med nivå Detaljerade stabilitetutredning för befintlig bebyggelse och anläggning och utgick från befintliga marknivåer.

Merparten av södra Lindholmen har en tillfredställande stabilitet.
Utredningen visar dock på två områden i anslutning till älven, markerade på ritning L101-L103 Situationsplaner, där inte Skredkommissionens rekommendationer uppfylls:

- Området i anslutning till parkeringsytan i sydvästra delen av Lindholmen
- Området i sydöstra delen av Lindholmshamnen (sydöstra delen av Lundbyvassen)

Dessa områden är markerade på ritningar L101-L103 Situationsplaner.

Stora delar av dagens Lindholmen bestod tidigare av ett sankområde som fyllts ut. De ursprungliga fyllningarna utfördes redan i mitten av 1800-talet och fram till början av 1900-talet. Ytterligare fyllnadsmassor har dock påförts även på senare tid (ca 1950-talet och framåt). Dessa fyllningar har genererat stora belastningar på stora ytor vilket i kombination med den sättningskänsliga leran medfört omfattande och långtidsbundna sättningar som inom stora delar fortfarande pågår.

3.4 Dagvatten

Inom stora delar av Lindholmen finns tak och hårdgjorda ytor som saknar absorptionsförmåga och som ger snabb avrinning. Befintligt dagvattensystem består av ett ledningssystem som inte är dimensionerat för att klara stora nederbördsmängder. Ledningssystemet står också delvis dämt på grund av Göta älvs nivå.

När nederbörden är större än vad dagvattensystemet är dimensionerat för däms ledningssystemet och marken översvämmas. Mycket lite dagvatten leds på ytan direkt till Göta älv. Skydd i ledningssystemet mot bakåttryckande vatten vid höga vattennivåer i Göta älv, typ backventiler, saknas. Detta gör att marken också kan översvämmas genom att älvvatten kan tränga in i området genom ledningssystemet.

3.5 Ledningar och kablar

I området finns, förutom dagvattenledningar också vatten- och spillvattenledningar, el- och telekablar, fjärrvärmeledningar m m. Ledningsinformationen har inhämtats från ledningskollen, 2015-04-22 och redovisas på ritning W100 Befintliga ledningar. Information om lokala ledningar inom fastigheterna finns inte med på planen.

3.6 Befintliga kajer

Aktuellt område innefattar kajer från Stapelbädden i väster till Lundbykajen i öster, namngivning av kajer finns på ritning L101-L103 Situationsplaner. Kajerna varierar i skick och konstruktionstyp.

Scandiaconsult Sverige AB, (SCC), nuvarande Ramböll, gjorde år 2001 en inventering av kajbeståndet från Broströmskajen och västerut. Kajerna dykbesiktigades och en bedömning av restvärdet, återstående livslängd för kajerna och underhållskostnader togs fram.

Kajerna öster om Broströmskajen till och med Lundbykajen besiktigades inte.

För att få god bild över kajernas status idag krävs ny besiktning. Generellt bör nybyggda kajer besiktigas var 5-10:e år och äldre kajer var 3-5:e år. Detta för att kunna underhålla dem löpande. Förväntad livslängd för kajer är 50-60 år, beroende på faktorer som konstruktionstyp, typ av hantering, underhåll, m m. Med underhåll och reparationer finns möjlighet att förlänga livslängden på kajerna.

Flertalet kajer i området är ålderstigna, byggda mellan 1930 till 1960, och konstruerade ungefär på samma sätt dvs ett betongdäck som vilar på träpålar där en slänt sträcker sig in under kajen. För några av kajerna är även en stålspont slagen vid kajlinjen. Det gäller Broströmskajen, Lundbystrand, Lindholmspiren östra och västra sida samt Kaj 8 och Kaj 6.

Några få kajer är utförda som slänter, stenmurskajer och spontkajer och dessa är Kaj 5, Lindholmshamnens kortsida, Spontkajen vid Kunskapsgatan och slänten öster om Stapelbädden.

Information gällande byggnadsår och status för kajerna öster om Broströmskajen saknas.

Mer utförlig information finns i Bilaga 2 Befintliga kajer.

4. Förslag till åtgärder

4.1 Allmänt

För att kunna skydda all bebyggelse, behålla tillgängligheten till densamma samt för att slippa bygga skyddet två gånger (om man temporärt bygger en del av skyddet en bit in i området) förordas att skyddet byggs längs kajkanten/kajpromenaden mellan Skateberget och TV-huset (Ramberget).

Översiktlig studie har gjorts med placering av skyddet längre in i området (ungefär i det läge som SBK föreslagit i sitt PM - Delområdesbeskrivning Klimatrisker, Lindholmen – arbetsmaterial 150430). Förslaget har förkastats beroende på att befintliga låga markhöjder innebär att en vall/barriär skapas genom områden som idag utgörs av lastgårdar, gator och byggnader. Även om en del byggnader tas bort påverkas kvarvarande verksamheter påtagligt då befintliga lastgårdar till stora delar förlorar sin funktion och anslutande gator behöver byggas om och höjas lokalt upp till +2.3 m ö h. Dessutom behöver flera större ledningsstråk tätas i samband med passage.

Av ritning L101-L103 Situationsplan och ritning L201-L204 Principsektioner framgår förslag till lösningar längs sträckan.

Föreslagna principsektioner tar sin utgångspunkt i:

A-A -befintligt lågt liggande kajområde kan behållas med anläggande av ny tätskärm till önskad nivå som sedan byggs in och över av ny bryggkonstruktion.

B-B -befintlig kaj eller slänt kan byggas som slänt/tryckbank med ovanliggande bryggkonstruktion och kajplan, vilket utförs till önskad skyddsnivå och fungerar som översvämningsskydd.

C-C -befintlig kaj och kajplan kan behållas trots för låg nivå för att anlägga en inre skärm med uppbyggd sittmur som kan stängas i sina öppningar.

D-D -befintlig kaj kan behållas och i begränsad grad höjdjusteras uppåt med enstaka decimeter för att uppnå översvämningskydd. Alternativt rivs kajen och ny kaj byggs med samma vattendjup som befintlig kaj.

I detta sammanhang måste betonas att skyddet antagits behöva bestå av en tät del för att hindra inträngning av vatten från älven genom mer genomsläppliga jordlager (exempelvis tätskärm, spont eller dyl.) samt att krönet på detta täta skydd behöver nå en nivå på minst + 2,3 m ö h.

Utmed områden där byggnation planeras (framtida exploatering) presenteras ett förslag där skyddet utförs även om inte exploatering sker. Om älvskyddet anläggs samtidigt med byggnation (exploatering) kan med fördel byggnaderna utföras som del i älvskyddet. Älvskyddet har medvetet placerats geografiskt skilt i plan från kajkonstruktionerna så att kajkonstuktion och översvämningsskydd kan anläggas och underhållas oberoende av varandra.

I *Figur 4* - *Figur 7* nedan har den del av skyddet som räknas in vid kostnadsuppskattning färgats, tätskärm med grön färg och trä/fyllning med röd färg. Det är ungefär denna del som anläggs om inte stadsförnyelse sker i samband med att skyddet anläggs.

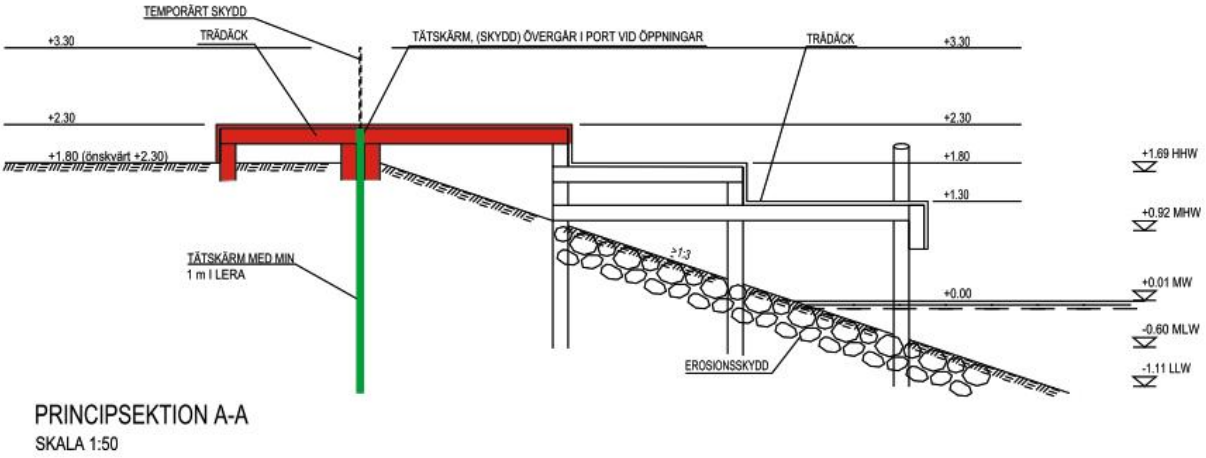
4.2 Gestaltning

Genomgående för förslaget är tillgänglighet till vattnet för Göteborgaren. Ingenstans ska man känna att man skärmas av från vattnet. Man ska kunna röra sig längs Göta älv på allmänna ytor. Även tillgängligheten till älven för räddningstjänst m fl ska säkerställas. Utgångspunkten har varit en kajplan på +2.3 m ö h med en hårdgjord yta närmast vattnet. Kajplan bör vara minst 10-12 m bred för att vara användbar. Kajplanen kan då tillåtas vara en yta som blir blöt när vågor slår mot kanten.

Föreslagna principsektioner längs sträckan tar sin utgångspunkt i de utformningar som förekommer längs Göteborgs kajer idag. Genomgående förelås här i större utsträckning inklädnader av trä.

Principsektion A-A, se *Figur 4*, med tätskärm inklädd i bryggkonstruktioner. I de inre delarna av dockorna föreslås större bryggkonstruktioner. Genom att anlägga tätskärmen under detta däck kan det gömmas. Där skyddet ska anslutas till entreér på byggnader kan principlösningen anpassas med att ett extra steg och/eller ramp för att säkras tillgängligheten till byggnaden.

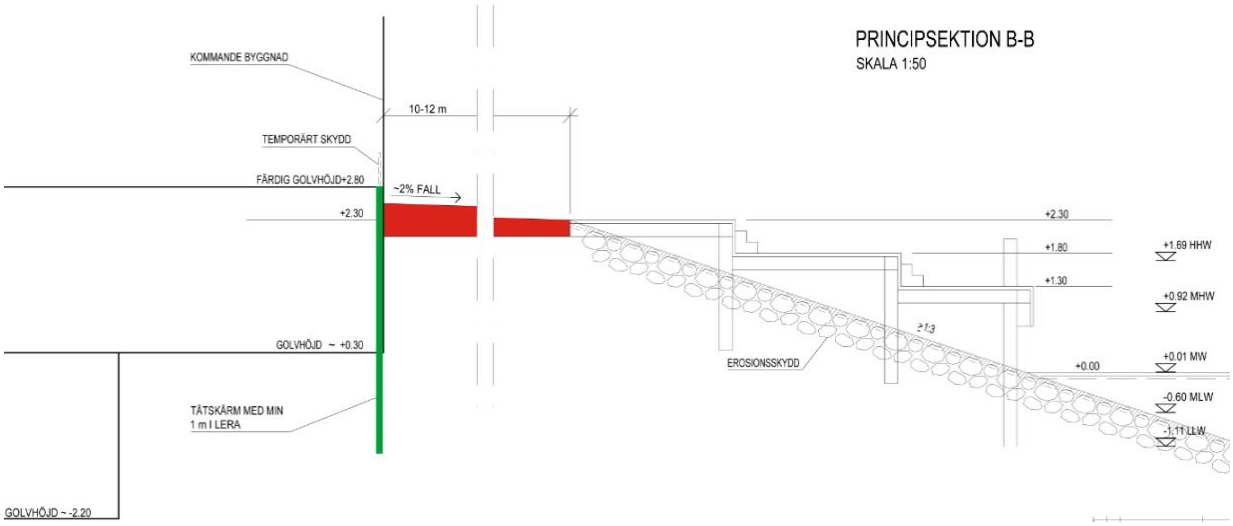
Genom att arbeta med bryggkonstruktioner som inklädnad av uppstickande tätskärm erhålls inte bara inklädnad av gestaltningsmässigt tveksamma delar utan det skapas även en uppehållsyta för utevistelse med ett varmt material som lämpar sig väl som sitt-, ligg- och hängyta. Då trä endast byggs som ytskikt torde underhåll och skötsel underlättas på sikt.



Figur 4. Principsektion A-A.

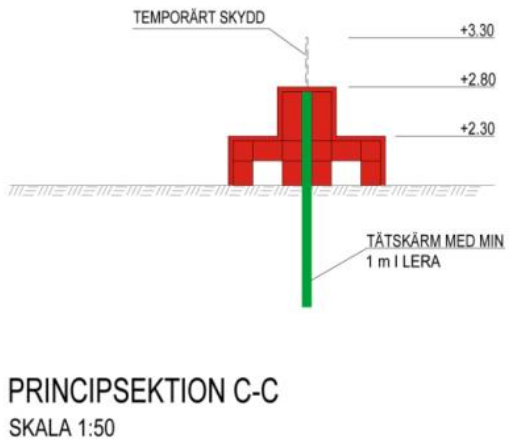
o:\got11sm\2015\1320013810\2_allm\rapporter\steg 2 150918\älvskydd lindholmen.docx

Principsektion B-B, se *Figur 5*, där befintlig kaj eller slänt kan byggas som slänt/tryckbank med ovanliggande bryggkonstruktion och kajplan, vilket utförs till önskad skyddsnivå och fungerar som översvämningsskydd. Om befintlig eller ny byggnad med källarvåning finns kan det övervägas om byggnadskonstruktionen kan vara en del i skyddet.



Figur 5. Principsektion B-B.

Principsektion C-C, se *Figur 6* med en karaktärsgivnad sittmur, föreslås på kajplan men närliggande bebyggelse (trånga utrymmen) och små möjligheter att höja marken. Detta förekommer utför Lindholmens högskola och kring samhällsviktiga funktioner som TV-huset. För passage av sittmurar utformas dessa med stängbara portar, gömda i ryggstöden. För att säkra tillgänglighet och begränsa kravet på omfattande tillsyn utformas sittmuren där den används på längre sträckor med några förhöjda passager som uppnår +2,3 m ö h samt i övrigt med stängbara portar vilka kan väljas att hållas stängda under längre tidsperioder om risk för högvatten och översvämning föreligger.

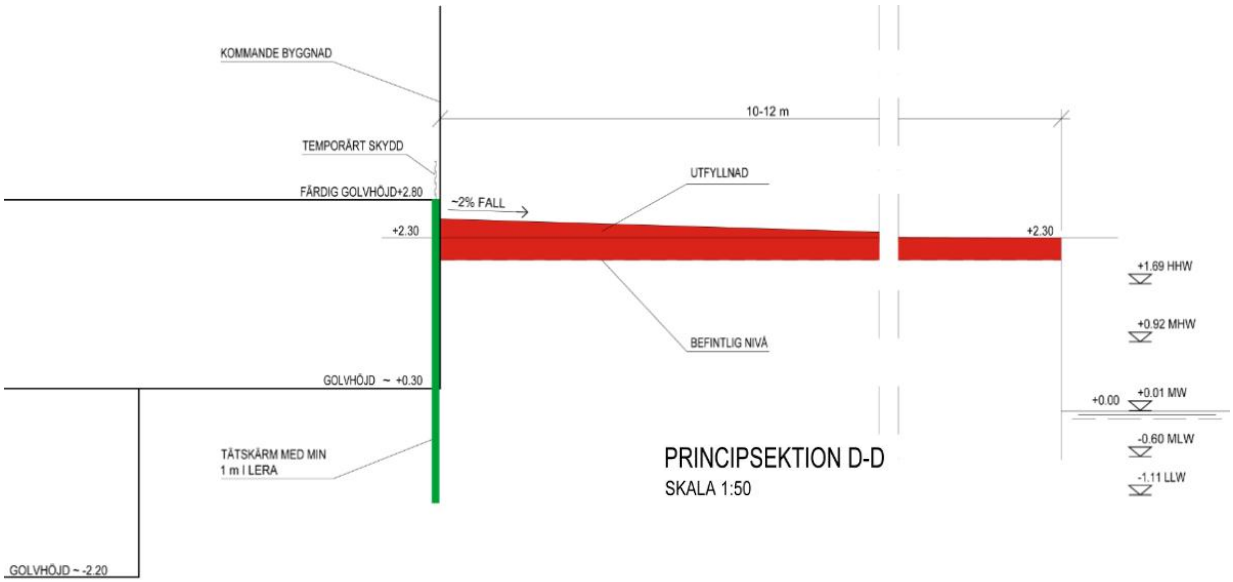


Figur 6. Principsektion C-C.

Om markens nivå inte behöver höjas så mycket och det passar gestaltningsmässigt i området kan sittmur utformas som bänk utan ryggstöd.

Principsektioner D-D, se *Figur 7* innebär att kajplan utförs till önskade nivåer. Befintlig kaj kan behållas och i begränsad grad höjdjusteras uppåt med enstaka decimeter för att uppnå översvämningskydd.

Om befintlig eller ny byggnad med källarvåning finns kan det övervägas om byggnadsgrunden kan vara en del i skyddet.



Figur 7. Principsektion D-D.

4.3 Geoteknik

Alla principsektioner bygger på att en tätkonstruktion anläggs tillsammans med älvskyddet.

Längs stora delar av sträckan finns fyllnadsmassor av varierande sammansättning och mäktighet som i detta skede får anses vara vattengenomsläppliga. För att förhindra att vatten tränger in i befintlig uppfyllnad anläggs en tätskärm som förbereds med fästen för att temporärt kunna skydda till den extrema skyddsnivån. Tätskärmen kan på många delar av sträckan utföras som en spont som installeras minst 1 m ner i den täta leran.

Där skyddet korsar ledningar/ledningsgravar schaktas ledningarna fram och tätskärm anläggs så nära som möjligt med hänsyn till ledningen. I ledningsgraven kan tätningen utgöras av en strömningsavskärande fyllning, ex vis bentonitblandad sand.
Inom vissa områden finns idag förstärkningsåtgärder ex vis bankpålning. Inom dessa områden kan av utrymmesskäl tätskärm utgöras av exempelvis plastspont, geomembran eller dyl. Vidare krävs att man utifrån befintlig förstärkning anpassar tätningen.
Längst västerut, i anslutning till Skatberget, kan fyllnadsmassorna bestå av sprängsten som kan vilar direkt på berget vilket kommer att försvåra installation av tätskärm.
Hänsyn ska tas till dessa svårigheter vid anläggande av tätskärm.

4.4 Kajer

Översvämningsskyddet har antagits vara i bruk år 2035 till år 2070. Detta kräver underhåll av underbyggnader som kajer, slänter och geokonstruktioner.

Vid placering av skyddet ska hänsyn tas till kajens livslängd och underhåll, så att skyddet kan bestå oberoende av åtgärder i kajen. Spontade och pålade kajer beräknas ha 50-60 års livslängd beroende på belastning, underhåll, reparationer, väder, m.m. För att en kajs livslängd ska förlängas till 100 år måste större reparationsarbeten vanligen utföras.

Om kajen inte ska användas till förtöjning av fartyg kan en slänt istället för en kaj vara en bättre lösning. En slänt är enklare och billigare att underhålla och har betydligt längre livslängd än en spontad eller pålad kaj. Om en enklare träbrygga byggs ovanpå slänten krävs enklare underhållsarbete.

Flera kajer inom aktuellt område är byggda på 1930-talet och några runt 1950-1960. Dessa är med största sannolikhet i dåligt skick år 2070. De måste sannolikt rivas för att sedan byggas upp igen. Detta oavsett om tätskärm anläggs strax innanför eller vid kajlinjen. Föreslagna åtgärder för översvämningskydden i principsektion A-A, B-B, C-C och D-D innebär en mindre höjning av marknivåer, anläggande av tätskärmar och enklare översvämningsskydd konstruerade av trä. Dessa kostnader är mycket lägre än kostnader för rivning och nybyggnad av kajer.

För att kunna göra en korrekt bedömning krävs nya dykbesiktningar för alla kajer. Nedan görs en bedömning av vilka kajer som redan nu är uttjänta eller kommer att vara det år 2035 och vad lösningen skulle kunna vara för dessa sträckor. Spontade och pålade kajer som är byggda runt år 2000-2010 kommer år 2070 vara 60-70 år gamla och därför finns en möjlighet att dessa med rätt underhåll kan användas fram till dess. Även slänter med träbryggor ovan kan vara i bra skick år 2070 om träbryggorna repareras och/eller byts ut.

De kajer som enligt SCC:s rapport inte kommer kunna vara i bruk efter år 2035 är Broströmskajen, Lundbystrand, Lindholmspiren östra och västra sida, Kaj 8, Kaj 6, Kaj 5, Spontkajen vid Kunskapsgatan och slänten öster om Stapelbädden.

Byggnadsår och status för Dockpiren, Stapelkajen, Hammars kaj, Keillers kaj och Lundbykajen är oklart. Troligen kan några av dessa kajer repareras och förstärkas för att klara att vara i bruk fram till år 2070 men troligen krävs att några av dessa rivs och ersätts med nya kajer.

Vid Lindholmshamnens kortsida bredvid Radisson pågår planering för anläggande av en träbrygga som ansluter till den utanför Radisson. Vid Lindholmspirens kortsida är en spontkaj byggd år 2001. Med regelbundna besiktningar och reparationer kan den hålla till år 2070. Vid Lindholmens Träbrygga kommer trädelarna behöva bytas ut minst en gång fram till år 2070 men slänten undertill kommer kunna hålla till år 2070. Samma sak gäller Kaj 7.

Under avsnitt 9 redovisas schematiska kostnader för nybyggnation av kajer.

4.5 Samhällsviktiga funktioner

TV-huset hanteras som en samhällsviktig funktion och denna ska därför ha skydd till extremnivå på +3,8 m ö h. Inga övriga samhällsviktiga funktioner har enligt SBK identifierats. TV-husets placering kan ifrågasättas i ett långsiktigt perspektiv. TV-huset ägs och drivs inte av kommunen varför frågan om fastighetsägaren eller kommunen ska bekosta merkostnad för skydd till extremnivå. Istället för att skydda TV-huset för extremnivå och säkerställa tillgängligheten, kan en lösning vara att på sikt flytta funktionen till ett lämpligare läge.

Vid nyetablering av objekt med samhällsviktig funktion inne i området, exempelvis anläggningar för klimatsäkrande åtgärder, måste planeringen utföras så att anläggningen objeksskyddas med skydd till extremnivå, +3,8 m ö h.

När älvskyddet uppförts är det vid skyfall som framkomligheten till och från området kan vara påverkat. I skyfallsutredningen, bilaga 1, bilagorna 1.1.1-1.5 visas översvämningsutbredning och djup vid olika extrema skyfall. Räddningstjänsten har inte pekat ut några räddningsvägar inom Lindholmen, men detta är något som bör utföras. Räddningsvägar med acceptabel tillgänglighet bör tas fram i sammarbete med Räddningstjänsten för att säkerställa att hänsyn tas till dessa i fortsatt planering.

4.6 Berörda intressenter

De som berörs av älvskyddets anläggande är ledningsägare, kommunens förvaltningar, räddningstjänsten, fastighetsägare, med flera. Intressentanalys krävs för att klargöra vilka som påverkas och hur påverkan sker samt hur intressenterna förhåller sig till påverkan.

Av bilaga 3, Fastighetsägare, framgår om fastigheterna i området ägs av kommunen eller är privatägda. Bilagan har hämtats från ”Genomförbarhetsstudie för skydd på kort till medellång sikt”, Stadsbyggnadskontoret 2014-10-28.

5. Hantering av vatten

5.1 Dagvatten och dränering

Dagvattenhanteringen bör planeras så att både nederbörd och instängt grundvatten kan tas omhand i den omfattning som krävs. Genom att ta ett helhetsgrepp om dagvatten-, dränvatten- och även skyfallshanteringen, t ex genom att arbeta med mångfuntionella ytor, nås en hållbar vattenhantering i Lindholmen.En dagvattenutredning för att ta ett helhetsgrepp pågår.

Längs översvämningsskyddet skapas en höjdlinje som står emot inträngning av vatten från älven. Dagvatten från nederbörd och grundvatten på insidan av skyddet måste kunna tas omhand. En särskild dränering innanför tätskärmen behövs för att hålla grundvattennivån på samma nivå som idag. För att skydda dagvattensystemet från bakåttryckande vatten från älven sätts bakvattenstopp på alla utlopp. Viss komplettering

och ombyggnad av befintligt dagvatten kan komma att behövas i samband med utbyggnaden av älvskyddet.

Vid en permanent högre nivå i Göta älv kommer dagvattnet och dränvattnet till slut behöva pumpas ut i älven. Som förberedelse för detta bör lämplig placering av pumpstationer redan nu studeras så att utrymmet finns reserverat för framtiden. I den pågående dagvattenutredningen för Lindholmen föreslås lägen för pumpstationer samt tas övergripande riktlinjer för dagvattenhanteringen i Lindholmen fram.

5.2 Skyfall

Vid stora nederbördsmängder, som dagvattensystemet inte har kapacitet att leda bort, måste möjligheter finnas att magasinera vattenvolymerna inom området. Vattensamlingarna kan sedan tömmas av i dagvattensystemet eller pumpas, med tillfällig pumpanordning ut till älven på andra sidan skyddet. I vissa särskilt känsliga lägen kan en pumpstation för snabb avtappning redan i samband med anläggningen av älvskyddet behöva anläggas.

För att kunna ta hand om skyfallsvolymerna föreslås att park- och torgytor utformas nivåmässigt så att möjlighet finns att lagra vatten på ytan, samt att även vissa gator utformas med lägre nivå än omgivande ytor. Vattnet kan på dessa ytor bli stående en begränsad tid utan att det innebär att tillgängligheten till byggnaderna och deras funktioner slås ut. Blå stråk/ytor som kan tillåtas översvämmas har principiellt markerats på situationsplanerna. Vidare utredning av ytornas lämplighet att översvämmas krävs.

Fullständig Skyfallsutredning redovisas i bilaga 1.

6. Bedömda kostnader för Älvskydd

6.1 Allmänt

På ritning L101-L103 Situationsplan redovisas förslag på var respektive principsektion är lämplig. Ritning L201-L204 Principsektion visar de nedan beskrivna sektionerna.

Älvskyddet anläggande förutsätter inte att kaj byggs eller renoveras. Ur kostnadssynpunkt är det en fördel att anlägga skyddet då arbeten ändå utförs med kaj eller uppförande av byggnader. Ur förvaltarperspektiv finns stora fördelar med fristående skydd, som är oberoende av byggnader och kajer.

Rivning av kajer, byggnation av spontade eller pålade nya kajer eller utläggning av tryckbankar/slänter ingår inte i kostnaderna. Ej heller ingår kostnad för stabilitetshöjande åtgärder som säkerställer totalstabiliteten i de områden som markerats med ”Ej tillfredsställande stabilitet” på situationsplanerna. Vidare ingår inte oförutsedda kostnader och byggherrekostnader.

6.2 Temporära skydd

Vid extremväder ska möjlighet finnas att höja skyddet tillfälligt upp till +3.3 m ö h respektive +3,8 m ö h vid TV-huset. Exempel på temporära skydd är balkdammar, där fästen för stöd av aluminiumprofiler monteras i förväg och mellan dessa staplas liggande aluminiumbalkar. Det finns flera tillverkare som exempelvis WaterWall och IBS se Figur 8. Aliminiumbalkarna måste lagras och en fungerande organisation för utsättning och övervakning behövs. Förslag på placering av temporära skydd har inkluderats i föreslagna lösningar, men vilka temporära skydd som slutligen väljs beror av skyddens detaljutformning, organisation och lagringsmöjligheter. Flera olika temporära skydd finns presenterade på Stadsbyggnadskontorets hemsida i rapporten ”Temporära skyddsvallar mot översvämning”, Terra Firma 2008. Bilderna i detta avsnitt har hämtats från rapporten.

Figur 8. De temporära skydden WaterWall tillvänster och IBS till höger (foton från Terra Firma 2008)

o:\got11sm\i2015\1320013810\2_allm\rapporter\steg 2 150918\älvskydd lindholmen.docx

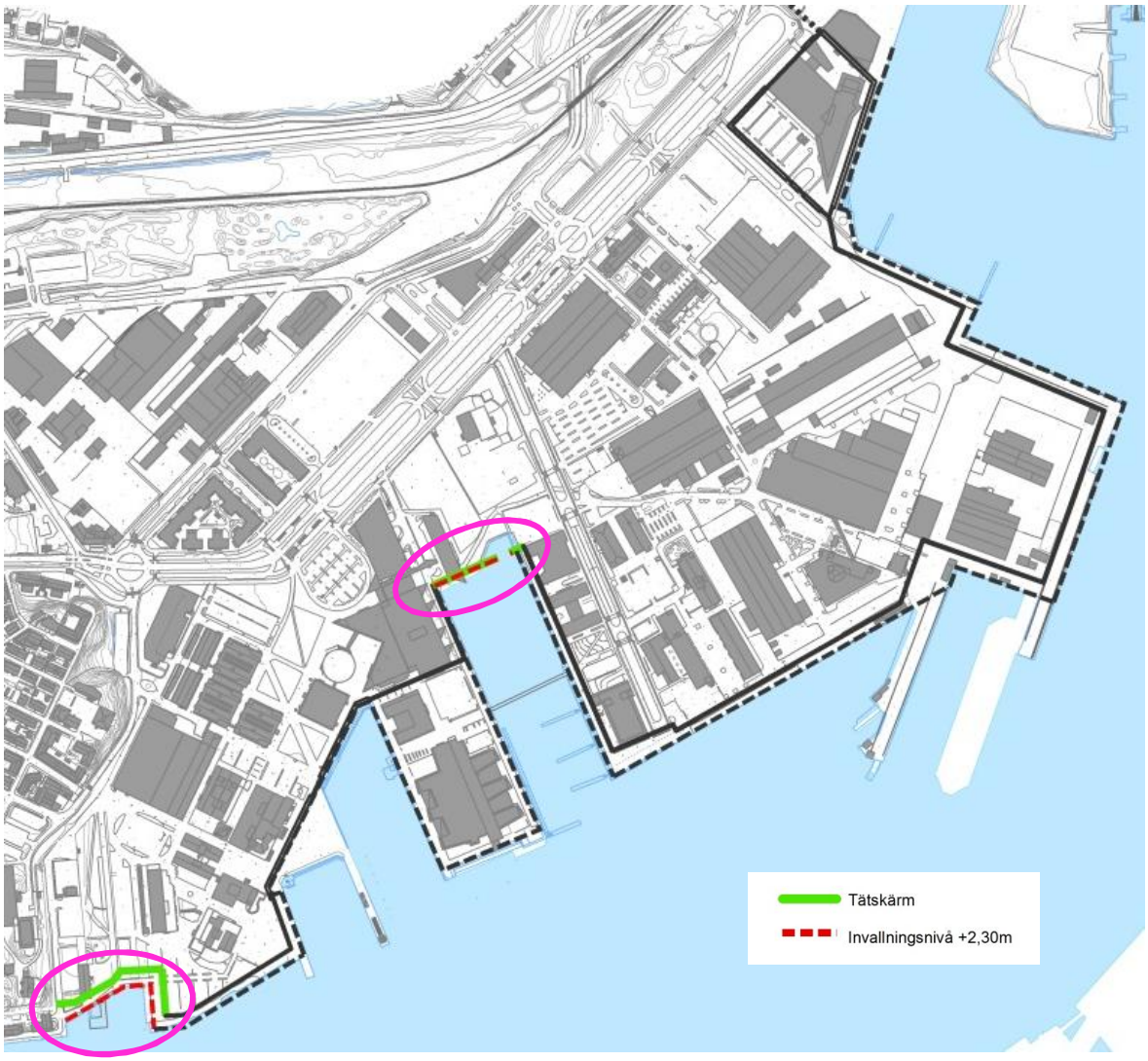
6.3 Älvskydd, principsektioner

6.3.1 Principsektion A-A

Konstruktionslösningen innefattar höjning av träbrygga, tätskärm och översvämningsskydd upp till nivå +2,3 med möjlig temporär höjning till +3,3. I *Figur 9* har den del av skyddet där principsektion A-A föreslås markerats.

Den totala kostnaden för denna lösning uppskattas till cirka 50 000 SEK/lm.

I de fall där en kaj ska rivas och en slänt ska anläggas blir längdmeterkostnaden betydligt högre.



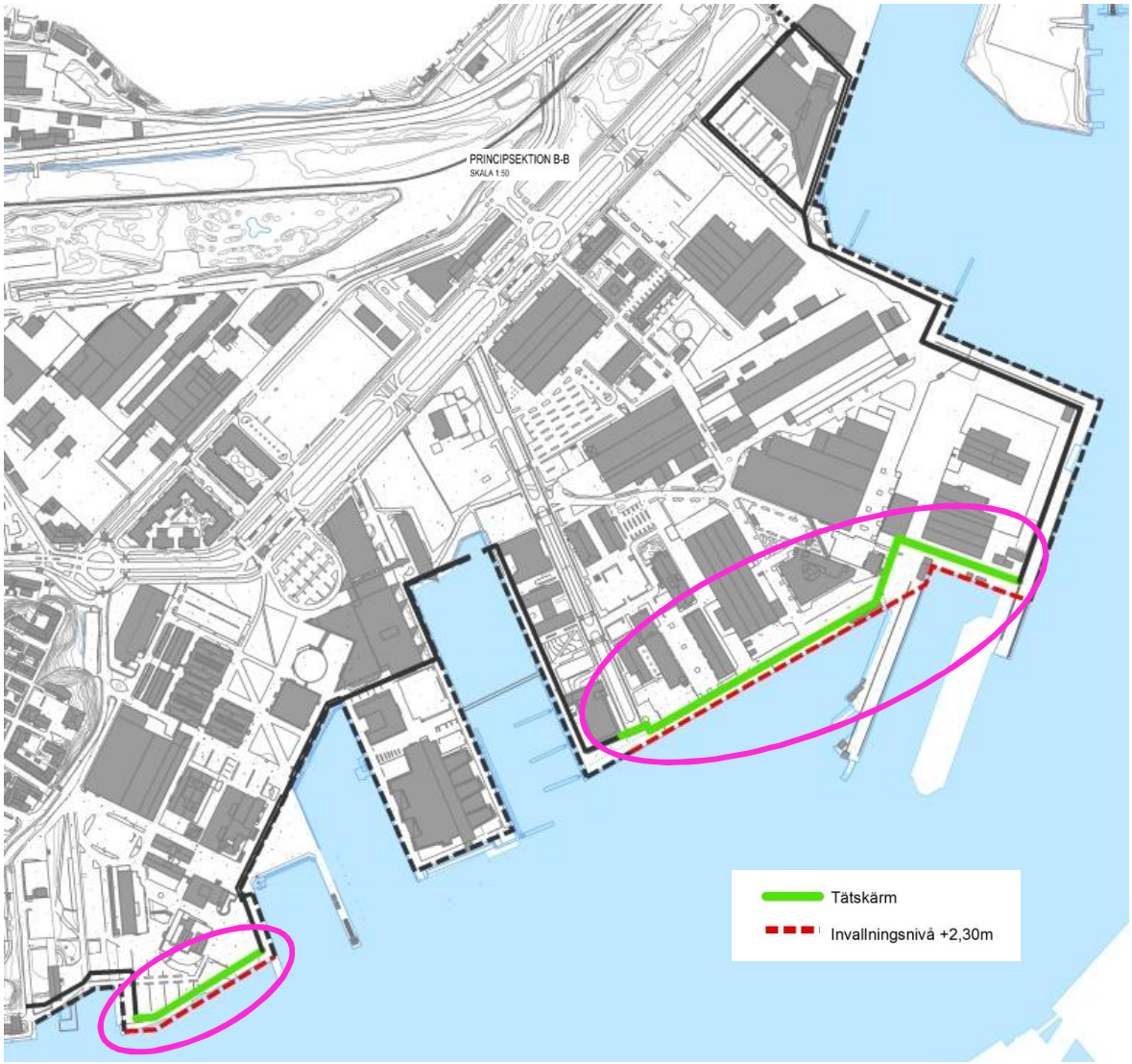
Figur 9. Avsnitt *där principsektion A-A föreslås markerad med rosa cirkel. Invallningsnivå +2,3 m markerad med röd och tätskärm markerad med grön färg.*

6.3.2 Principsektion B-B

Konstruktionslösningen innefattar höjning av kajplan, tätskärm och temporärt skydd. I *Figur 10* har den del av skyddet där principsektion B-B föreslås markerats.

Den totala kostnaden för denna lösning uppskattas till cirka 45 000 SEK/lm.

I de fall där en kaj ska rivas och en slänt ska anläggas blir längdmeterkostnaden betydligt högre. Iordningställande av markytor på kajplan ingår ej i denna lösning. Detta då kajplan bedöms iordningställas av staden i samband med stadsförnyelse och bebyggelse av angränsande områden.

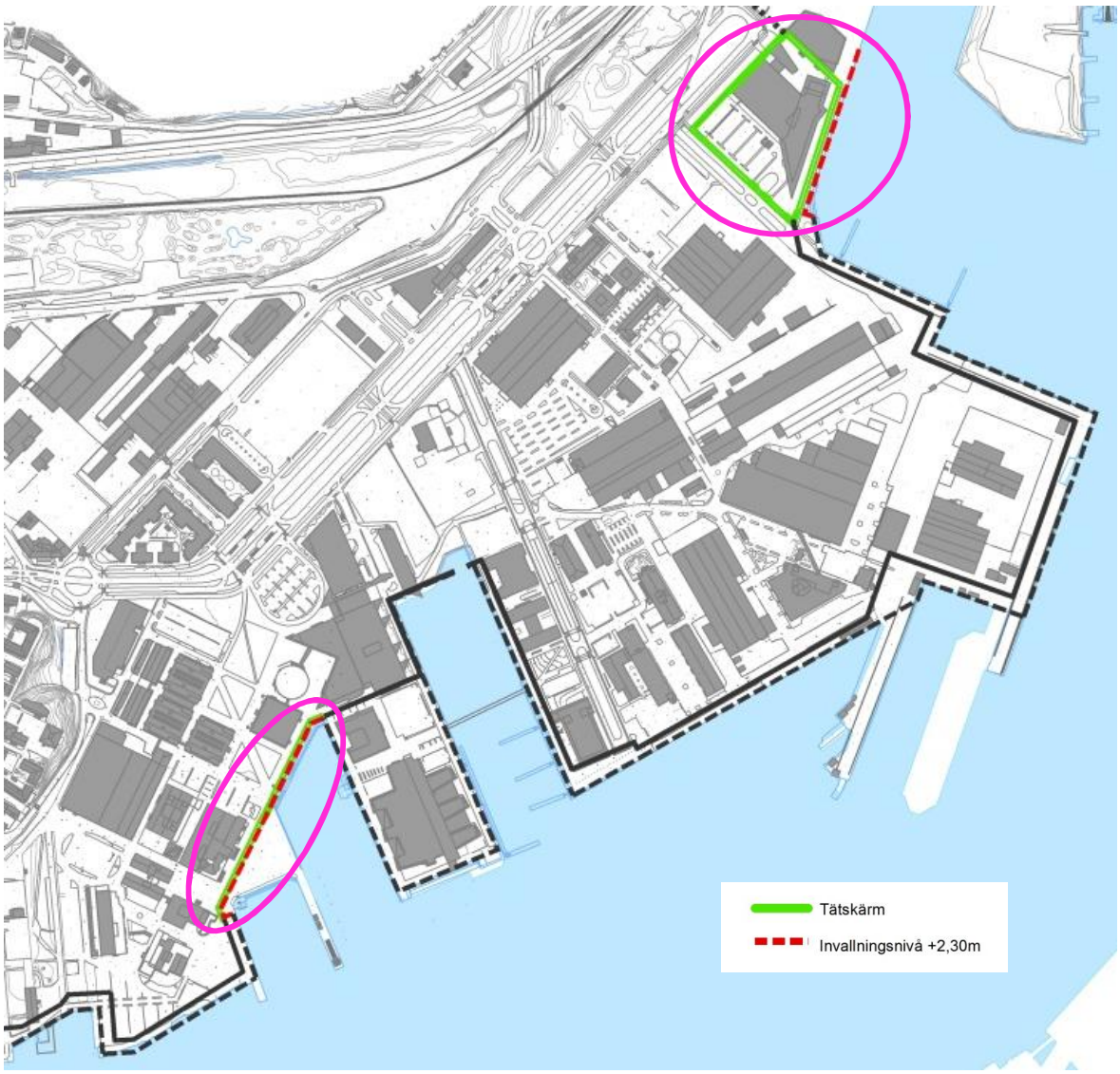


Figur 10. Avsnitt där principsektion B-B föreslås markerad med rosa cirkel. Invallningsnivå +2,3 m markerad med röd och tätskärm markerad med grön färg.

6.3.3 Principsektion C-C

Konstruktionslösningen innefattar översvämningsskydd bestående av tätskärm med träinklädnad. Detta upp till nivå +2,80 med möjlig temporär höjning till +3,30. I Figur 11 har den del av skyddet där principsektion C-C föreslås markerats.

Den totala kostnaden för denna lösning uppskattas till cirka 35 000 SEK/lm.



Figur 11. Avsnitt där principsektion C-C föreslås markerad med rosa cirkel. Invallningsnivå +2,3 m markerad med röd och tätskärm markerad med grön färg.

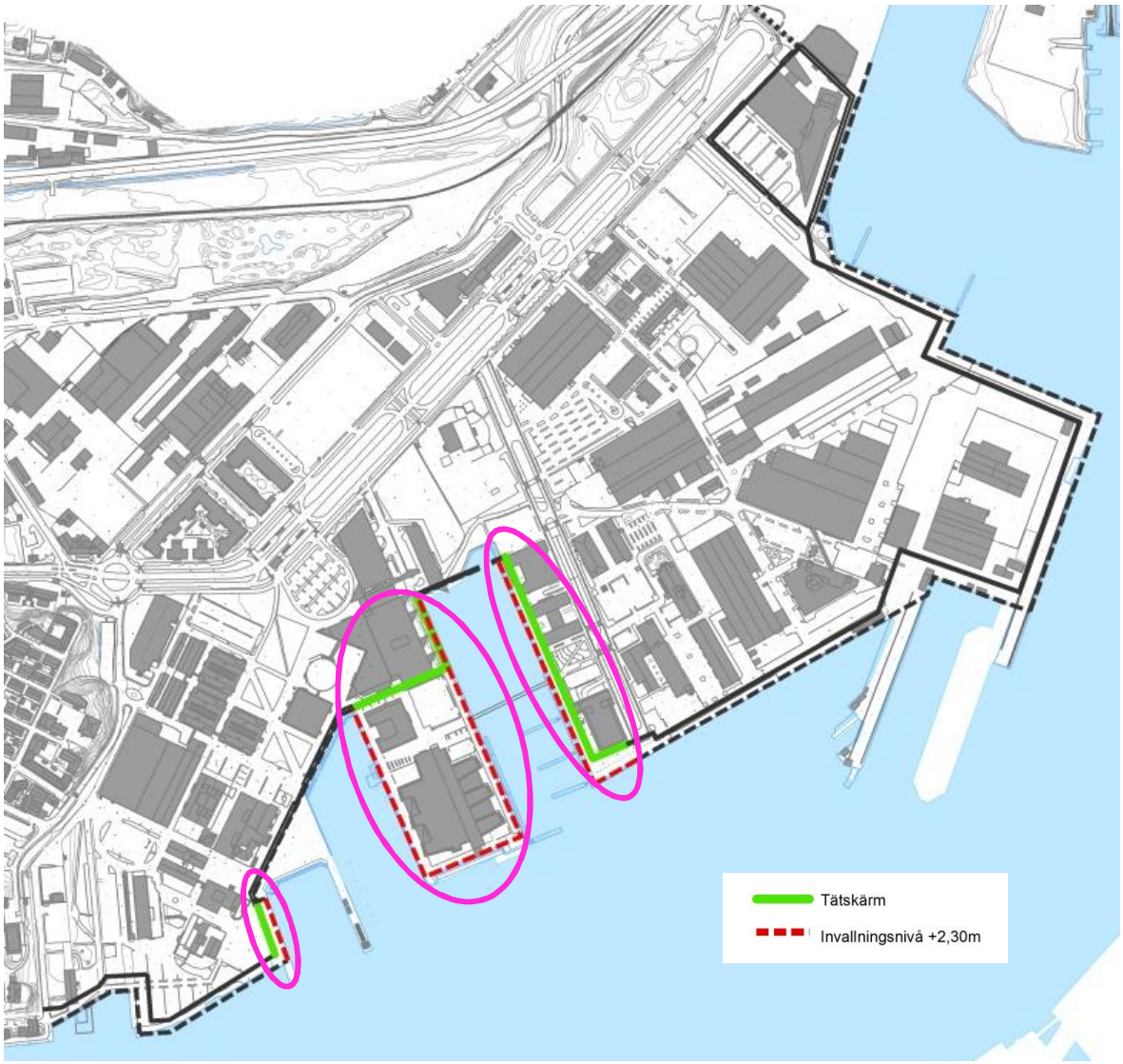
6.3.4 Principsektion D-D

Konstruktionslösningen innefattar höjning av befintligt kajplan, återställning av smågatsten eller anläggande av grovasfalt, tätskärm och temporärt skydd. I Figur 12 har den del av skyddet där principsektion D-D föreslås markerats.

Valet av beläggning beror på om området redan är stadsomvandlat, dvs iordningställt. Om området redan är iordningställt förutsätts befintliga ytskikt kunna återsättas. Om inte beläggs ytorna med asfalt.

Kostnaden uppskattas till cirka 45 000 SEK/lm.

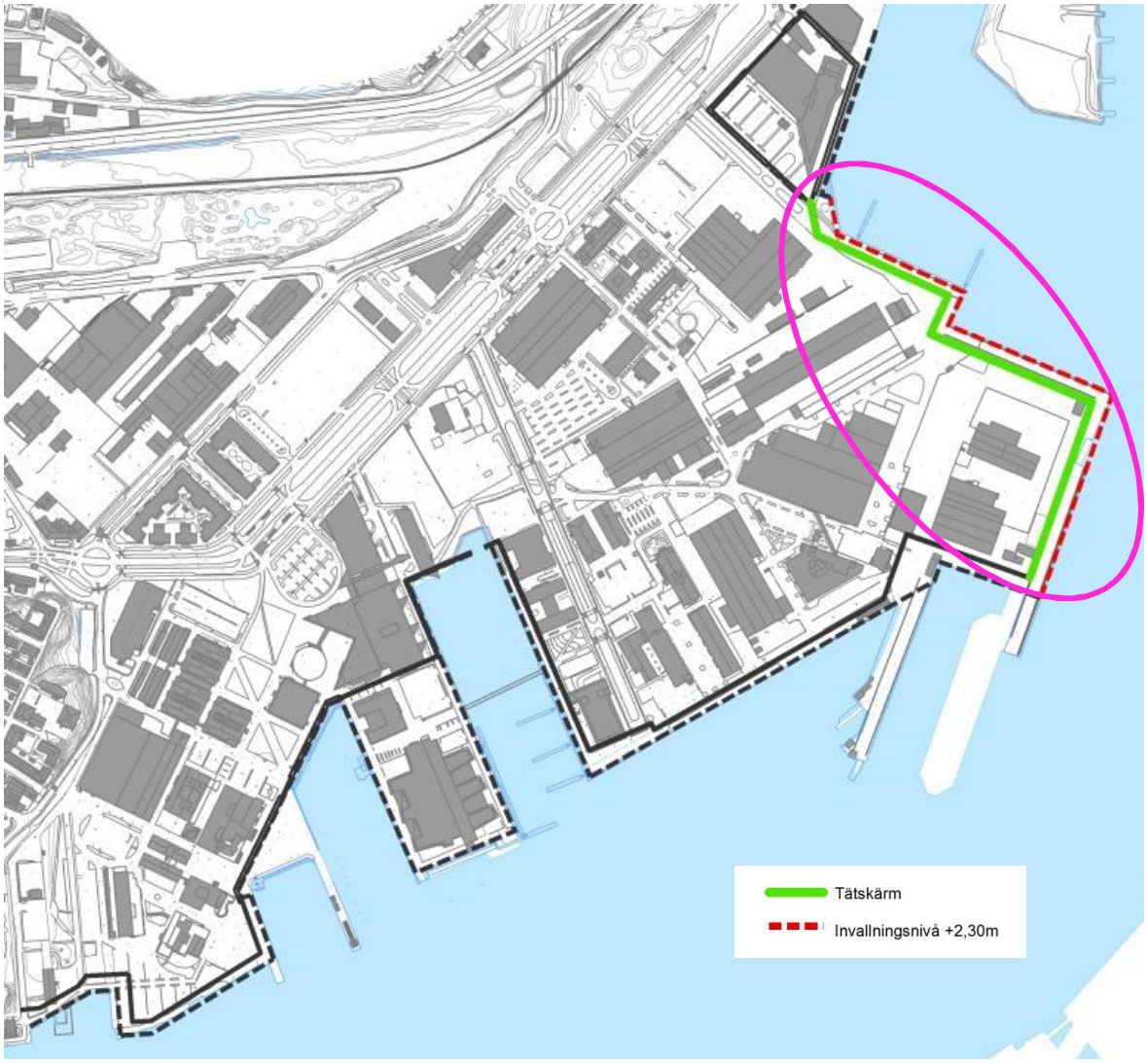
Flera kajer kräver kraftiga reparationer eller att de rivs och byggs upp igen. Kostnader för det är inte medtagna.



Figur 12. Avsnitt där principsektion D-D föreslås markerad med rosa cirkel. Invallningsnivå +2,3 m markerad med röd och tätskärm markerad med grön färg.

6.3.5 Principsektion B-B eller D-D

För kajerna i öster om Broströmskajen, dvs Stapelkajen, Hammars kaj och Keillers kaj finns bristfällig information och det går inte i dagsläget att bestämma vilken principsektion som ska väljas, B-B eller D-D. Dessa kajer har markerats i *Figur 13* nedan.



Figur 13. Avsnitt där principsektion B-B eller D-D föreslås markerad med rosa cirkel. Invallningsnivå +2,3 m markerad med röd och tätskärm markerad med grön färg.

6.4 Älvskydd, totalkostnad

I kostnaderna för respektive lösning ingår schakt, lättfyllning, tätning av ledningsstråk, tätskärm, höjning av träbrygga, höjning av befintlig kajplan, översvämningsskydd. Kostnader redovisas som kostnad per längdmeter (lm). Inga kostnader avseende nybyggnad eller renovering av kajer ingår eftersom det förutsätts att älvskyddet planeras så det är oberoende av kajerna.

I kostnadsuppskattningarna ligger stor osäkerhet. I samband med projektering av älvskydden kan en säkrare kostnadeuppskattning tas fram.

Den totala kostnaden för att anlägga ca 3,5 km älvskydd har uppskattats till ca 150 miljoner kronor. I beräkningen har antagits att de olika principsektionerna anläggs enligt nedan:

ca 300 lm principsektion A-A

ca 1450 lm principsektion B-B

ca 850 lm principsektion C-C

ca 950 lm principsektion D-D

Eftersom kostnaden för principsektion B-B och D-D är lika stor har den del där antingen principsektion B-B eller D-D används räknats med i lm för principsektion B-B ovan.

6.5 Drift- och underhåll, kontroll

För att säkerställa älvskyddets funktion som helhet krävs att det kontrolleras och underhålls. Då skyddet kommer att placeras på ytor där sättningar redan pågår med relativt stor hastighet (10-20 mm/år) kommer sättningar inte kunna undvikas. Regelbunden inmätning och avvägning krävs. Vidare rekommenderas att grundvattenrör/portrycksmätare installeras och regelbundet mäts, så att dräneringens funktion kan säkerställas på insidan av tätskärmen.

För ovanstående samt för skötsel, så som kontroll- och stängning av portar i sittmur samt montering av temporärt skydd krävs en organisation. Ansvaret bör ligga på staden. Organisationen ska ha ansvar för information till fastighetsägare att och var skyddet finns, bevaka och styra hur skyddets funktion ska kunna säkerställas vid ex anläggningsarbeten. Detta betyder även att ägandet lämpligen ligger på staden.

En kontrollplan tas fram i samband med detaljprojekteringen där även gränsvärden för krav på åtgärd ställs.

7. Tidplan

7.1 Älvskydd

Eftersom älvskydd ska vara byggt år 2035 rekommenderas att en tidplan snarast tas fram så samtliga sträckor hinner slutföras innan år 2035.

Utbyggnaden bör planeras så att den sker i samband med exploateringar i området. För närvarande pågår ett flertal exploateringsprojekt i västra delen av Lindholmen och eftersom även den sämsta kajen finns i detta område, förslås att älvskyddet uppförs med start från väster.

Efter 10 år, år 2025 bör en uppföljning av anlagd sträcka göras och en plan för att slutföra älvskyddet tas fram.

7.2 Kajer

Vid framtagande av tidplan ska tillståndsprocessen beaktas.

Vid planering av reparationer, rivning eller nybyggnation av kajer krävs vanligtvis inget tillstånd från Mark- och Miljödomstolen utan endast en anmälan till tillsynsmyndigheten, Länsstyrelsen.

Vid anläggande av fristående älvskydd sker ingen vattenverksamhet och anläggandet medför ingen förändning avseende den markavvattning som redan pågår, varför i normalfallet inga tillstånd bör krävas.

Vid större byggnationer i strömmande vattendrag, såsom släntutbyggnad i Göta Älv krävs en tillståndsansökan där tillsynsmyndighet är Mark- och Miljödomstolen. Innan tillståndsansökan eller en anmälan skickas in ska en tydlig idé framarbetas genom att fördjupade utredningar genomförs.

Efter att tillstånd givits från endera tillsynsmyndighet utförs detaljprojektering innan en förfrågan kan skickas ut till entreprenörer på anbudsräkning och entreprenaden kan starta. Detta gäller både kajkonstruktioner och anläggande av översvämningsskydd.

En trolig tidsåtgång för Fördjupad förstudie är några månader, anmälan/ansökan tar några månader/över ett år och detaljprojektering tar några månader till något år. Totalt är tidsåtgången minst 2 till 3 år innan entreprenaden kan handlas upp.

Tidsåtgången kan komma att förlängas betydligt för de områden där stabilitetsutredningar krävs.

8. Bedömda kostnader för dagvatten

Det finns idag 5 kända och troligen lika många okända utlopp från dagvattensystemet till Göta älv. Samtliga av dessa utlopp kommer att behöva pumpas när älvskyddet är utbyggt och när havsytan stigit permanent. Innan havsytan stigit räcker det att placera bakvattenstopp på utloppet som förhindrar tillfälliga högvattentoppar från att tränga upp i systemet.

Pumpstationer för dagvatten kostar ca 250 000 kr/st – 3 000 000 kr/st beroende på vilken kapacitet pumparna behöver ha. Den lägre summan är ungefär vad det kostar att pumpa dränvattenflöden och mycket små dagvattenflöden. Den högre summan är en mycket stor pumpstation som tar flöden på flerar tusen l/s.

Kostnadsintervallet för backventiler/bakvattenstopp är beroende av ledningens dimension. Även placeringen av anordningen kan ge en mer eller mindre kostnad på grund av tillgänglighet, återställningskostnader mm. Kostnadsspannet är mycket stort och ligger mellan ca 5000 kr – 300 000 kr.

Mindre ombyggnader av dagvattensystemet kan komma att behövas i samband med att pumpstationer anläggs.Dagvattenledningar inkl anordningar som brunnar mm kostar mellan 1000 kr/m – 10 000 kr/m beroende av ledningens dimension 160-1000 mm.

Ombyggnad av dagvattensystemet eller övrigt VA-system kan också behöva byggas om pga tätskärmen om det i detaljplaneringssskedet visar sig att det är enklare och billigare med ombyggnader än att täta tätskärmen runt ledningarna.

En uppskattad kostnad för åtgärder på dagvattensystemet i samband med anläggning av tätskärmen är:
Pumpstationer 5 000 000 kr
Bakvattenstopp 50 000 kr
Ombyggnader ledningssystem 500 000 kr

Drift och underhållsarbeten som kommer att krävas är framförallt drift och underhåll på pumpstationer som på kort sikt behöver slamtömmas och servas. På lång sikt kan en pump behöva bytas ut. Också bakvattenstoppen behöver renas med jämna mellanrum.

9. Bedömda kostnader för kajer

Gällande nedanstående upptagna kostnader för kajer är det viktigt att komma ihåg att dessa inte beror på huruvida man uppför ett översvämningsskydd eller inte. Detsamma gäller områden som ej har tillfredsställande stabilitet.

Kajer måste repareras, besiktigas och underhållas och de har en viss livslängd. När livslängden tagit slut måste kajer rivas och nya kajer uppföras. Vid otillfredsställande stabilitet krävs grundförstärkning ex vis lättfyllning, KC-pelare och bankpålning.

För att få bästa ekonomiska översikt över ett större kajbestånd som detta bör en dykbesiktning först utföras och sedan kan en underhållsplan upprättas där löpande kostnader som besiktningar och underhåll tas upp tillsammans med större reparationer osv.

För att säkerställa stabiliteten krävs geotekniska undersökningar och stabilitetshöjande åtgärder.

Kostnaderna i Tabell 1 nedan är schematiska och får anses som mycket osäkra i denna studie.

Tabell 1

Åtgärd	Kostnad
Nykonstruktion pålkaj/spontkaj med 5-6 m vattendjup inkl. rivning	150 000 – 200 000 SEK/längdmeter
Nykonstruktion pålkaj/spontkaj med 9-10 m vattendjup inkl. rivning	250 000 – 300 000 SEK/längdmeter
Anläggande av slänt/tryckbank	50 000 – 150 000 SEK/längdmeter
Stabilliteshöjande åtgärder	50 000 – 100 000 SEK/längdmeter

10. Finansiering

Investeringen i enbart översvämningsskyddet längs Lindholmens kajer bedöms kosta ca 150 miljoner kronor. Kostnaden för anslutning till Ramberget samt ev skydd vid Sannegårdshamnen är inte medräknat i detta. Till kostnaden för anläggande av älvskyddet kommer även löpande drift- och underhåll av skyddet.

Innanför det aktuella området ligger ett antal kommunala och privata fastigheter med olika värden, användningsområden och ytor. Fastigheterna är redan idag olika väl skyddade av och förberedda för översvämningar och påverkas därmed på olika sätt. På de sträckor som inte berörs av en nära föreliggande exploatering kan det vara svårare att hitta en naturlig finansiär.

Stadsbyggnadkontoret har i" Styrmodell för etablering av Älvkantskydd, Roll- och ansvarsfördelning för Göteborgs stads klimatanpassningsarbete inom Älvstaden" tagit fram förslag på hur kostnaden för anläggande, drift och underhåll av översvämningsskydd kan finansieras. Utredningen är under framtagande och finns i dagsläget (september 2015) i utkast.

11. Möjlig utformning av objektsskydd

Där behov av objektsskydd finns kan temporära skydd användas. Flera olika temporära skydd finns presenterade på Stadsbyggnadskontorets hemsida i rapporten "Temporära skyddsvallar mot översvämning", Terra Firma 2008.

För TV-huset, som ska skyddas till extremnivå, 3,8 m ö h, har studerats en inbyggnad med sittmur liknande den vid Lindholmes högskola. För god funktionalitet krävs möjlighet att stänga öppningarna i sittmuren samt att tillgängligheten till området säkerställs vid högvatten med t ex helikopter via helikopterplatta eller dylikt. Ovanpå sittmuren monteras halvtemporära skydd i form av exempelvis aluminiumplank.

12. Fortsatt arbeten

Nedan redovisas några punkter som Älvstranden Utveckling behöver bevaka i det fortsatta arbetet med älvskydd.

- I samarbete med Räddningstjänsken måste räddningsvägar i området utpekas. Dessa måste säkerställas långsiktigt vid utveckling av området..
- Vid Lindholmshamnen, där Hotell Radison är byggt med en huskropp som sträcker sig ut över kajen, kan det vara svårt att få ner en tätskärm i form av spont. Det är viktigt att organisationen i Lindholmshamnen detaljutreder möjlig tätning i detta område.

- Vid detaljprojektering av skyddet måste hänsyn tas till befintliga konstruktioner, ledningar m m, så att optimalt läge väljs, nuvarande läge är scematiskt.

- För att säkerställa stabiliteten krävs geotekniska undersökningar och stabilitetshöjande åtgärder.

- För att få erforderligt djup på tätskärmen rekommenderas att geotekniska undersökningar utförs i projekteringsskedet i planerat tätskärmsläge inom partier där geotekniska undersökningspunkter saknas.

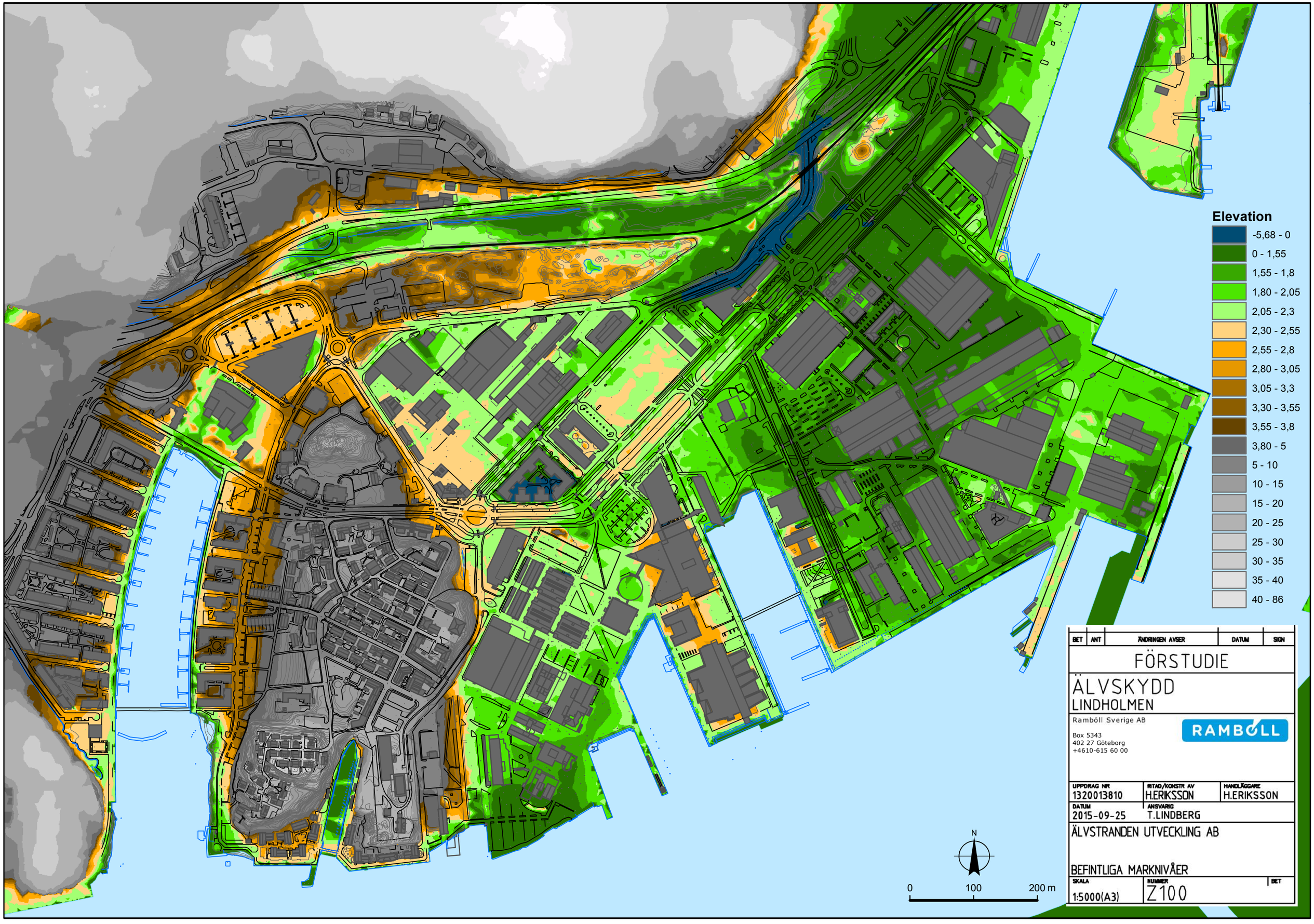
- Vad ska räknas som tätt avseende tätskärm? Om avståndet mellan låg mark och havet är långt och högre mark finns emellan, behövs då tätskärm? Syftet med älvkantskyddet är att skydda vid framtida normalhavsnivå samt för högvattensituationer som inträffar under en kortare period. Högvattensituationen antas vara av tillfällig art, där nivån tillfälligt stiger till skyddsnivån och sedan sjunker undan igen. Under denna tid hinner inte vattnet sprida sig så långt om jorden är normalt genomsläpplig, men om det är lättfyllning eller ledningsgrav kan stora mängder vatten nå långt.

- Anslutning till täta områden i öster mot Frihamnen/Ramberget samt inne i Sannegårdshamnen behöver utredas

- För att få bästa ekonomiska översikt över kajbeståndet bör en dykbesiktning utföras och en underhållsplan upprättas där löpande kostnader som besiktningar och underhåll tas upp tillsammans med större reparationer osv.

- Behovet av pumpstationer och lämplig placering bör studeras så att utrymmet finns reserverat för framtiden.

- En övergripande strategi för dagvattenhantering bör tas som mynnar i en blåplan för Lindholmen.



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB

Box 5343
402 27 Göteborg
+4610-615 60 00

RAMBOLL

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	H.ERIKSSON	H.ERIKSSON
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	T.LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

BEFINTLIGA MARKNIVÅER

SKALA	NUMMER	BET
1:5000(A3)	Z100	

Ledningar

Ledningar i mark,
Ledningskollen

Utlopp från dagvattensystemen

N

0 100 200 m

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB

Box 5343
402 27 Göteborg
+4610-615 60 00

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	H.ERIKSSON	H.ERIKSSON
DATUM 2015-09-25	ANSVARIG T.LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

BEFINTLIGA LEDNINGAR

SKALA	NUMMER	BET
1:5000(A3)	W100	

FÖRKLARING

bef	nya	Bebyggelseområde

Blå vägar, magasinering för dagvatten vid högvatten

Tolkat område för bef. markförstärkning

Ej tillfredsställande stabilitet baserat på erhållit underlag från SBK

Trädäck

Invallningsnivå +2,3 m

Sittmur i trä med tätskärm

Tätskärm

ANMÄRKNING

Redovisad information är av principiell karaktär och exakta lägen skall utredas i kommande skede.

SEKTION A

SEKTION B

SEKTION C

SEKTION D

KAJ 5

KAJ 6

KAJ 7

KAJ 8

SLÄNT ÖSTER OM STAPELBÄDDEN

SPONTKAJ VID KUNSKAPSGATAN

TRÄBRYGGA, LINDHOLMEN

LINDHOLMSHAMNENS KORTSIDA

LINDHOLMSPIREN, ÖSTRA KAJEN

LUNDBYSTRANDSKAJEN

LINDHOLMSPIREN, VÄSTRA KAJEN

LINDHOLMSPIREN, KORTSIDA

BROSTRÖMSKAJEN

KONNEKTION RITN L102

Öppning i mur

Öppning i mur

Öppning i mur

FG+2.8

0 20 40 60 80 100m

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

SITUATIONSPLAN, VÄSTER

SKALA	NUMMER	BET
1:2000 (A3)	L101	

KONNEKTION RITN L103

Elin Svenssons Gata

Anders Carlssons Gata

Valdemar Norens Gata

Kv 4 Götaverken

Kv 28 Mellandäcket

Kv 29 Lastummet

Kv 4 Götaverken

Theres Svenssons Gata

Bror Nilssons Gata

KONNEKTION RITN L101

LUNDBYSTRANDSKAJEN

SEKTION A

LINDHOLMSHAMNENS KORTSIDA

BROSTRÖMSKAJEN

SEKTION D

SEKTION B

SEKTION B

DOCKPIREN

STAPELKAJEN

SEKTION B ELLER D

HAMMARS KAJ

LUNDBYVASSEN

SEKTION B ELLER D

LUNDBYVASSEN

BLÅ VÄG

FG+2.8

0 20 40 60 80 100m

FÖRKLARING, se ritning L101

ANMÄRKNING

Redovisad information är av principiell karaktär och exakta lägen skall utredas i kommande skede.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

RAMBÖLL

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

SITUATIONSPLAN, MELLAN

SKALA	NUMMER	BET
1:2000 (A3)	L102	

Kv 64 Koltunnan
Stålhandskegatan
LUNDBYVASSEN
Kv 8 Bolinen
Kv 8 Bolinen
FG+2.8
Kv.2 Mastén
Lilla Kanalvägsgatan
Kv 3 Vantet
Planetgatan
Regnbågsgatan
Lindholmsallén
Götaverksgatan
Bunkergatan
LUNDBYKAJEN
SEKTION C
SEKTION B ELLER D
KEILLERS KAJ
Elin Svenssons Gata
KONNEKTION RITN 102
Anders Carlssons Gata
Valdemar Norens Gata
Kv 4 Götaverken
Kv 28 Mellandäcket
FG+2.8
SEKTION A
LINDHOLMSHAMNENS
KORTSIDA
FG+2.8
BLÅ VÄG
HAMMARS KAJ
LUNDBY
MK+3.3
MK+3.3
MK+3.3
0 20 40 60 80 100m

FÖRKLARING, se ritning L101

ANMÄRKNING

Redovisad information är av principiell karaktär och exakta lägen skall utredas i kommande skede.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

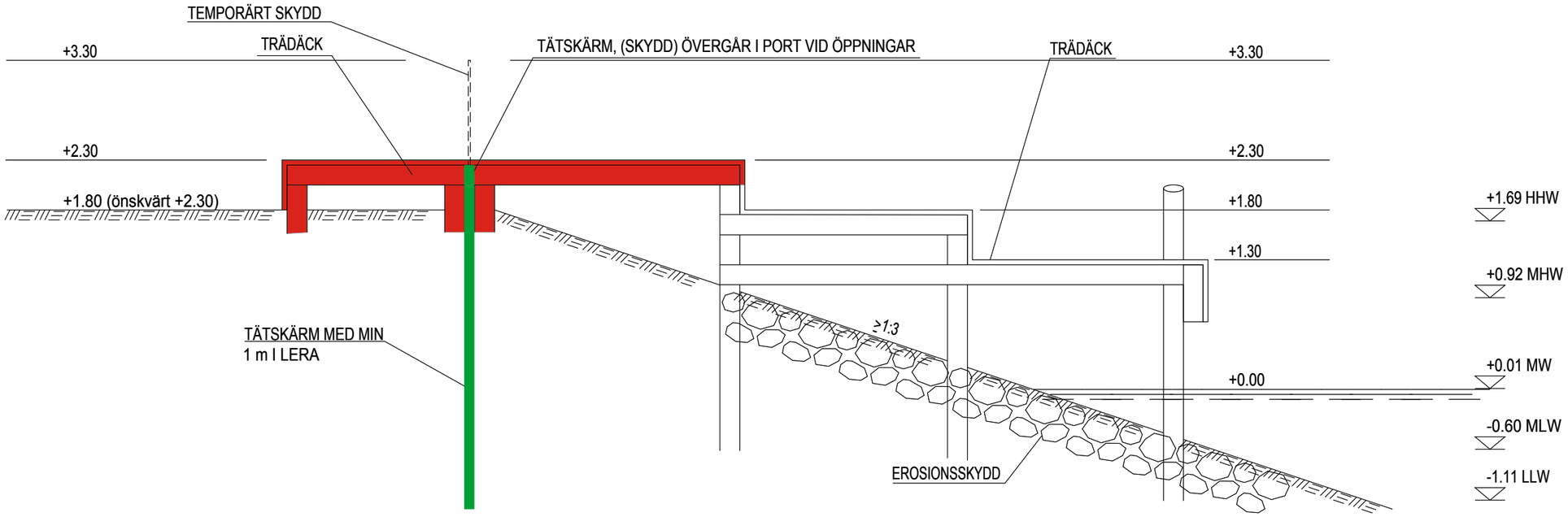
RAMBÖLL

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

SITUATIONSPLAN, ÖSTER

SKALA	NUMMER	BET
1:2000 (A3)	L103	



PRINCIPSEKTION A-A

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

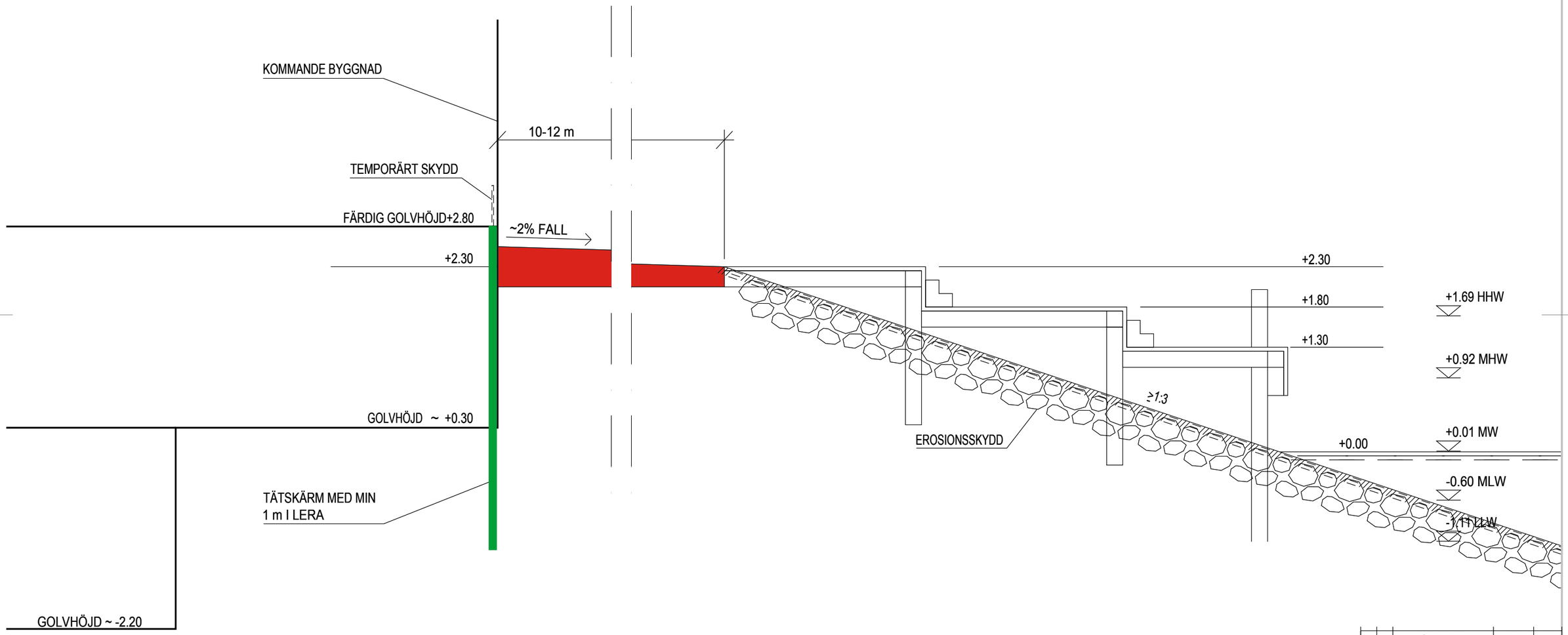
Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION A-A

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L201	



PRINCIPSEKTION B-B

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

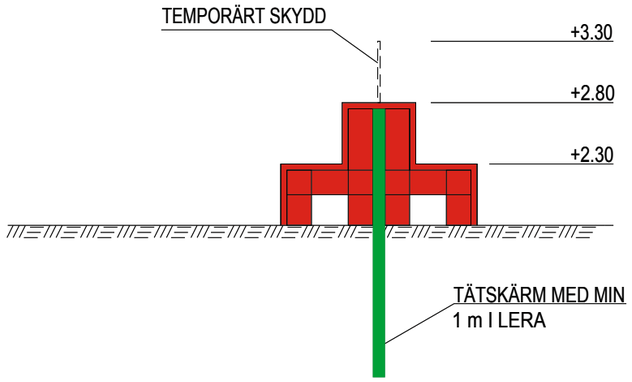
Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION B-B

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L202	



PRINCIPSEKTION C-C

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

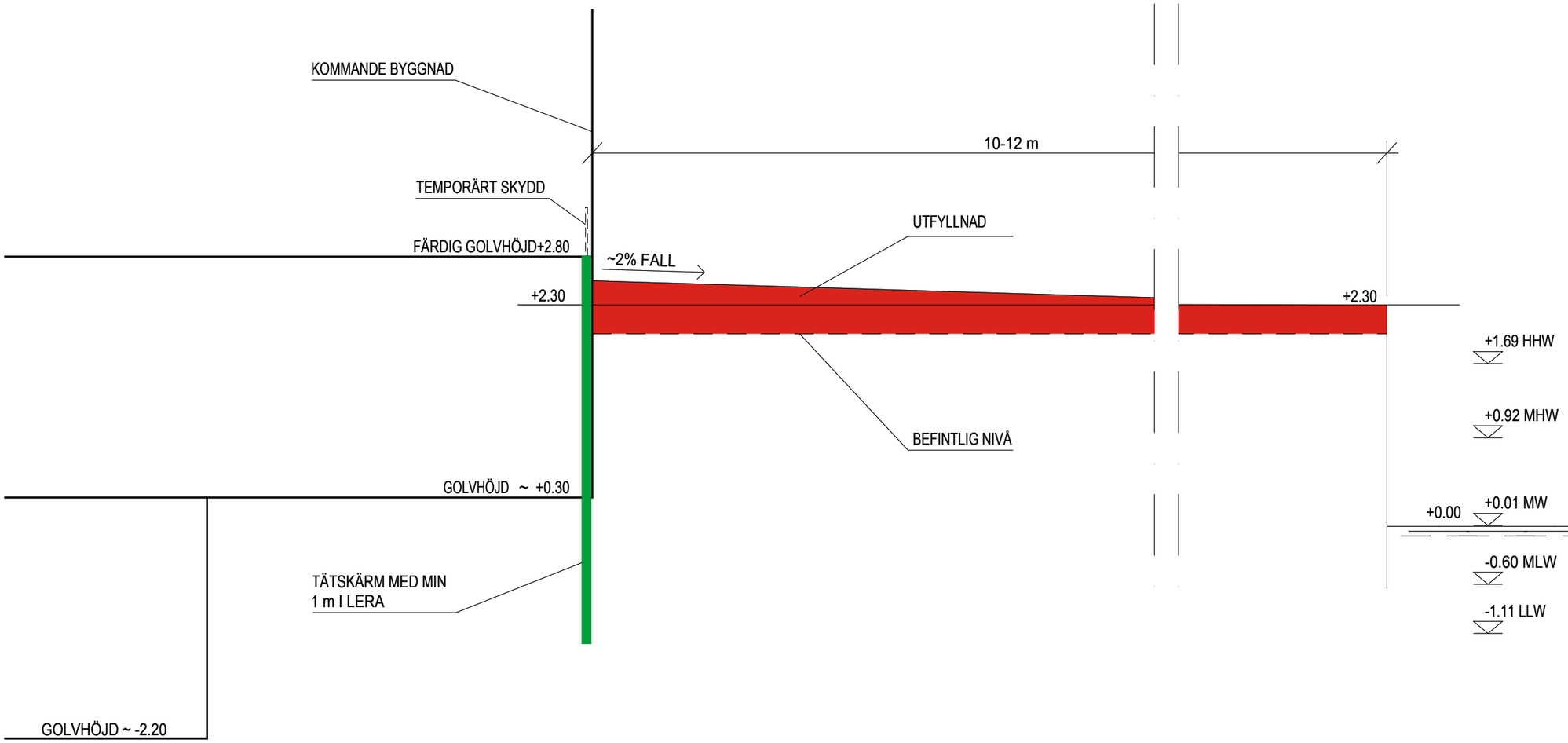
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ

DATUM	ANSVARIG
2015-09-25	TORA LINDBERG

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION C-C

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L203	



PRINCIPSEKTION D-D

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

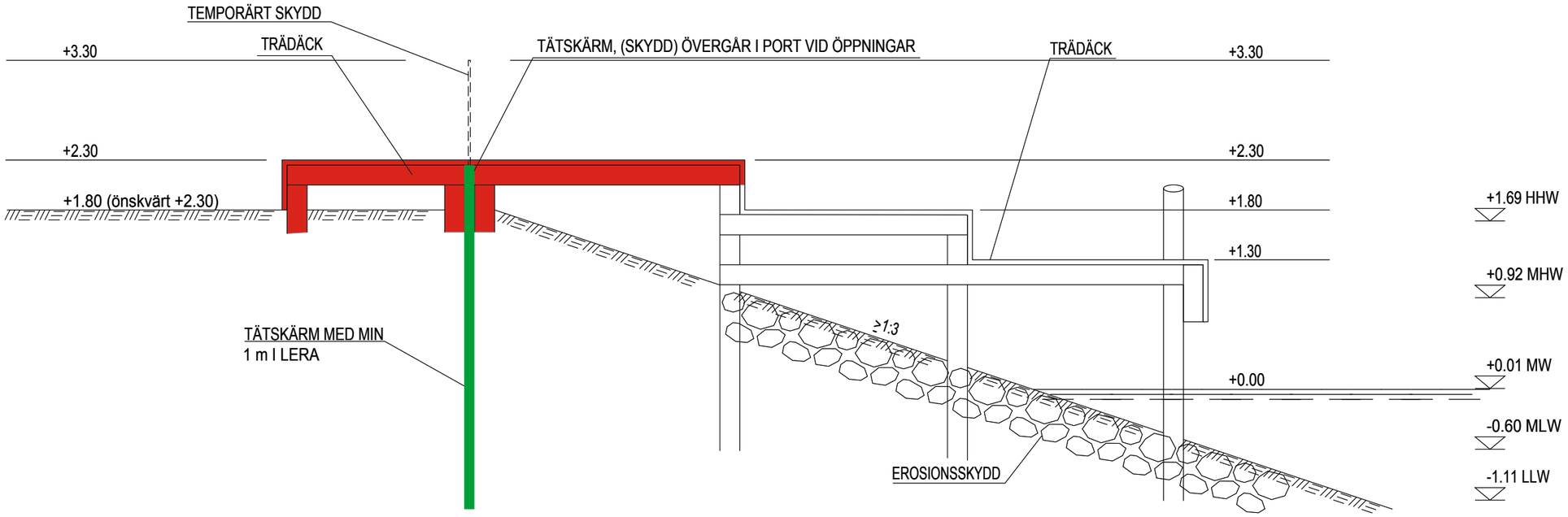
RAMBOLL

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM: 2015-09-25	ANSVARIG: TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION D-D

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L204	



PRINCIPSEKTION A-A

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

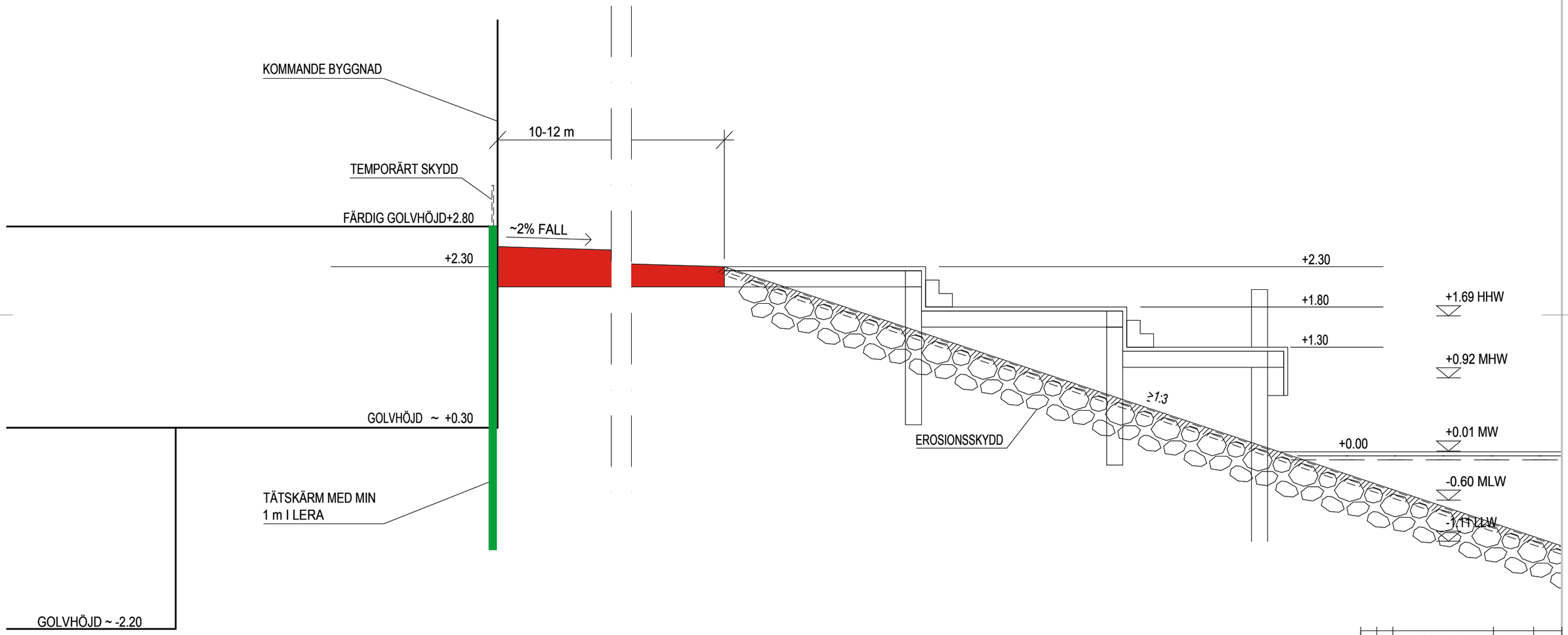
Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION A-A

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L201	



PRINCIPSEKTION B-B

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

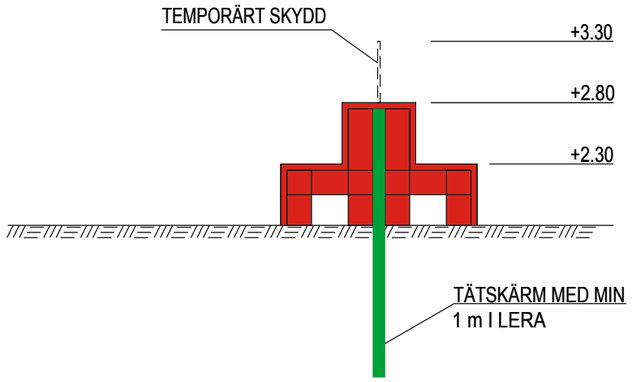
Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM	ANSVARIG	
2015-09-25	TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION B-B

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L202	



PRINCIPSEKTION C-C

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

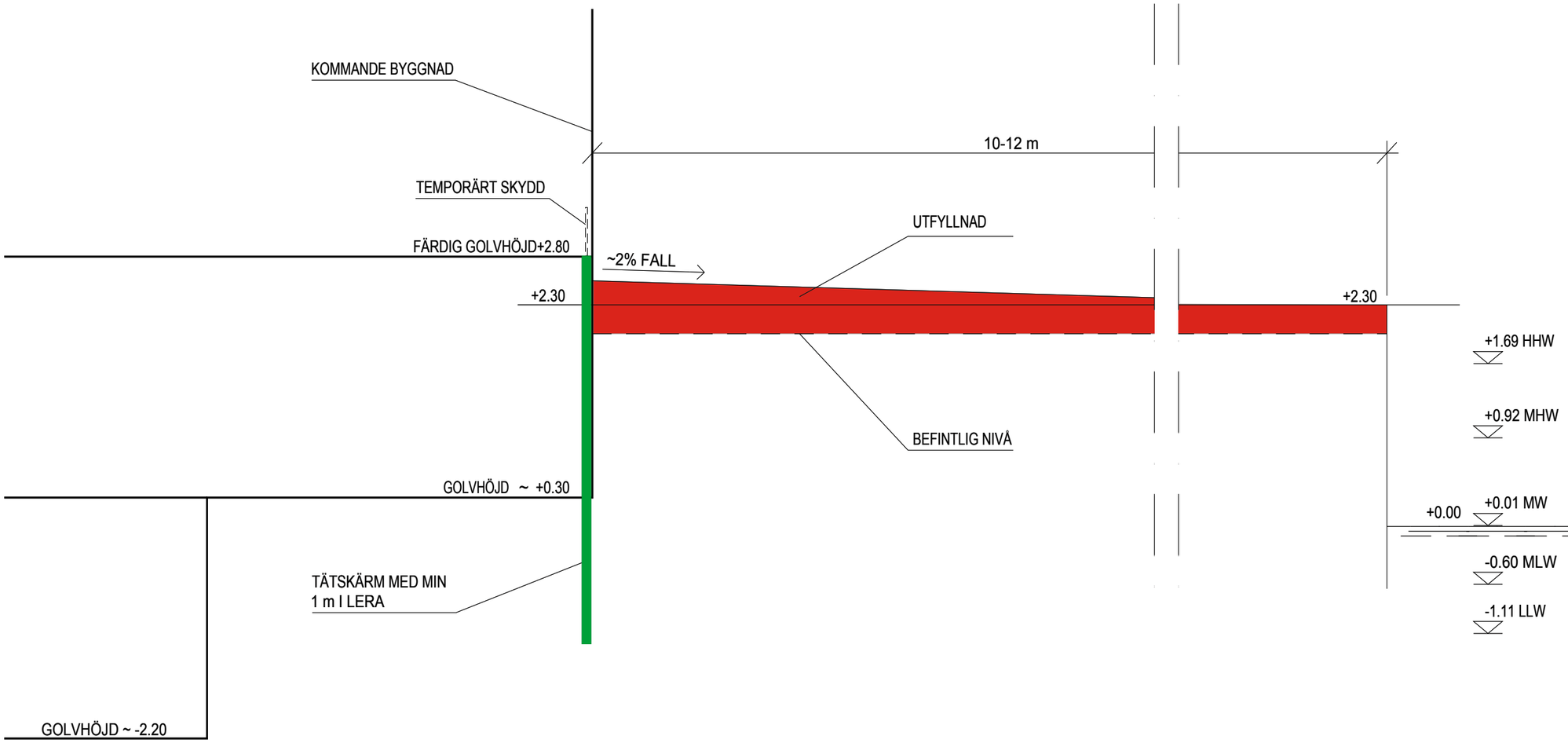
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ

DATUM	ANSVARIG
2015-09-25	TORA LINDBERG

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION C-C

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L203	



PRINCIPSEKTION D-D

SKALA 1:50

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE

ÄLVSKYDD
LINDHOLMEN

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
Box 5343
40227 Göteborg

Tfn: +46106156000
Fax:
www.ramboll.se

RAMBOLL

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
1320013810	IR	I REIMERTZ
DATUM: 2015-09-25	ANSVARIG: TORA LINDBERG	

ÄLVSTRANDEN UTVECKLING AB

PRINCIPSEKTION D-D

SKALA	NUMMER	BET
1:50 (A3)	L204	

Förstudie

Älvstranden Utveckling AB

Älvskydd Lindholmen

Bilaga 1 Skyfallsutredning

Göteborg 2015-09-25

Älvskydd Lindholmen

Förstudie
Bilaga 1 Skyfallsutredning

Datum	2015-09-25
Uppdragsnummer	1320013810
Utgåva/Status	SLUTLEVERANS

Uppdragsledare	Tora Lindberg
Specialist dagvatten	Lena Sjögren
Specialist modell	Patrik Glivesson

Ramböll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
Fax
www.ramboll.se

Unr 1320013810 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

För att kunna säkra Lindholmen mot översvämning vid kraftig nederbörd då älvskyddet är utbyggt och skyddar mot hög vattennnivå i Göta älv, samt för att få en uppfattning om var ansamling av vatten sker på insidan av älvskyddet, har en skyfallsutredning tagits fram. Påverkan på evakueringsvägar, räddningsvägar, byggnader, transporter har analyserats mot resultaten av översvämningssimuleringarna. Åtgärder för pågående och framtida planer i området har beskrivits översiktligt.

Enligt Räddningstjänsten kan ambulanser förutsättas ha samma vadningsmöjlighet som personbilar dvs klara ca 20 cm vattendjup vid hastigheten 5-10 km/h. För brandbilar saknas erfarenhet men det anses rimligt att de klarar att ta sig fram vid 0,5 m vattendjup i begränsad hastighet.

En hydrauliskmodell i MIKE 21 har upprättats för simulering av 20-, 100-, och 500-årsregnen med klimatfaktor 1,2. Höjddata från Laser-scanning gjort år 2010 har används för att skapa celler med en upplösning på 2x2 m i den hydrauliska modellen.

Resultaten från simuleringarna visar att skyfallen kommer att ge många mindre översvämmade ytor. Några delar av Linholmen kommer att påverkas mer av översvämningarna; Kunskapsgatan 5 och 10 (framkomlighet gata samt risk för inläckage i portar), cykelparkeringsområdet nordväst om Lindholmspiren 11 (ingen påverkan på byggnad), ytan och gatan väster, norr och nordost om fastigheten vid Polstjärnegatan 8-10 (framkomlighet ytor runt byggnaden samt risk för inläckage i portar), Valdemar Noréns gata och Regnbågsgatan i anslutningen mot Valdemar Noréns gata (risk för inläckage vid portar), Anders Carlssons gata i anslutningen mot Valdemar Noréns gata (20 cm vattendjup vid 100-årsregnet), inne på fastigheten på Elin Svenssons gata (mer än 50 cm vattendjup vid förråd), öster om byggnaden på Stenbocksgatan 1 (begränsad tillgänglighet för transporter).

Båda körfälten i Lindholmsallén, vid infarten mot TV-huset, översvämmas med vattendjup strax över 20 cm. Bussfältet i mitten av allén översvämmas däremot inte vilket gör att gatan fortfarande är framkomlig för räddningsfordon.

Två platser översvämmas på Karlavagnsgatan med vattendjup på ca 0,5-0,7 m vid 100-årsregn. Byggnaderna längs gatan kan dock fortfarande nås från Lindholmsallén.

Avfarten från Lundbyleden mot Inlandsgatan och avfarten från Lundbyleden in mot Eriksberg står delvis översvämmade men är fortfarande framkomliga vid 100-årsregnet. Avfarten mot Eriksberg är utpekad utryckningsväg.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund och syfte 1
2. Avgränsning 1
3. Förutsättningar 1
3.1 Dagvattensystemet 1
3.2 Dimensionerande regn 2
4. Skyfallsmodellen 4
4.1 Modellens uppbyggnad 4
4.2 Osäkerheter i modellen 5
4.3 Analyskriterier 6
5. Simuleringsresultat och analys 6
5.1 Översvämningens utbredning och djup 6
5.1.1 20-årsregnet 6
5.1.2 100-årsregnet 7
5.1.3 500-årsregnet 7
5.2 Vattenflöden 8
6. Förslag till åtgärder 9
6.1 Gatorna 9
6.2 Byggnaderna 10
6.3 Pågående planering 10

Bilagor
Bilaga 1.1 Skyfallsberäkning 20-årsregn
Bilaga 1.2 Skyfallsberäkning 100-årsregn
Bilaga 1.3 Skyfallsberäkning 500-årsregn
Bilaga 1.4 100-årsregn med flödesvägar
Bilaga 1.5 100-årsregn med utryckningsvägar
Bilaga 1.6 500-årsregn med utryckningsvägar
Bilaga 1.7 Modellbeskrivning

Älvskydd Lindholmen
Förstudie, Skyfallsutredning

1. Bakgrund och syfte

För att kunna säkra Lindholmen mot översvämning vid kraftig nederbörd då älvskyddet är utbyggt och skyddar mot hög vattennnivå i Göta älv, samt för att få en uppfattning om var ansamling av vatten sker på insidan av älvskyddet, har en skyfallsutredning tagits fram.

När älvskyddet byggs ut kan fler instängda områden än idag bildas. Med gällande detaljplanebestämmelser för färdigt golv kommer vissa kvarter också att höjas ovan befintlig marknivå och därmed ändra ytliga vattenflöden och skapa ändrade översvämningsförhållanden, inte bara i anslutning till älvskyddet. För att få ett grepp om konsekvenserna av både älvskyddet och kända planer för området har en ytavrinningsmodell över befintlig avrinning i MIKE 21 tagits fram.

Ytavrinningsmodellen visar var vattnet kommer att rinna, var det kommer att samlas och hur utbredning för översvämningen samt översvämningens djup kommer att bli vid olika nederbördssituationer. Utifrån resultatet har sedan en bedömning gjorts av hur känsliga de instängda områdena är för översvämning samt hur samhällsviktiga anläggningar och räddningsvägar påverkas av skyfallet. Översiktliga åtgärdsförslag har tagits fram diskuteras också.

2. Avgränsning

Den geografiska/planmässiga avgränsningen av området är densamma som i huvuddokumentet. Höjddata som täcker ett större område har dock analysterats för att få med inströmning och utströmningsområde till det planmässiga området.

Skyfallsutredningen bygger på att älvskyddet är utbyggt enligt Figur 2 samt på att inget vatten kan tränga upp via ledningssystemet i området. Älvskyddet förutsätts utformas täta.

3. Förutsättningar

3.1 Dagvattensystemet

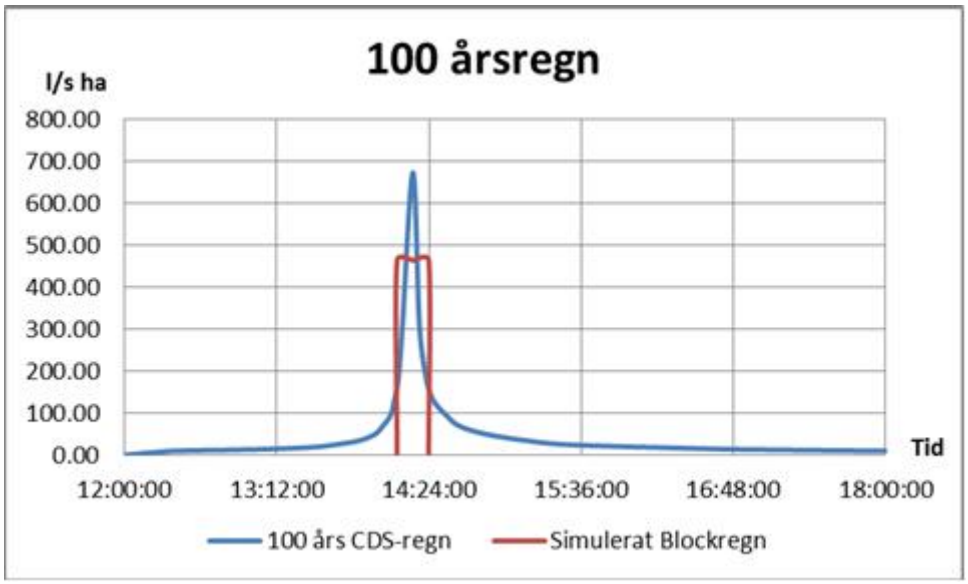
Dagvatten avleds till största delen i dagvattenbrunnar och ledningar. Från ungefär halva Lindholmen ansluts dagvattnet antingen direkt eller slutligen till spillvattensystsemet. Kretslopp- och Vatten äger huvudledningssystemet som ligger på allmän platsmark. På de enskilda fastigheterna finns också dagvattensystem som till stor del ansluts till huvudledningssystemet. Några system har sina utlopp direkt i Göta älv. Kända utloppspunkter i Göta älv visas på ritning W100 i huvudrapporten.

Dagvattensystemet är utbygt under en längre tidsperiod och är sannolikt dimensionerat för olika regn beroende på när det är byggt. De separerade dagvattenledningarna är dimensionerade för ett 2-, 5- eller 10-årsregn.

Det finns planer på att separera kombinerade system i samband med utveckling av delar av området.

3.2 Dimensionerande regn

Enligt ”PM Delområdesbeskrivning Klimatrisker, Lindholmen – arbetsmaterial 150430” från SBK, ska konsekvenserna av ett 6 timmars CDS-regn (Figur 1) studeras för att se vilka påverkan det ger gällande översvämningarna från ytavrinning. Ytavrinning sker främst när ledningssystemet är fullt belastat och inte klarar av att ta emot och leda bort regnet, dvs när regnets intensitet överskriver ledningssystemets kapacitet. För de regn som simulerats sker detta under de 15 minuter av 6 timmars regnet när intensiteten är som högst, det vill säga mitten av regnförloppet. Regntoppar antas vara utbytbara med blockregn och för modellen har tre regn tagits fram med hjälp av Dahlströms formel för årsregn presenterad i Svenskt vatten P110. De regn som tagits fram är 20-, 100- och 500-årsregn med varaktighet i 15 min. Regnet har också ökats med en klimatfaktor 1,2. Modellen har simulerats med regn som varar i 15 minuter följt av 15 minuter utan regn, eftersom det de sista 15 minuterna antas ha längre intensiteter än vad ledningssystemet är dimensionerat för.



Figur 1. Graf över CDS-regnet, simulerat blockregn markerat med rött.

Ungefärliga regnintensiteter för dagvattensystemet och regnintensiteter som använts i simuleringen av modellen visas i

o:\got1\sm\i\2015\1320013810\3_teknik\w\dokument\beskrivningar\älvskydd lindholmen skyfall 20150925_gäller.docx

Tabell 1.

Tabell 1. Regnintensiteter; troliga värden för dagvattendimensionering i området samt värden som använts vid simuleringen av modellen.

	Regnintensitet l/s*ha
Trolig för dimensionering av 2-årsregn	106,5
Trolig för dimensionering av 5-årsregn	143,8
Trolig för dimensionering av 10-årsregn	180,6
För simulering av 20-årsregn med klimatfaktor 1,2	272,44
För simulering av 100-årsregn med klimatfaktor 1,2	464,16
För simulering av 500-årsregn med klimatfaktor 1,2	792

4. Skyfallsmodellen

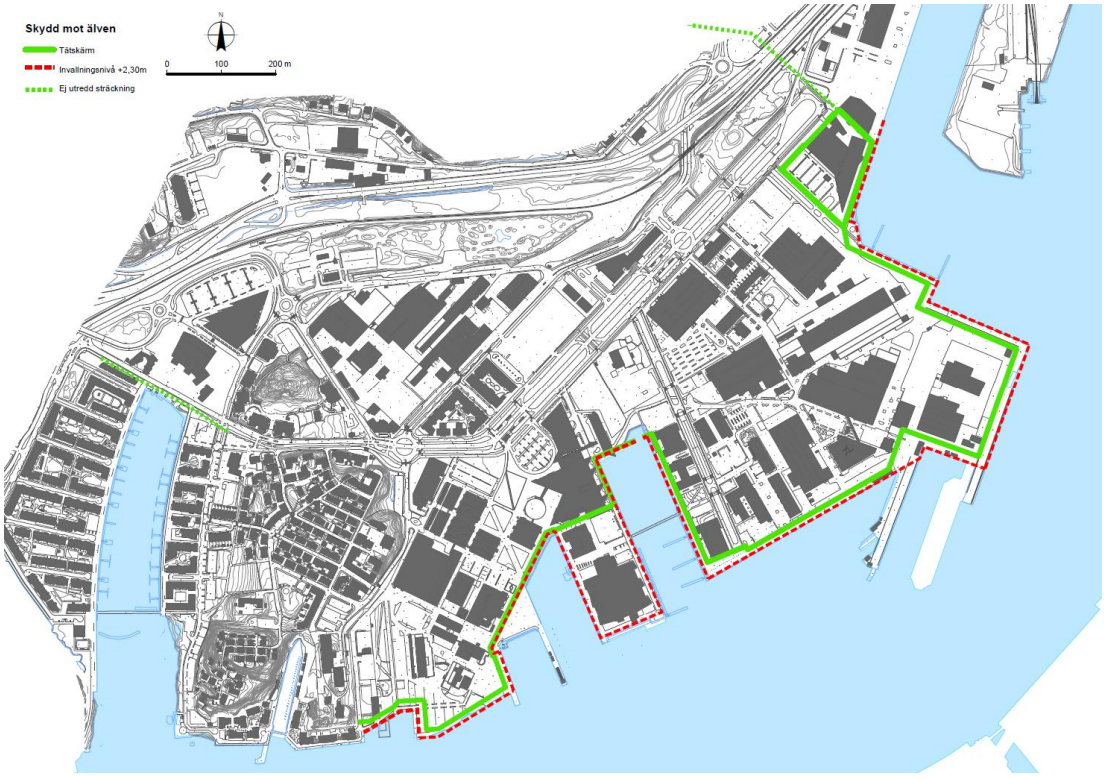
4.1 Modellens uppbyggnad

Komplett modellbeskrivning visas i bilaga 1.7.

Översvämningsmodellen är uppbyggd utifrån en höjdmodell. Höjdmodellen innehåller information om terrängens höjd över havet, uppdelat i små celler. I detta fall används befintlig höjddata baserat på underlag från Laserscanning Göteborg, daterad 2010, LAS-data med åtta mätpunkter per kvadratmeter. Höjdmodellen har användts för att skapa celler med en upplösning på 2x2 m i den hydrauliska modellen. Höjddata som täcker ett större område, hela det naturliga avrinningsområdet, har analysterats för att få med inströmning och utströmningsområde till det planmässiga området.

För att korrekt simulera hur vattnet rinner runt byggnader i översvämningsmodellen, har ytan där byggnaderna är placerade höjts upp i höjdmodellen innan översvämningsmodellen skapas. Detta har gjorts i en GIS-analys med primärkartan från Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs Stad, SBK.

I och med att simuleringen ska visa hur ett skyfall påverkar området när älvskyddet är byggt har älvskyddet lagts in i höjdmodellen på +2,3 enligt röd streckad linje i Figur 2 genom att med stöd av en shape linje markera och sätta värdet +2,3 på de celler som älvskyddet kommer finnas i. Höjdmodellen har sedan direkt importeras till översvämningsmodellen i MIKE 21.



Figur 2. Älvskyddet som är inlagt i modellen visas med röd streckad linje.

Inom området som omfattas av underlagskartan från SBK har fyra marktyper definterats; vägar/asfalt, grönområde, bostadsområde och tak. Modellen omfattar ett större område än kartan och därför har marktypen berg i dagen, som finns norr om kartans område, särskilt identifierats. För övrig mark utanför kartans område har ett schablonvärde använts gällande avrinningen. Antaganden gjorda för Mannings tal och avrinningskoefficienter är grundande på P90 med anpassning till faktorer som att tak inte är inkluderat i bostadsområdets värden, se Tabell 2.

Tabell 2 Översikt över Modelvärden för Avrinningskoefficient och Mannings tal.

Område	Avrinningskoefficient	Mannings tal
Vägar/asfalt	0,8	50
Grönområde	0,1	30
Bostadsområde	0,4	40
Tak	0,9	85
Berg i dagen	0,3	35
Övrigt	0,5	45

4.2 Osäkerheter i modellen

Med cellstorlek på 2x2 m finns risk att detaljer och vissa hinder för vattenflödena inte kommer med i modellsimuleringen. En översiktlig genomgång av identifiering av sådan hinder har gjorts, dels på plats och dels genom att studera kartbilder och gatuvyer. De

hinder som troligen inte kommit med fullt ut i modellen har bedömts inte påverka resultatet i någon större omfattning.

4.3 Analyskriterier

I översvämningsmodellen kan bland annat följande parametrar erhållas från simulering:

- Översvämningens plats och utbredning
- Översvämningsdjup (m)
- Vattennivå (m.ö.h)
- Flödesriktning
- Vattenhastighet (m/s)
- Volymflöde m3/(s*m)

Enligt ”Handläggarstöd-Översvämningsrisk höga havsnivåer” (arbetsmaterial 2015-05-11, SBK) ska följande studeras inom detaljplanen; evakueringsvägar, räddningsvägar, byggnader, transporter, renhållning, miljöfarlig verksamhet och förorenade områden. Konsekvenserna för renhållning, miljöfarligverksamhet samt förorenade områden är inte analyserade i denna utredning.

Enligt Räddningstjänsten kan ambulanser förutsättas ha samma vadningsmöjlighet som personbilar dvs klara ca 20 cm vattendjup vid hastigheten 5-10 km/h. För brandbilar saknas erfarenhet men det anses rimligt att de klarar att ta sig fram vid 0,5 m vattendjup i begränsad hastighet.

5. Simuleringsresultat och analys

5.1 Översvämningens utbredning och djup

5.1.1 20-årsregnet

Resultatet från simuleringen av 20-årsregnet visas i bilaga 1.1.

Ett flertal mindre översvämningar kommer att bildas vid 20-årsregnet. De flesta sker på öppna ytor och får ett djup på någon dm. De översvämningar som bildas på grönytor, även de som bildas i vägdiken, bedöms som godkända översvämningar vid 20-årsregnet.

Andra översvämningar är djupare eller ligger på gator eller i direkt anslutning till byggnader och kan försvåra framkomlighet och kan orsaka skada på byggnader.

De mer anmärkningsvärda översvämningarna finns:

- På gatan längs med byggnaden på Kunskapsgatan 5. Portar till fastigheten finns i marknivån, risk för inrinnande vatten. Kunskapsgatan 10 har en garagenedfart där det också finns risk för inrinnande vatten.
- På cykelparkeringsområdet nordväst om Lindholmspiren 11. Nedsänkt mark, ingen risk för byggnaden.
- På ytan och gatan väster, norr och nordost om fastigheten vid Polstjärnegatan 8-10. Portar till fastigheten finns i marknivån, stor risk för inrinnande vatten i byggnaden, särskilt via garagenedfart i norr.

- Valdemar Noréns gata, Regnbågsgatan i anslutningen mot Valdemar Noréns gata. Portar till fastigheten finns i marknivån, risk för inrinnande vatten.
- På Anders Carlssons gata i anslutningen mot Valdemar Noréns gata. Vattensamling på gatan som har störst vattendjup precis under 20 cm i enstaka delar.
- Inne på fastigheten på Elin Svenssons gata. Översvämning vid tätförråd.
- På Karlavagnsgatan under Lundbyleden. Mer än 50 cm vattendjup på djupaste stället.
- På Karlavagnsgatan (utanför Esab). Maximalt 50 cm vattendjup på djupaste stället. Byggnaden nås även från Lindholmsallén.
- På södra körfältet i Lindholmsallén, vid infarten till TV-huset. Precis under 50 cm djup vattensamling.
- Öster om byggnaden på Stenbocksgatan 1. Nedsänkt yta med upphöjda lastbryggor, tillgängligheten begränsas till lastbryggorna.

Översvämningarna på Karlavagnsgatan och vid fastigheten på Polstjärnegatan uppnår maximalt djup på upp till 50 cm. Framkomligheten för brandbil påverkas av översvämningen på Karlavagnsgatan.

Översvämningarna på Anders Carlssons gatan, Valdemar Noréns gata och Kunskapsgatan uppnår vattendjup på precis under 20 cm.

5.1.2 100-årsregnet

Resultatet från simuleringen av 100-årsregnet visas i bilaga 1.2.

Samtliga översvämningar som identifierats vid 20-årsregnet har blivit större. Fler byggnader riskerar att drabbas av inrinnande vatten, inte bara genom garagenedfarter.

Översvämningen på fastigheten vid Polstjärnegatan 8-10 har ökat både i utbredning och djup och breder nu också ut sig på gatan. Vattendjupet vid garagenedfarten är över en meter djup men på gatan överstiger inte vattendjupet 20 cm mer än i enstaka delar.
På Ceresgatan, vid småbåtshamnen, uppnår översvämningen vattendjup på över 20 cm.

Båda körfälten i Lindholmsallén, vid infarten mot TV-huset, översvämmas med vattendjup över 20 cm. Bussfältet i mitten av allén översvämmas däremot inte lika djupt vilket gör att gatan fortfarande är framkomlig för räddningsfordon.

De båda översvämningarna på Karlavagnsgatan når nu vattendjup på ca 0,5-0,9 m som mest. Byggnaderna längs gatan kan dock fortfarande nås från Lindholmsallén. Den vattenvolym som översvämmar under Lundbyleden är ca 600 m^3. Om vattnet tappas av via det befintliga dagvattensystemet tar det något mer än 1 timma, under förutsättning att ledningssystemet inte är belastat från omgivande områden längre.

Avfarten från Lundbyleden mot Inlandsgatan och avfarten från Lundbyleden in mot Eriksberg står delvis översvämmade men är fortfarande framkomliga för utryckningsfordon. Avfarten mot Eriksberg är utpekad utryckningsväg, se bilaga 1.5.

5.1.3 500-årsregnet

Resultatet från simuleringen av 500-årsregnet visas i bilaga 1.3.

Vid 500-årsregnet har inga nya översvämningar uppstått utan de som identifierats vid 100-årsregnet har istället blivit större.

Vid infarten mot TV-huset på Lindholmsallén är nu också bussfältet översvämmat, med vattendjup över 20 cm. Körfälten på sidornas vattendjup uppgår till ca 0,6 m som mest.

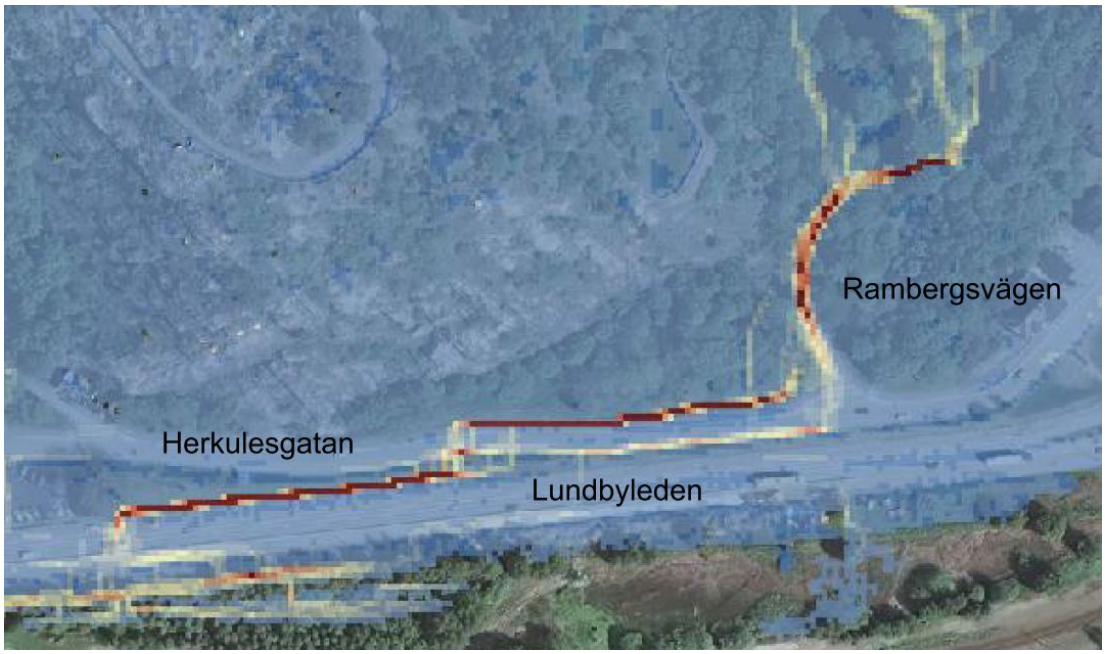
Översvämningen på Karlavagnsgatan under Lundbyleden och översvämningen längre västerut på Karlavagnsgatan har nu vattendjup på över 1 m.

Avfarten från Lundbyleden mot Inlandsgatan och avfarten från Lundbyleden in mot Eriksberg står översvämmade med vattendjup på upp till 50 cm.

5.2 Vattenflöden

Bilaga 1.4 visar vattenvägarna vid 100-årsregnet där en kort pil visar låg vattenhanstighet och en lång pil visar högre vattenhastighet. I de mer kuperade delarna av området rinner vattnet mer koncentrerat t ex på ena sidan av gatan, vilket gör att vattenhanstigheten och flödet blir större än i de plattare delarna av området där vattnet kommer att rinna utspritt på hela ytan med lägre hastighet och mindre flöde.

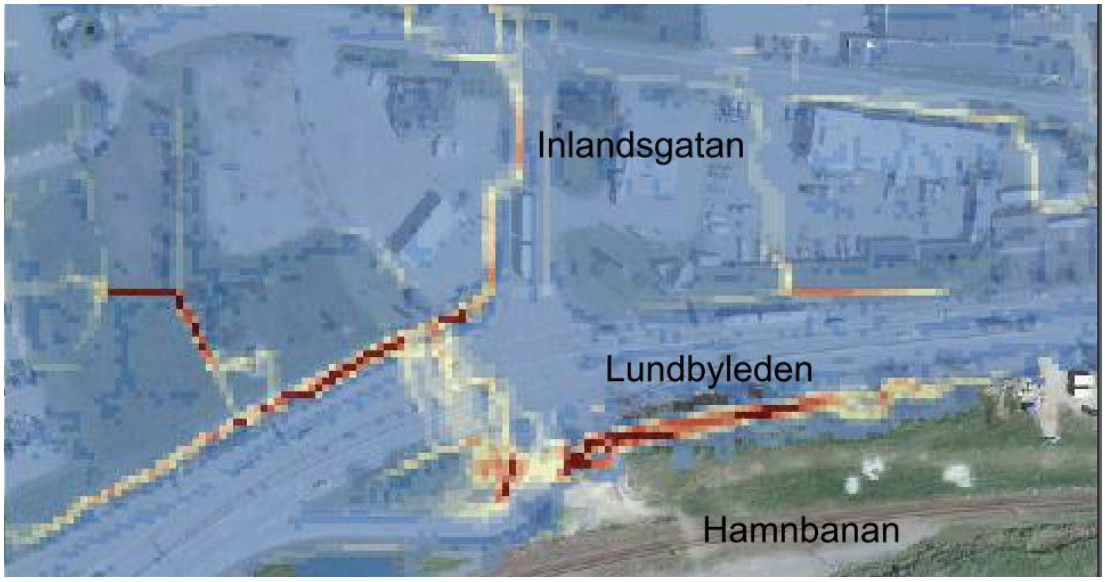
På några ställen är flödena lite större och påverkar infrastrukturen i området. Till exempel rinner vattnet ner från en del av Ramberget på Rambergsvägen ner till Herkulesgatan, se Figur 3. En del av vattnet rinner över Herkulesgatan medan det största flödet följer Herlulesgatan västerut en kortare sträcka för att sedan rinna över gatan mot Lundbyledens norra vägdike. Ytterligare en sträcka västerut rinner sedan vattnet över Lundbyleden, genom öppningar i påkörningsskyddet mellan körbanorna, till våtmarksområdet söder om Lundbyleden.



Figur 3. Vattenflödet (gul, orange och röda linjer) vid ett 100-årsregn från Ramberget. Mörkt röda sträckor har störst flöde, upp till ca 400 l/s.

o:\got1\sm\i\2015\1320013810\3_teknik\w\dokument\beskrivningar\älvskydd lindholmen skyfall 20150925_gäller.docx

Ett annat ställe där flödet är stort och också påverkar infrastruktur är där Inlandsgatan passerar Lundbyleden. Vattnet rinner längs Inlandsgatan ner från berget och från omgivande områden. Norr om Lundbyleden rinner vattnet i vägdiket, över Lundbyleden till södra sidan av vägen via en grönyta mellan vägen och infarten till Inlandsgatan och vidare över infarten till Inlandsgatan. Slutligen samlas vattnet i våtmarksområdet söder om Lundbyleden. Flödena är som störst ca 400 l/s (mörkt röd markering i Figur 4) innan vattnet bräddar ut på Lundbyleden.



Figur 4. Vattenflödet (gul, orange och röda linjer) vid ett 100-årsregn från Inlandsgatan och intilliggande områden. Mörkt röda sträckor har störst flöde, upp till ca 400 l/s.

I avrinningsvägarna är inga vattennivåer djupare än 5 cm på körbara ytor. Det kan finnas risk för att jord och mindre växdelar spolas med ut på gatorna.

6. Förslag till åtgärder

6.1 Gatorna

Att helt bygga bort översvämningarna på Karlavagnsgatan är svårt. För att säkerställa tillgängligheten för transporter och räddningsfordon till byggnaderna söder om gatan kan istället tillgängligheten från Lindholmsallén säkerställas. Alternativa infarter till Lindholmen finns.

Lindholmsallén, vid infarten mot TV-huset, översvämmas vid 100-årsregnet. För att göra det möjligt att ha minst ett körfält säkrat för framkomlighet behöver markhöjderna och dagvattenhanteringen i området ses över. Detta körfält skulle kunna vara bussfältet som redan nu ligger lite högre än körfälten för övriga fordon. Att leda vattnet genom att skapa lutning ut mot grönytorna i t ex grunda diken hade både gjort det möjligt att hantera översvämningen och dessutom rena dagvattnet vid normal nerderbörd. Detta kräver dock relativt stora ombyggnader höjdmässigt och påverkar träden i allén.

Åtgärder för att säkra framkomlighet vid avfarten från Lundbyleden in mot Eriksberg behöver vidtas då avfarten är utpekad utryckningväg. Förslag till åtgärd kan vara att det låga partiet på avfarten höjs och/eller att grönytan norr om avfarten sänks.

Avfarten från Lundbyleden mot Inlandsgatan är inte utpekad utryckningsväg men skulle kunna drabbas mindre av översvämning om grönytan väster om avfarten utformades skålad istället för med diken som omgärdar en upphöjning i mitten.

6.2 Byggnaderna

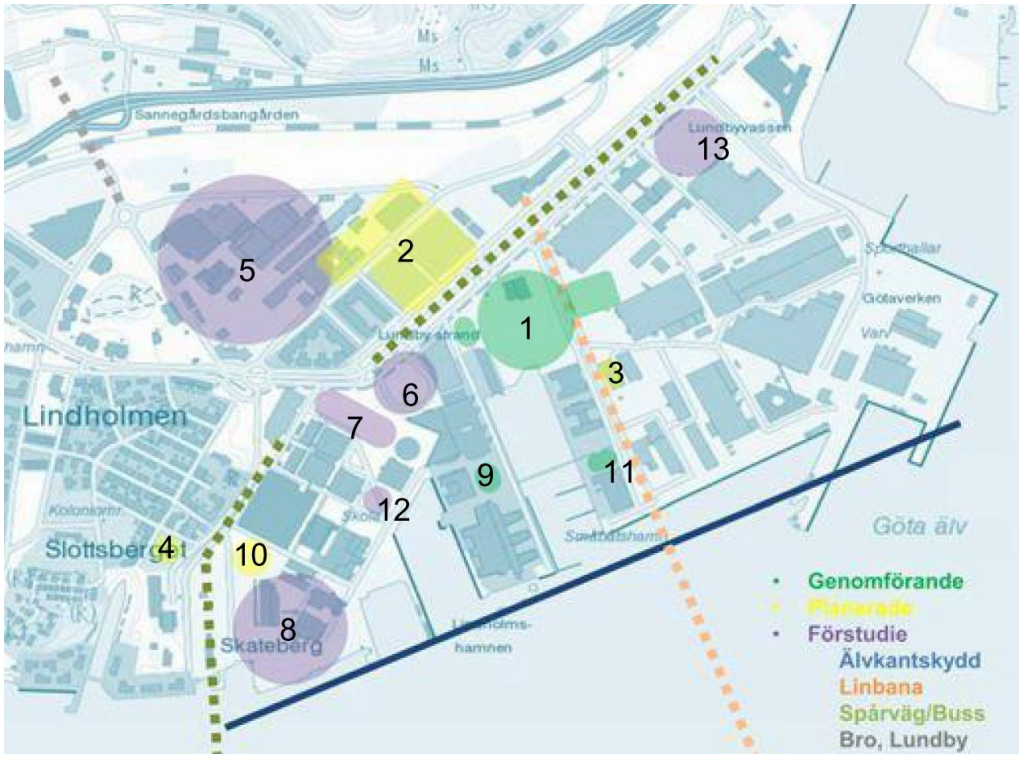
Vid stor nederbörd kommer garagenedfarter eller källarnedgångar alltid vara en risk som inte går att bygga bort helt. Risken för en större översvämning kan däremot minskas om vatten från omgivande mark inte kan rinna ner i porten. Detta kan göras med vallar eller mindre tydliga marknivåjusteringar som hindrar vattnet från att rinna ner. På så vis är det bara nederbörden som faller i porten som kommer att samlas där. Provisoriskt skydd kan ändå behövas.

För att bedöma konsekvenserna av översvämningar runt byggnader behöver respektive byggnad studeras mer i detalj. Entréer till vissa byggnader ligger högre än omgivande mark så att vatten inte kan rinna in och sockelhöjder kan för vissa byggander vara någon decimeter vilket gör att en grund översvämning inte skadar byggnaden. Känner man till risken för inrinnande vatten i vissa portar kan provisoriskt skydd placeras ut.

I övrigt är det åtgärder på marken utanför bygganderna som krävs. Där det är möjligt kan öppen dagvattenhantering bli en samlingsyta även för översvämningen, dit marken lutas.

6.3 Pågående planering

De pågående planerna i Linholmen visas i Figur 5. Stadsbyggnadskontoret anger att planeringsnivån med hänsyn till översvämning är +2,8 m ö h (färdig golvhöjd). Då befintlig marknivå söder om Hamnbanan ligger lägre än +2,8 kommer marken runt byggnaderna i många fall behöva höjas mot idag. Detta kommer att påverka den ytliga avrinningen och översvämningsområden vid skyfall.



Figur 5. Planer - pågående, planerade och framtida. (Källa Älvstranden Utveckling)

I samband med planering av förnyelse måste markens nya nivå studeras för att skyfallshanteringen ska fungera. Det viktiga är att styra översvämningen så den hamnar där man vill ha den, där den utgör minst risk .
Det finns i området närmast älvskyddet ingen möjlighet att leda vattnet till en stor uppsamligsyta då marken är alldelse för platt. Det är istället flera mindre ytor som behöver kunna översvämmas.

Vid planläggning av områden i anslutning till gator och vägar som ska fungera som utryckningsvägar är det extra viktigt att inte bygga bort de grönytor eller ytliga magasin där översvämningsvattnet idag hamnar. Skulle t ex sänkorna som översvämmas mellan Ramberget och Lundbyleden tas bort skulle allt vatten istället rinna ner till Lundbyleden och orsaka större översvämningar där.

Nedan följer en kort beskrivning dagsläget och översiktliga åtgärdsförslag för utpekade planområden enligt Figur 5. I och med att golvnivå för nybyggnation ska vara +2.8 är utgångspunkten i resonemanget nedan att åtminstone de närmast omgivande ytorna runt nya byggnader ligger nära +2.8. Detta innebär att marknivån för alla områden kommer att höjas en del ovan befintlig marknivå.

1) Lindholmshamnen – Marken närmast det planerade älvskyddet ligger idag lägst och översvämmas vid kraftig nederbörd. Området påverkas inte nämnvärt av inrinning från omgivande mark. Efter ombyggnad bör skyfallsvatten rinna till och samlas på allmän platsmark. Skyfallsvolymer bör kontrolleras mot den volym som ges av höjdsättningen.

2) Karlavagnsplatsen – På grund av markens topografi blir översvämning av skyfall idag mycket utspridd. Området påverkas inte heller av inrinnande vatten från omgivande mark. Efter ombyggnad bör skyfallsvatten rinna till och samlas på allmän platsmark. Skyfallsvolymer bör kontrolleras mot den volym som ges av höjdsättningen. En höjning av markens nivå, efter ombyggnad, gör att skyfallsvattnet delvis kommer att rinna ut från området. Det vatten som rinner norrut kommer att samlas i den västra sänkan på Karlavagnsgatan och det vatten som avrinner söderut kommer att rinna till Lindholmsallén där en del vatten blir stående och en del rinner åt nordöst, mot infarten vid TV-huset.
3) Ombyggnad av befintlig byggnad på Anders Carlssons gata – Byggnaden påverkas inte av skyfall där vattnet istället kommer att rinna till Götaverksgatan eller till Anders Carlssons gata.
4) Plejadgatan – Området är idag en parkeringsplats som vid skyfall översvämmas mitt på. I övrigt rinner vattnet ner mot Kunskapsgatan. När området bebyggs kommer parkeringsplatsen försvinna och vattnet som kan samlas där kommer troligen öka på översvämningen på Kunskapsgatan om inga åtgärder vidtas.
5) Polstjärnegatan - Inom området kan stora översvämningar förekomma med nuvarande marknivåer. Vid utveckling av området bör ett samlat grepp tas gällande höjdsättning och hantering av dagvatten- och skyfallshantering.
6) Lindholmsallén - Området är idag en parkeringsyta som vid skyfall översvämmas på flera ställen. När området bebyggs kommer parkeringsplatsen försvinna och vattnet som kan samlas där kommer istället rinna ut till omgivande mark. Beroende på områdets nya utormining, och framförallt den nya höjdsättningen av området, finns risk att skyfallsvattnet kommer att rinna ut på Lindholmsallén och samlas i böjen på det södra körfältet. I vidare planering kan skyfallsvattnet istället ledas bort så det samlas på någon mindre trafikerad yta.
7) Teknikgatan - Området är idag till största delen en parkeringsyta som vid skyfall översvämmas på flera ställen. När området bebyggs kommer parkeringsplatsen försvinna och vattnet som kan samlas där kommer istället rinna ut till omgivande mark. Beroende på områdets nya utformning, och framförallt den nya höjdsättningen av området, finns risk att skyfallsvattnet kommer att rinna ut på Kunskapsgatan och Lindholmsallén. Vid ytterligare belastning av vatten på Kunskapsgatan ökar mängden nedrinnande vatten i parkeringshuset i norra änden av Kunskapsgatan. I vidare planering kan skyfallsvattnet istället ledas bort så det samlas på mindre känsliga ytor.
8) Skateberg - Området består i dag av bebyggd yta samt öppen parkeringsyta som vid skyfall översvämmas på några ställen, mellan byggnaderna och på parkeringsytan. Om området förtätas behöver tydliga översvämningsytor planeras in t ex på nya parkeringsytor eller på grönytor, med hjälp av en genomarbetad höjdsättning.
9) Lindholmspiren – Byggnaden påverkas inte av översvämning vid skyfall. Skyfallsvatten samlas istället på Lindholmspiren och på parkeringsytan söder om byggnaden.
10) Korsningen Kunskapsgatan och Utvecklingsgatan - Området består i dag av parkeringsyta som vid skyfall översvämmas på några ställen. Efter utbyggnad kommer skyfallsvattnet att rinna ut till omgivande gator där framförallt ytan på Utvecklingsgatan 3 riskerar att bli mer översvämmad om inga åtgärder utförs.

11) Therese Svenssons gata - Området består idag av en cykelparkering och grus/grönyta. Ingen direkt översvämningsrisk vid skyfall förekommer. Vid byggnation på ytan kommer skyfallsvattnet troligen rinna ut till kajen väster om området samt till Therese Svenssons gata.
12) Diagonalen - Området består idag av en grönyta och ett gångstråk igenom grönytan som vid skyfall översvämmas på några platser på gångstråket. Efter byggnation av ytan kommer skyfallsvattnet rinna ut till omgivande gator och ytor. Söder om området översvämmas en stor yta på en parkering vid skyfall där utbredningen av översvämningen troligen kommer att öka om inga åtgärder vidtas.
13) Lundbyvassen - Området består idag av en parkeringsyta som vid skyfall översvämmas i mitten av ytan. Efter ombyggnad av ytan kommer skyfallsvattnet rinna ut till omgivande gator och ytor. T ex finns stor risk att den översvämning som uppstår vid skyfall på Lindholmsallén vid infarten till TV-huset, kommer att bli större samt att översvämningen vid byggnaden sydöst om området också blir mer omfattande. En helhetslösning i denna del av Lindholmen kan vid skyfall minska riskerna för översvämningar som ger upphov till minskad framkomlighet samt minskad risk för skada på byggnad.

Bilaga 1.1

20 årsregn

Översvämning (m)

- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,6
- 0,6 - 0,7
- 0,7 - 0,8
- 0,8 - 0,9
- 0,9 - 3

N

0 100 200 m

1:5 000

RAMBOLL

SKYFALLSBERÄKNING
MAXDJUP, 15 MIN 20-ÅRSREGN
2015-09-25

Bilaga 1.2

100 årsregn

Översvämning (m)

- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,6
- 0,6 - 0,7
- 0,7 - 0,8
- 0,8 - 0,9
- 0,9 - 3

N

0 100 200 m

1:5 000

RAMBOLL

SKYFALLSBERÄKNING
MAXDJUP, 15 MIN 100-ÅRSREGN
2015-09-25

Bilaga 1.3

500 årsregn

Översvämning (m)

- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,6
- 0,6 - 0,7
- 0,7 - 0,8
- 0,8 - 0,9
- 0,9 - 3

SKYFALLSBERÄKNING
MAXDJUP, 15 MIN 500-ÅRSREGN
2015-09-25

N

0 100 200 m

1:5 000

RAMBOLL

Bilaga 1.4

100 årsregn

Maxhastighet

Översvämning (m)

- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,6
- 0,6 - 0,7
- 0,7 - 0,8
- 0,8 - 0,9
- 0,9 - 3

N

0 100 200 m

1:5 000

RAMBÖLL

SKYFALLSBERÄKNING
FLÖDESVÄGAR, MAXDJUP, 15 MIN 100-ÅRSREGN
2015-09-25

Bilaga 1.5

Räddningsvägar

Utryckningsvägar

Vägar till området

Översvämning (m)
vid 100 årsregn

- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,6
- 0,6 - 0,7
- 0,7 - 0,8
- 0,8 - 0,9
- 0,9 - 3

SKYFALLSBERÄKNING
MAXDJUP, 15 MIN 100-ÅRSREGN
2015-09-25

N

0 100 200 m

1:5 000

RAMBØLL

Bilaga 1.6

Räddningsvägar

Utryckningsvägar

Vägar till området

Översvämning (m)
vid 500 årsregn

0,05 - 0,1
0,1 - 0,2
0,2 - 0,3
0,3 - 0,4
0,4 - 0,5
0,5 - 0,6
0,6 - 0,7
0,7 - 0,8
0,8 - 0,9
0,9 - 3

SKYFALLSBERÄKNING
MAXDJUP, 15 MIN 500-ÅRSREGN
2015-09-25

N

0 100 200 m

1:5 000

RAMBOLL

Bilaga 1.7
Modelldokumentation,
Älvskydd Lindholmen, Skyfallsutredning

Datum 2015-09-25

Ramböll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

T: +46-10-615 60 00
D: +46 (0)10 615 54 37
F: +46-10-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 1320013810

Ramböll Sverige AB
Org nr 556133-0506

1. Modellfiler

	Modellfiler	Filtyp	Notering
	LIND_010	m21	Modellfil för 100-årsscenario
	LIND_020	m21	Modellfil för 500-årsscenario
	LIND_030	m21	Modellfil för 20-årsscenario
	Mannings	dfs2	Mannings tal för olika markslag vid Lindholmen
	DTM_HUS_2m	dfs2	DTM över Lindholmen där hus har höjts upp 10 m
	Regn_100_2m_klimat	dfs2	100-års regnscenario där infiltrationen subtraherats
	Regn_500_2m_klimat	dfs2	500-års regnscenario där infiltrationen subtraherats
	Regn_20_2m_klimat	dfs2	20-års regnscenario där infiltrationen subtraherats
	Resultatfiler		
100-årsscenario	LIND_010	dfs2	Alla tidsteg
	MaxdepthA010	ASCII	Max översvämning på varje cell
	LIND_010_flodespilar	SHAPE	Vattenhastighetsvektorer
500-årsscenario	LIND_020	dfs2	Alla tidsteg
	MaxdepthA020	ASCII	Max översvämning på varje cell
20-årsscenario	LIND_030	dfs2	Alla tidsteg
	MaxdepthA030	ASCII	Max översvämning på varje cell

2. Övrigt

- DTM som använts kommer från laserscanning som har transformerats till ett raster med en cellstorlek på 2x2 meter. Utifrån grundkarta har byggnader identifierats och höjts upp 10 meter i DTM:n.
- Följande har antagits för Mannings tal (M): Vägar/asfalt = 50, Berg i dagen = 35, Grönområde = 30, Bostadsområde = 40 och Tak = 85.
- Maxdepthfilerna är inte en bild av ett visst tidssteg utan ett sparat värde för det största djupet som varit i varje enskild cell.
- Vektorpilarna är tagna från det sista tidssteget med regn.
- Regnet som antagits som utgångspunkt är 6 timmar långt. Därifrån har endast de 30 minuterna med det mest intensiva regnet använts. För- och efter-regn antas kunna tas om hand av ledningssystemet. Underlag:

PM – Delområdesbeskrivning Klimatrisker Lindholmen – arbetsmaterial 150430.

- Avrinningskoefficienter för tak, asfalt, villaområde, grönområde och berg i dagen har ansatts enligt P90. Övrigt har ansatts till 0,5. Infiltrationen har subtraherats från regnfilen.

Bilaga 2, Kajer

Beskrivning befintliga kajer

En genomgång av befintliga kajer har utförts. Genomgången har utgått från Scandiaconsults rapport från 2001 samt ritningar erhållna från Älvstranden Utveckling AB.

Broströmskajen
Kajen är byggd på 1930-talet och består av ett betongdäck som bärs upp av träpålar. Under kajen sträcker sig slänten in dryga 15 meter och ytterst är en stålspont slagen ned till botten där djupet är cirka 6 meter. Kajen är cirka 70 meter lång.

I slutet av 1990-talet besiktigades kajen i samband med att den gamla sönderrostade sponten byttes ut. Kajens pålar och betongdäck ansågs då vara i bra kondition. Enligt SCC var kvarvarande livslängd 35 år, vilket enligt den bedömningen skulle betyda att kajen kan användas fram till 2035 under förutsättning att den underhålls och repareras.

Lundbystrandskajen
Lundbystrandskajen är byggd samtidigt och uppbyggd på samma sätt som Broströmskajen men med ett vattendjup på 6-10 meter. Kajen är 310 meter lång och även för denna kaj utfördes en besiktning på 1990-talet innan sponten byttes runt år 2000.

Kajen var enligt dykbesiktningen i bra skick och det bedömdes att den kan brukas fram till år 2035.

Lindholmshamnens kortsida
År 2001 när SCC utförde sin besiktningsrapport var denna del utförd som en slänt med strandskoning. Idag har en träbrygga byggts som står på pålar i västra delen av området utanför hotell Radisson. Ytterst är en skyddsspont slagen för den östra delen där erosionsskydd är utlagt innanför i slänten upp mot den gräsbevuxna ytan innanför.

Det är planerat att utföra östra delen av kortsidan som en pålad träbrygga likt den utanför hotell Radisson.

Lindholmspiren, östra kajen
Kajen är byggd samtidigt som Lundbystrandskajen och även konstruerad på samma sätt. Även här slogs en ny stålspont år 1999/2000 då den gamla var uttjänt för den 325 meter långa kajen. Även denna kaj är beräknad att kunna användas fram till år 2035, vilket är cirka 100 år efter att den byggts. Längs kajen har bryggor byggts för att skapa båtplatser.

Datum 2015-09-25

Ramböll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg
Division: Syd

T: +46-10-615 60 00
F:
www.ramboll.se

Unr 1320013810

tlgmvg150616134332

Ramböll Sverige AB
Org nr 556133-0506

Bilaga 2, Kajer

Lindholmspiren, kortsida

År 2001 byggdes här en 90 meter lång spontkaj med slänt. Vattendjupet är upp till 10 meter och över sponten är en träbrygga byggd. Kajen är inte statusinventerad efter att den har uppförts men om den regelbundet besiktigas och hålls efter i form av reparationer förväntas den hålla till år 2070.

Lindholmspiren, västra kajen

Denna kaj är utförd som Boströmskajen med skillnaden att slänten inte sträcker sig 15 meter in utan istället cirka 10 meter in under kajen. Kajen är cirka 235 meter lång och även här besiktigades kajen år 1999/2000 när sponten byttes. Även här är pålarna och kajdäcket utan större anmärkning och förväntad livslängd sträcker sig fram till år 2035.

Träbrygga Lindholmen

På 1990-talet byggdes en träbrygga som står på träpålar med en träspont bakerst. Under bryggan är en slänt anlagd så djupet vid kajkanten är cirka 1-1,5 meter. Kajen sträcker sig cirka 110 meter där de yttersta pålarna är försedda med isskydd. Dykbesiktning från år 2001 visar på att kajen och slänten är i gott skick.

Enligt SCC är kajen uttjänt år 2020 med en total livslängd på 25 år. Det gäller träkonstruktionerna som inte har samma livslängd som betongkonstruktioner. Dock är slänten antagligen i bra skick vid år 2020.

Kaj 8

Denna kaj är byggd år 1950 och är drygt 80 meter lång där kajen består av betong- och träpålar under ett betongdäck. Vattendjupet är cirka 5-6 meter. De pålar som har isskydd är i gott skick även om isskydden bör repareras enligt rapporten från år 2001. Pålarna utan isskydd var dock redan 2001 så undermåliga så de inte längre fyllde någon funktion. På undersidan av kajdäcket är armeringen frilagd och enligt SCC:s rapport är livslängden slut år 2013 vilket då totalt är drygt 60 år sedan kajen byggdes.

Kaj 7

Denna kaj är cirka 110 meter lång och är byggd samtidigt som träbryggan vid Lindholmen. Den är även uppbyggd på samma sätt förutom att vattendjupet är 3-4 meter.

Enligt SCC är kajen uttjänt år 2020 med en total livslängd på 25 år. Det gäller träkonstruktionerna som inte har samma livslängd som betongkonstruktioner. Dock är slänten antagligen i bra skick vid år 2020.

Kaj 6

Kaj 6 är uppbyggd av ett betongdäck som vilar på träpålar. Kajen är cirka 90 meter lång och byggd på 1950-talet. Vattendjupet är cirka 5-6 meter.

Bilaga 2, Kajer

År 2000 dykbesiktigades kajen och det fastställdes att hela kajen förutom träpålarna är i dåligt skick. Därför fastslogs att kajen inte hade längre livslängd än till år 2003 och då har kajen haft en total livslängd på cirka 55 år.

Kaj 5

Längst österut vid denna sträcka finns en stentrappa med en frontbalk av betong som sträcker sig cirka 30 meter. Underbyggnaden består av träpålar med en slänt.

Enligt dykbesiktning är träpålarna i dåligt skick upptill där mest syre kan komma åt. Under det sista trappsteget är det underminerat vilket bör åtgärdas enligt SCC:s rapport. Livslängden har beräknats till år 2030.

Väster om trappan finns en 20 meter lång murkaj som står på en trärustbädd med träpålar undertill.

Väster om murkajen finns en cirka 180 meter lång slänt med en stålspont slagen ytterst. Djupet är 3-4 meter och slänten är i mycket dålig kondition. Slänten/kajen bör rivas och en ny kaj bör anläggas.

Spontkaj vid Kunskapsgatan

Spontkajen är cirka 40 meter lång och byggd runt år 1960. Djupet är 3-4 meter och stålsponten är inklädd i en krönbalk av betong.

Vid dykbesiktning utförd 2001, är kajen i gott skick förutom för synlig armering på krönbalken på något ställe. Dock syns flera erosionshål innanför krönbalken på kajplan vilket tyder på att massor troligen eroderar genom stålsponten. Kajen är bedömd till en livslängd till år 2013 vilket totalt skulle ge en livslängd på 50 år.

Slänt öster om Stapelbädden

Östra delen av kajen är utförd som en strandskoning av sten med ett kajplan av betong. Väster om det står ett betongvalv som står på skivpelare av betong där konstruktionen i det mesta är okänd. Väster om det finns en slänt med strandskoning på samma sätt som för östra delen.

Kajer öster om Broströmskajen

Öster om Broströmskajen ligger i tur och ordning Dockpiren, Stapelkajen, Hammars kaj, Keillers kaj och Lundbykajen. Dessa kajer är inte besiktigade i SCC:s rapport och därför är konstruktionstyp, ålder, status m.m. för kajerna oklart.

Upprättat av Clas Asphage
+46 (0)10 615 33 35
Clas.asphage@ramboll.se

Bilaga 3

Åtgärdsförslag 2 SV

Ägarskap per fastighet

- kommunägt
- privat ägare

Utpekat ägande vid åtgärdsförslag

- kommunalt
- privat

N

© Stadsbyggnadskontoret Göteborg

Åtgärdstabell översvämningssäkring

enligt förslag till översiktsplan för Göteborg, tillägg för översvämningsrisker

Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsplatsen

Förslag till åtgärd för att nå anpassningsmål med utgångspunkt från stadens planeringsnivåer

Det som ska skyddas		Mål för anpassning	Hantering i planen
Framkomlighet, Transporter, kommunikation	*Väg, gata, GC-väg, allmän plats*	I första hand ska förutsättningar för framkomlighet till byggnader säkras. I andra hand ska avbrottstid minimeras.	Angöring sker dels via ”nya Polstjärnegatan” samt dela från befintliga Karlavagnsgatan och Polstjärnegatan. All tung trafik till Karlavagnsplatsen har tillfart från öster, via ”nya Polstjärnegatan”. På kort sikt kan de aktuella gatorna översvämmas till ett djup av 0,5 meter vid en 200-årshändelse i havet. På mellanlång sikt garanteras framkomlighet med planerat älvkantsskydd. Vid skyfall (förväntat djup 01, -0,3 meter) kan framkomlighet ske med reducerad hastighet.
	Transporter/Kollektivtrafik	Funktion i prioriterade transport och kommunikationsstråk ska upprätthållas.	Avser Kollektivtrafik i Lindholmsallén - utanför planområdet På kort sikt fungerar framkomligheten för kollektivtrafik. På mellanlång sik garanteras framkomlighet med planerat älvkantsskydd. Vid skyfall (förväntat djup 01, -0,3 meter) kan kollektivtrafiken gå med reducerad hastighet.
Kommunalteknisk försörjning *(el, värme, vatten, avlopp, IT, kommunikation)*	*Samhällsviktiga anläggningar*	Funktion ska upprätthållas	Befintlig fjärvärmeanläggning ligger på en nivå på +2,0. Anläggningen beräknas blir en topplastanläggning ca år 2020 och med det kan den inte ses som samhällsviktig. Vid översvämning bedöms maskinerna klara 80 cm vatten. Vid eventuella tekniska problem stängs anläggningen ner tills vattnet dragit sig undan. Därefter görs en kontroll över om elförsörjningen blivit skadad innan uppstart sker.

	Anläggning för byggnadsfunktion	Byggnadsfunktioner ska upprätthållas	Byggnaders funktioner garanteras genom planbestämmelse att byggnaden ska skyddas mot vatteninträngning upp till nivå +2,8.
Byggnader, skyddsvärda områden	*Byggnader nyexploatering*	Byggnader ska inte skadas	Byggnaders funktioner garanteras genom planbestämmelse att byggnaden ska skyddas mot vatteninträngning upp till nivå +2,8.
	Befintliga byggnader, objekt eller områden med särskilt allmänt skyddsvärde t.ex. naturkulturvärden	Stora värden ska inte skadas	Saknas inom området.
	Övriga befintliga byggnader	Målsättningen är att befintligt fastighetsbestånd ska skyddas mot skada och att byggnadsfunktion upprätthålls men att ansvaret för detta ligger på enskilda fastighetsägare.	Utöver befintlig fjärvärmeanläggning kommer samtlig befintliga byggnader att rivas.
Övrigt	*Kommunal service (människors hälsa)*	Kommunal service i form av sjukvård, skola, förskola, hemtjänst, annan omsorg eller liknande ska upprätthållas. Där avbrott kan accepteras ska återställningstiden minimeras	Planerade förskolor inom området ligger integrerade i byggnaderna, plan 1-7 med förskolegård på byggnadernas tak.
	Renhållning	Avfallshantering ska utformas så att inte risk för människors hälsa uppstår.	Sophantering sker via sopsugsanläggning som nås via ”nya Polstjärnegatan”. Anläggningen kan stängas av vid skyfall och entrén kan skyddas med utvändiga luckor till +2,8 som kan stängas vid risk för högvatten.
	Miljöfarlig verksamhet, förorenade områden	Markföroreningar eller miljöfarlig verksamhet ska inte utgöra risk för människors hälsa eller störningar för dricksvattenförsörjningen.	Beräkningar för hela planområdet före och efter exploatering visar att tillsammans med marksanering och dagvattenanläggningar kommer föroreningsbelastningen till Göta älv att minska.

För Planavdelningen

Tore Hjälte

För Strategiska avdelningen

Niklas Blomquist
Planarkitekt Hydrogeolog