

2018-10-29

Översvämningssrisker i Centralenområdet och Gullbergsvass



Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

SWECO 

Projekt: STUP Centralenområdet

Beställare: Jonas Bäckström, SBK
Projektledare, KoV: Linnea Lundberg, UPR
Handläggare, KoV: Linnea Lundberg, UPR
Dick Karlsson, UPR
Kvalitetsgranskare, KoV: Dick Karlsson, UPR
Expertstöd, SBK: Ulf Moback, Lisa Ekström

Konsult:
Handläggare: Marie Larsson, Sweco Environment AB
Anna Kauffeldt, Sweco Environment AB
Sara Karlsson, Sweco Environment AB
Granskning av rapport: Mikael Adrian, Sweco Environment AB*

** Ej av kapitel 4 i rapporten som författats av Jonas Bäckström, SBK, med expertstöd från SBK:s Lisa Ekström och Ulf Moback.*



Sammanfattning

Denna utredning springer ur de många pågående planerna i Centralenområdet. Då vatten följer gravitation snarare än administration så fanns ett behov av en övergripande utredning av de översvämningsrisker som hotar de olika planerna.

Centralenområdet ligger på en ö. Så när som på kulvertingen av Gullbergsån i områdets östra gräns så är området, tillsammans med Gullbergsvass och delar av Stampen och Inom Vallgraven, helt omgivet av vatten. Utredningsområdet är därför större än Centralenområdet.



Figur 1. Utredningsområdet. Stadsutvecklingsprogrammet Centralenområdet streckat.

Så vilka översvämningsrisker hotar denna Göteborgs mest centrala ö?

Utredning av översvämningsrisker till följd av **skyfall** visar befintliga problem bl.a. i Bergslagsparken och Burggrevegatan. För översvämningsrisker kopplade till Bergslagsparken hänvisas till separat PM *Utredning av översvämningsrisker för detaljplan Västlänken Station*



Centralen (Sweco, 2018-09-24). För lågpunkten på Burggrevegatan har möjlighet till pumpning av överskottsvatten utretts. Andra befintliga riskområden har beskrivits men inga åtgärder föreslagits.

Pågående planer i området skapar nya flödesvägar med ökad avrinning på de prioriterade vägarna/utryckningsvägarna Gullbergs Strandgata och Norra Sjöfarten som även innebär en ökad risk för befintlig bebyggelse. För Gullbergs Strandgata och anslutande gator har skyfallsavledning under mark utretts. För Norra Sjöfarten har ytlig skyfallsavledning utretts.

Enstaka planerade byggnader inom detaljplanen för Götaledens överdäckning uppnår inte tillräcklig marginal mellan vattenyta och färdigt golv. Dessa fastigheter föreslås skyddas med objektsskydd då inga andra alternativ funnits tillgängliga. Samtliga planerade byggnader har översiktligt bedömts vara tillgängliga från minst ett håll men placering av entréer har ej utvärderats i detalj.

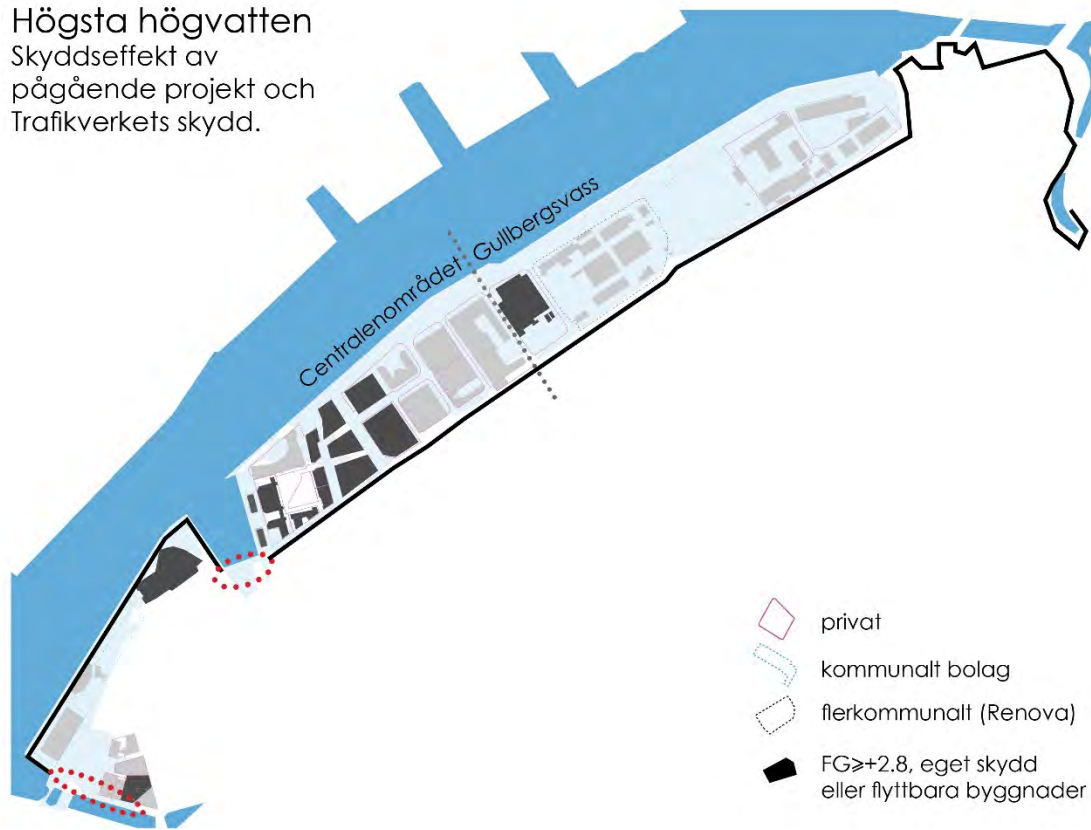
En ny lågpunkt skapas i planerad boulevard på nuvarande Kanaltorgsgatan (under Hisingsbron). Gatan kommer i framtiden att vara en prioriterad väg/utryckningsväg varför vatten måste kunna avledas. Skyfallsavledning från lågpunkten till Norra Sjöfarten via en gång- och cykelbro har utretts.

Pågående planer och älvkantsskydd förväntas ge en ökad översvämningsrisk i områden som geografiskt ligger utanför pågående planer. Dessa områden är Gullbergs Strandgata, Lilla Bommen, Norra Hamngatan och Stampgatan. För Gullbergs Strandgata och Lilla Bommen har åtgärder föreslagits. För övriga områden bedöms den ökade översvämningen inte medföra några betydande konsekvenser.

2040 ska staden skyddas för högsta **högvatten** på +2,30. Konsekvenserna av högvatten vid utredningsområdet begränsas av pågående planer och projekteringar samt Trafikverkets egna skydd. När pågående projekt byggts ut i Centralenområdet och Gullbergsvass så översvämmas endast älvkantskvarteren; det projekterade skyddet vid kasinot och operan behöver förlängas för fullgott skydd av Packhuskajen.



Högsta högvatten
Skyddseffekt av
pågående projekt och
Trafikverkets skydd.



Figur 2. Översvämnningar vid högsta högvatten i Centralenområdet och Gullbergsvass, förutsatt att pågående projekt byggs ut. Den svarta linjen symboliserar skydd i form av vall, markhöjder och tillfälliga skydd. (Förenkling av modellering i Scalgo Live).

Högvattenskyddfrågan i utredningsområdet har, grovt sagt, blivit: ”är det värt det?”. Att lägga till ett högvattenskydd längs hela älvkanten för c:a 70-550 miljoner kr behöver vägas mot värdena av den mark och de byggnader detta skulle skydda. Se vidare resonemang i kapitel 4 där två högvattenskyddslösningar testas och jämförs med ett nollalternativ.

De trådar som fortfarande är lösa kommer, för Centralenområdets del, förmodligen träs vidare i ”arbetspaketet” med kajstråket. Det gäller framförallt fördjupningar och förbättringar av vad som här förblir en mycket övergripande analys.

Området påverkas av **höga vattennivåer i vattendrag** längs Fattighusån, men det berör inte någon av pågående detaljplaner. Åtgärdsbehov i Mölndalsån har utretts i andra sammanhang och finns bl.a. sammanställt i PM: (Göransson, 2017).



Innehållsförteckning

1.	Projektbeskrivning.....	8
1.1	Syfte och huvuddrag	8
1.2	Områdesbeskrivning	9
2.	Förutsättningar.....	10
2.1	Framtida höjdsättning	10
2.2	Strategiska riktlinjer.....	11
2.3	Strukturplan Centrum Södra	12
3.	Skyfall	15
3.1	Befintlig översvämningsbild.....	15
	Götaleden.....	17
	Burggrevegatan	17
	Kruthusgatan	17
	Väg E6 mellan Olskroksmotet och Gullbergsmotet.....	17
	Kasinot.....	18
3.2	Förväntad framtida översvämningsbild	18
3.3	Analys av planförslag	19
	Utvärdering av förändrad risk för befintliga byggnadsverk.....	19
	Kilsgatan och Gullbergs Strandgata	21
	Norra Sjöfarten.....	22
	Utvärdering av risk för skador på nya byggnadsverk.....	23
	Regionens hus.....	24
	Planerad byggnad vid Bergslagsgatan.....	24
	Utvärdering av framkomlighet	25
	Framkomlighet på prioriterade vägar/utryckningsvägar	26
	Framkomlighet till entréer för nya byggnadsverk.....	27
	Utvärdering av möjlighet till genomförande av strukturplansåtgärder	27
3.4	Översvämningsrisker utanför pågående planer	28
	Gullbergs Strandgata	29
	Stampens kyrkogård	29
	Lilla Bommen.....	29
	Norra Hamngatan och Stampgatan.....	30
3.5	Detaljstudie för skyfallsåtgärder.....	32
	Kanaltorgsgatan.....	33
	Utformning av skyfallsåtgärd	34
	Genomförande av skyfallsåtgärd.....	35
	Norra Sjöfarten och Lilla Bommen	35
	Utformning av skyfallsåtgärd	36
	Genomförande av skyfallsåtgärd.....	37
	Kilsgatan, Gullbergs Strandgata och Torsgatan	38
	Utformning av skyfallsåtgärd	38
	Genomförande av skyfallsåtgärd.....	40
	Burggrevegatan	41
	Utformning av skyfallsåtgärd	41



	Genomförande av skyfallsåtgärd.....	42
4.	Högvatten	43
4.1	Förutsättningar	44
4.2	Ekonomi.....	44
4.3	Alternativ 1: skydd längs kaj	46
4.4	Alternativ 2: skydd längs kaj + slussar.	49
4.5	Nollalternativ: befintliga skydd och planerade markhöjder.	49
4.6	Förslag till arbetsgång för STUP Centralenområdet och Gullbergsvass	52
4.7	Kort om riksintressen.....	55
5.	Höga vattennivåer i vattendrag.....	56
6.	Sammanfattning av åtgärdsbehov inom pågående detaljplaner	58
7.	Referenser.....	59
Bilaga 1.	Högvatten utan högvattenskydd men med utbyggda planer.	60



1. Projektbeskrivning

1.1 Syfte och huvuddrag

Utredningens syfte är att redogöra för översvämningsrisker från skyfall, höga flöden och högvatten i samband med planerad exploatering. Rapporten ger förslag på direkta åtgärder och en långsiktig strategi. Utredningen genomförs inom ramen för Centralenområdets stadsutvecklingsprogram (STUP). Där ligger också fokus, även om områdets geografi gör det nödvändigt att lyfta blicken. Utredningen utvärderar följande scenarion:

- Framtida 100-årsregn (år 2100) på
 - o medellång sikt (utbyggnad av älvkantsskydd fram till år 2040), kombinerat med framtida medelvattenyta i Göta älv och dagens medelvattenföring i Mölndalsån (med förgreningar)
 - o lång sikt (utbyggnad av älvkantsskydd fram till år 2070), kombinerat med framtida medelvattenyta i Göta älv och dagens medelvattenföring i Mölndalsån (med förgreningar)
- Framtida högvattennivå i havet på
 - o medellång sikt (200-års återkomsttid år 2040)
 - o lång sikt (200-års återkomsttid år 2070). Fokus ligger på det förra scenariot.
- Framtida 200-årsflöde i vattendrag (år 2100), kombinerat med framtida medelvattenyta i Göta älv och utan lokalt regn

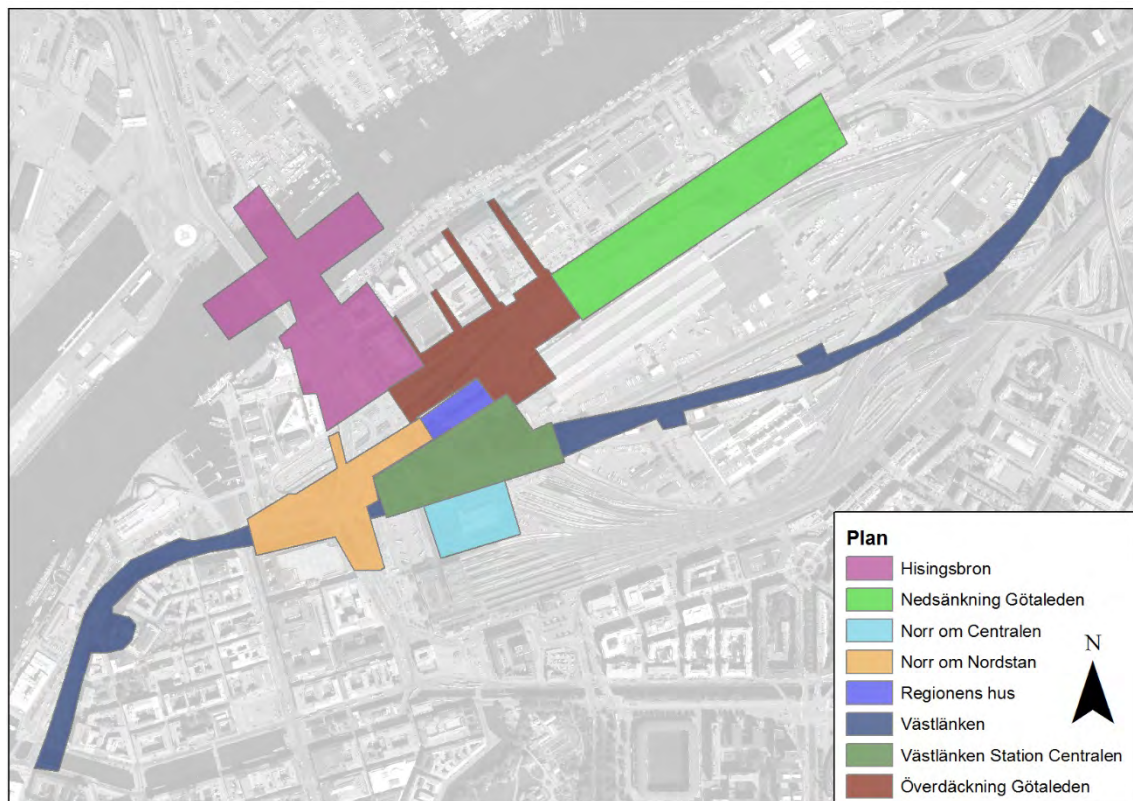
Dessa extremscenarier utreds individuellt då en kombination är ytterst osannolik (Göteborg 2017b). Något som inte har utretts här, men som kommer att innebära en översvämningsrisk för områden som behöver skyddas från högvatten, är hur dagvatten ska hanteras vid höga nivåer i havet. När älvkantsskyddet kommer på plats och dagvattenutlopp försetts med bakvattenluckor eller backventiler, kommer dagvatten att börja dämna i ledningssystemet och orsaka översvämningar även när vanligare regn inträffar i samband med högvatten. Denna generella problematik för staden är under utredning¹, men ämnet har tidigare berörts i rapport (DHI & Sweco, 2017-06-26).

¹ Kontaktperson Dick Karlsson, Göteborgs Stad, Kretslopp och Vatten



1.2 Områdesbeskrivning

Området (Figur 3) står inför stora förändringar. Bland pågående arbeten märks nya Hisingsbron, överdäckningen av Götaleden, Västlänken och en mängd bostads- och kontorsplaner. Med närheten till Göta älv, Mölndalsån och Fattighusån berörs området av översvämningsrisker från skyfall, höga vattennivåer i havet och höga flöden i vattendrag. Det finns ett behov av ett helhetsgrepp för områdets översvämningsrisker.



Figur 3. Pågående planer i Centralenområdet och Gullbergsvass.



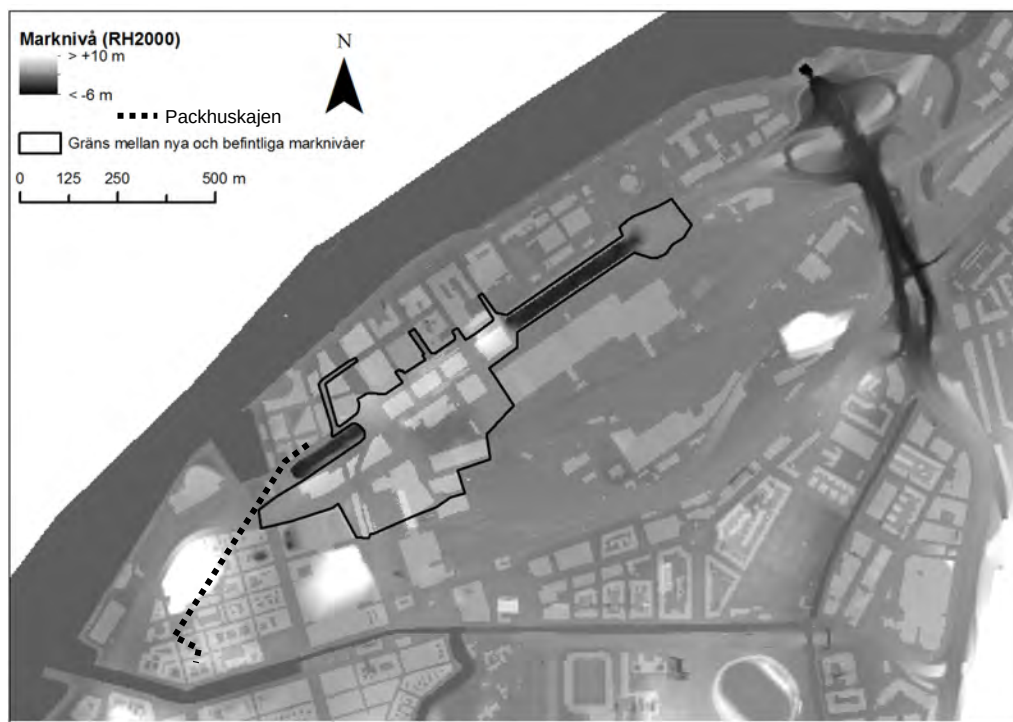
2. Förutsättningar

2.1 Framtida höjdsättning

Pågående planer bedöms inte öka andelen hårdgjorda ytor och därmed förväntas inte volymen skyfall att öka jämfört med dagens situation. Däremot har ny höjdsättning och placeringen av nya byggnader i planförslaget en påverkan på hur skyfall avrinner och var det ansamlas. För framtida höjdsättning utvärderas två olika alternativ: höjdsättning på medellång sikt fram till år 2040 och höjdsättning på lång sikt efter år 2040.

Höjdsättning på medellång sikt fram till år 2040

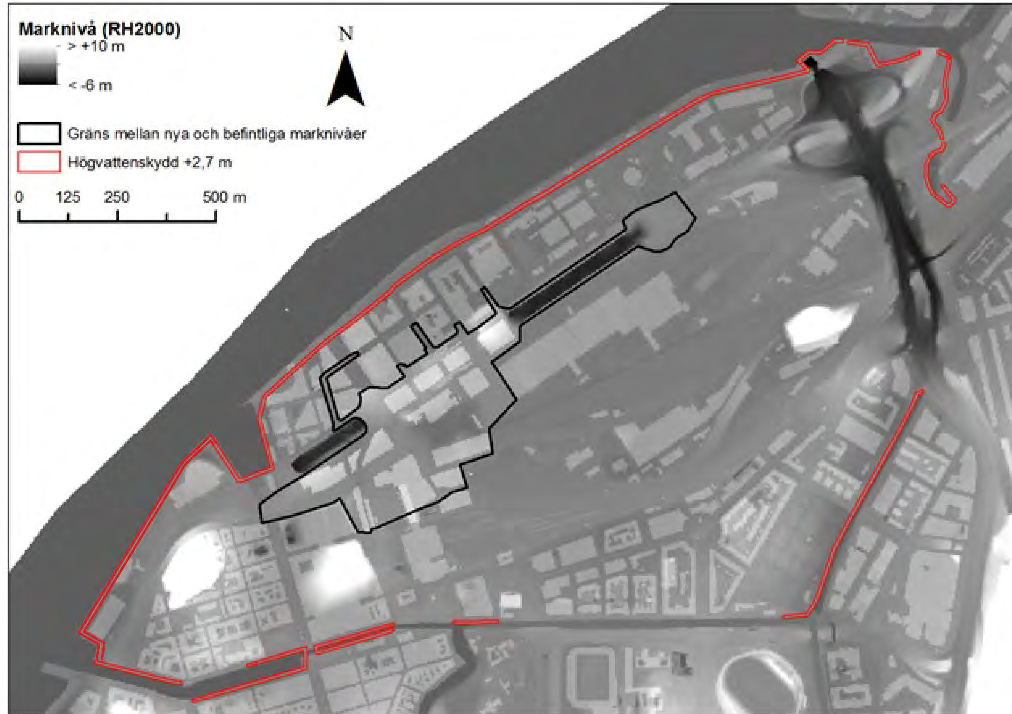
Höjdsättningen (Figur 4) inkluderar planerade nivåer inom pågående detaljplaner, planerade byggnader, samt högvattensskydd för E45 och längs Packhuskajen. Övriga nivåer är befintliga nivåer som grundas på Nationell Höjddata från 2011. Absolutnivåer som redovisas i rapporten kan skilja sig från dagens marknivåer till följd av att marknivån sjunkit sedan år 2011. Det bedöms dock inte ha någon betydande inverkan på resultaten i utredningen.



Figur 4. Framtida höjdsättning på medellång sikt fram till år 2040. I höjdmodellen har älvkantsskydd för Packhuskajen inkluderats (streckad linje). Heldragen linje markerar gräns mellan befintliga (år 2011) och planerade marknivåer.

Höjdsättning på lång sikt efter år 2040

Höjdsättningen (Figur 5) inkluderar ovanstående samt högvattensskydd för +2,30.



Figur 5. Framtida höjdsättning efter år 2040. Röd linje anger maximal utsträckning av högvattensskydd förutom den pågående projekteringen av skydd Packhuskajen. Under utredningens gång har sträckningen specificerats: se kapitel 4.

2.2 Strategiska riktlinjer

Det tematiska tillägget till översiktsplanen (TTÖP) godkändes av byggnadsnämnden den 25 september 2018. (Den går nu vidare till kommunfullmäktige för antagande). Planerna som behandlas i rapporten ligger före TTÖP i tid – TTÖP har dock följts i möjligaste mån.

Vattnets flödesvägar styr anpassningen till översvämningsrisker. TTÖP intar med andra ord ett avrinningsområdesperspektiv. Utgångspunkten vid fysisk planering är att stadens planering i första hand ska utgå ifrån robust höjdsättning (planeringsnivåer) och i andra hand tekniska skyddsåtgärder. Robusthet ska dock uppnås med utgångspunkt att åtgärder ska ge god samhällsnytta, dvs att den riskminskning som uppnås via skyddsåtgärder ska stå i proportion mot kostnaden för åtgärden.

Under vissa förutsättningar kan det finnas skäl för tekniska skydd att ersätta tillräcklig höjdsättning. Motiv för avsteg kan t.ex. handla om målkonflikter med stadbyggnadskvaliteter



eller samhällsekonomiska avvägningar dvs att föreslagna riktlinjer innebär dålig samhällsekonomi och motverkar målet om god bebyggd miljö. Ett krav för avsteg är att en särskild riskutredning kan visa på att acceptabel risk kan uppnås tex via tekniska skydd eller annan åtgärd. Anpassningsåtgärder ska så långt som möjligt utformas så att de ger tillskott till stadsmiljön. Vid planering ska nödvändiga kostnader för att säkra lämpligheten av planerad markanvändning på medellång och lång sikt i enlighet med TTÖP:s rekommendationer särskilt redovisas. I Tabell 1 anges krav på höjdsättning för att minska översvämningsrisk enligt TTÖP.

Tabell 2: Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse enligt Figur 1-4. Angivna höjder i tabellen är relativa höjder.

Klassificering av objektet i förhållande till objektet			
Funktion/Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/ Planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion – nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet – nyanläggning högprioriterat vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

Tabell 1. Krav på höjdsättning för att minska översvämningsrisk i TTÖP:s antagandehandling.

2.3 Strukturplan Centrum Södra

Göteborgs Stad har tagit fram så kallade strukturplaner som planeringsunderlag för hantering av översvämningsrisker vid skyfall inom olika avrinningsområden. Centralenområdet och Gullbergsvass ligger inom strukturplanen för Centrum Södra (DHI & Sweco, 2018).

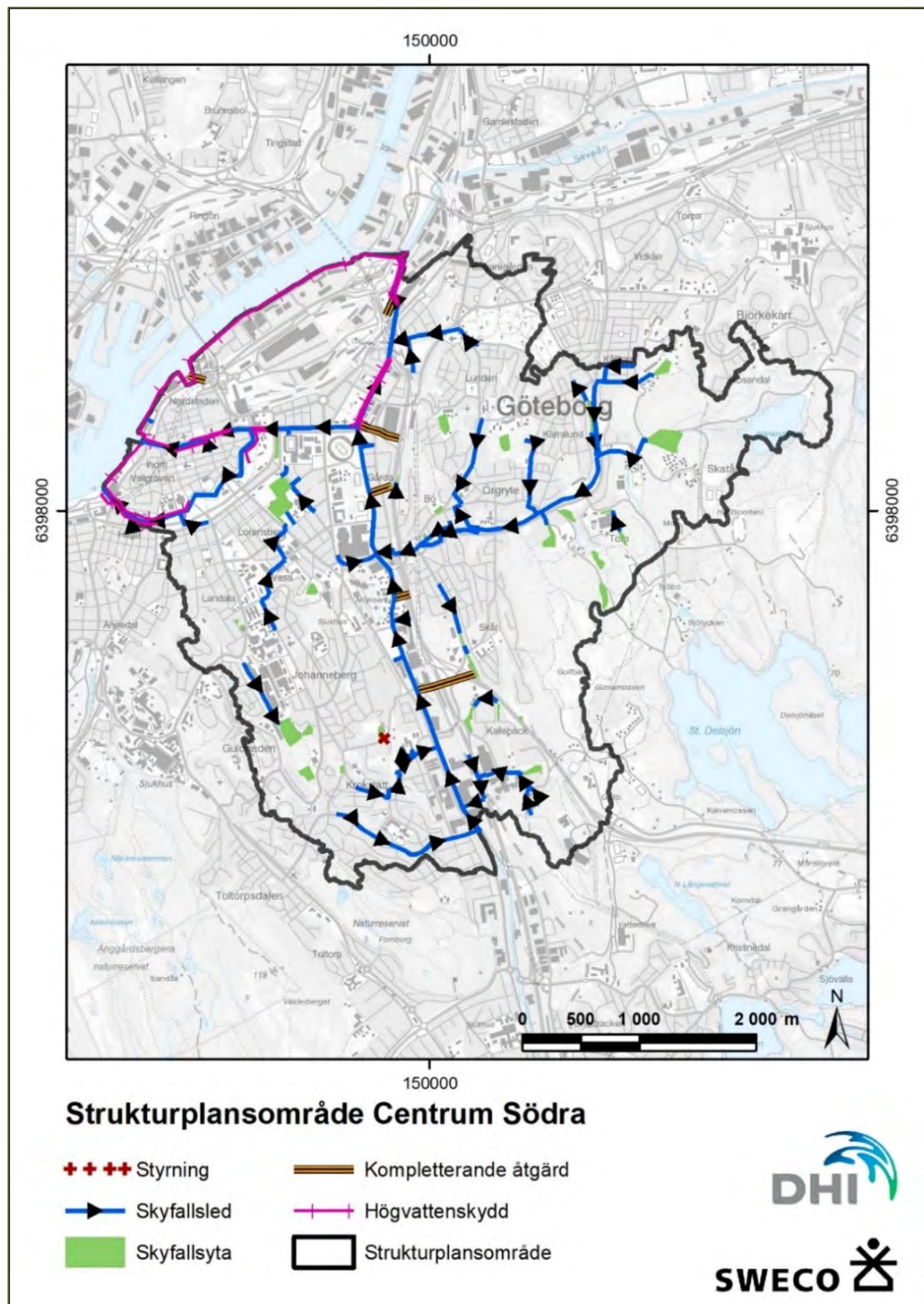
Strukturplanen beaktar översvämningsrisker i befintlig miljö och med marknivåer enligt Nationell Höjddata från 2011. I strukturplanen har nedan listade skyfallsåtgärder föreslagits för att hantera i strukturplanen identifierade översvämningsrisker i området:

- Skyfallsled vid Packhuskajen med uppskattat dimensionerande flöde 0,1 m³/s.
- Pumpning av överskottsvatten i Götatunneln med uppskattat dimensionerande flöde 1,9 m³/s. Götaleden mellan Götatunneln och Kombiterminalen utgör en djup och vidsträckt lågpunkt som leder ned mot den östra tunnelöppningen av Götatunneln. Då tunneln ligger betydligt lägre än Göta älv krävs pumpning mot recipient för att bli av



med vattnet. Total volym i lågpunkten som orsakar översvämning över 2 dm beräknas till 5 000 m³. Tunnelns utformning och höjdsättning har ej beskrivits, de vattenvolymer som ses in mot tunnelmynningen kommer även att rinna in i tunneln varpå maxdjupen sänks. Kompletterande åtgärd har föreslagits där vatten pumpas mot Göta älv. Dimensionerande flöde utan fördröjning uppskattas till 1.9 m³/s.

- Pumpning av överskottsvatten i lågpunkt på Kungsbackaleden/väg E6 vid Olskroksmotet. Området ligger lägre än Göta älv, kompletterande åtgärd i form av pumpning mot recipient krävs för att avhjälpa problemet. Total volym i lågpunkten som orsakar översvämning över 2 dm beräknas till 2 500 m³. Dimensionerande flöde utan fördröjning uppskattas till 0.7 m³/s.



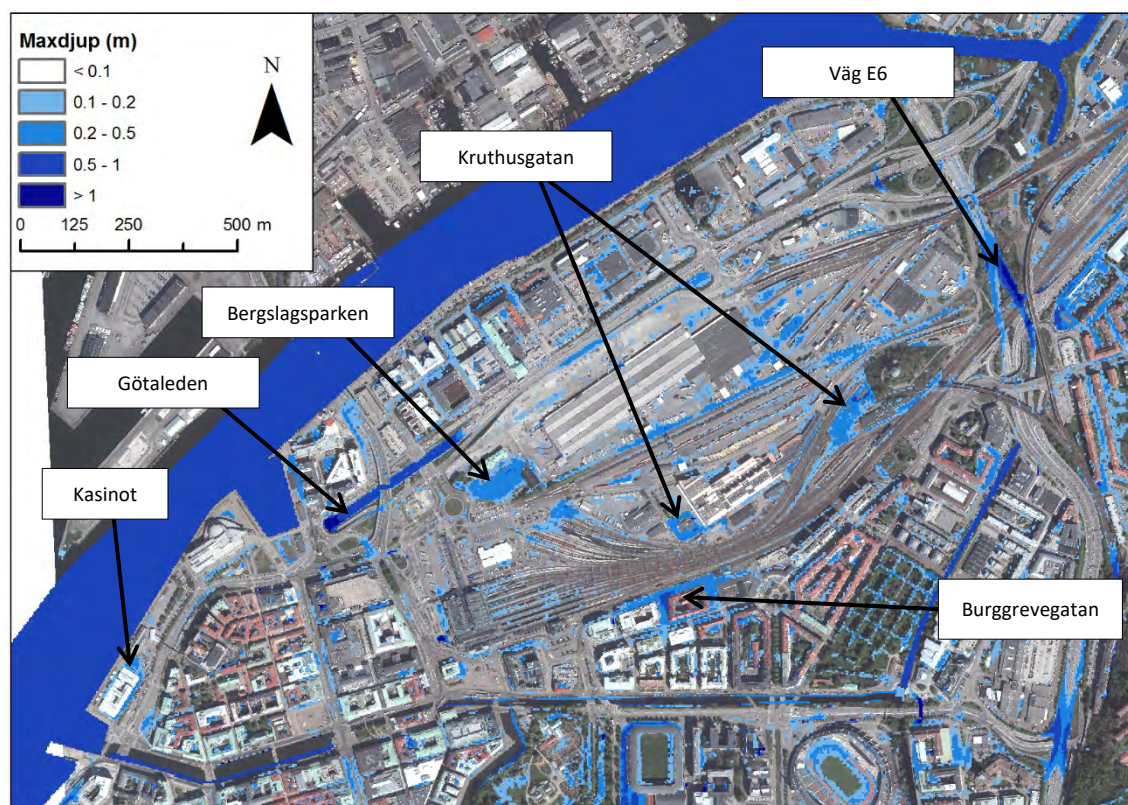
Figur 6. Strukturplan för Centrum Södra avrinningsområde (DHI & Sweco, 2018).



3. Skyfall

3.1 Befintlig översvämningsbild

Figur 7 visar maximalt översvämningsdjup vid skyfall med dagens förutsättningar med större vattenansamlingar främst i Bergslagsparken, på Götaleden, väg E6, Burggrevegatan, Kruthusgatan och Kasinot.



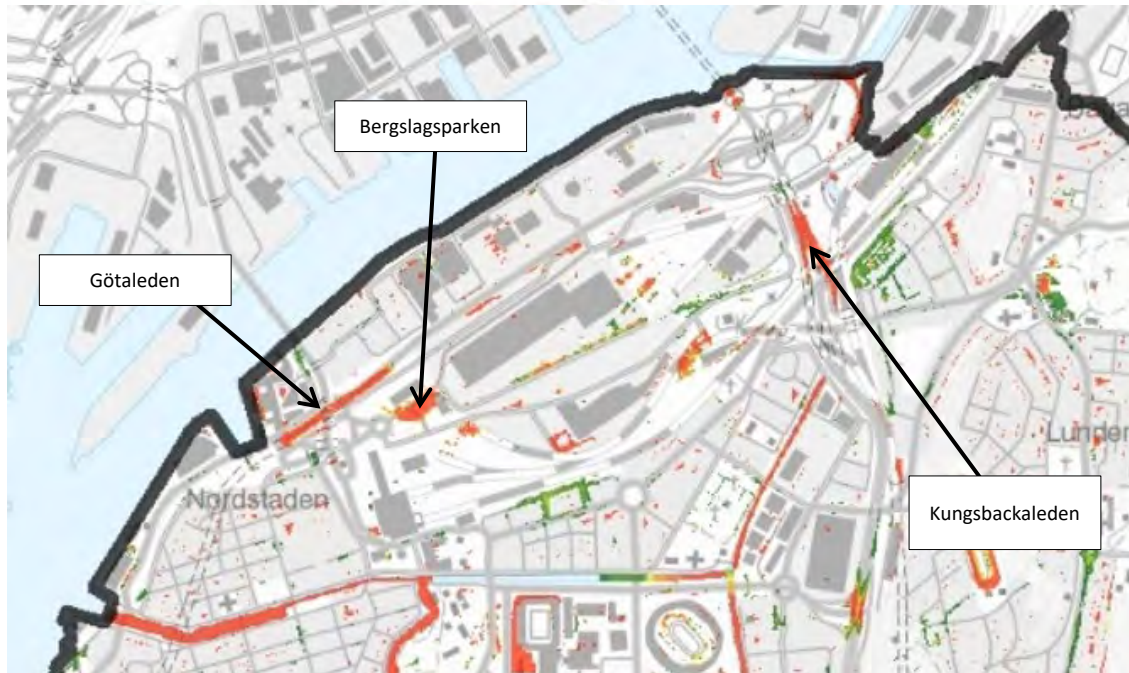
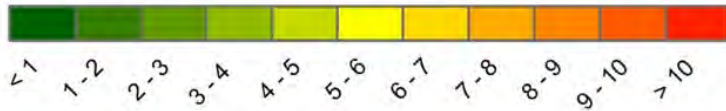
Figur 7. Maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn år 2100 med dagens förutsättningar. Resultatet är hämtat från modellberäkningar med den s.k. Strukturplansmodellen från år 2018 baserat på höjdsättning från år 2011. Vattendjupen som redovisas för Götaleden och Tingstadstunneln ska ses som indikativa av att vatten ansamlas i dessa, men de redovisade djupen skall ingen vikt fästas vid då analysen inte tar någon hänsyn till tunnlarnas volym under mark eller den pumpning som sker i dessa.

Figur 8 redovisar beräknad varaktighet med djup överstigande 0,2 m. För bl.a. Götaleden, Bergslagsparken och Kungsbackaleden beror den långa varaktigheten (över 10 timmar) på att ledningsnät ej finns beskrivna i beräkningsmodellen. I Götaleden och Kungsbackaleden tillhör ledningarna Trafikverket och dessa saknas i beräkningsmodellen, vilket innebär att redovisade



varaktigheter därmed ej är relevanta. I Bergslagsparken finns i dagsläget inga ledningar vilket innebär att lågpunkten saknar utlopp och därmed kan en lång varaktighet förväntas vid skyfall.

Beräknad varaktighet (h) med vattendjup >0.2 m - nuläge



Figur 8. Beräknad varaktighet för med översvämningsdjup överstigande 0.2 m, utifrån dagens situation vid dimensionerande klimatanpassat 100-årsregn, för strukturplan Centrum Södra avrinningsområde (området avgränsas av svart linje i figur) (DHI & Sweco, 2018).

Nedan ges en beskrivning av de befintliga översvämningsrisker som pekats ut i Figur 7.



Götaleden

Genomförda karteringar (tex Figur 7) visar på översvämnning av Götaleden. I karteringarna ansamlas vatten mot tunnelmynningen, vilket är en effekt av att Götatunnelns höjdsättning ej finns beskriven i den hydrauliska modellen som använts för framtagning av översvämningskartor. De vattenvolymer som ses in mot tunnelmynningen kommer i verkligheten att rinna in i tunneln. Det innebär att maxdjupet som visas i karteringarna kommer att sänkas. Vatten som rinner ned i Götatunneln omhändertas av Trafikverkets anläggningar där det efter rening pumpas ut i Göta älv. Kapaciteten i dessa anläggningar har efterfrågats hos Trafikverket men är i skrivande stund okänd.

Burggrevegatan

Befintlig lågpunkt på Burggrevegatan översvämmas med dagens förutsättningar (se Figur 7) vilket riskerar att påverka framkomlighet för bil- och busstrafik samt orsaka skador på byggnader. Lågpunkten ligger i nära anslutning till Odinsgatan som är en prioriterad väg och uttryckningsväg. Översvämnning av Burggrevegatan kan innebära att Odinsgatan blir mer trafikerad, vilket i sin tur kan påverka framkomligheten.

Kruthusgatan

Längs Kruthusgatan finns flera befintliga lågpunkter i vilka vatten ansamlas och riskerar att skada byggnader/verksamheter. Fokus i detta arbete är inte att ta fram åtgärder för att skydda enstaka fastigheter. Det kan tilläggas att byggnader i lågpunkten sydväst om Gullberget kommer att rivas när området byggs om för Västlänken och inga nya byggnader kommer att uppföras på denna plats. Där Västlänken kommer upp i dagen i östra Gullbergsvass är målsättningen att återställa marknivåerna till de befintliga. I detta område kan därför förväntas samma riskbild som för dagens förutsättningar.

Väg E6 mellan Olskroksmotet och Gullbergsmotet

Befintlig lågpunkt på väg E6 riskerar enligt genomförda skyfallsberäkningar att översvämmas med dagens förutsättningar. Översvämningsens omfattning är dock osäker då Trafikverkets eventuella ledningssystem och pumpstationer ej finns representerade i den hydrauliska modellen. I strukturplanen har pumpning föreslagits som åtgärd.

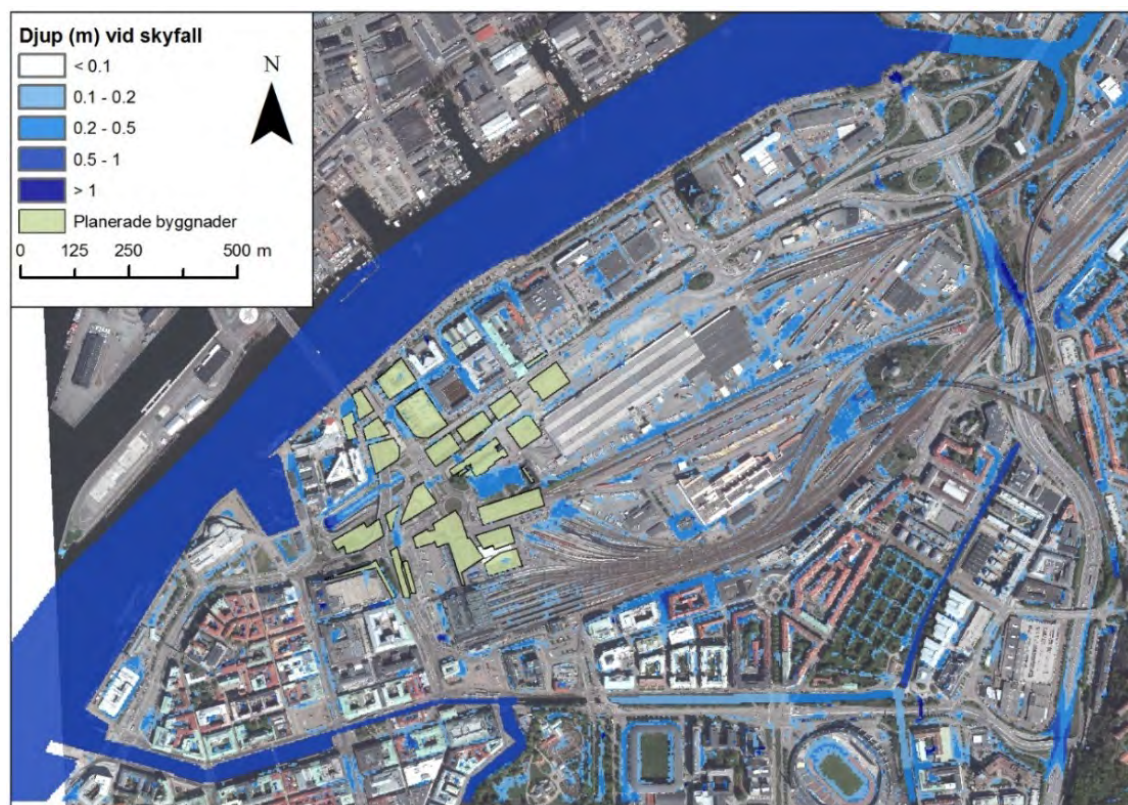


Kasinet

Befintlig lågpunkt riskerar att översvämmas med dagens förutsättningar (se Figur 7). I strukturplanen har en skyfallsled föreslagits.

3.2 Förväntad framtida översvämningsbild

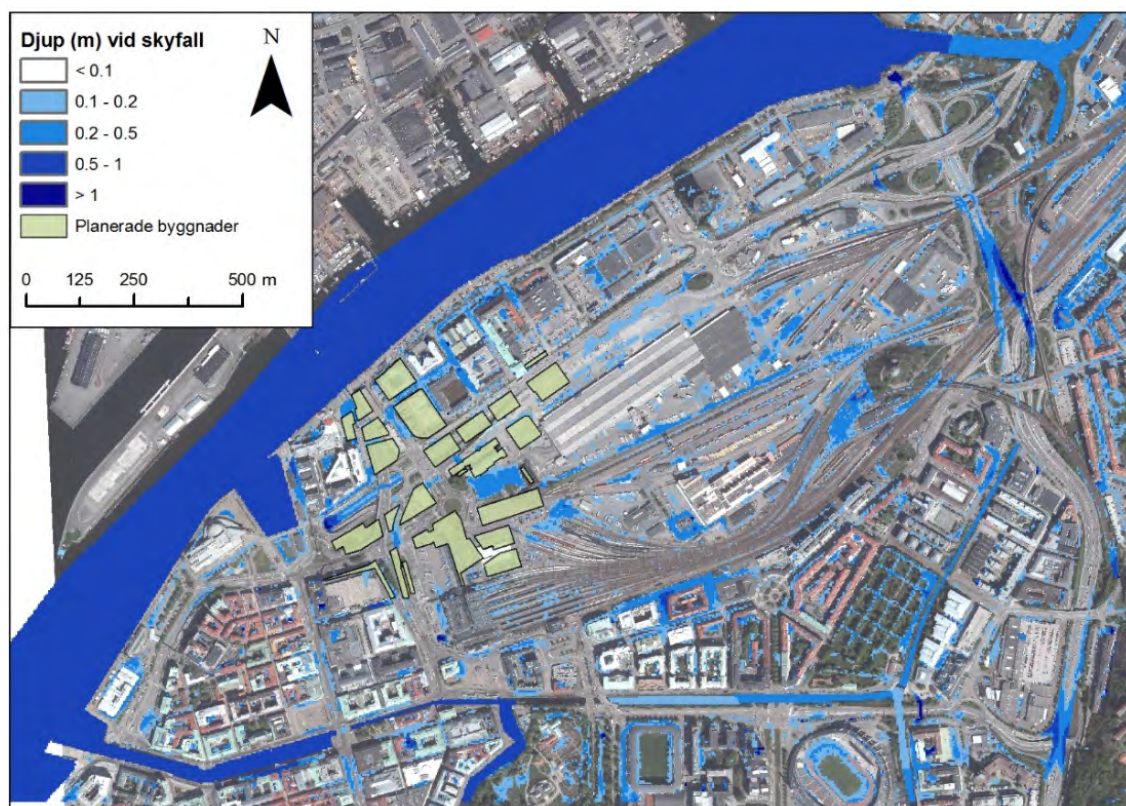
Figur 9 visar maximala översvämningsdjup på meddellång sikt vid ett 100-årsregn.



Figur 9. Maximala översvämningsdjup vid skyfallshändelse med planerad höjdsättning fram till år 2040.



Figur 10 visar maximala översvämningsdjup på lång sikt vid ett 100-årsregn.



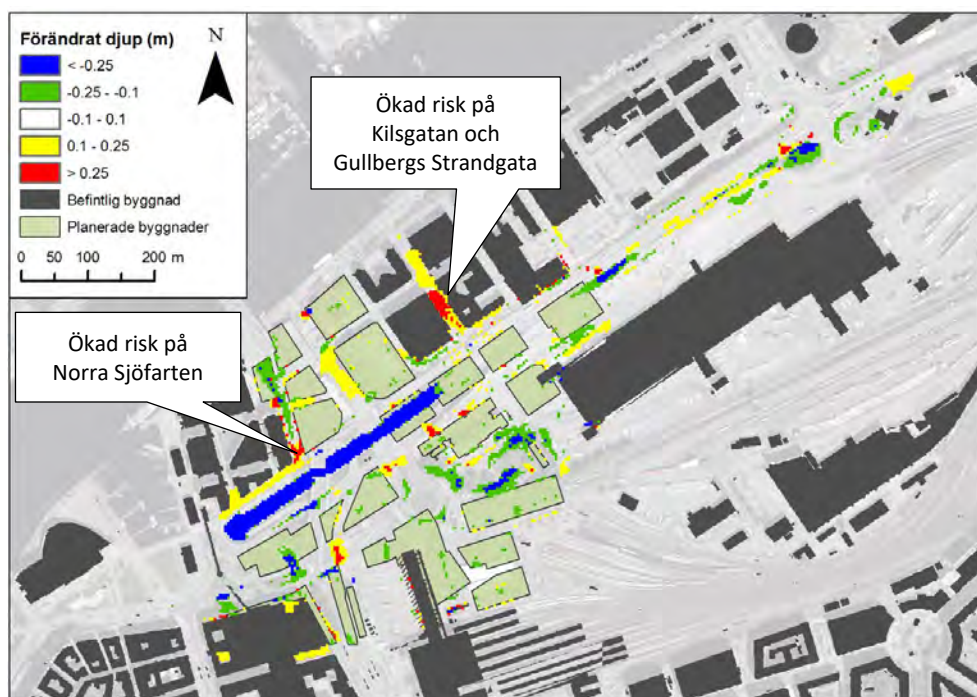
Figur 10. Maximala översvämningsdjup vid skyfallshändelse med planerad höjdsättning och älvkantsskydd efter år 2040.

3.3 Analys av planförslag

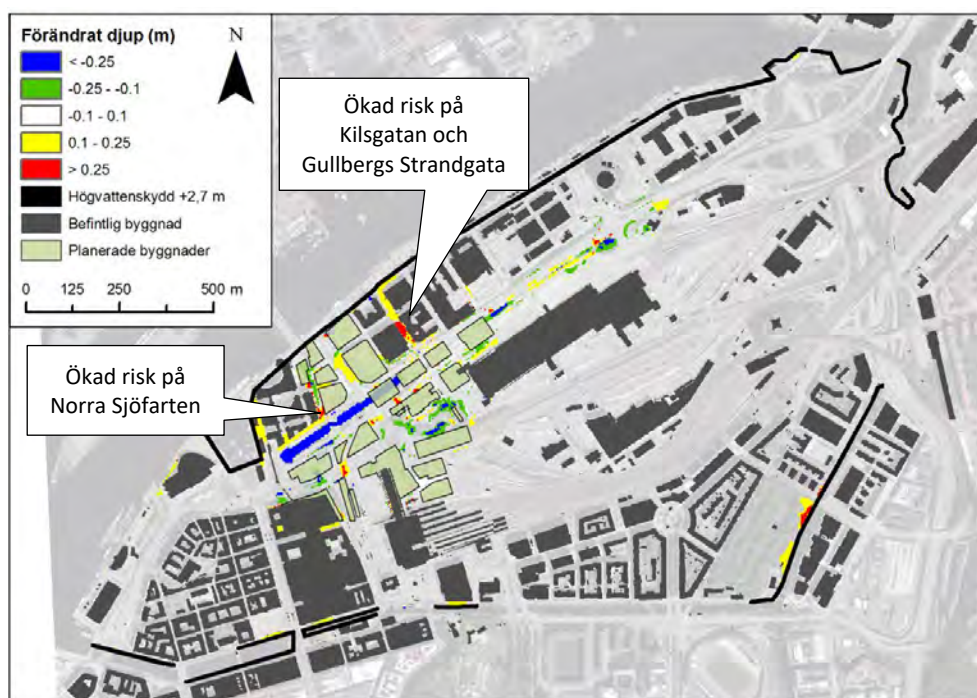
I följande avsnitt redogörs för risker som ligger inom eller uppstår till följd av pågående detaljplaner (pågående planområden har markerats med färgade ytor i Figur 3). Risker utanför pågående planer redovisas i avsnitt 3.4. För detaljplan Västlänken Station Centralen hänvisas till separat PM om översvämningsrisker (Sweco, 2018-09-24).

Utvärdering av förändrad risk för befintliga byggnadsverk

Nya planer får ej medföra en ökad översvämningsrisk för befintliga byggnadsverk inom eller utanför planen. Det har utvärderats genom att studera de förändrade översvämningsdjupet jämfört med idag. I Figur 11 redovisas det förändrade djupet vid skyfallshändelse fram till år 2040 jämfört med om samma händelse inträffar idag. I Figur 12 redovisas det förändrade djupet vid skyfallshändelse från år 2040 jämfört med om samma händelse inträffar idag.



Figur 11. Förändrat djup jämfört med befintlig situation, vid skyfallshändelse fram till år 2040. Gula och röda ytor anger ett ökat översvämningsdjup och blå och gröna ytor ett minskat översvämningsdjup.



Figur 12. Förändrat djup jämfört med befintlig situation, vid skyfallshändelse efter år 2040 med maximal version av älvkantsskydd. Gula och röda ytor anger ett ökat översvämningsdjup och blå och gröna ytor ett minskat översvämningsdjup.



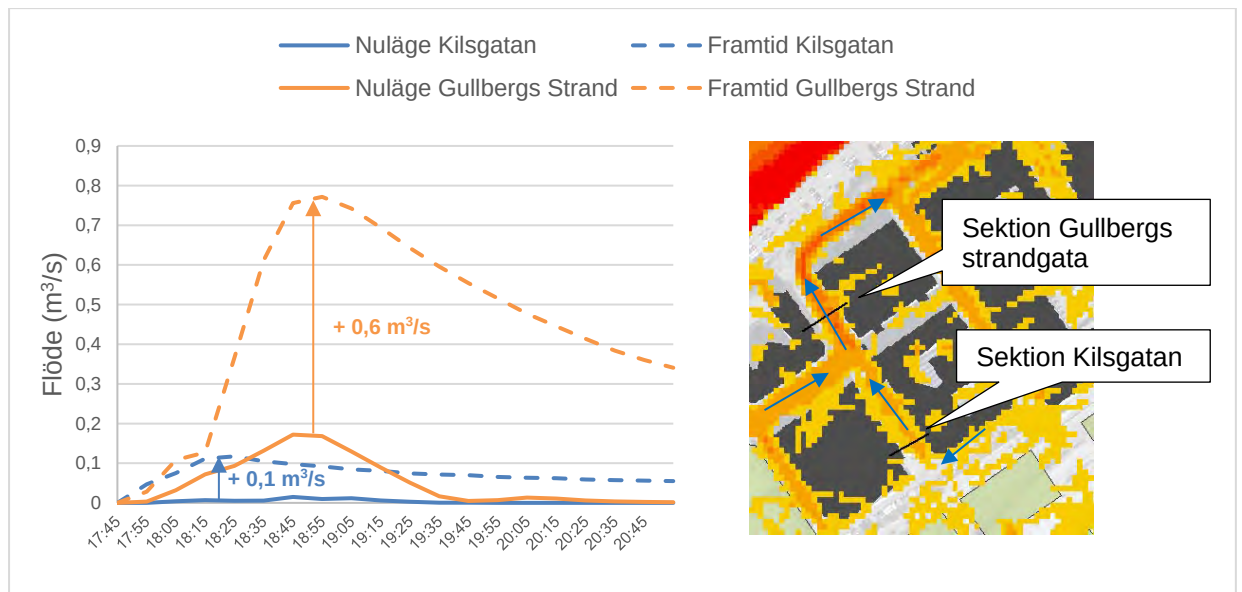
Nedan följer specificering av förändrade djup på Kilsgatan och Gullbergs Strandgata samt Norra Sjöfarten.

Kilsgatan och Gullbergs Strandgata

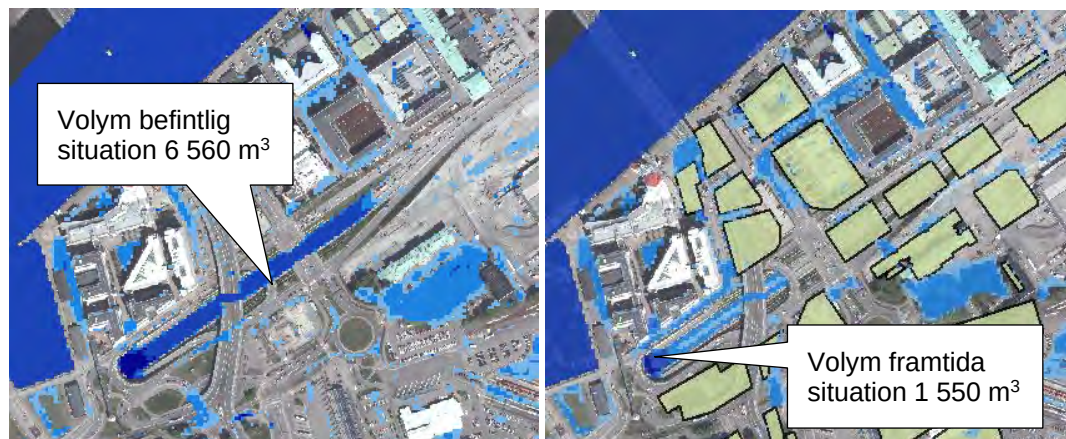
Med ny höjdsättning skapas en lågpunkt i korsningen Kilsgatan och Gullbergs Strandgata. Eftersom nya marknivåer har projekterats efter inmätningar som är lägre än "dagens" omgivande marknivåer från 2011 års höjddata uppstår ett ökat översvämningsdjup vid jämförelse med befintlig situation. Höjddata från laserscanning 2017 har jämförts med 2011 års höjddata som använts i den hydrauliska modellen. Jämförelsen visar att hela området generellt har sjunkit varför redovisade marknivåer är något osäkra. Nivåerna är särskilt osäkra vid gränsen mellan ny och befintlig höjdsättning bl.a. mellan Kilsgatan och Gullbergs strandgata som pekats ut i Figur 11.² Det innebär att det är svårt att bedöma hur översvämningsdjupet och därmed framkomligheten påverkas i denna punkt. Det kan därför vara bättre att jämföra flöden än vattendjup för att utvärdera förändrade översvämningsrisk till följd av ny exploatering.

Till följd av Götaledens överdäckning sker ett ökat inflöde från sydost till Kilsgatan och Gullbergs Strandgata (se Figur 13). Det beror på att vatten som tidigare fallit på Götaleden har avrunnit vidare ned i Götatunneln, men framledes kommer motsvarande mängd vatten att avrinna mot älven. Vid ett 100-årsregn är den förändrade volymen i storleksordningen 5 000 m³ (se Figur 14). Murar/vallar har föreslagits längs Götaleden för att minska inflödet till Kilsgatan från Götaledens överdäckning. Flödesskillnaden mellan de två sektionerna visar att det ökade flödet kommer västerifrån på Gullbergs Strandgata. Den ökade översvämningsrisken för befintliga fastigheter måste hanteras av detaljplanen för Götaledens överdäckning. I avsnitt 3.5 ges förslag till åtgärd för förbättrad avledning.

² Gullbergsvass sätter sig till vissa delar med en hastighet på upp till 10 mm/år (Göteborg stad 2016). Landhöjningen i Göteborg ligger runt 3 mm/år.



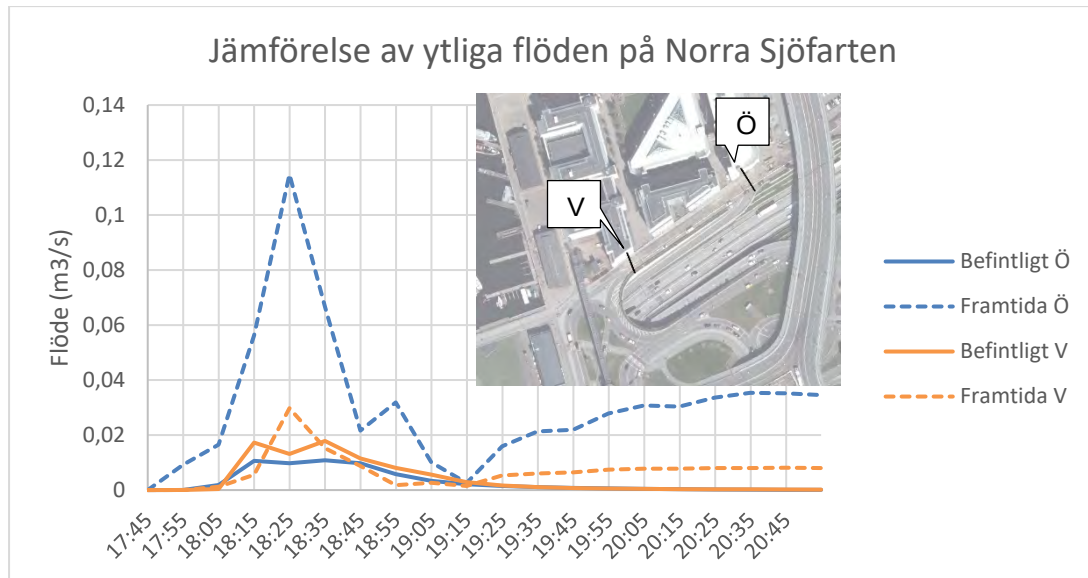
Figur 13. Jämförelse av flöden på Kilsgatan och Gullbergs strandgata.



Figur 14. Jämförelse av volymer till Götaleden.

Norra Sjöfarten

Till följd av ny höjdsättning för Götaledens överdäckning, nya Hisingsbron och Västlänken sker en ökad avrinning längs Norra sjöfarten. Av Figur 15 framgår att flödet genom den östra sektionen ökar från 0,01 till 0,11 m³/s.

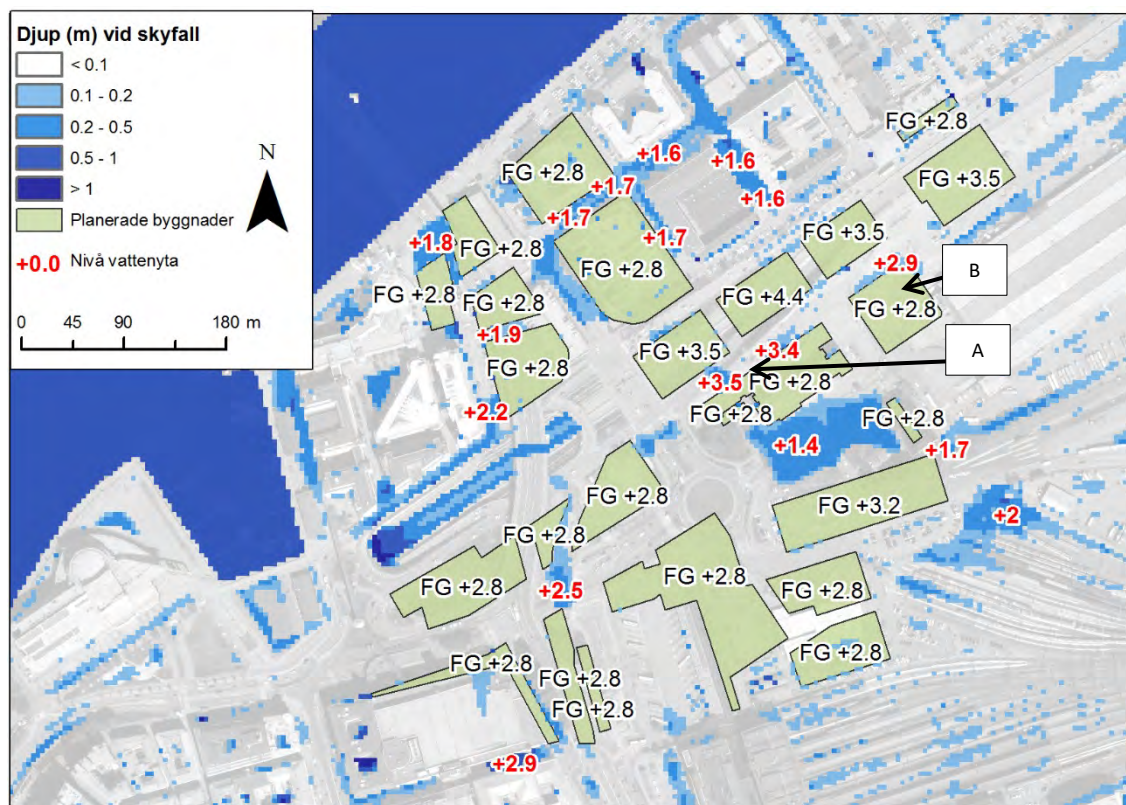


Figur 15. Jämförelse av ytliga flöden genom sektion Ö och V på Norra Sjöfarten.

Den ökade avrinningen på Norra Sjöfarten innebär en ökad översvämningsrisk för befintliga fastigheter vilket måste hanteras av förorsakande detaljplaner. I avsnitt 3.5 ges förslag till åtgärd för förbättrad avledning.

Utvärdering av risk för skador på nya byggnadsverk

För ny bebyggelse finns krav på en säkerhetsmarginal mellan vattenyta och färdigt golv om minst 0,2 m. Figur 16 visar en skyfallshändelse fram till år 2040. I figuren anges nivåer för färdigt golv i planerade byggnader samt nivån på vattenytan vid skyfall i vattenansamlingar där djupet på markytan överstiger 0,2 m.



Figur 16. Risk för planerad bebyggelse, vid skyfallshändelse fram till år 2040.

I följande punkter saknas erforderlig säkerhetsmarginal:

Regionens hus

Mot norra fasaden på Regionens hus (markering A i Figur 16) ansamlas vatten i två lågpunkter. Vattenytan har nivån +3,4-3,5 m och angiven nivå för färdigt golv är +2,8 m. Lågpunkterna är ingångar till byggnaden. Eftersom vattnet är instängt och inte kan avledas ytledes rekommenderas att fastighetsägaren vidtar lämpliga åtgärder för att skydda fastigheten.

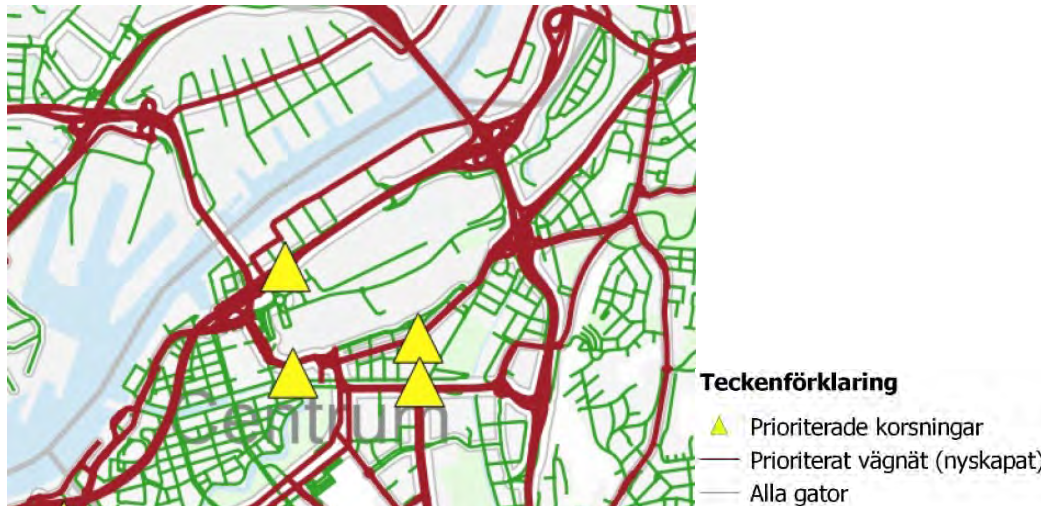
Planerad byggnad vid Bergslagsgatan

Vid planerad byggnad markerad B i Figur 16 ansamlas vatten mot norra fasaden. Vattenytan har nivån +2,9 m och angiven nivå för färdigt golv är +2,8 m. Höjning av golvnivån är inte möjlig eftersom höjdskillnaden mot gatan blir alltför stor. För byggnaden rekommenderas att fastighetsägaren vidtar lämpliga åtgärder för att skydda fastigheten.



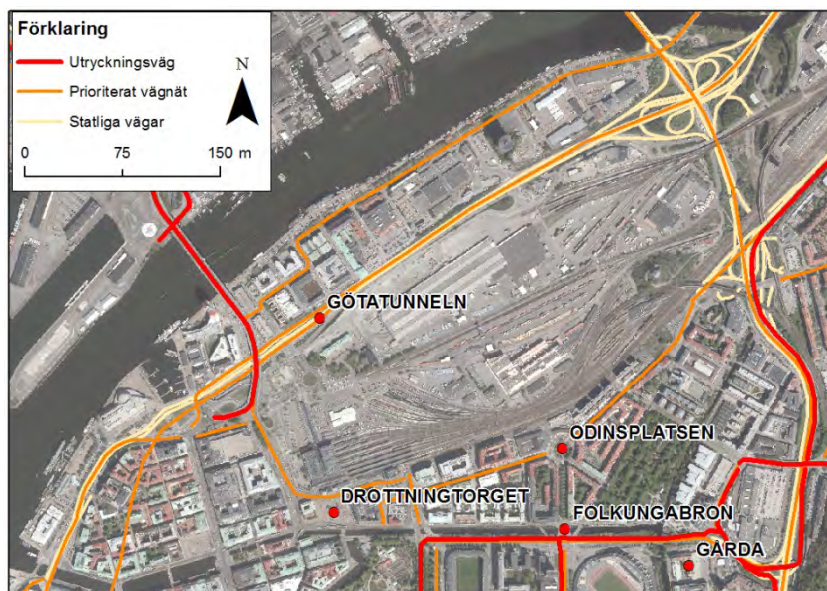
Utvärdering av framkomlighet

Vid kartläggningen av risker med avseende på framkomlighet så läggs särskild vikt vid förslag till framtida prioriterade vägar inkl. utryckningsvägar vilka tillhandahållits av Göteborgs Stad (Figur 17).



Figur 17. Översikt över förslag till framtida prioriterade vägar inkl. utryckningsvägar.

Figur 18 visar en översikt över nuvarande prioriterat vägnät enligt det tematiska tillägget till översiktsplanen avseende översvämningsrisker.

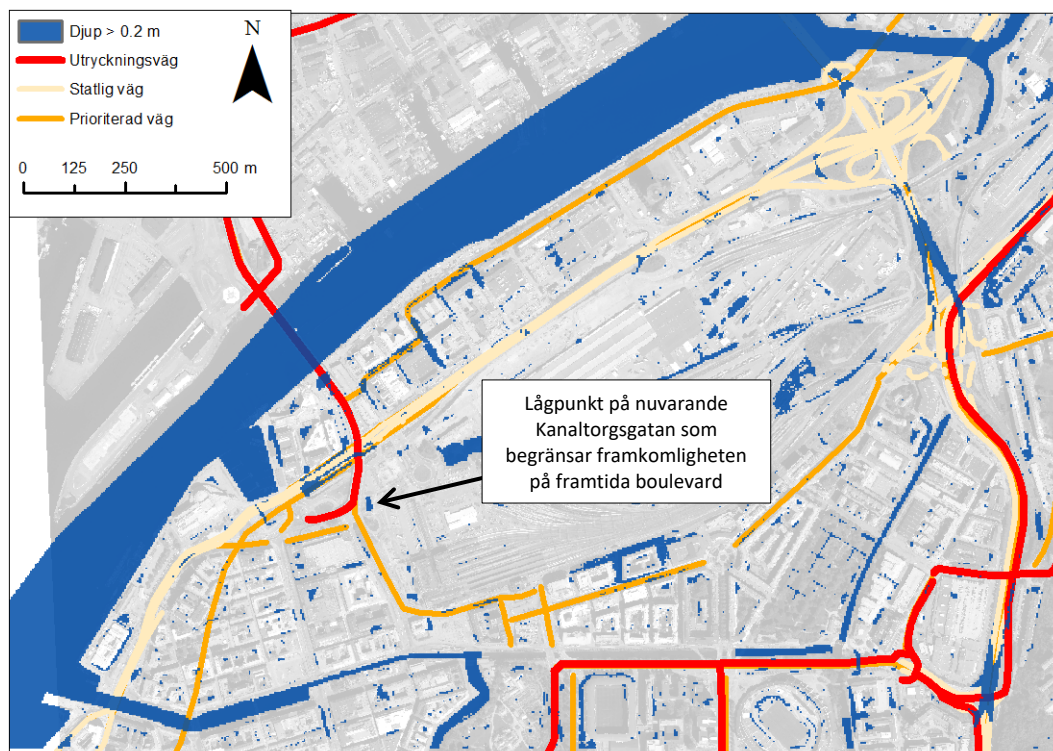


Figur 18. Nuvarande prioriterade vägar inkl. utryckningsvägar enligt TTÖP.



Framkomlighet på prioriterade vägar/utryckningsvägar

För att vägar ska betraktas som framkomliga ska översvämningsdjupet understiga 0,2 m. Figur 19 visar det prioriterade vägnätet i kombination med de ytor som översvämmas med mer än 0,2 meter djup vid en skyfallshändelse fram till år 2040. Älvkantsskydden har ingen påverkan på framkomligheten på prioriterade vägar vid skyfallshändelse varför motsvarande figur för översvämningsdjup efter år 2040 inte har tagits med i rapporten.



Figur 19. Framkomlighet på nuvarande prioriterade vägar, vid skyfallshändelse fram till år 2040.

Av Figur 19 framgår att alla i nuläget prioriterade vägar och utryckningsvägar inom pågående planområden uppfyller riktlinjen för framkomlighet. Inga ytterligare prioriterade vägar översvämmas till följd av högvattenskyddet som ska finnas på plats från år 2040.

Gällande förslag till framtida prioriterade vägar uppfylls inte framkomligheten på nuvarande Kanaltorgsgatan till följd av en lågpunkt som tillskapats för att möjliggöra spårvagnstrafik. Förslag till hantering av översvämning i lågpunkt ges i avsnitt 3.5.



Framkomlighet till entréer för nya byggnadsverk

Samtliga planerade byggnader bedöms vara nåbara från minst ett håll vid skyfall fram till år 2040 (se Figur 20). Planerade byggnaders entréer har ej utvärderats i detalj.

Högvattenskyddet som ska finnas på plats från år 2040 bedöms inte påverka framkomligheten till de planerade byggnaderna.



Figur 20. Framkomlighet till planerad bebyggelse, vid skyfallshändelse fram till år 2040.

Utvärdering av möjlighet till genomförande av strukturplansåtgärder

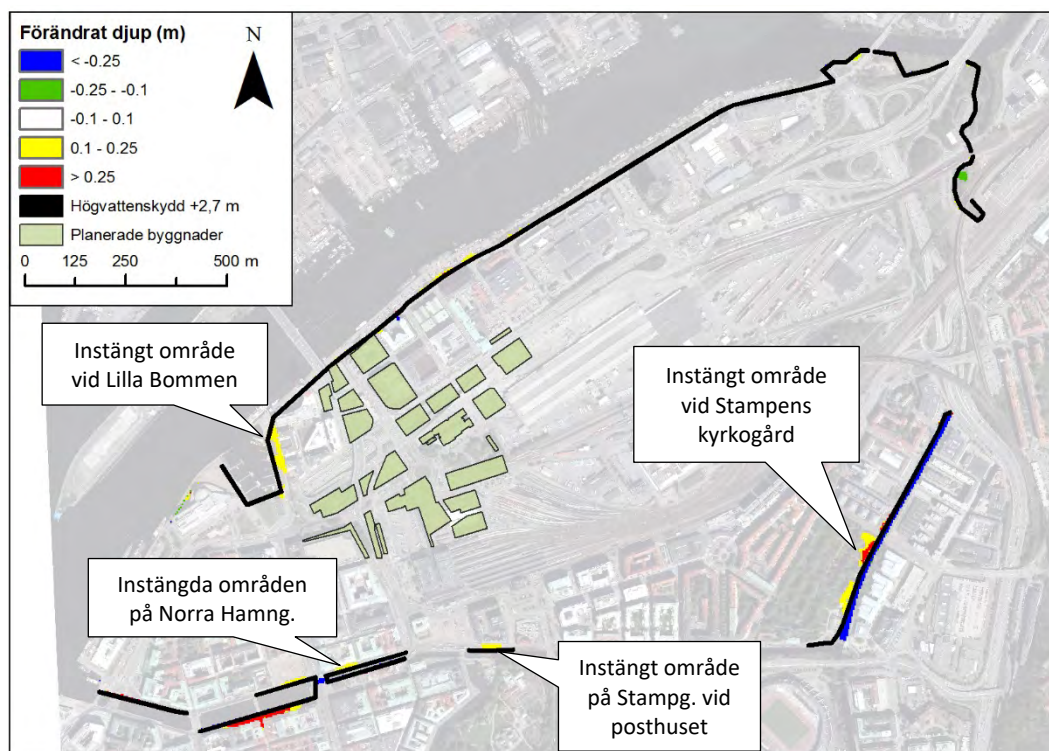
Pågående planer förhindrar inte möjligheten till genomförande av föreslagna strukturplansåtgärder.



3.4 Översvämningsrisker utanför pågående planer

I följande avsnitt redogörs översvämningsrisker som ligger utanför pågående detaljplaner (dvs utanför färgade ytor i Figur 3), men som orsakas av ny höjdsättning inom pågående planer eller av framtida älvkantsskydd. Risker som geografiskt ligger inom pågående planer redovisas i avsnitt 3.3.

Figur 21 visar en jämförelse av översvämningsdjupet vid 100-årsregn innan en maximal sträckning av älvkantsskyddet finns på plats (Figur 9) och efter (Figur 10). Instängda områden där översvämningsdjupet ökar med mer än 0,1 m är vid Lilla Bommen, Stampens Kyrkogård, Stampgatan vid gamla posthuset samt Norra Hamngatan vid buss- och spårvagnshållplatser.



Figur 21. Jämförelse av översvämningsdjup innan och efter att maximal utsträckning av högvattenskydd finns på plats år 2040. Skyddet har justerats under utredningens gång, se vidare kap. 4.

Nedan beskrivs identifierade risker utanför pågående planområden.



Gullbergs Strandgata

Av Figur 19 framgår att Gullbergs Strandgata, som är en prioriterad väg, delvis översvämmas till djup som överstiger 0,2 m. Översvämningsrisken finns redan idag (se Figur 7), men ökar till följd av Götaledens överdäckning (se tidigare avsnitt 3.3 samt åtgärdsförslag i avsnitt 3.5).

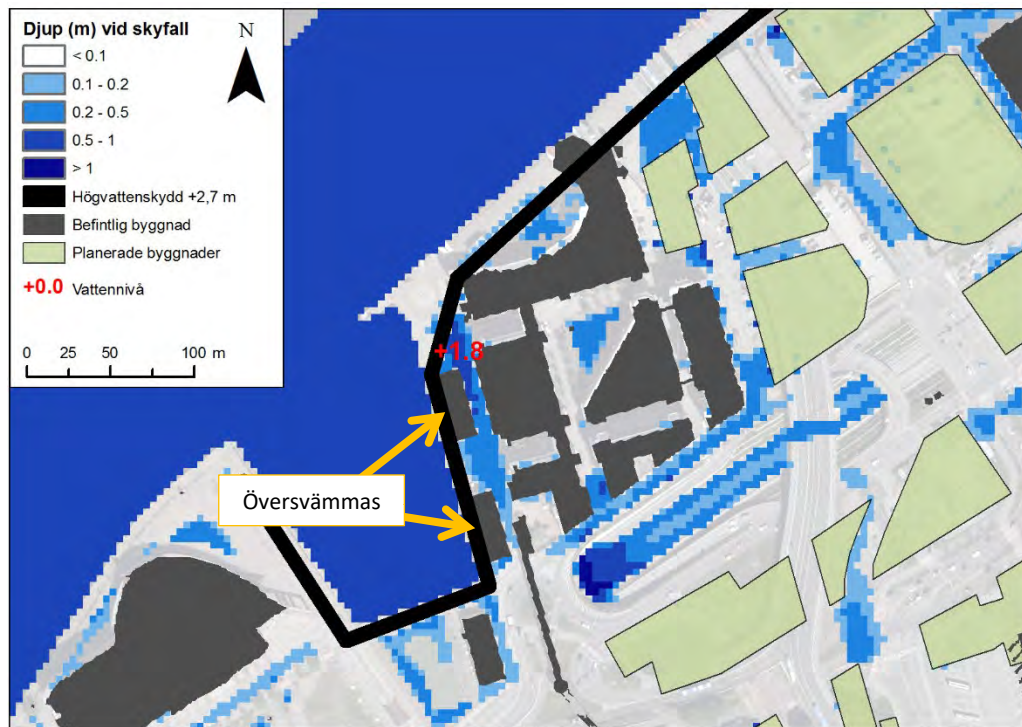
Stampens kyrkogård

Stampens kyrkogård riskeras att svämmas över vid höga flöden i Fattighusån. Under utredningens gång har dock slutsatsen dragits att Stampens kyrkogård inte behöver något högvattenskydd (inga objekt att skydda).³

Lilla Bommen

Figur 22 visar en detalj över instängt område vid småbåtshamnen i Lilla Bommen. Området är instängt redan idag men utan öppningar i det planerade älvkantsskyddet riskerar området att bli än mer instängt. Vattenansamlingen är idag ca 750 m³ och vattenytan har nivån +1,8 m. Utan åtgärder översvämmas de två äldre hamnbyggnaderna som idag bl.a. inrymmer handel och kaféverksamhet. I avsnitt 3.5 ges förslag till åtgärd för avledning genom älvkantsskydd.

³ Efter samtal med Ulf Moback, SBK:s strategiska avdelning.



Figur 22. Detalj över instängt område vid Lilla Bommen.

Norra Hamngatan och Stampgatan

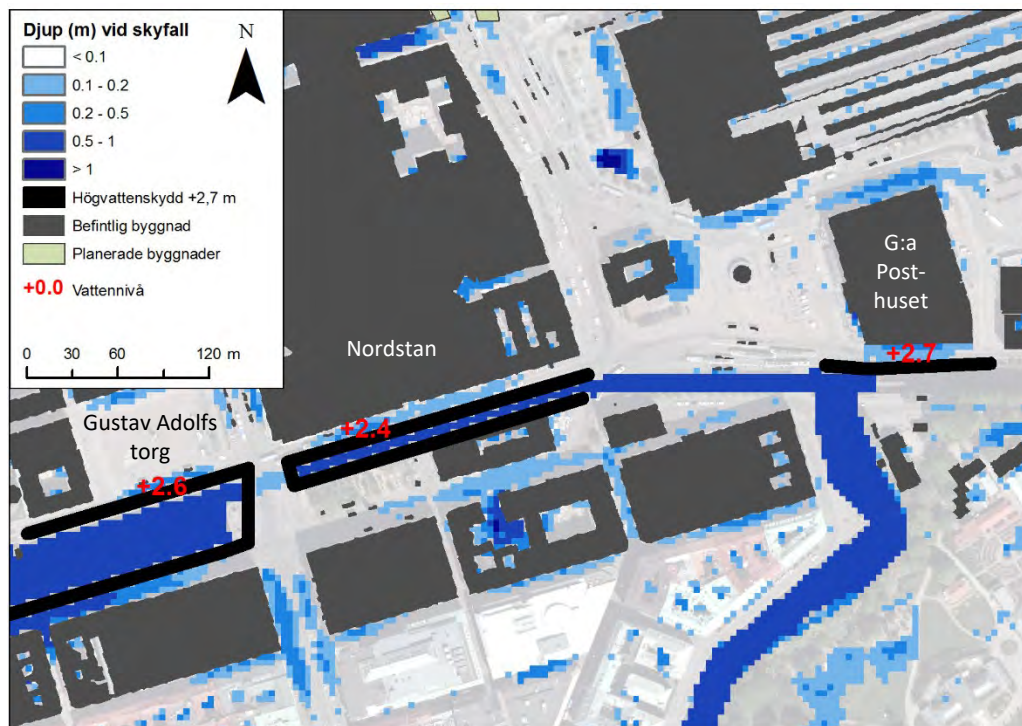
På Norra Hamngatan ansamlas ca 100 m³ vatten på busshållplatsen söder om Gustav Adolfs torg och ca 200 m³ på buss- och spårvagnshållplatsen söder om Nordstan (se Figur 23). Eftersom vattenansamlingarna är små i förhållande till beräkningsmodellens upplösning föreligger en osäkerhet i redovisade resultat. Vattenansamlingarna bedöms ej kunna orsaka någon skada på byggnader. Beräkningsresultaten visar att vattendjupet överstiger 0,2 m i enstaka beräkningsceller vilket indikerar en risk för att framkomligheten på gatorna begränsas. På grund av modellosäkerheter och eftersom endast enstaka beräkningsceller påverkas har inga åtgärder föreslagits.

På Stampgatan vid det gamla posthuset skulle det ansamlas ca 140 m³ vatten med en nivå på vattenytan på +2,7 m (se Figur 23). Närmare studier har dock visat att det inte behövs högvattenskydd här; en körning i Scalgo visade att det krävs högvatten på över +2,50 innan problem uppstår. (Det kunde annars finnas en risk för att posthuset översvämmas med ett högvattenskydd längs kajen. Figur 23 visar att vattendjupet är djupare intill fastigheten, men i verkligheten lutar marken från byggnaden ut mot gatan. Det förklaras av att höjdmodellen som



används i beräkningen har en grov upplösning om 4x4 m vilket återspeglas i beräkningsresultaten).

För att utvärdera om vattenansamlingarna kan medföra konsekvenser för befintliga byggnadsverk rekommenderas en noggrannare höjdanalys vid projektering av älvkantsskydd. Det är då lämpligt att mäta in kritiska golvnivåer i närliggande bebyggelse.



Figur 23. Detalj över instängtt område på Norra Hamngatan och Stampgatan med en version av högvattenskydd.



3.5 Detaljstudie för skyfallsåtgärder

Möten har hållits med representanter från Stadsbyggnadskontoret, Trafikkontoret, Park- och naturförvaltningen, Fastighetskontoret m.fl. för att diskutera möjliga skyfallsåtgärder inom utredningsområdet och dess genomförbarhet. Nedan listade åtgärder har beslutats om att utredas vidare⁴:

- Kanaltorgsgatan: ytlig avledning till Norra Sjöfarten via gång- och cykelbro över Götaleden
- Norra Sjöfarten och Lilla Bommen: ytlig avledning till hamnen och älvkantsöppning
- Kilsgatan, Gullbergs Strandgata och Torsgatan: avledning via ledning med backventil för överskottsvatten som överstiger 0,2 m djup på gatan
- Burggrevegatan: pumpning till Mölndalsån

I följande avsnitt ges en beskrivning av åtgärder på Kanaltorgsgatan, Norra Sjöfarten -Lilla Bommen, Kilsgatan, Gullbergs Strandgata och Torsgatan samt Burggrevegatan (översikt i Figur 24). För samtliga åtgärder belyses åtgärdseffekter, dimensioneringsförutsättningar och exempel på utformning.

⁴ Projektmöten 2018-06-27 samt 2018-09-24



Figur 24. Översikt över studerade åtgärder.

Kanaltorgsgatan

På Kanaltorgsgatan skapas en lågpunkt av att marknivån anpassats för framtida spårvagnstrafik. Lågpunkten påverkar framkomligheten på Kanaltorgsgatan som är en prioriterad väg/utryckningsväg varför det är angeläget att säkra framkomligheten i lågpunkten. Möjlighet att hantera lågpunkten via höjdsättning saknas.

Som åtgärd har utretts ytlig avledning från lågpunkten till Norra Sjöfarten via en planerad gång- och cykelbro över Götaleden. Detta åtgärdsförslag har bedömts vara det alternativ som har högst potential att kunna genomföras. Alternativ som har avfärdats är avledning från lågpunkten åt sydväst till planerad trädallé längs boulevard (åtgärden har inte gått vidare pga. höjdmässiga svårigheter att få ut vattnet i hamnbassängen) och pumpning till en ny park lokaliserad söder om lågpunkten (åtgärden har inte gått vidare eftersom pumpning ska undvikas såvida inte andra alternativ saknas).



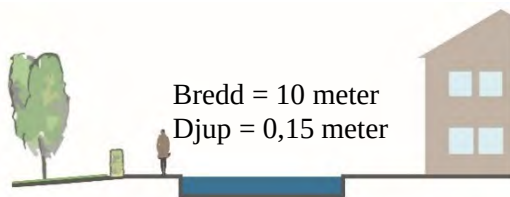
Utformning av skyfallsåtgärd

Lägsta nivån i lågpunkten är +2,1 m. Befintlig marknivå på Norra Sjöfarten är ca +2,0 m. Sträckan från lågpunkten till Norra Sjöfarten är ca 180 m, vilket ger en genomsnittlig marklutning som är ca 0,5 promille.

För att hålla vattendjupet i lågpunkten under 0,2 m behöver maxflödet 470 liter per sekund avledas från lågpunkten. För att avleda flödet krävs tex en 10 meter bred och 0,15 meter djup sektion (se exempel i Figur 27).

Kommentar: Uppskattad sektion för skyfallsled baseras på antaget Mannings tal $M=60$.

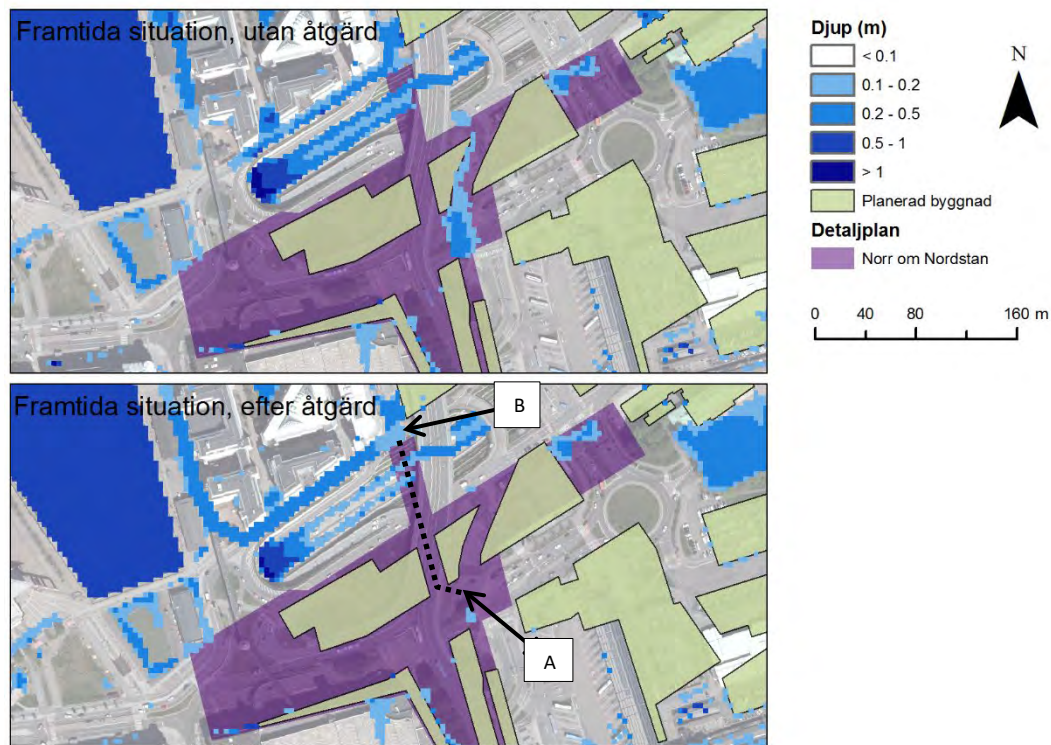
Bräddnivå för avledning av överskottsvatten i lågpunkten har i modellen satts till +2,25 m för att uppnå acceptabelt djup om maximalt 0,2 m på gatan. Det ger en genomsnittlig marklutning på 1,4 promille från intagsnivån i lågpunkten till Norra Sjöfarten. Med denna lutning krävs tex en 10 meter bred och 0,1 meter djup sektion.



Figur 25. Exempel på utformning av skyfallsled. Illustrationer hämtade från strukturplan (DHI & Sweco, 2018).

Avledning av skyfall från Kanaltorgsgatan kan med rätt marklutning ske på gatan. Vid höjdsättning av gata och utformning av gatusektion säkerställs att vattendjupet inte överskrider 0,2 m för framkomlighet vid angivet flöde. I erhållet höjdunderlag anges att marknivån mellan planerade byggnader planeras till +2,7 m. För att få till lutning för avledning från lågpunkten kan skyfallsavledningen på delar av sträckan därför behöva ske i en djupare ränna som övertäcks med galler.

Figur 26 visar förändrat översvänningsdjup före och efter modellering av åtgärd.



Figur 26. Översvämningsbild före (överst) och efter (underst) åtgärd. Översvämningsbilden efter åtgärd visar utbredning med obegränsad avledning från lågpunkten (punkt A) till Norra Sjöfarten (punkt B). Maximalt flöde vid obegränsad avledning är 470 l/s. Observera att ökat översvämningsdjup på Norra Sjöfarten till Lilla Bommen främst beror på att marknivån har sänkts för att skapa en skyfallsled.

Genomförande av skyfallsåtgärd

Åtgärden ska säkerställas av Stadsbyggnadskontoret inom detaljplanen Norr om Nordstan.

Norra Sjöfarten och Lilla Bommen

Norra Sjöfarten är en prioriterad väg. Förändrad höjdsättning i området pga. Götaledens överdäckning och nya Hisingsbron medför en ökad avrinning på Norra Sjöfarten som inverkar på framkomligheten (se tidigare jämförelse av flöden i Figur 15). För att minska översvämningsrisken behöver skyfallsavledningen förbättras. Med rådande marknivåer finns goda förutsättningar till ytlig avledning mot hamnbassängen.

I Lilla Bommen föreligger översvämningsrisk i en befintlig lågpunkt (se tidigare beskrivning i avsnitt 3.4). Med ovan föreslagna skyfallsavledning på Norra Sjöfarten och framtida älvkantsskydd som stänger in området kommer översvämningsrisken att öka än mer. Risken hanteras genom att avleda skyfall genom älvkantsskyddet. Det kan lösas antingen med en



ledning som förses med backventil mot högvattennivåer eller samlokaliseras med en öppning i vallen.

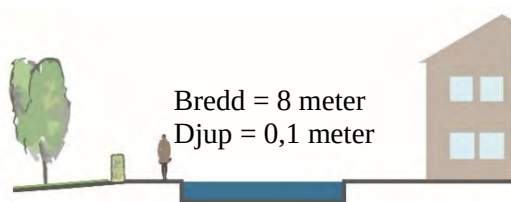
Utformning av skyfallsåtgärd

Dimensionerande flöde för skyfallsled och öppning genom älvkantsskydd är 550 liter per sekund. Genomsnittlig marklutning för studerad skyfallsled är 3 promille. För att avleda flödet 550 l/s krävs tex en 8 meter bred och 0,1 meter djup sektion (se exempel i Figur 27).

För utlopp genom vallen krävs tex en ledningsdimension med diametern 800 mm.

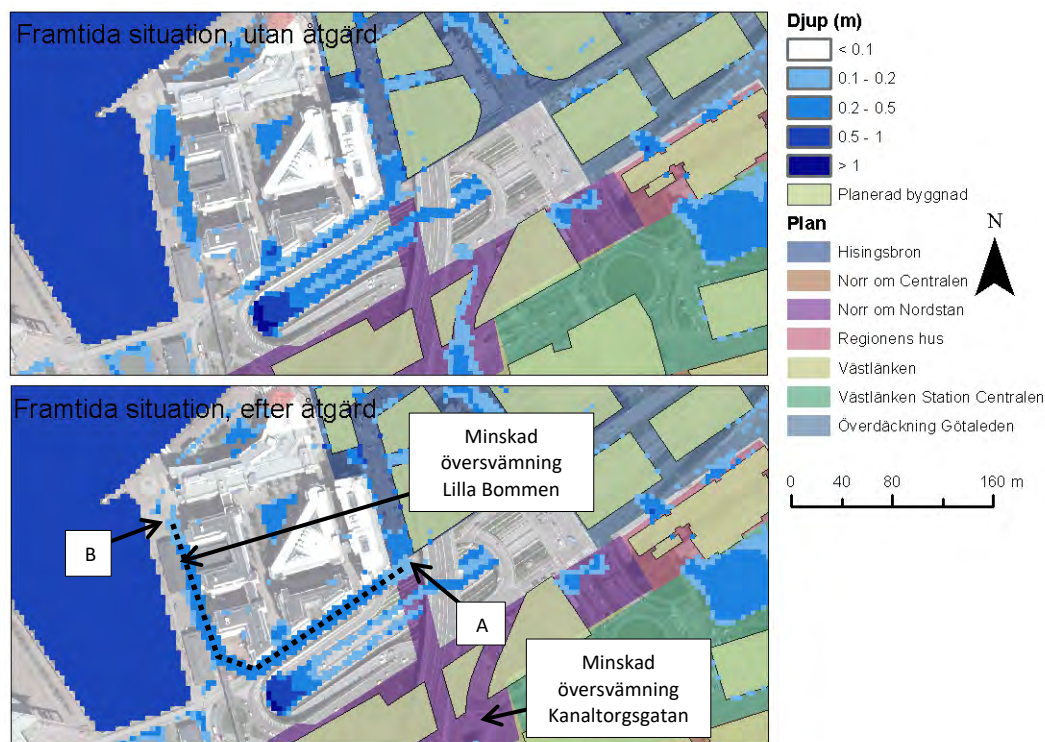
Kommentar: Uppskattad sektion för skyfallsled baseras på antaget Mannings tal $M=60$.

Uppskattad ledningsdimension baseras på Colebrooks diagram med antagen råhet $k=1$. Ingen förlust för backventil har beaktats då det kommer att påverkas av ledningsdimension och backventilstyp.



Figur 27. Exempel på utformning av skyfallsled. Illustrationer hämtade från strukturplan (DHI & Sweco, 2018).

Figur 28 visar översvämningsdjup efter modellering av åtgärd. Figuren visar minskad översvämningsutbredning i Lilla Bommen och ett ökat översvämningsdjup längs utpekad skyfallsled. Översvämnningen längs skyfallsleden beror på att marknivån har sänkts och jämnats ut för att förbättra avledningen utmed sträckan. Det i figuren redovisade djupet längs skyfallsleden ska inte ses som ett problem eftersom det extraherade maxflödet som uppstår i skyfallsleden (550 liter/sekund) framledes ska användas för att anpassa gatusektionen efter flödet och säkra framkomligheten.



Figur 28. Översvämningsbild före (överst) och efter (underst) åtgärd. Översvämningsbilden efter åtgärd visar utbredning med skyfallsled från Norra Sjöfarten (punkt A) till Lilla Bommen (punkt B). I punkt B finns ett utlopp till Göta älv. Av figuren framgår att åtgärderna ger förbättrad situation på Kanaltorgsgatan och Lilla Bommen, men även skyfallsleden (streckad linje) kan utformas för att klara skyfallsavrinningen.

Genomförande av skyfallsåtgärd

Åtgärden ligger geografiskt utanför pågående detaljplaner. Åtgärdsbehovet har dock uppkommit av ökad avrinning till följd av den förändrade höjdsättningen i detaljplanerna Nya Hisingsbron, Götaledens överdäckning, Norr om Nordstan och Västlänken samt älvkantsskyddet. Ansvar för genomförande av åtgärder ligger därför på dessa detaljplaner. Till dess att skyfallsavledningen kan förbättras finns behov av att detaljstudera de fastigheter längs Norra Sjöfarten som berörs och eventuellt ta fram temporära objektsskydd. Översvämningsrisken för de fastigheter som ligger i den befintliga lågpunkten i Lilla Bommen ökar ej av exploatering vid 100-årsregn, men med genomförande av skyfallsåtgärder och avledning till älven minskar risken även för dessa fastigheter.



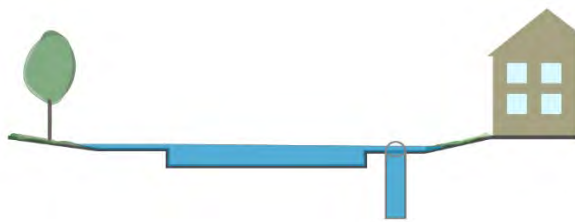
Kilsgatan, Gullbergs Strandgata och Torsgatan

Kilsgatan, Gullbergs Strandgata och Torsgatan översvämmas idag (se Figur 7). I framtiden ökar tillrinningen till området till följd av Götaledens överdäckning och dessa gator förväntas bli oframkomliga vid skyfall om inga åtgärder genomförs (se avsnitt 3.4). Gullbergs Strandgata är en prioriterad väg/utryckningsväg.

Som åtgärd utvärderas skyfallsavledning via ledning för överskottsvatten som överstiger 0,2 m djup på gatan. Ledningen förses med backventil för att förhindra bakvatteninträngning vid höga nivåer i Göta älv. Att skyfallsavledningen förläggs under mark beslutades vid arbetsmötet 2018-09-04 grundat på att ytlig avledning på gatan kan bli svår att få till med bra marklutning samt att tillgänglig yta i området är begränsad.

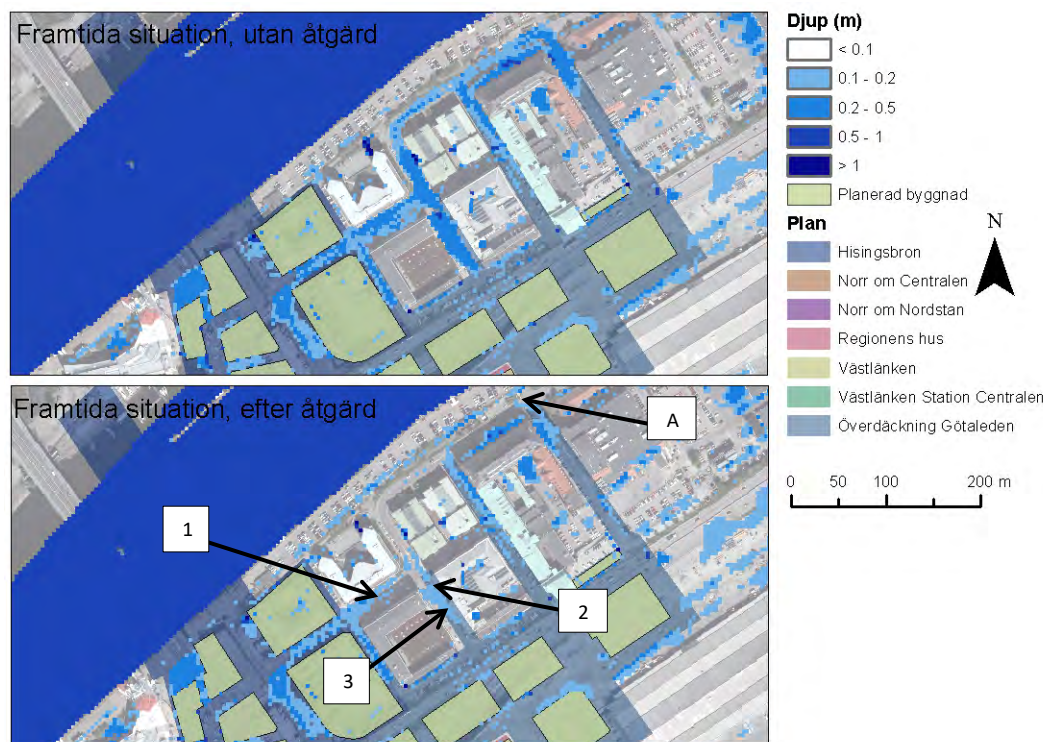
Utformning av skyfallsåtgärd

För att säkerställa framkomlighet på minst ett körfält på Gullbergs Strandgata och Kilsgatan vid skyfall, har utvärderats om vatten kan undanhållas via intag till skyfallsledningar. För att kunna avleda överskottsvatten, dvs det dagvatten som inte kan avledas på annat vis, föreslås att normalt dagvatten inte ansluts till skyfallsledningen och på så vis begränsar kapaciteten. Intagen till skyfallsledningen tas i bruk först när framkomligheten på gatan hotas, dvs när vattendjupet på gatan når mellan 10-20 cm. Bakgrunden till att låta vatten stiga på gatan innan det tas in i ledningsnätet är att endast avleda det som behövs och på så sett hålla ned ledningsdimensioner. Principen med förhöjda intag illustreras i Figur 29.



Figur 29. Exempel på utformning av skyfallsavledning i ledning. Intag till skyfallsledning placeras på högre nivå än gatan för att endast träda i bruk när framkomlighet på gatan hotas.

Med obegränsade intag i tre punkter på Gullbergs Strandgata och Kilsgatan erhålls översvämningsbild enligt Figur 30.



Figur 30. Översvämningsbild före (överst) och efter (underst) åtgärd. Översvämningsbilden efter åtgärd visar utbredning med obegränsad avledning från tre intagspunkter (punkt 1-3). I punkt A finns en ledning med dimension Ø600 mm till Göta älv.

Maximala flöden som behöver avledas i ledning för att erhålla motsvarande översvämningsbild i Figur 30 framgår av Tabell 2. I redovisade ledningsdimensioner har antagits fria utlopp.

Tabell 2. Dimensionerande flöden vid skyfall att avleda från utpekade punkter på Gullbergs Strandgata och Kilsgatan (Figur 30).

Punkt	Maximalt inflöde	Ledningsdimension *
1	580 liter/sekund	Ø1000 mm
2	265 liter/sekund	Ø800 mm
3	230 liter/sekund	Ø800 mm

* Anmärkning: Uppskattad dimension baseras på Colebrooks diagram med antagen råhet $k=1$ och antagen lutning 1 promille (enl. rekommenderad minimilutning för självrensning av spill- och dagvattenledningar i Tabell 4.15 i P110). Ingen hänsyn till dämnda utlopp eller förlust för backventil har beaktats.



Genomförande av skyfallsåtgärd

Eftersom skyfallsavledning föreslås ske i ledningar som förläggs under markytan blir kapaciteten begränsad jämfört med ytliga lösningar. Att avleda skyfall via ledningar innebär tekniska utmaningar för att få ned vatten i ledningarna eftersom det krävs att inlopp och anslutningar till ledningen har hög kapacitet. Nyttan att anlägga en ledning som står tom när det inte är skyfall kan ifrågasättas. Ett alternativ till separat skyfallsledning är att dimensionera ett parallellt dagvattensystem så att både befintligt och nytt tillsammans hanterar skyfall. Det kan då innebära större ledningsdimensioner än att enbart avleda överskottsvatten när 2 dm står på gatan.

Innan pågående överdäckning av Götaleden leddes dagvatten och skyfall ned i Götatunneln för att renas och sedan pumpas ut till Göta älv. Efter överdäckningen kommer vatten att avrinna mot älven via bl.a. Kilsgatan, Gullbergs Strandgata och Torsgatan. Trafikverket har indikerat att de framledes önskar minsta möjliga vattenvolym att rena i Götatunneln samt att eventuell överkapacitet på pumparna i tunneln skall vara tillgängligt för brandvatten samt dagvatten från tillfartsvägar om dagvattensystemet på utsidan av tunneln inte fungerar. Trafikverkets önskemål att förbättra kapaciteten i tunneln innebär dock att kostnader kommer att uppstå på annan plats.

Det rekommenderas att Stadsbyggnadskontoret inom detaljplanarbetet för Götaledens överdäckning fortsatt diskuterar med Trafikverket om vilken åtgärd som har störst nytta och vem som ska bära kostnader för skyfallssäkring av Gullbergs Strandgata. En kostnadsnyttoanalys kan användas för att utvärdera om föreslagen skyfallsavledning är mer kostnadseffektiv än att ansluta motsvarande yta som tidigare till Götatunneln. Kostnadsnyttoanalyser kan genomföras med Göteborgs Stads verktyg Floodman.



Burggrevegatan

På Burggrevegatan finns i dagsläget en lågpunkt där en omfattande översvämning kan förväntas. Gatan är inte prioriterad men trafikerad av bussar som passerar närliggande knutpunkten för kollektivtrafik vid Svingeln. Översvämning på Burggrevegatan kan förutom skador på byggnader innebära att busstrafiken måste omlokaliseras till den prioriterade vägen Odinsgatan, vilket i sin tur kan begränsa framkomligheten för utryckningsfordon på denna gata.

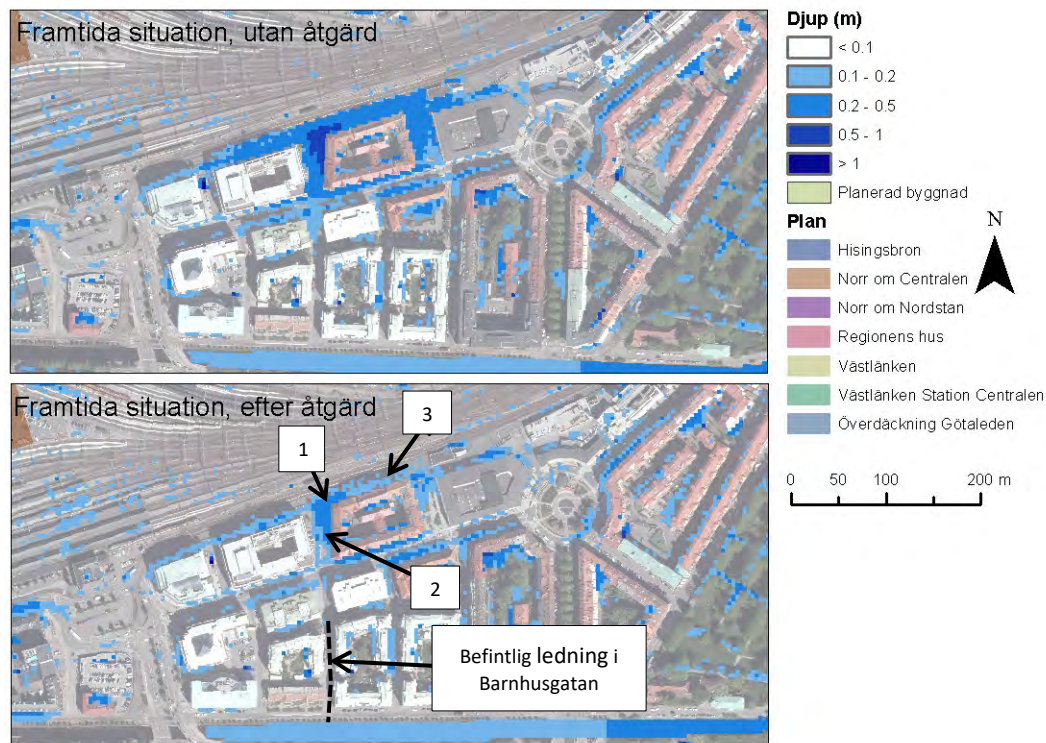
Det finns inga möjligheter att ytledes avleda vatten från lågpunkten. Med den höga exploateringsgraden i området har inga ytor för utjämning av skyfall kunnat hittas. Pumpning till Mölndalsån har identifierats som enda möjliga åtgärd för att avleda överskottsvatten.

Utformning av skyfallsåtgärd

För att hålla undan vatten så att vattendjupet inte överstiger 0,2 meter behöver som mest 2,3 kubikmeter per sekund pumpas från lågpunkten. Ju större pumpsump som kan tillskapas, desto lägre pumpkapacitet erfordras för att hålla undan vattnet.

Figur 31 visar översvämningsdjup efter intag avskyfall i två punkter markerade i figuren. För att erhålla översvämningsbilden i figuren behövs en pumpstation som tex har pumpsumpsdimension 40*40*2,5 m och pumpkapacitet 0,1 m³/s eller pumpsumpsdimension 14*14*1,6 m och pumpkapacitet 2 m³/s.

Kommentar: Bräddnivå för avledning av överskottsvatten i lågpunkten har, utifrån lägsta marknivå +1,45 m, i modellen ansatts till +1,6 m för att uppnå acceptabelt djup om maximalt 0,2 m på gatan. Befintlig ledning i Barnhusgatan har för liten dimension (Ø300-400 mm) för att ta emot det som pumpas varför nya ledningar behöver läggas till Mölndalsån (ca 230 meter lång sträcka).



Figur 31. Översvämningsbild före (överst) och efter (underst) åtgärd. Översvämningsbilden efter åtgärd visar utbredning med obegränsad avledning från tre intagspunkter (punkt 1-3).

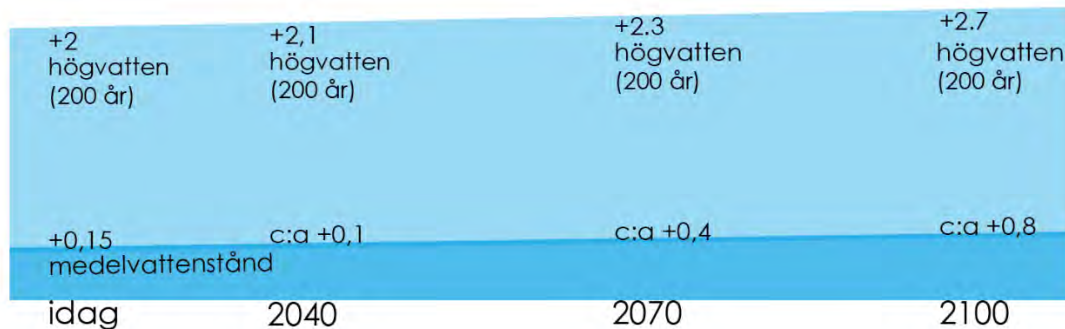
Genomförande av skyfallsåtgärd

Att pumpa den stora mängd vatten som ansamlas i lågpunkten kommer att bli kostsamt och pumpstationen kommer att ta en stor markyta i anspråk. Eftersom åtgärden ligger utanför pågående planer samt att översvämningsrisken inte ökar till följd av dessa finns inga krav att hantera risken i lågpunkten. Att riskområdet ej heller har beaktats i Strukturplanen medför att området kommer att ligga utanför stadens åtgärdsplan för skyfall och förmodligen inte kommer att prioriteras i närtid.



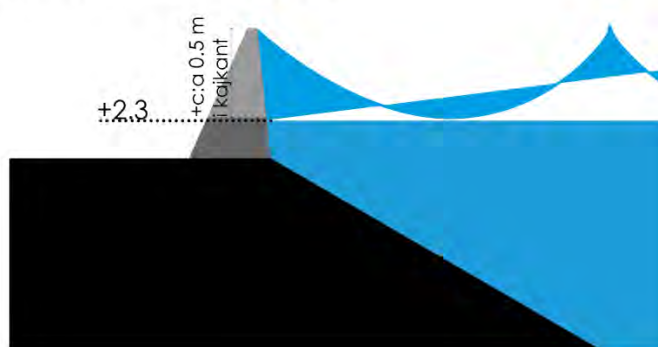
4. Högvatten

2040 ska staden vara skyddad för högvatten upp till +2,30. Skyddet bör vara påbyggnadsbart i om prognosernas osäkerheter. Från och med 2070 ska "yttre skydd" klara högvatten högre än +2,70. Utredningen koncentrerar sig på det förra skyddet. Analysen är övergripande; en slutgiltig bedömning kräver bland annat sannolikhetsbedömningar på respektive delområde.

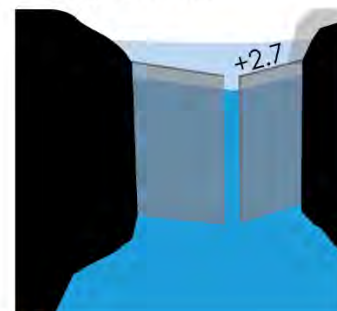


Figur 32. Medelvatten och högsta högvatten vid utredningsområdet. Idag - 80 år framåt.

2040: älvkantskydd.



2070: yttre skydd, tex. portar.



Figur 33. Princip 2040 och princip 2070.

Utredningen prövar två högvattenskydd för +2,30 (2040), och ett nollalternativ.

1. Skydd längs kaj.



2. Skydd längs kaj + slussar



3. Inget skydd.



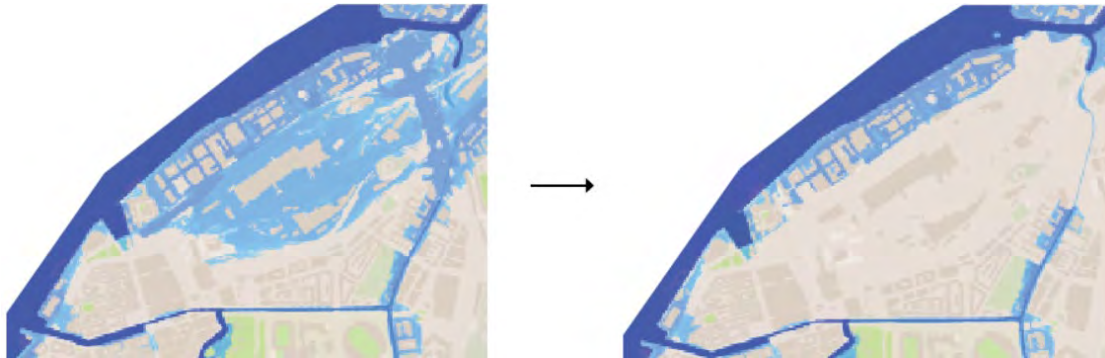
Figur 34. Alt. 1 och 2 stammar från SBK:s Strategiska avdelning. Tjocka linjer inkluderar vågskydd. Alternativ 3 är endast avsett som ett jämförande nollalternativ. Se specificeringar nedan.



Alternativ 1 använder endast vallar; alternativ 2 växlar en del vallar mot dämme/sluss. Alternativen har tagits fram tillsammans med den fördjupade översiktsplanen för centrala Göteborg (FÖP C) och Stadsbyggnadskontorets strategiska avdelning. Sedan denna utredning inleddes har FÖP C:s fokus kommit att hamna på alternativ 2. Det tredje testet är ett jämförande nollalternativ – det ska förtydliga framförallt de ekonomiska valen.

4.1 Förutsättningar

Trafikverkets skyddar sina anläggningar till minst +2,50.⁵ Det sker delvis genom tillfälliga skydd. Nedan visas effekten av Trafikverkets egna skydd vid högsta högvatten (c:a +2,30). Observera att skyddet förutsätter bakvattenluckor på ett antal dagvattenrör.



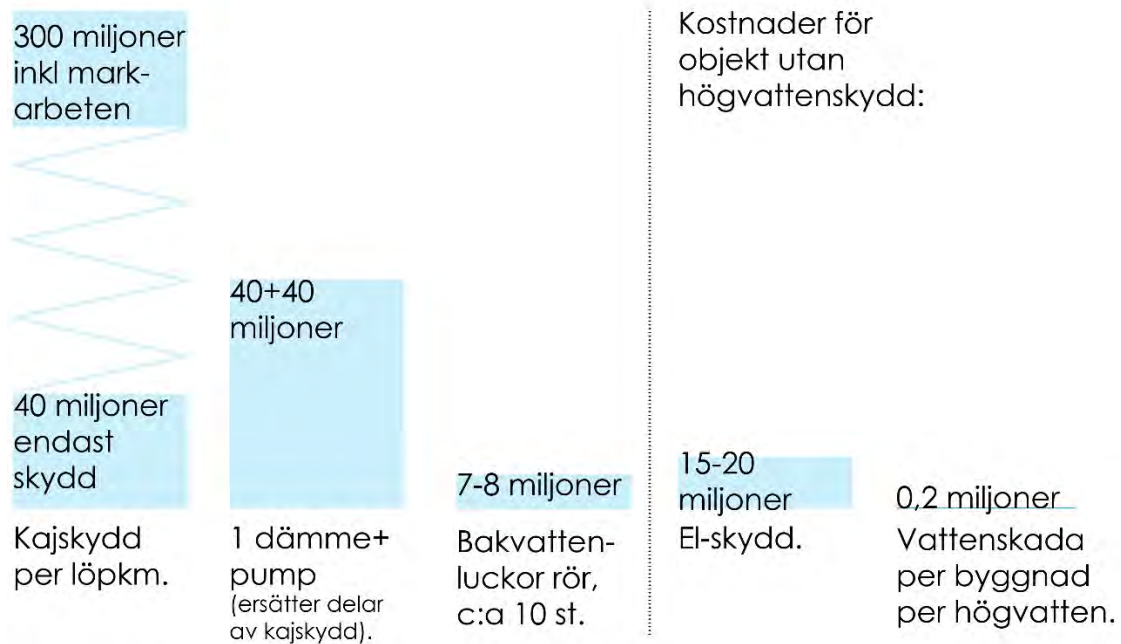
Figur 35. Effekt av Trafikverkets skydd, vid högvatten +2,30, förutsatt att ett antal dagvattenutlopp förses med bakvattenluckor. (SBK-modellering i Scalgo Live på material från Trafikverket).

Effekten kommer att förstärkas när de planerade markhöjderna i Centralenområdet byggs ut. Ett nytt högvattenskydd handlar alltså i huvudsak om att skydda randbebyggelsen mot Göta älv, och mot delar av Stora hamnkanalen, Fattighusån och Gullbergsån.

4.2 Ekonomi

Kostnaden för ett fullgott högvattenskydd är svåruppskattad. Den största ekonomiska osäkerheten rör det kajnära skyddet, dvs vallarna. Uppskattningar till dags dato är 40 miljoner/löp-km för själva skyddet och upp till 300 miljoner/löp-km om markarbeten mm. räknas in.

⁵ Detta sker delvis med tillfälliga skydd. Källa: information från Trafikverket vid möte sommaren 2018. Kontaktperson på Trafikverket: Per Thunstedt.



Figur 36. Kostnadsuppskattning med utgångspunkt i tidigare bedömningar. För älvkantskydd/kajskydd se Ramböll 2015 och Sweco 2014; dämme/sluss- och pumpkostnad har uppskattats mha. SBK:s strategiska avdelning; elskydd och högvattenluckor för dagvattenrör har uppskattats via Göteborg stad (2009) och info från Kretslopp och vatten och Göteborg Energi; och byggnadsskadekostnaden bygger på försäkringsdata från programmet Floodman.⁶

Observera att drift/förvaltningskostnader inte är beräknade.

En pågående separat utredning (Sweco, oktober 2018) tyder på att dagvattenhanteringen kan vara kostnadsdrivande för kajskydd. SBK kommer att beakta resultaten av den rapporten i fortsatt arbete.

Att grunda resonemanget på ekonomi förutsätter att liv och lem har säkrats. Med en förvarningstid på 12-24 h så bör det finnas gott om tid att utrymma berörda byggnader vid högvatten. Detta förutsätter att ett förvarningssystem finns – ett sådant behövs också för att stänga öppningarna i ett älvkantskydd. (Öppningarna kan vara permanent stängda endast vissa

⁶ 0,2 miljoner kr har för enkelhetens skull använts som schablon för alla byggnader. Det är en överskattning. Exakta siffror från verktyget per skadetillfälle är: industri 195 000 kr; flerbostadshus 190 000 kr; offentliga byggnader 180 000 kr; handel 180 000 kr; småhus 47 000 kr; och uthus 20 000 kr.



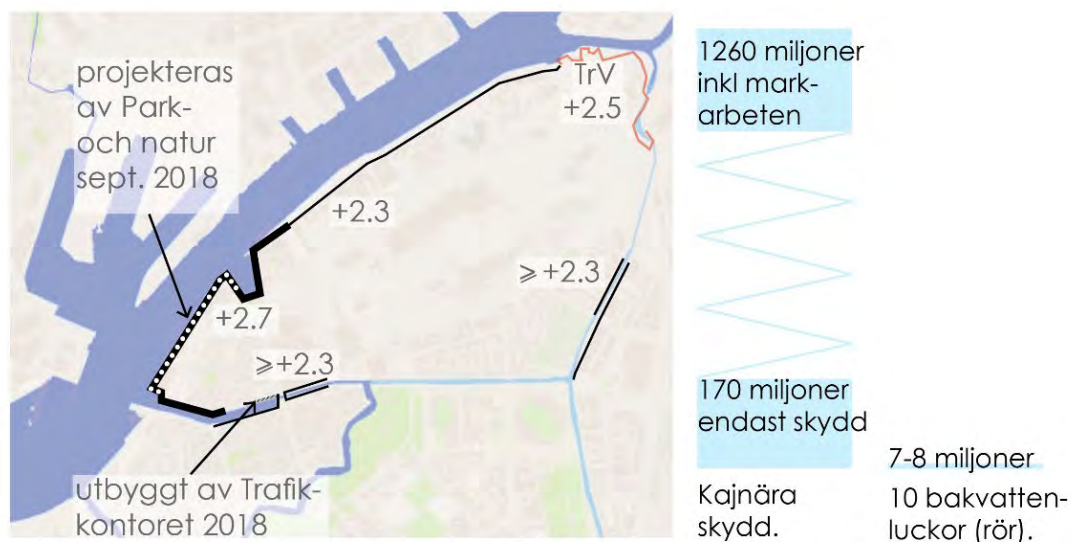
årstider). Trafikverket arbetar redan utifrån ett sådant system; kontakt har i och med denna utredning upprättats mellan Trafikverket och Trafikkontoret.⁷

Gullbergs strandgata är den prioriterade väg som idag står utan skydd vid högvatten – se figur 17 ovan.

4.3 Alternativ 1: skydd längs kaj

De två stötestenarna för alternativ 1 är ekonomi och MKN Vatten.

En förenklad **ekonomisk** uppskattning placerar kostnaderna någonstans mellan 180 miljoner kr och 1,3 miljarder kr, där den övre siffran räknar in markarbeten etc.



Figur 37. Drygt 4 km kajsskydd och kostnader. Plushöjderna beror bla. på avstånd till vattnet. Rött = del av Trafikverkets skydd. Till stor del hänger kostnaden på kajernas behov av att helt byggas om.

⁷ Kontaktperson: Johan Sabel, Trafikkontoret.



MKN Vatten tilldelar såväl Fattighusån som Gullbergsån "god biologisk status". Den biologiska statusen får inte försämrats. I den mån kajarbeten görs så bör de ske enligt MKN:s avståndsindelningar. Åarna är därmed problematiska för kajarbeten.

MKN-princip

minimera andel anlagd mark, högst 15%		
6-10 m	-15-20 m	-30 m
endast ekologiskt funktionell zon	rekreation + ekologiskt funktionell zon	MKN gäller



Figur 38. MKN Vatten-avstånden samt vattnens status.

Göta älv kan bli något lättare att hantera i och med dess status som "kraftigt modifierat vatten". (Utredning av MKN:s konsekvenser för bland annat Göta älv pågår på SBK:s strategiska avdelning).

Längs älven skulle skyddet löpa i kajkant vid Packhuskajen och Lilla bommen för att sedan ligga indraget till nuvarande cykelväg österut mot Gullbergsvass:



Figur 39. Ungefärlig dragning av älvkantskydd. (Preliminärt förslag i FÖP C). Skyddet dras in från kajkant efter Lilla bommen till befintlig cykelväg, strax norr om Gullbergs strandgata.

För att undvika en badkarseffekt vid skyfall så måste älvskyddet ha **öppningar** (luckor som i normalfallet skall vara öppna).



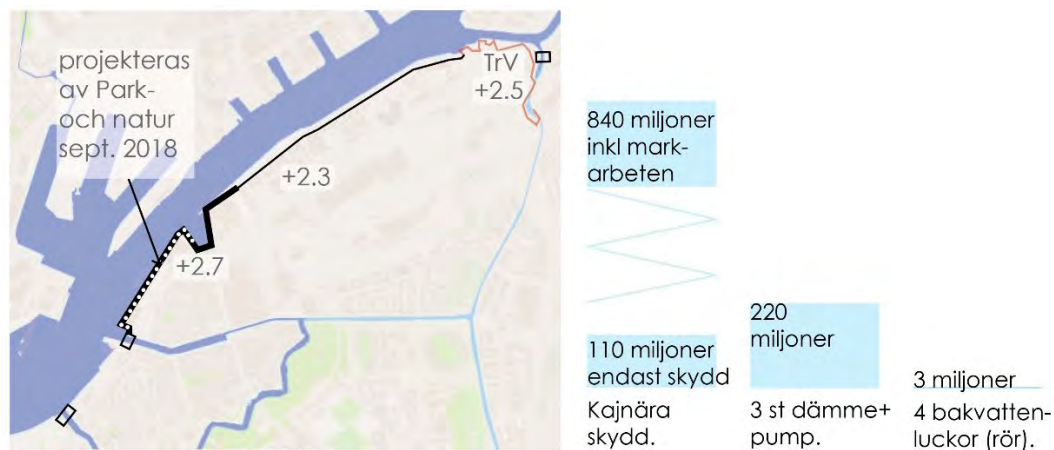
Figur 40. Preliminära öppningar i älvskyddet, med hänsyn till skyfall (bild efter Sweco-modellering).

Antalet öppningar måste även vägas mot tillgänglighet till kajerna. Detaljstudier kan förslagsvis göras dels i specifika projekt, med samordning i STUP:s övergripande arbetspaket för kajstråket.



4.4 Alternativ 2: skydd längs kaj + slussar.

I alternativ 2 växlas kajnära skydd (vallar) i kanalen och åarna mot slussar/dämmen. Därmed minskar osäkerheterna något. **Ekonomi**n blir träffsäkrare – vi vet vad dämme/sluss+pump kostar⁸.



Figur 41. C:a 1,9 km kajsskydd och tre par dämmen/slussar. De olika plushöjderna beror bla. på avstånd till vattnet. Rött = del av Trafikverkets skydd.

MKN Vatten-frågan begränsas här till Göta älv. Göta älv är, som nämnts, redan ”kraftigt modifierat”. (Dämme/sluss bedöms preliminärt inte påverka MKN Vatten då de endast är stängda vid extremtillfällen).⁹

4.5 Nollalternativ: befintliga skydd och planerade markhöjder.

Vad händer utan högvattenskydd? För att förtydliga kostnadsfrågan har ett jämförande nollalternativ prövats; nollalternativet är inte i sig ett alternativ till de två föregående lösningarna.¹⁰

⁸ Dämme vid Gullbergsåns utlopp bedöms som billigare än övriga. (Information från SBK:s strategiska avdelning). Kulverten muddras för övrigt hösten 2018.

⁹ Bedömning: SBK:s strategiska avdelning (Martin Knape).

¹⁰ En intressant nollalternativ-parallell är Tibern i Rom. Rom saknade högvattenskydd mot Tibern fram till 1800-talet, trots 2500 år av svåra översvämningar. En orsak kan ha varit ekonomiska avvägningar. Se Gregory S. Aldrete, *Floods of the Tiber in Ancient Rome*, Johns Hopkins University Press (2007).



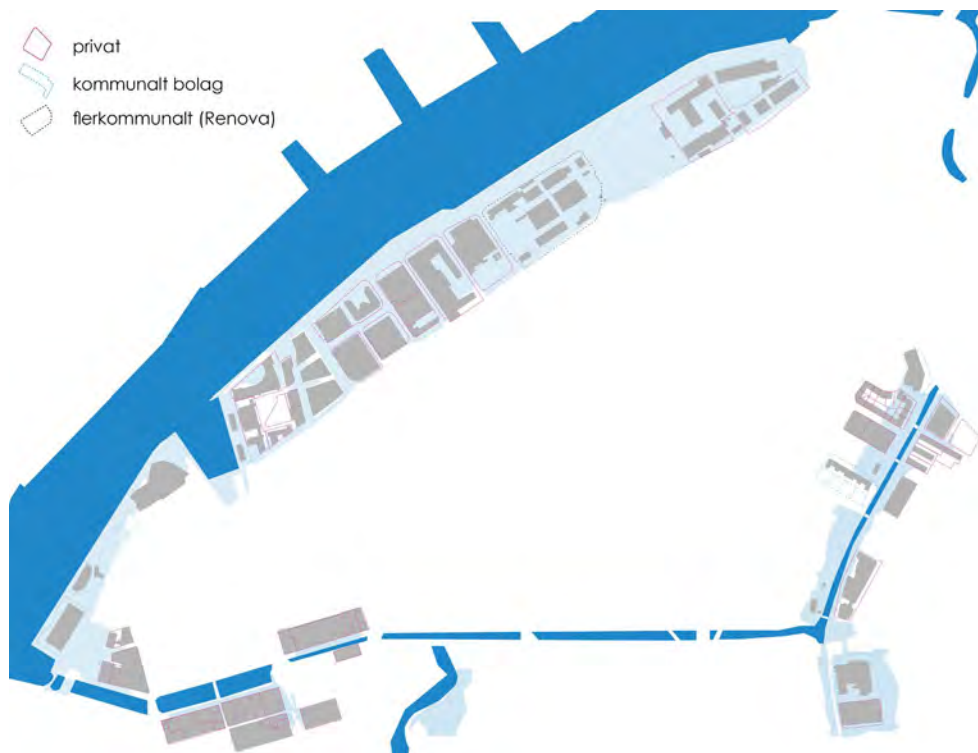
De ekonomiska konsekvenserna av att inte skydda området för högvatten beror på återkommande byggnadsskador, samt på engångskostnader för elsäkring på 15 -20 miljoner¹¹ och bakvatten-

15-20 miljoner	7-8 miljoner	6-10 miljoner
El-skydd.	10 bakvatten- luckor (rör).	Vattenskador byggnader per högvatten.



Figur 42. Jämförande nollalternativ och kostnadsuppskattning.

luckor på dagvattenrör på strax under 10 miljoner. Engångskostnaderna är relativt låga i sammanhanget. Kostnadsberäkningens springande punkt tycks bli återkommande vattenskador på byggnader. Vid högsta högvatten drabbas 30-40 stycken oskyddade byggnader.



Figur 43. Påverkade byggnader och fastigheter vid högvatten på +2,30. (Utifrån Scalgo-modellering). Ej rensat för FG över +2,80.

¹¹ Uppskattningen är grov. Den bygger på jämförelser med Göteborgs stad (2009). Extrema väderhändelser fas 2 Gullbergsvass samt stickprov.

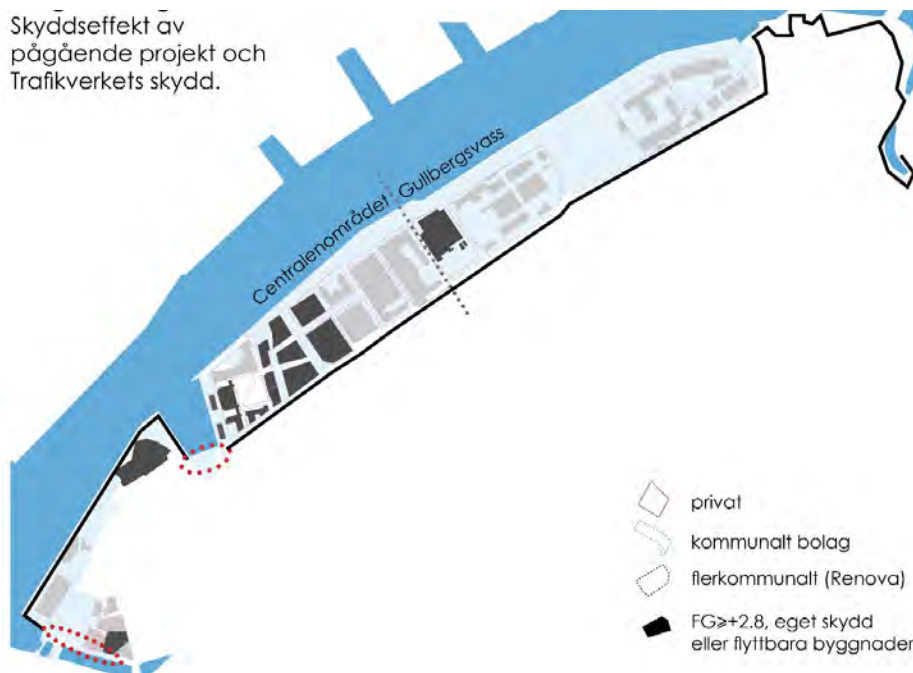


Med en något överskattad snittkostnad på 200 000 kr per byggnad så landar skadekostnaderna alltså mellan 6-10 miljoner per 200-års-högvatten. Konsekvenserna av en 100-årshändelse är i stort desamma.

Ett tankeexperiment kan förtydliga kostnadsfrågan: om högvattenskydd för utredningsområdet skulle kosta 1 miljard så måste en 100-årshändelse för högvatten alltså inträffa över 100 gånger innan **ekonomin** jämnar ut sig. (Den egentliga sannolikheten för en +2,30-händelse fram till 2070 är 5%).

I Centralenområdet och Gullbergsvass blir högvattenproblemen allvarliga vid det som idag är en 10-årshändelse (+1,70). Från +1,70 upp till +2,30 drabbas 25-30 byggnader drabbas; det motsvarar högt räknat 5-6 miljoner kr i vattenskador. Älvskydd för hela sträckan ligger på 110-840 miljoner kr. Ekvationen förutsatt att ett förvarningssystem finns på plats för att säkra liv och lem. (Se vidare bilaga 1 för jämförelse mellan olika högvattenhöjder).

Skyddseffekt av
pågående projekt och
Trafikverkets skydd.



Den svarta linjen symboliserar projekterat skydd, planerade markhöjder samt Trafikverkets



egna skydd. De utsatta områdena är de kajnära fastigheterna. Svarta byggnader har färdigt golv på minst +2,8, är flyttbara eller har eget skydd.¹²

Matematiken är förenklad.¹³ Men det tycks, summa summarum, bli svårt att räkna hem högvattenskyddsinvesteringar som ett skydd för områdets byggnader och fastigheter. (Till exempel genom medfinansieringsavtal med privata fastighetsägare). En möjlig joker är frågan om exploaterbar mark: ett högvattenskydd skulle innebära skyddad mark. Frågan kompliceras dock av den utomordentligt dåliga marken i framförallt Gullbergsvass.¹⁴ I Backaplan pekar beräkningarna på att det inte har varit en extrakostnad att höja marken på upp till någon meter, när sanering ändå måste genomföras.¹⁵

Osäkerheterna är stora. Om ovanstående resonemang håller vatten så behöver STUP Centralenområdet och Gullbergsvass kanske en arbetsgång för att hantera dessa.

4.6 Förslag till arbetsgång för STUP Centralenområdet och Gullbergsvass

Fortsatt arbete bör ske med utgångspunkt i TTÖP:s målformulering om anpassningsåtgärder.

Där läser vi:

"Anpassning ska ske med målsättning att skapa robusta systemlösningar som minimerar översvämningsrisk och omgivningspåverkan, ger tillskott till stadsmiljön och god samhällsnytta."

Mot bakgrund av de svåra ekonomiska förutsättningarna så tycks *samhällsnytta* vara pudelns kärna. Hur definierar vi samhällsnyttan? De *samhällsekonomiska* kalkyler som hittills använts i Göteborg har rört sig med kortare tidsperioder och mindre summor (bild nästa sida).

¹² Källan till FG är bygglovarkivet. Där det gamla höjdsystemet använts så har 10 m dragits från höjdangivelsen. (Ex: +12,80 i GH88 blir +2,80 i RH2000; den relativa skillnaden är egentligen 9,953 m).

¹³ Sannolikheten för en 100-årshändelse de närmaste 100 åren är idag 63%, och 87% de närmaste 200 åren. En 10-årshändelse kommer med 65% chans inträffa inom de närmaste 10 åren, men nästan säkert inom de närmaste 50 åren (99% chans), etc.

¹⁴ Framförallt Gullbergsvass sätter sig. En hastighet på upp till 10 mm/år innebär att ett älvkant-skydd förmodligen måste byggas med tilltagna höjder. (Göteborg stad 2016). Landhöjningen i Göteborg ligger runt 3 mm/år.

¹⁵ Med reservation för att områdena inte kan jämföras.



Samhällsekonomi (exempel).

Vilka: Lokalförvaltningen Göteborg, 2018-

Vad: Solpaneler för 30 miljoner om året blir lönsamma efter 20 år i om energibesparing.

Var: Alla nybyggda skolor och äldreboenden i Göteborg.

Metod: LCC

Krux: Förutsätter att både bygg- och driftkostnaden är på kommunen. Förutsätter stor miljönytta.

Vilka: Gårdstensbostäder, sent 90-tal -

Vad: samhällsekonomiska kalkyler: renoveringskostnader vägt mot minskad brottslighet, minskad arbetslöshet, mm.

Var: Gårdsten.

Metod: KTH har räknat på samhällsekonomi i 2 rapporter (2008 och 2014)*. Lyckat.

Krux: Förutsätter tydligt uppdrag; samarbete från andra förvaltningar/myndigheter.

Figur 44. Samhällsekonomi i Göteborg.

Med reservation för att den samhällsekonomiska utredningen av Backaplan ger mer kött på benen så tycks den vägen vara stängd för Centralenområdet och Gullbergsvass. (Det beror framförallt på att Trafikverket skyddar sina anläggningar).

Utredningen föreslår följande arbetsgång för bedömning av högvattenskydd fram till 2040:

1. Upprätta förvarningssystem (Trafikverket och staden). (Redan påbörjat).

Varför? Krävs för hantering av tillfälliga skydd till minst 2040 samt för stängning av öppningar i älvskyddet från senast 2040.

2. Installera högvattenlock på återstående 10-tal rör mot älv, kanal och å. (Kretslopp och vatten).

Varför? Behövs för att säkra Trafikverkets anläggningar och framtida högvattenskydd. Kostnaden kan förmodligen hanteras med samhällsekonomiska kalkyler om så önskas. (Förseringskostnader för tåg- och motorvägstrafik kontra 6-8 miljoner för 10 högvattenlock).

3. Bestäm i vilken (tids)ordning olika delar av områdena ska skyddas.

Hur? med utgångspunkt i när vi vill bygga ut: isf först Packhuskajen och planbeskedet vid Kilsgatan

4. Förtydliga motiveringen för att skydda ett område utifrån i TTÖP:s begrepp om samhällsnytta. ("Är det värt det?").

Hur? 1. Vilken effekt får skyddet? Vägs med avstegsprinciperna i TTÖP:

- * kulturmiljö
- * miljövärde
- * samhällsekonomi (inkl. fastighetsvärden)
- * stadsmiljö

2. Kan skyddskostnaden motiveras av skyddseffekten?

5. 2040: hela området skyddat för minst +2.30 med undantag för motiverade avsteg i enlighet med TTÖP.



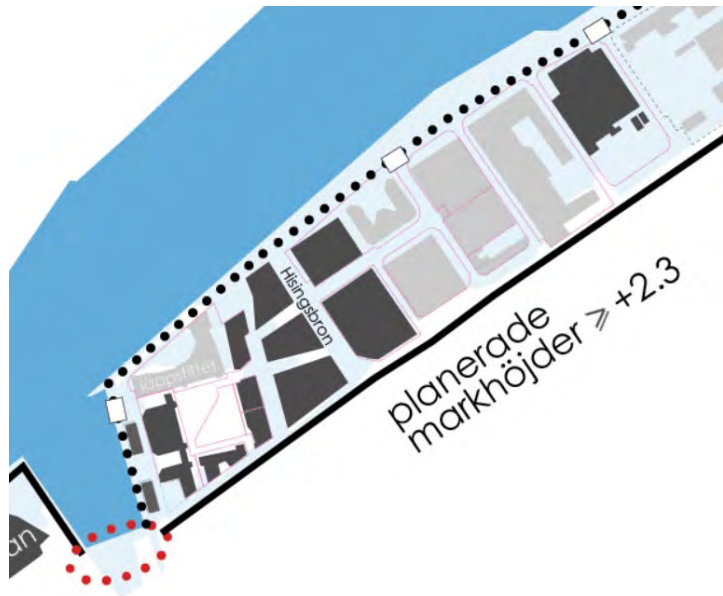
Inom STUP Centralenområdet samordnas arbetet, förslagsvis, i "arbetspaketet" för kajstråket.

För Packhuskajen skulle metoden kunna innebära att vi bedömde kostnaden för att förlänga Park- och naturförvaltningens projekterade skydd. (De röda hålen till höger i inzoomningen av figur 2). Skattecronorna skulle sedan vägas mot andra värden, i det här fallet förmodligen kulturmiljön. Gissningsvis skulle bedömningen vara att förlängningen av skyddet är värd kostnaden i det här fallet. (Samtliga bilder är varianter av fig. 2).

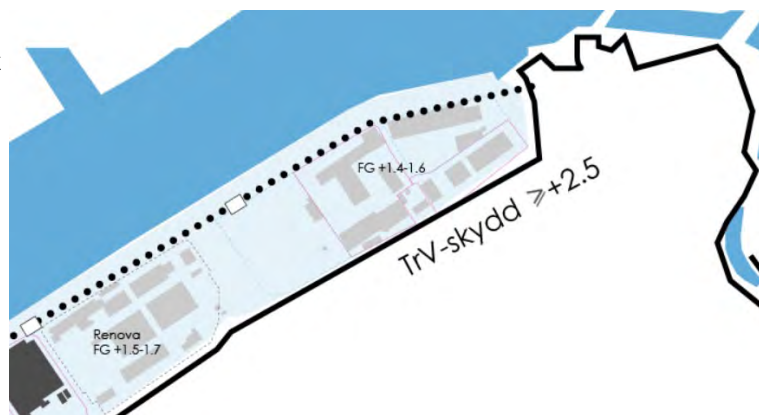


För övriga älvnära kvarter i Centralenområdet så är fallet *kanske* ett annat:

Sträckan Lilla Bommen till Hisingsbron (c:a 370 m) skulle endast skydda mark och Läppstiftet (FG +2,50). De 450 m från Hisingsbron till Swedish Match (Centralen-områdets slut) skulle däremot skydda ett antal oskyddade byggnader med låga färdiga golv (runt +1,4). Områdena skulle kunna bedömas olika mht. TTÖP och högvattenskydd.



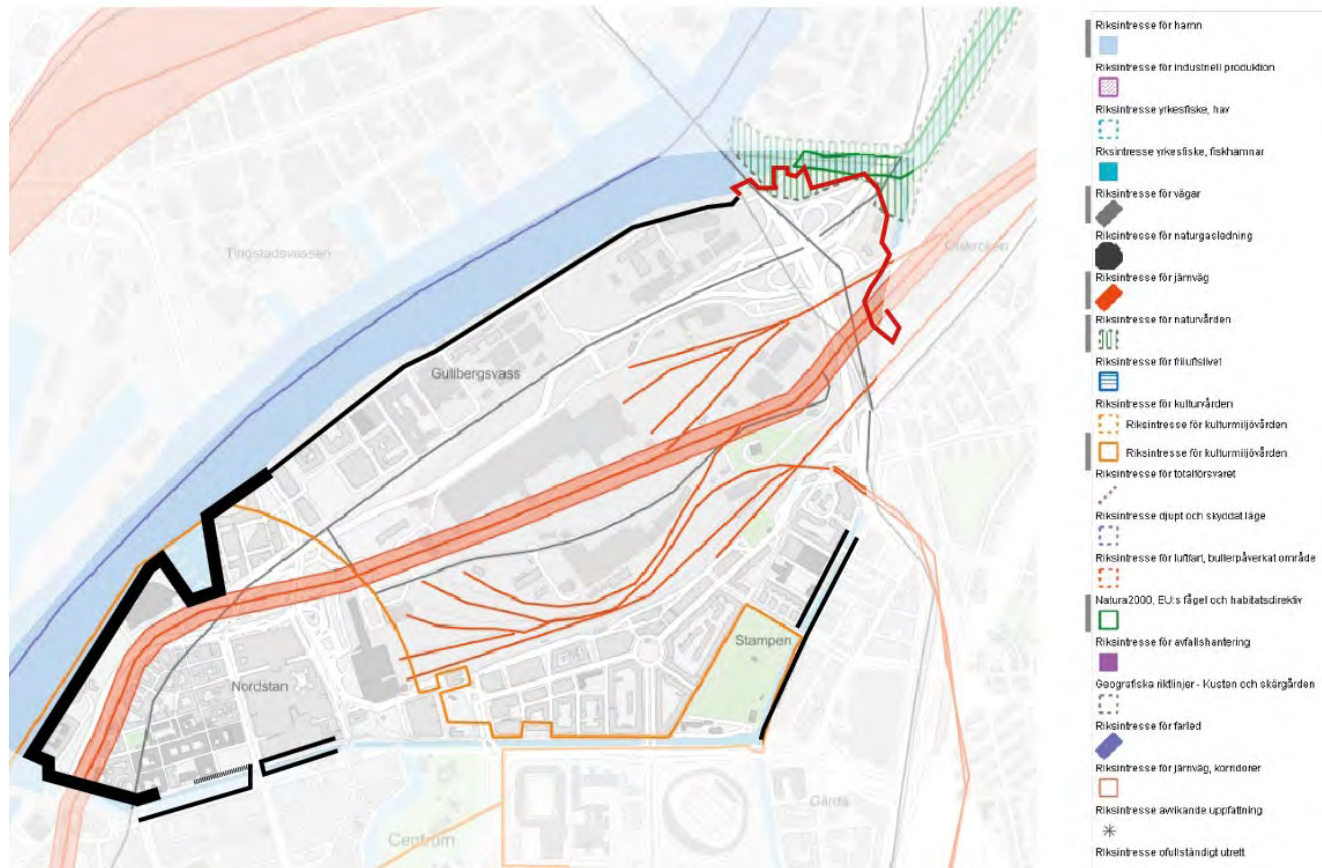
I Gullbergsvass blir förmodligen markens kvalitet avgörande. Om marken måste läggas om så *kan* det vara en mindre extrakostnad att höja den, som i Backaplan. I annat fall *kan* det vara billigare att skydda området med älvskydd.





4.7 Kort om riksintressen

Ett älvkantskydd berör även bland annat **riksintresset** för kulturmiljövården.



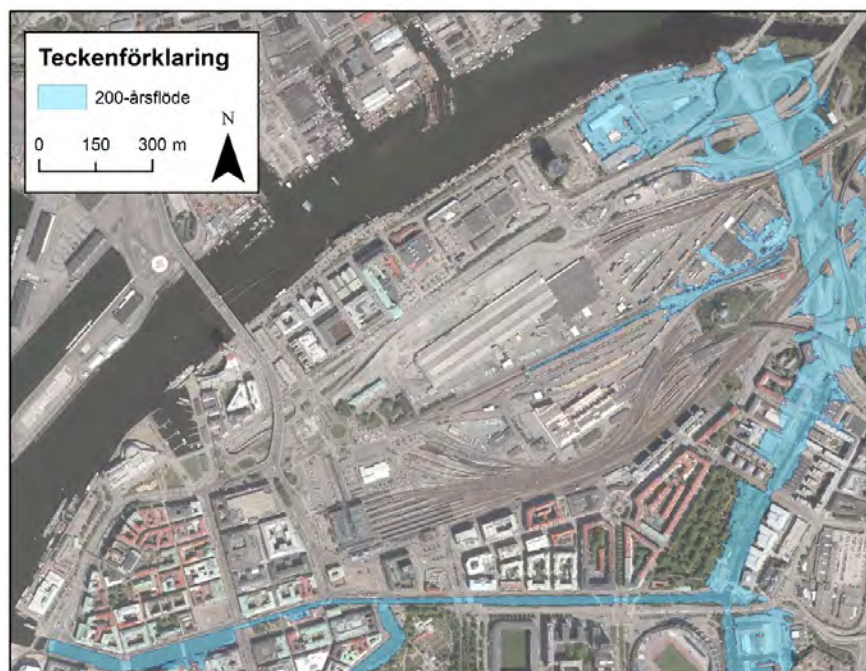
Figur 45. Riksintresset för kulturmiljövården berörs. Trafikverkets egna skydd berör riksintressena för friluftsliv och Natura 2000 i nordöstra hörnet av Gullbergsvass.

Påverkan kan bedömas när eventuella skyddsförslag har utformats. Det görs förslagsvis dels i specifika projekt, dels i STUP:s övergripande arbetspaketet för kajstråket.



5. Höga vattennivåer i vattendrag

Enligt TTÖP ska nya områden dimensioneras för höga flöden med 200 års återkomsttid (se Tabell 1 i avsnitt 2.2). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) genomförde 2013 en översvämningskartering utmed Mölndalsån (MSB, 2013) och resultaten för det klimatjusterade 200-årsflödet år 2098 redovisas i Figur 46. Karteringen visar på betydande översvämningsrisker inom Centralen/Gullbergsvassområdet utmed Mölndalsån och E6:an vid så höga flöden. Dock tar denna kartering inte fullt ut hänsyn till Trafikverkets egna skydd och på senare år genomförda åtgärder för att förbättra kapaciteten i Mölndalsån vid högvatten så som rensning av åfåran och ombyggnaden av Gårda dämme 2013 (Göransson, 2017). Dessutom pågår förberedelser för reglering av Mölndalsån som innebär att Landvettersjön, Rådasjön-Stensjön kommer att kunna förtappas vid prognos om högflöde samtidigt som dämmena vid Nedsjöarna och Härsjöarna stryps. På så sätt kommer reglersystemet av Mölndalsån att klara flöden utan översvämningsrisker i nedre Mölndalsån på upp till 30 % större flöde än år 2006, vilket motsvarar en återkomsttid av mer än 200 år.



Figur 46. Översvämningsutbredning för ett klimatjusterat 200-årsflöde i Mölndalsån (MSB, 2013). Karteringen beaktar ej på senare tid genomförda åtgärder i Mölndalsån.



Resultaten från MSB:s kartering visar sannolikt en värre situation än vad som kan väntas efter genomförda åtgärder. MSB:s kartering visar att området (med de förutsättningar som rådde när karteringen genomfördes 2013) är känsligt för höga flöden i Mölndalsån, men omfattningen av de egentliga riskerna är osäker då karteringen inte fullt ut beskriver dagens situation.

Om åtgärder för skydd mot högvatten i form av älvkantsskydd från Gårda dämme till kulvertering under E6 genomförs så kan även risk för översvämning vid höga flöden begränsas så att området klarar ett dimensionerande klimatjusterat 200-årsflöde.

Eftersom nya områden enligt TTÖP ska planeras för att klara 200-årsflöde kan det i samband med nya detaljplaner finnas behov av att genomföra nya beräkningar för att få en uppdaterad bild av översvämningsrisker längs Mölndalsån. Till följd av att inga detaljplaner inom utredningsområdet påverkas av Mölndalsån har detta inte ingått i denna utredning.

Rekommenderade åtgärder för att minska översvämningsrisker i Mölndalsån till följd av höga flöden, högvattenstånd och extremregn återfinns i *PM angående åtgärder som bör utföras i Mölndalsån inom Göteborgs kommun under de närmaste åren* (Göransson, 2017).



6. Sammanfattning av åtgärdsbehov inom pågående detaljplaner

Nedan ges en sammanställning av åtgärdsbehov inom berörda detaljplaner¹⁶ med hänvisningar till aktuella avsnitt i rapporten där åtgärdsbehoven finns beskrivna. Pågående detaljplaner påverkas ej av höga flöden i vattendrag (se avsnitt 5). Avseende högvatten har samtliga planerade byggnader nivåer för färdigt golv som uppfyller planeringsnivåer med avseende på högvatten för centrala staden enligt TTÖP (se golvnivåer för planerade byggnader i Figur 16). Av Figur 35 framgår att med Trafikverkets högvattenskydd är Nya Hisingsbron och Götaledens överdäckning de detaljplaner där framkomligheten på prioriterade vägar och till byggnader inte kan säkras vid högvatten till nivån +2,3 m. Här föreslås temporära skydd tills ett älvkantsskydd finns på plats. Frågan kommer, för Centralenområdets del, förmodligen att hanteras av ”arbetspaketet” kajstråket.

Götaledens överdäckning

- Skyfallsled Kilsgatan/Gullbergs Strandgata (se avsnitt 3.5)
- Skyfallsled Norra Sjöfarten (se avsnitt 3.5)
- Informera fastighetsägare om behov av objektsskydd för skyfall (se avsnitt 3.3)
- Framkomlighet vid högvatten (temporära skydd)

Nya Hisingsbron

- Skyfallsled Norra Sjöfarten (se avsnitt 3.5)
- Framkomlighet vid högvatten (temporära skydd)

Norr om Nordstan

- Lågpunkt på Kanaltorgsgatan (se avsnitt 3.5)
- Skyfallsled Norra Sjöfarten (se avsnitt 3.5)

Regionens hus

- Informera fastighetsägare om behov av objektsskydd för skyfall (se avsnitt 3.3)

Västlänken

- Skyfallsled Kilsgatan/Gullbergs Strandgata (se avsnitt 3.5)
- Skyfallsled Norra Sjöfarten (se avsnitt 3.5)

¹⁶ Se separat PM för detaljplan Västlänken Station Centralen (Sweco, 2018-09-24)



7. Referenser

- DHI & Sweco. (2017-06-26). *Utformningsaspekter Högvattenskydd*.
- DHI & Sweco. (2018). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker Centrum Södra avrinningsområde*.
- Göransson, C. (2017). *PM angående åtgärder som bör utföras i Mölndalsån inom Göteborgs kommun under de närmaste åren*.
- Göteborgs stad (2009). *Extrema väderhändelser fas 2 Gullbergsvass*.
- Göteborgs stad (2016). *Planeringsunderlag kring markförutsättningar inom Älvstaden: Delområde 5, Gullbergsvass PM Geoteknik*.
- Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden. (2017-12-19). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, tillägg till översvämningsrisker (Utställningshandling)*.
- Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden. (2017b). *Förslag till översiktsplan för Göteborg - bilaga (Utställningshandling)*. Göteborg.
- MSB. (2013). *Översvämningskartering utmed Mölndalsån, Sträckan från Östra Nedsjön till mynningen i Göta älv, Rapport nr: 9, MSB diarienumr 2013-2995*.
- Ramböll (2015). *Älvskydd Lindholmen*.
- Sweco (2014). *Kostnads-nyttoanalys av översvämningsåtgärder i Göteborg – en pilotstudie*. Göteborg: Göteborgs stad.
- Sweco. (2018-09-24). *Utredning av översvämningsrisker för detaljplan Västlänken Station Centralen*.



Bilaga 1. Högvatten utan högvattenskydd men med utbyggda planer.

Bilaga 1.

Översvämningsrisker vid högvatten
modellerat med pågående planer
och projekt samt med Trafikverkets
egna skydd.

Förutsätter backventiler.

Modellering i Scalgo.

