2015-05-13

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

PM - Delområdesbeskrivning Klimatrisker Södra Älvstranden
Arbetsmaterial 150513

Kajen vid Operan vid Stormen Egon Foto: Tora Lindberg Ramböll DHI.

Strategiska avdelningen

Niklas Blomquist

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Innehåll

Allmän del 3
Läsanvisning 3
Strategier klimatförändringar 4
Områdesspecifik del 7
Områdesförutsättningar 7
Dimensionerande Scenarier 10
Dagens risker 15
Framtida risker 19
Utgångspunkter för vidare arbete 22
Befintliga skyddsvärden och funktioner 22
Nyexploatering 22
Fortsatt utredning 23
Underlag 24
Kartor 24
Visualiseringar 24
Rapporter 24
GIS-Underlag 25

Bilaga: Handläggarstöd - Översvämning[1]

[1] K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Text\Handläggarstöd - arbetsversion

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Allmän del

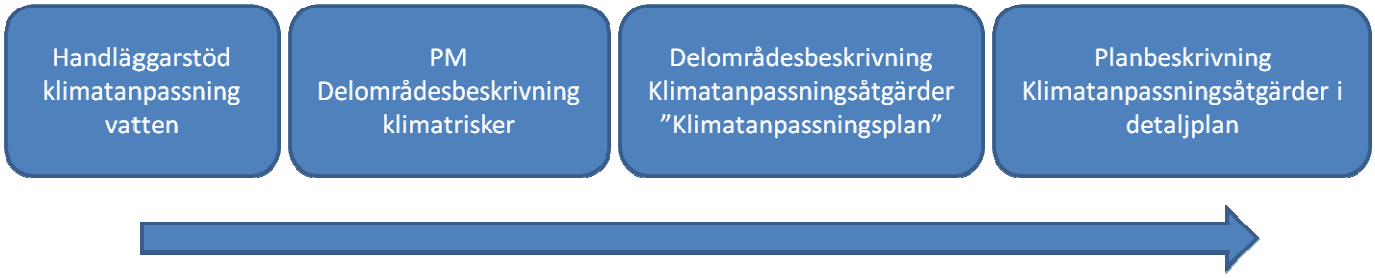
Läsanvisning

Föreliggande PM utgör en övergripande sammanfattning av dagens och framtida klimatrisker för ett delområde inom Göteborg stad. Syftet är att fungera som stöd i Stadsbyggnadskontorets planeringsarbete med avseende på hantering av klimatrisker och ge underlag för framtagande av planbeskrivning. PM:et kan inte alltid förutsättas ge tillräckligt underlag utan kan behöva kompletteras med mer detaljerade beskrivningar av risker och åtgärdsbehov för respektive detaljplan. PM:et presenterar en sammanställning av befintligt underlag som bedöms relevant. I särskilt avsnitt hänvisas till källmaterial i form av kartor och rapporter som underlag för mer detaljerad beskrivning av riskbilden i lokal skala. Då dokumentet i huvudsak är avsett för internt bruk refereras ibland till interna sökvägar för åtkomst av refererat material.

Anvisningar för klimatanpassning återfinns i Stadsbyggnadskontorets PM ”Handläggarstöd översvämning”[2].

Utifrån föreliggande PM som utgör en beskrivning av den klimatrelaterade riskbilden för delområdet samt SBK:s handläggarstöd är tanken att en delområdesvis beskrivning av klimatanpassningsåtgärder - klimatanpassningsplan ska utarbetas för området. Klimatanpassningsplanen ska ge en övergripande beskrivning och plan för nödvändiga åtgärder för att klimatsäkra området på medellång sikt (tom år 2070). Viktiga frågor att beskriva i klimatanpassningsplanen:

- Behov, lokalisering och utformning av högvattenskydd för att ge skydd fram till år 2070 bäst anpassas i området.
- Hur strategier i handläggarstöd avses tillämpas bla hur nödvändiga funktioner under en översvämningssituation ska säkras
- Övergripande principer för hantering av skyfall tex i form av prioriterade vattenstråk och hur åtgärder för dagvatten och skyfall ska samordnas med högvattenskydd.
- Genomförandeplan av klimatanpassningsåtgärder



Figur1: *Förslag till schematisk process för utredningsprocess klimatanpassning*

Klimatanpassningsplanen ska övergripande beskriva nödvändiga åtgärder för klimatanpassning utifrån områdets befintligheter och utvecklingsplaner. Utan en övergripande plan finns annars en risk att enskilda åtgärder inte medverkar till en samhällsmässigt god helhetslösning av klimatanpassningsåtgärder. Även om delområdena tar ett samlat grepp gällande klimatanpassningsåtgärder är det nödvändigt att ta hänsyn till angränsande områden. Utgångspunkt

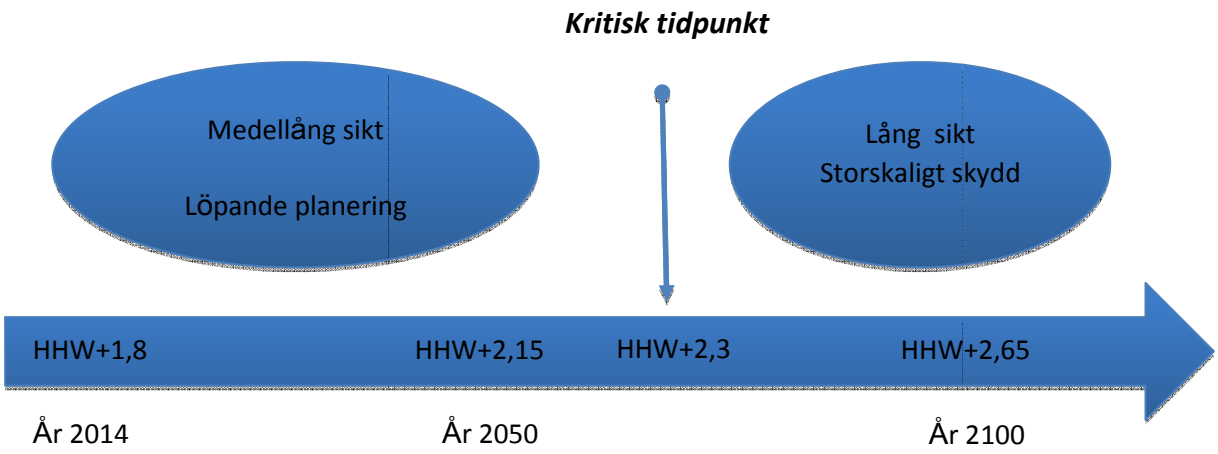
[2] K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Text\Handläggarstöd - arbetsversion

för staden är att respektive område utgår ifrån dess möjlighet att bidra till en god helhetslösning på avrinningsområdesnivå. Därför måste även effekterna för avrinningsområdet studeras och beaktas.

Strategier klimatförändringar

Översvämningar från havet

IPCC, FN:s klimatpanel anger ett intervall mellan 0,3 m upp till 1 m till 2100 som de yttre gränserna för havsnivåhöjningen. Bakgrunden till dessa siffror är olika utsläppsscenarier och hur högt jordens medeltemperatur förväntas stiga som ett resultat av dessa. För klimatpanelens värsta scenario anges medelvärdet för förväntad havsnivåstigning till 0,7 m med en maxnivå på 0,98 m. Göteborg stad har utifrån IPCC:s senaste rapport (2013) bedömt att gällande planeringsskyddsnivåer är tillräckliga för att säkra skydd och ge tillräckligt god framförhållning för att planera för ett långsiktigt skydd mot stigande havsnivåer. Utifrån gällande planeringsnivåer och förväntad klimatutveckling har staden utvecklat en strategi mot stigande havsnivåer som är uppdelad i skydd på medellång respektive lång sikt där den grundläggande utgångspunkten är att ha 0,5 m marginal till en översvämningsnivå med 200 års återkomsttid (figur 2). Utifrån dagens kunskap kommer takten på havsnivåökningen innebära att marginalen i dagens planeringsnivåer försvinner år 2070, vilket innebär att det då finns ett behov av ett mer långsiktigt tekniskt skydd för att skydda staden. Staden fortsatta förhållningssätt är att löpande följa utvecklingen och bedöma behovet av anpassning efter SMHI:s bedömningar av framtida havsnivåer i Göteborg baserat på IPCC:s resultat.



Figur 2: *Illustration över strategi för översvämningsskydd på kort till medellång sikt respektive lång sikt*

Anvisningar för hur översvämningsrisker ska beaktas i den löpande planeringen finns beskrivet i Stadsbyggnadskontorets handläggarstöd – klimatanpassning vatten.

Oavsett utformning av långsiktig teknisk lösning kommer staden behöva etablera skydd mot högvatten längs älvkant. Även om behovet utifrån gällande klimatscenario idag inte anses akut så behövs skyddet på sikt och framför allt behövs det för att säkerställa markens lämplighet som prövas inom ramen för PBL process. En förutsättning för exploatering av lågt liggande älvnära områden är därför att det finns en konkret genomförandeplan där respektive delområde ansvarar för att visa hur man säkerställer acceptabel risknivå fram tills att ett långsiktigt skydd finns på plats. Utan en konkret genomförandeplan finns överhängande risk att den exploatering som planeras inom Älvstaden inte

är genomförbar då markens lämplighet inte kan anses säkerställd. Ett skydd bör planeras till minst nivån +2,3 m och möjligheten till 1 m påbyggnadsbarhet ska beaktas.

I figur 1 redovisas en uppskattning av hur havsvattennivån kommer förändras i framtiden baserat på SMHI:s regionala klimatanalys gällande havsvattenstånd[3],[4]. Vid planering är det viktigt att ha med sig att havsnivåutvecklingen innebär att frekvensen då lågt liggande områden översvämmas kommer öka på sikt. En generellt höjd medelvattennivå kan också få konsekvenser för dagvattensystemens flödeskapacitet och påverka grundvattenytans läge i älvnära områden.

Tabell 1: *Uppskattning av framtida högvatten med olika återkomsttid för centrala staden år 2014, 2070 och år 2100.*

År	MW	10 år	20 år	50 år	100 år	200 år
2014	0,15	1,5	1,5	1,7	1,9	2,0
2070	0,45	1,8	1,8	2,0	2,2	2,3
2100	0,87	2,1	2,2	2,4	2,6	2,65

Skyfall och Höga flöden i vattendrag

Ett förändrat klimat innebär ökad risk för översvämningar orsakade av nederbörd och höga flöden i vattendrag. Staden arbetar under 2015 med framtagande av strategier för hur dessa risker ska beaktas i den löpande planeringen. Till dess att strategier är tillämpbara är den övergripande principen att riskerna ska beskrivas och att konsekvenserna ska vara hanterbara. För nederbörd ska effekter av klimatanpassat 100 års regn beaktas och för samhällsviktiga funktioner ska även 500 års regn. För höga flöden i vattendrag gäller tills vidare Länsstyrelsens riktlinjer i publikation ”Stigande Vatten”[5]. Detta innebär att 100, 200 års flöden samt beräknat högsta flöde ska beaktas.

Tillgängligt underlag och verktyg

I avsnitt ”Underlag” redovisas en sammanställning av allt tillgängligt underlag som kan vara till hjälp för arbetet med klimatanpassningsåtgärder. Nedan redovisas tillgängligt kartunderlag.

Översvämningsrisker hav

Översvämningseffekter har simulerats för följande tre scenarier:

- Översvämning år 2014 - nivå +2,0 m i centrala staden
- Översvämning år 2070 – nivå +2,3 i centrala staden
- Översvämning år 2100 – nivå +2,65 i centrala staden

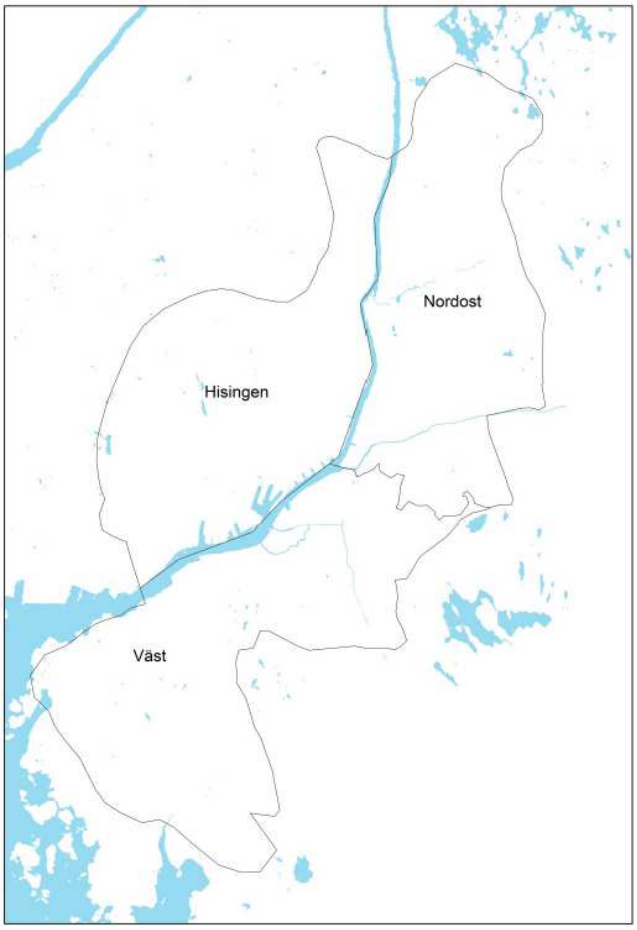
Förutom de kartutsnitt som presenteras i rapporten som visar maximal översvämningsutbredning finns även underlag som visar även maximal flödeshastighet och strömningsvägar. Det mest a av presenterat kartunderlag finns även i GIS material, se mer i avsnitt ”underlag”.

[3] SMHI Rapport nr 2011-45: Uppdaterad klimatanalys av havsvattenstånd i Västra Götalands Län
[4] Bygger på SMHI:s värden för Torshamnen men antagande om gradient på sträckan Torshamnen-Rosenlund 0,1 m för 10-20 års händelser, 0,2 m för 50 års händelse och 0,3 m för 100 och 200 års händelser.
[5] Länsstyrelserna i Värmlands och Västra Götalands län 2011: Stigande vatten - En handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden.

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Nederbörd

Staden har genomfört en skyfallsmodellering för stora delar av centrala staden, den sk. ”mellanstaden” där effekterna av ett klimatanpassat regn studerats (figur 3). Underlag finns tillgängligt för klimatanpassade 100 respektive 500 års regn uppdelat i tre modellområden: Hisingen, Nordost och Väst.



Figur 3: *Utredningsområde för skyfallsmodellen och uppdelning i modellområden*

Höga flöden

Gällande höga flöden finns underlag dels ifrån projekt hydromodellen som genomförts av Göteborg stad och från översvämningskartering utförd av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). Inom hydromodellen har kombination av högvatten i havet med ”normalhöga” (2 års) flöden i vattendrag (Kvillebäcken, Säveån, Mölndalsån) studerats. MSB har genomfört översvämningskartering för Säveån, Mölndalsån och Göta älv som bygger på höga flöden i vattendrag kombinerat med en nivåsituation i havet som motsvarar dagens högsta högvatten. MSB:s underlag beskrivs mer i detalj i avsnitt ”Dimensionerande scenarier”. Vid klimatanpassningsåtgärder i anslutning till vattendrag behöver både effekter av högvatten i havet och höga flöden beaktas samt en kombination av dessa.

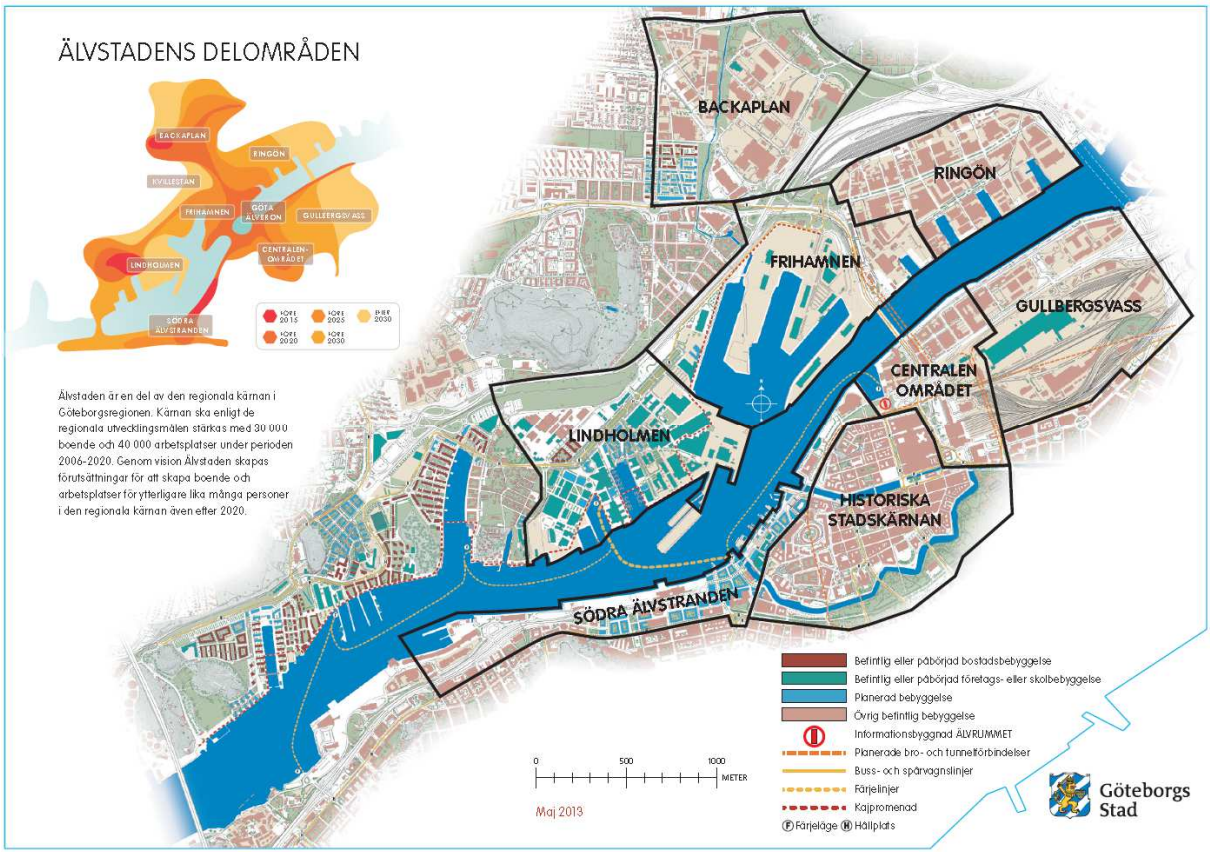
Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Riskbedömning översvämningar

Staden håller på och utvecklar en metod för riskbedömning av översvämningsrisker. Resultatet beräknas finnas tillgängligt under hösten 2015. Syftet är att utveckla ett verktyg som ska vara till hjälp för att bedöma översvämningsrisk vid planeringsarbete, framförallt som underlag för att värdera skyddsbehov av befintliga funktioner och skyddsobjekt. Metoden kommer i stort baseras på en arbetsgång som går ut på att definiera analysområdet och identifiera relevanta verksamheter och erforderlig infrastruktur, därefter utvärderas platsspecifika sannolikheter för relevanta kombinationer av "plusnivå/varaktighet" samt de konsekvenser som bedöms uppstå.

Områdesspecifik del

Områdesförutsättningar



Figur 4: *Älvstadens delområden*

Planeringsnivåer

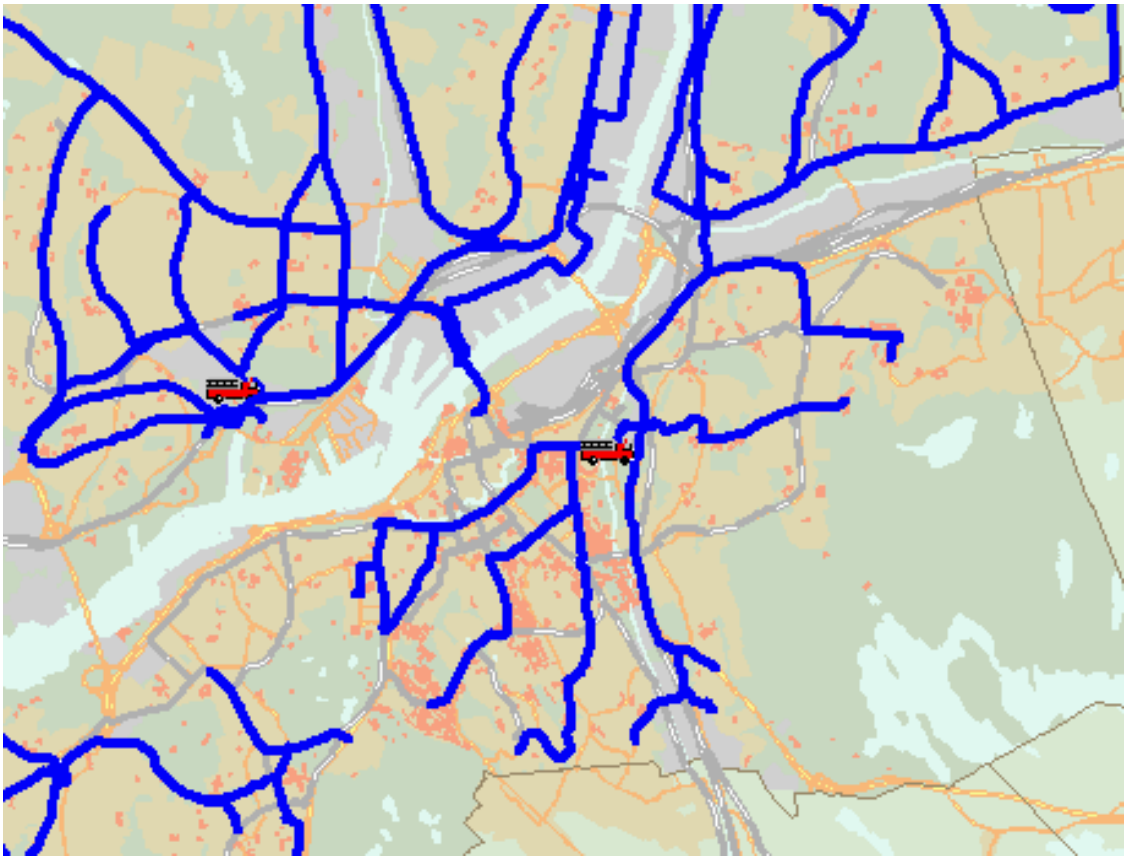
Göteborg stad tillämpar planeringsskyddsnivåer för att minska risken för översvämningar orsakade av havet och dessa är uppdelade i tre geografiska områden. Detta eftersom vattennivån mellan kusten och längs älven varierar. Dessa områden utgörs av:

- Kusten och området utanför Älvsborgsbron
- Centrala staden (mellan Älvsborgsbron och Marieholmsbron)
- Norr om Marieholmsbron

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

För Lindholmen gäller planeringsnivåer för centrala staden dvs +2,8 för färdigt golv och +3,8 för samhällsviktiga anläggningar.

I SBK:s handläggarstöd anges principer för vidare arbete med översvämningssäkring. Utöver planeringsnivåer för byggnader ska även funktioner i form evakueringsvägar och framkomlighet för Räddningstjänst garanteras under en översvämningssituation. För att säkra evakueringsfunktion krävs GC-vägar med som mest 0,2 m vattendjup till och från planområdet och för räddningstjänstinsats gata med max 0,5 m djup. Normalt sker sjuktransport via ambulans och att behöva använda Räddningstjänst för att upprätthålla sjuktransport under extremhändelser i en ny stad kan diskuteras, särskilt då gällande klimatscenarier indikerar att dagens extremhändelser kommer ske allt mer frekvent. I planeringen behöver därför också behov av att säkra framkomlighet för polis och ambulans övervägas. Både dessa resurser använder idag vanliga personbilar vilket innebär max översvämningsdjup på ca 0,2 m om framkomlighet ska garanteras. Vidare måste strategiskt viktiga vägar och kommunikationsstråk säkras. Ovanstående utgör övergripande utgångspunkter för översvämningssäkring men det krävs en mer detaljerad riskanalys av respektive område för att i detalj fastställa skyddsbehov. I figur 5 visas Räddningstjänstens prioriterade utryckningsvägar.

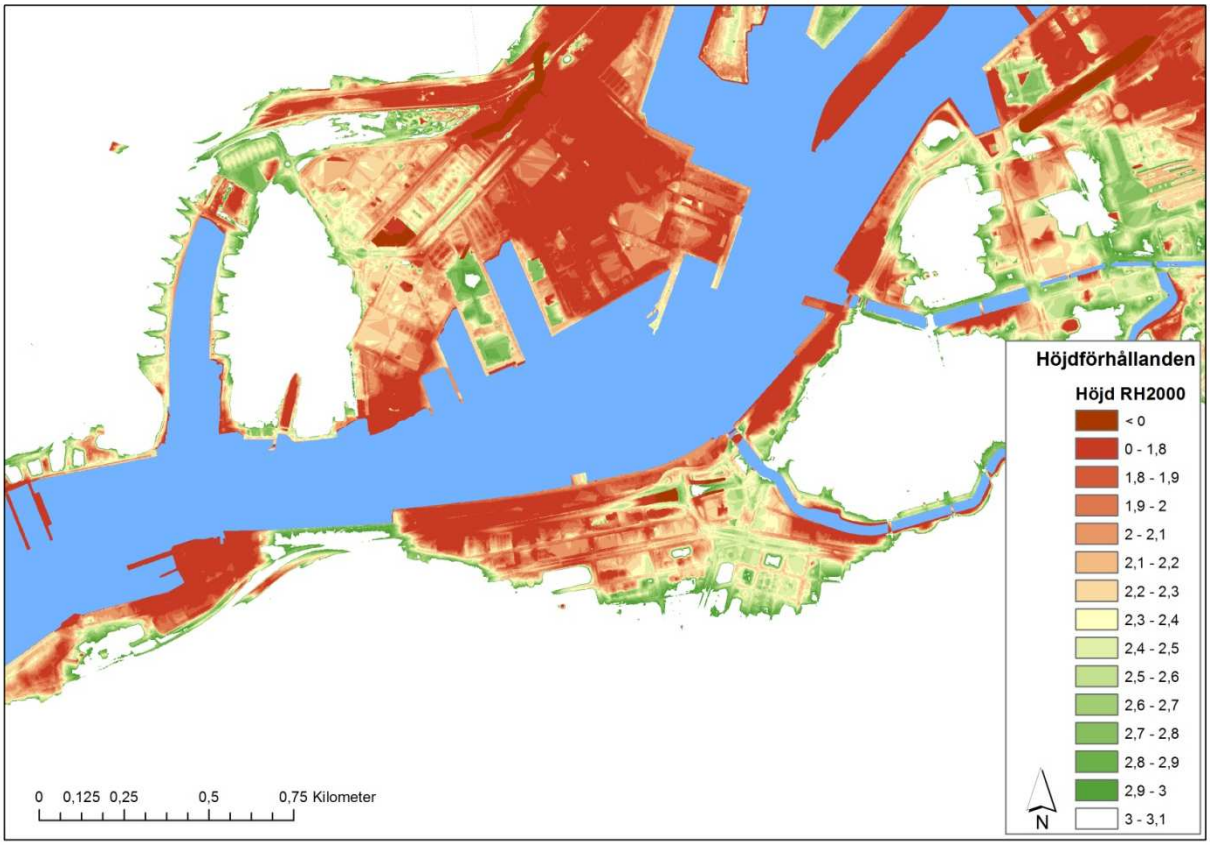


Figur 5: *Prioriterade utryckningsvägar och distrikt för Räddningstjänsten*

Topografiska förhållanden

Stora delar av området ligger under gällande planeringsnivåer för nomalt byggande (+2,8) (figur 6) och det finns ett flertal områden som redan idag har dokumenterade översvämningsproblem.

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret



Figur6: *Topografiska förhållanden Södra Älvstranden, markhöjd angiven i m.ö.h. RH2000*

Befintliga skyddsvärden och funktioner

En övergripande sammanställning av samhällsviktiga anläggningar med fokus på kommunalteknisk försörjning under nivå ca +3 meter redovisas nedan. En vidare kartläggning bör ske inom ramen för kommande planarbete.

- Samhällsviktiga anläggningar
  - Tre nätstationer
  - En avloppspumpstation
  - Rosenlundsverket - fjärrvärmeanläggning
  - En belysningscentral
- E45/Götatunneln - Trafikintensitet på E45 ca 73 000 ÅDT år 2014[6] i båda riktningar .

[6] Trafikverket Vägtrafikflödeskarta 2014: http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Rekommendation för planbeskrivning

Planhandläggare beskriver förekommande skyddsvärden och funktioner enligt exempel för området ovan.
Planhandläggare kompletterar med övergripande info om skyddsvärden och befintliga funktioner. En viktig fråga gäller risken för samhällsviktiga anläggningar. Planhandläggare ansvarar för att inhämta beskrivning om anläggningens skydd och såbarhet från anläggningsägare.

- *Har anläggningens sårbarhet mot översvämningsrisker beskrivits*
- *Vilka åtgärder har vidtagits*
- *Till vilken nivå är anläggningen översvämningssäkrad*
- *Vilka åtgärder planeras*

Information om vilka anläggningar som berörs kan erhållas från GDA via GIS analys, Strategiska kan ge info om anläggningstyp då detta är sekretessklassad information.

Dimensionerande Scenarier

Redovisat underlag gällande höga flöden och höga havsnivåer baseras på MSB:s kartering kombinerat med hydromodellens resultat där MSB visar effekt av höga flöden i Göta älv och Mölndalsån (Kanalerna) och hydromodellen visar effekten av högvatten i havet år 2014, år 2070, år 2100. Gällande skyfall så baseras redovisat underlag på klimatanpassat skyfall motsvarande 100 års respektive 500 års regn.

MSB:s översvämningskartering

I föreliggande rapport redovisas översvämningsresultat gällande höga flöden i vattendrag från MSB:s översvämningskartering[7]. Översvämningseffekter för Göta älv har studerats för följande flöden:

- Q260 m^3/s avser flödet 260 m3/s i Göteborgsgrenen och speglar ett flöde något lägre än den högsta tillåtna tappningen vid Vargön. Flödet har kombinerats med en tillrinning i Säveån och Mölndalsån som motsvarar en återkomsttid på 50 år.

- Q1030 m^3/s i Göta älv avser högsta tappning vid Vargön enligt vattendom. Flödet har kombinerats med en tillrinning i Säveån och Mölndalsån som motsvarar en återkomsttid på 50 år.

- Q1200 m^3/s avser tappning vid Vargön som inträffade år 2001 när Vänerns nivå var hög. Flödet har kombinerats med en tillrinning i Säveån och Mölndalsån som motsvarar en återkomsttid på 50 år.

- Q1400 m^3/s motsvarar den beräknade högsta tappning som bedömts kunna hanteras tekniskt vid Vargön. Flödet har kombinerats med förväntade klimatanpassade (år 2098) tillrinningar i Säveån och Mölndalsån motsvarande en återkomsttid på 100 år.

[7] MSB 2013: Översvämningskartering utmed Göta Älv och Nordre Älv, Rapport nr 8, 2013-11-22

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Tabell 2: *På följande platser har tappningar vid Vargön och tillkommande inflöden beräknats.*

Plats för beräknat flöde	Scenario Q260 [m³/s]	Scenario Q1030 [m³/s]	Scenario Q1200 [m³/s]	Scenario Q1400 [m³/s]
Vargön kraftverk	-	1030	1200	1400
Ovan förgreningen till Nordre älv	-	1150	1360	1560
Göteborgsgrenen	260	316	360	435
Göta älv mynning	419	475	519	642

- Vid det simulerade flödet 260 m^3/s i Göta älv nedströms förgreningen med Nordre älv, har havets nivå vid Torshamnen antagits vara +1,04 meter (MHW1 2012 års klimat).

- Vid de simulerade flödena 1030 m^3/s och 1200 m^3/s från Vargön har havets nivå antagits vara +1,74 meter (MHW1 2100 års klimat).

- Vid det simulerade flödet 1400 m^3/s från Vargön har havets nivå antagits vara +1,81 meter (HHW2 2100 års klimat). Alla nivåer i höjdsystem RH2000.

Simulerade flöden kan jämföras med nuvarande vattendom som medger en högsta tappning vid Vargön på 1030 m^3/s. I januari år 2001 nådde Vänern den högsta nivå sjön haft sedan dammanläggningen i Vargön byggdes på 1930-talet. För att förebygga att Vänerns nivå skulle stiga ytterligare frångicks då vattendomen och 1190 m^3/s tappades från Vargön som högst under en begränsad tid. En bedömning av kapaciteten hos dammutskoven vid Vargön och de tekniska möjligheter som finns för att tappa mer vatten än vad som gjordes år 2001 har utförts. Vid mycket höga vattenstånd i Vänern finns möjligheter att tappa några 100-tals m^3/s mer än vad som gjordes i januari år 2001. Därför har 1400 m^3/s från Vargön använts som ett högsta flödesscenario för Göta älv. (MSB 2013)

Följande antaganden har gjorts vid beräkningarna:

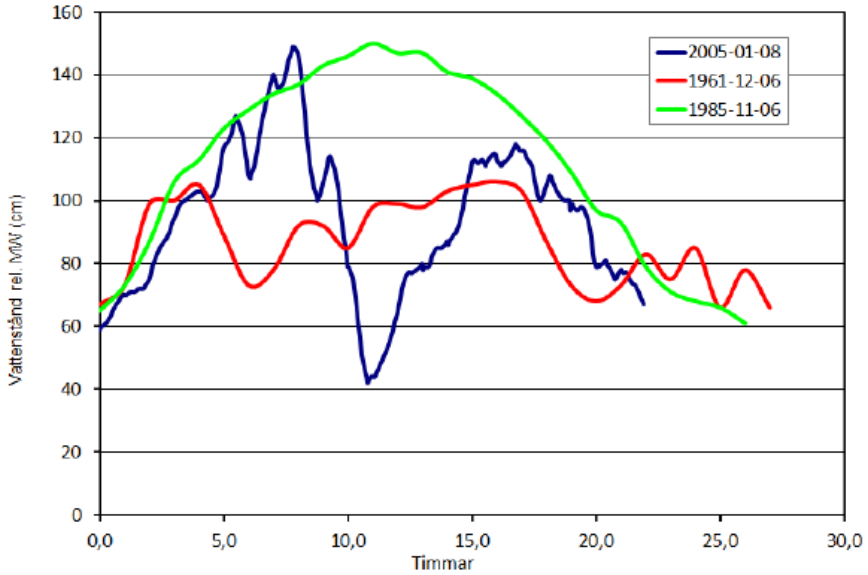
- Alla dammar och broar står kvar vid höga flöden.
- Simuleringarna bygger på att vattnet är rent. I verkligheten följer träd, buskar och jord med.
- Vid dammar har antagits att tappning motsvarande produktionstappning sker upp till dämningsgräns, däröver antas att alla utskov är helt öppna.
- Ingen tappning sker genom kraftverkens turbiner vid de flöden som har simulerats.
- Vid det simulerade flödet 260 m^3/s i Göta älv nedströms förgreningen med Nordre älv, har havets nivå vid Torshamnen antagits vara +1,04 meter
- (MHW1 2012 års klimat). Vid de simulerade flödena 1030 m^3/s och 1200 m^3/s från Vargön har havets nivå antagits vara +1,74 meter (MHW1 2100 års klimat).
- Vid det simulerade flödet 1400 m^3/s från Vargön har havets nivå antagits vara +1,81 meter (HHW2 2100 års klimat). Alla nivåer i höjdsystem RH2000.
- Ingen hänsyn har tagits till vind- och vågpåverkan vid beräkning av vattenstånd.

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Hydromodellen

Hydromodellens resultat visar effekten av en nutida och framtida (år 2070, år 2100) högvattensituation utifrån SMHI:s scenarier gällande framtida havsvattenstånd[8]. Nivåerna som modellerats är +2,0, +2,3 respektive +2,65 i centrala staden utifrån SMHI:s angivna värde i Torsviken med kompensation för att älvens nivå under en extremhändelse antas öka med 0,3 m på sträckan Torsviken - centrala Göteborg. Modellerade scenarier bygger på en verklig översvämningshändelse i samband med ett stormtillfälle 1985-11-06 som motsvarar ett högvattenförlopp på 24 timmar (fig 7). Baserat på dagens kunskap finns inget underlag för att anta att högvattenförloppens karaktär kommer att ändras i framtiden men att de kommer att inträffa oftare. De scenarier som bedömdes relevanta att studera inom ramen för hydromodellen var en 200 års händelse i havet och 2 års högflöde i vattendrag. Detta skulle motsvara effekten av att en extremsituation i havet (200 års händelse) inträffar en regning höst (2 års flöde i åar).

Samvariation mellan höga flöden och högvatten i havet har översiktligt studerats[9]. Slutsatsen är att det finns ett sådant samband men det bedöms inte rimligt att dimensionera åtgärder för ett scenario där extremhändelser kombineras, dvs extremt högvatten i havet och extremflöden i åar. I de översvämningskartor som presenteras från hydromodellen har inte effekten av regn beaktats. En korrelationsstudie mellan regn och havsnivå har utförts men resultatet visar inte på något samband[10].



Figur7: *Tre exempel på höga vattenstånd i Göteborg. Den blå linjen visar vattenståndet under stormen Gudrun från det att vattennivån passerade 60 cm över medelvattenståndet. Den gröna linjen visar förloppet under stormen 1985. Den röda linjen visar ett tillfälle då vattenståndet var högt under lång tid*

---

[8] SMHI Rapport nr 2011-45: Uppdaterad klimatanalys av havsvattenstånd i Västra Götalands Län

[9] Ramböll 2014-12-03: Hydromodell för Göteborg Kostnads-nyttoanalys gällande översvämningsskydd för centrala Göteborg – Simuleringsuppdrag 5.

[10] Ramböll 2014-02-20: Hydromodell för Göteborg. Analys av huruvida där är någon korrelation mellan nederbörd och extrem havsnivå i Göteborgsområdet. Simuleringsuppdrag 1E

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Med hjälp av hydromodellen har översvämningssituationen vid en högvattenhändelse (200 års återkomsttid)simulerats vid tre tillfällen utifrån dagens kunskap om förväntad havsnivåstegring[11]: dagens situation (2014), år 2070 och år 2100. Förutom kartor över maximalt översvämningsdjup finns även kartor som visar maximal strömningshastighet och flödesvägar. För år 2100 har detaljerade kartor i skala 1:2000 tagits fram som visar översvämningsdjup och maximal strömningshastighet som underlag för detaljerad riskbedömning. Observera att kartan över maximal strömningshastighet och maximal utbredning skiljer sig då dessa förhållanden i ett översvämningsförlopp inte inträffar samtidigt.

Skyfallsmodellering

Göteborg stad har låtit utföra en skyfallsmodellering med hjälp av en 2D hydraulisk markavrinningsmodell. Ett framtida 100-årsregn, ett framtida 500-årsregn samt känslighetsanalyser har genomförts. Utifrån resultaten har översvämningsutbredning, vattendjup och flödesriktningar kartlagts. Dessa kartlager samt samtliga modellfiler och resultat från uppdraget finns tillgängliga hos Kretslopp och vatten och Stadsbyggnadskontoret. Även om simuleringar utförts för ett antagande om klimatanpassat regn dvs att ett nederbördstillfälle med samma återkomsttid i framtiden kommer öka i volym med 20% så visar resultaten effekter som kan uppstå idag. Modellområdet motsvarar den s.k. "mellanstaden" vilket är det sammanhängande stadsområdet utanför Göteborgs innerstad som omfattar stadens prioriterade utbyggnadsområden (figur 3). Resultatet innehåller dels maximalt översvämningsdjup men också strömningshastighet.

Enligt Svenskt Vatten P90 ska våra VA-system grovt sett vara dimensionerade för att klara ett regn med 10-års återkomsttid. I verkligheten varierar kapaciteten i systemen och kan vara både högre och lägre, dock oftast lägre. Vid skyfall, dvs. regn med mycket hög återkomsttid (regnet sker sällan), är ledningssystemets kapacitet (förmågan att dränera) begränsad i förhållande till regnvolymen. Vid skyfall kommer stora mängder regn på kort tid och ledningsnätet kan inte klara av att dränera hela regnvolymen.

Hänsyn till ledningssystemets kapacitet har i beräkningarna schablonmässigt tagits genom att reducera volymen av det belastande regnet med volymen för ett 2-årsregn och 5-årsregn för olika delar av Göteborg baserat på information från Göteborgs stad. Detta avdrag har gjorts för alla hårdgjorda ytor som bedömts vara anslutna till befintligt ledningssystem.

Skyfallsmodelleringen har beaktat markens infiltrationskapacitet som låter delar av vattnet infiltrera istället för att rinna av på ytan. På alla genomsläpliga ytor (gräs etc.) har jordlagrens infiltrationskapacitet beaktats.

Regnbelastning

Syftet med skyfallsmodelleringen har varit att bedöma konsekvenserna vid extrema regn, dvs. skyfall med intensitet och volym som vida överstiger ledningssystemets kapacitet. I föreliggande studie har ett 100-årsregn och ett 500-årsregn valts som belastning med en pålagd klimatfaktor på 1.2. Faktorn är angiven av Göteborgs Stad och är i paritet med ett antal olika rapporter i ämnet. En klimatfaktor på 1.2 innebär att ett framtida 100-årsregn och ett framtida 500-årsregn har 20 % mer volym än dagens 100-årsregn och dagens 500-årsregn.

[11] SMHI Rapport nr 2011-45: Uppdaterad klimatanalys av havsvattenstånd i Västra Götalands Län

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Regnet är av typen CDS (Svenskt Vatten P104 sidan 65-67) och har en varaktighet på totalt sex timmar men enbart den mest intensiva 30-minutersperioden har använts som indata till markavrinningsmodellen. Intensiteten för övriga delar av regnet (för- och efterregn) är lägre än bedömd kapacitet för både ledningsnätet och markens infiltrationsförmåga. Simuleringsperioden är satt till 3 timmar.

Vid det framtida 100-årsregnet faller ca 53 mm regn under den studerade 30-minuters-perioden (förregnet har en volym på ca 24 mm). Volymen för dagens dimensionerande 2-årsregn och 5-årsregn är ca 12 mm respektive ca 17 mm. Således har hårdgjorda ytor kopplade till dagvattensystem som kan avbörda ett 2-årsregn belastats med volymskillnaden på ca 41 mm och dagvattensystem som kan avbörda ett 5-årsregn belastats med volymskillnaden på ca 36 mm. Övriga ytor har belastats med hela regnvolymen, dvs. ca 53 mm. Motsvarande volymer för ett framtida 500-årsregn är; ca 91 mm under 30-minutersblocket, ca 40 mm förregn, ca 79 mm belastning vid kapacitet 2-årsregn och ca 74 mm belastning vid kapacitet 5-årsregn.

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Dagens risker

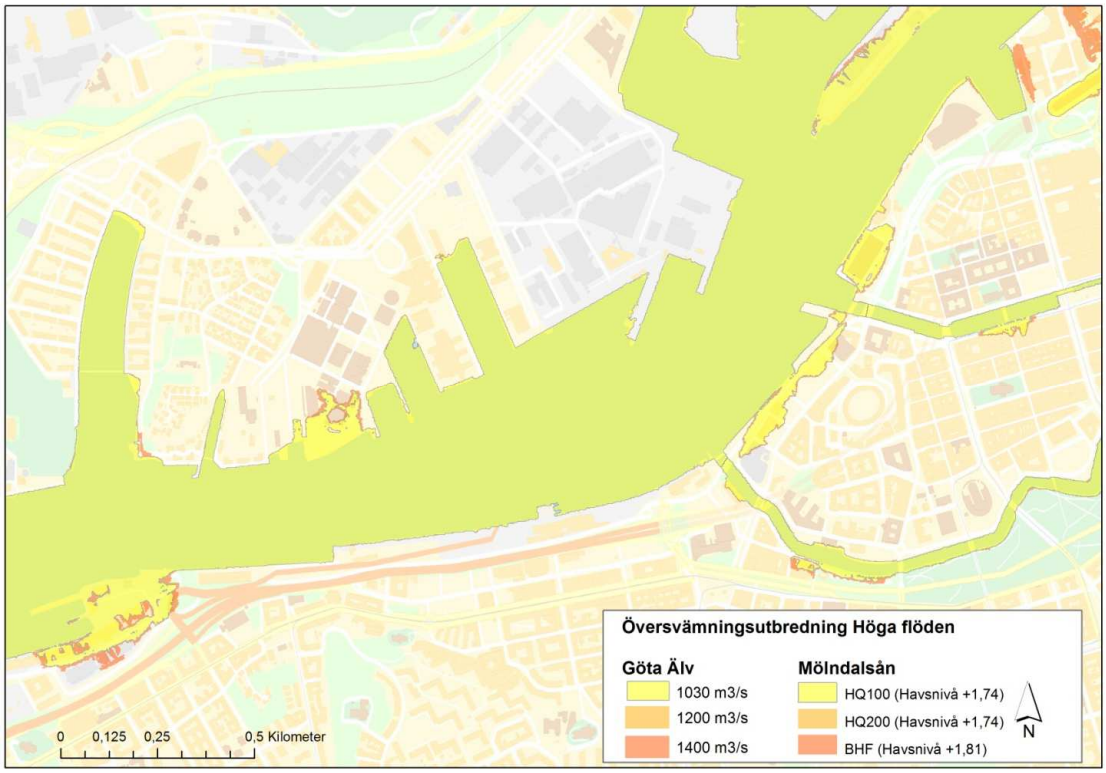
Befintliga skyddsåtgärder

Göta tunneln är översvämningssäkrad till nivå +2,1. För fjärrvärmeverket Rosenlund pågår arbete med översvämningsåtgärder till nivån +2,8[12] och förnyad kartläggning av åtgärdsbehov till nivån +3,8. I övrigt är inga andra översvämningsåtgärder kända i området men nyare bebyggelse följer stadens planeringsnivåer.

Höga flöden

Höga flöden i Göta Älv (kombinerat med höga havsvattenstånd) kan påverka kajområdena vid bl.a. Fiskhamnen, Skeppsbron-Stora Badhusgatan, Casinot (figur 8). Höga flöden i Möndalsån ger höga nivåer i Rosenlundskanalen och Hamnkanalen där bla Pustervikssplatsen och Södra Hamngatan drabbas av översvämningar. Samtliga av ovanstående områden har dokumenterade översvämningsproblem. Simuleringarna baseras på ett vattenstånd som motsvarar dagens extrema högvattensituationer men som kan antas motsvara medelhögvatten år 2100.

I normalfall dvs då det inte föreligger risk att vattendomen för Vänern överskrids kan Vattenfall reglera flödet under högvattensituationer i havet för att minska risken att förvärra översvämningseffekter nedströms. Simulerade flöden i Göta älv är höga och antas ske samtidigt som nivån i havet motsvarar dagens extremsituation (ca 100 års händelse). Det är snarare havsvattennivån än flödena som är styrande för den översvämningseffekt som framgår i figur 8.



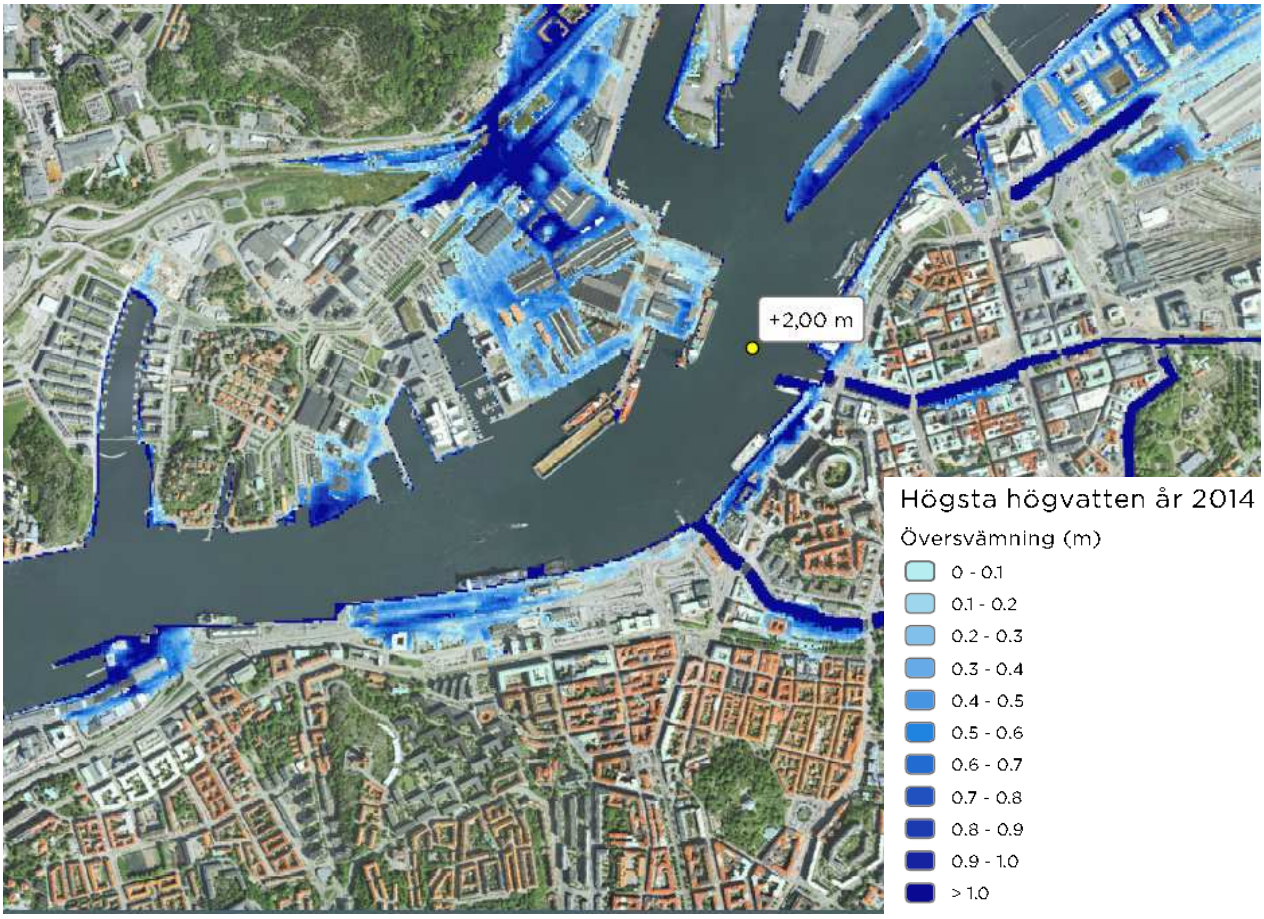
Figur 8: *Översvämningseffekter orsakat av höga flöden i Göta älv och Mölndalsån enligt MSB:s översvämningskartering (MSB 2013)*

[12] Wikström VVS-kontroll AB 2008-03-11: Rosenlund kraftvärmeverk – Risker/Konsekvenser vid högt vattenstånd i Göta älv

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Högvatten

En situation som motsvarar dagens extremhändelse i form av högvatten med 200 års återkomsttid (figur 9) påverkar lågt liggande kajområden.



Figur 9: *Översvämningssituation vid dagens högsta högvatten (200 års nivå) +2,0 m samtidigt med 2 års flöde i Mölndalsån – Kanalerna (HQ2).*[13]

[13] K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Kartor\Översvämning hav\År 2014

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

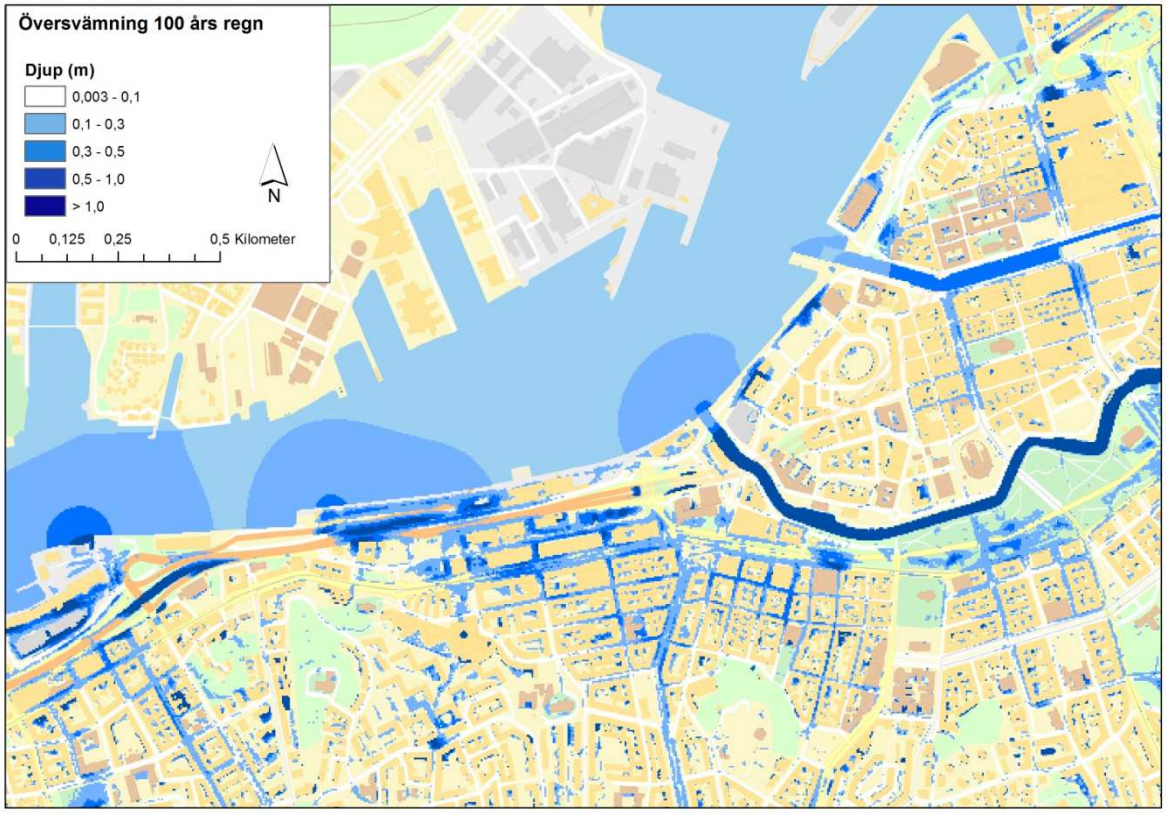
Kraftig nederbörd

En skyfallsmodellering har utförts för att studera effekterna av nederbördsrelaterade översvämningar för stadens utbyggnadsområden för regn med 100 respektive 500 års återkomsttid (CDS regn). Ett extremt regn innebär alltid en risk att lågpunkter och innestängda områden översvämmas.

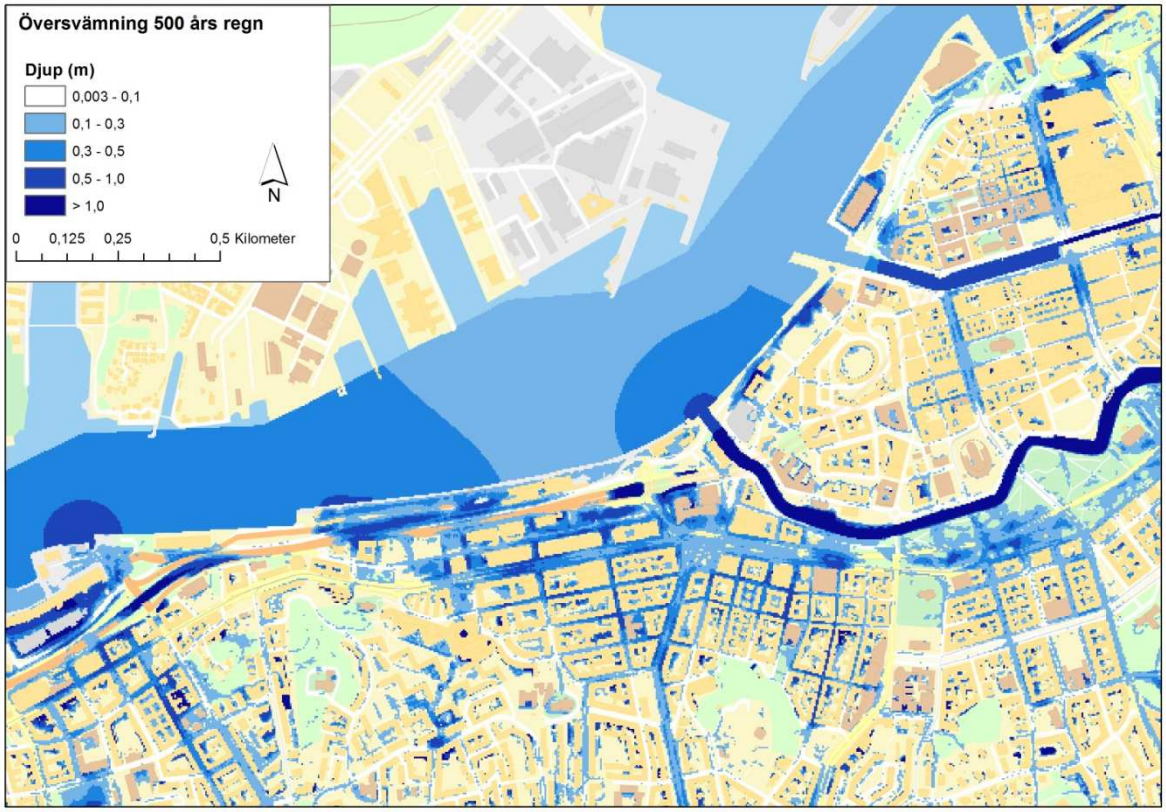
100 och 500 års regn

Ett 100 års regn då vattennivån i Göta älv är omkring det normala innebär för stora delar av området översvämning med upp till 3 dm vattendjup men större djup kan lokalt förekomma (figur 10). Området runt Långgatorna och E45 är områden som kan förväntas få större översvämningsdjup. Effekterna vid ett 500 års regn är likartade men värre dvs samma områden drabbas men med större översvämningsdjup (figur 11).

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret



Figur 10: *Resultat skyfallsmodellen – Simulerad översvämningssituation vid ett 100 års regn*



Figur 11: *Resultat skyfallsmodellen – Simulerad översvämningssituation vid ett 500 års regn*

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

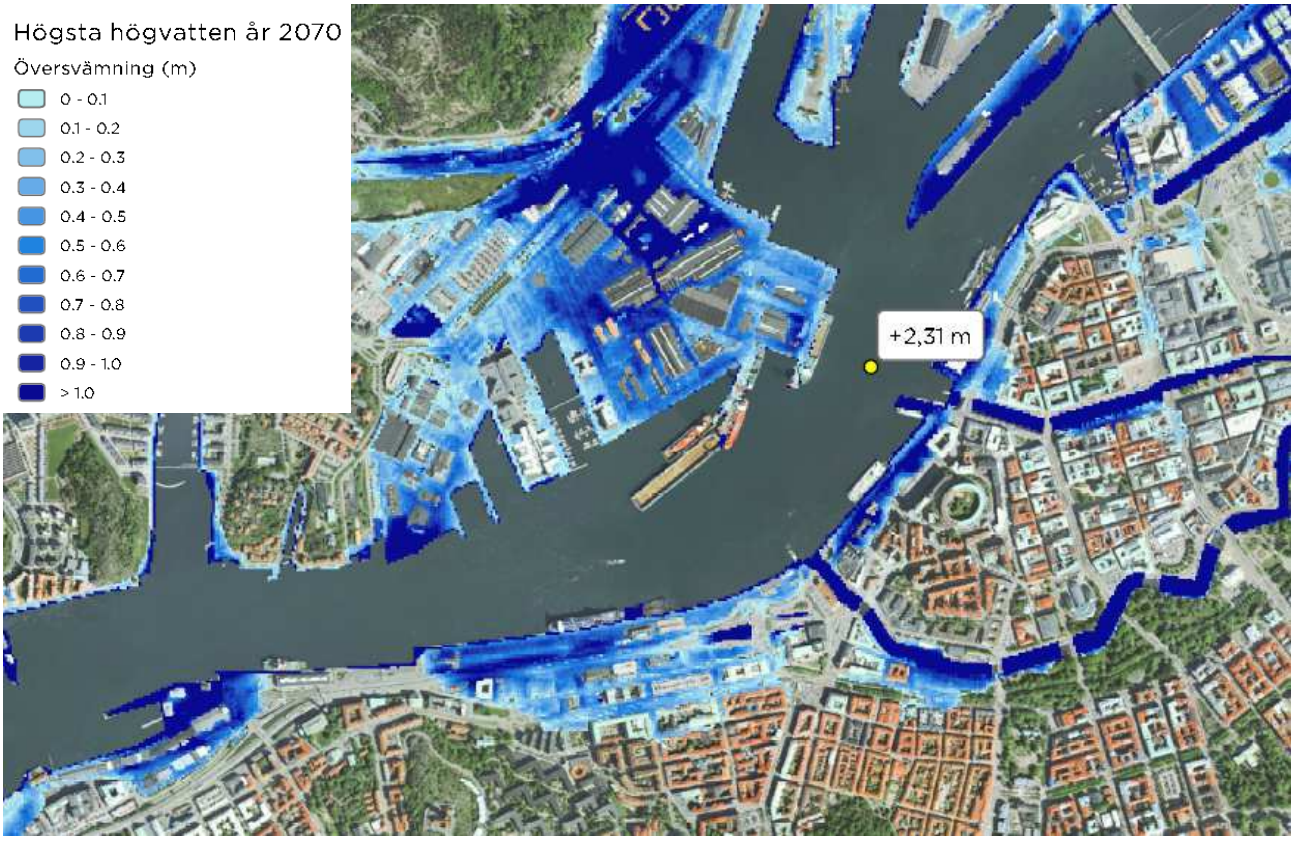
Framtida risker

Höga flöden

Genomförda simuleringar visar att höga flöden i Göta Älv och Mölndalsån kan utgöra en risk för området (figur 8).

Stigande vatten

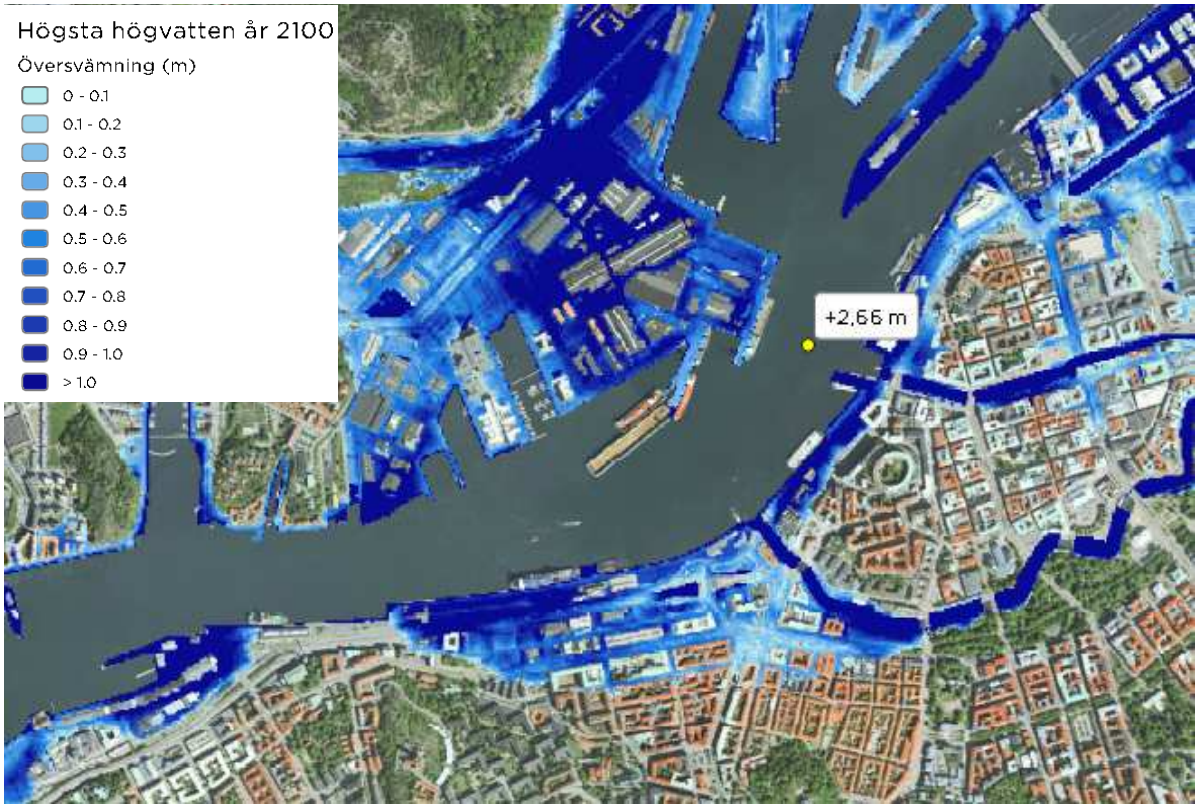
Genomförda simuleringar av framtida vattenstånd (+2,3 m år 2070, +2,65 år 2100) visar att planområdet kan förväntas bli kraftigt påverkat av översvämningar (figur 12, 13).



Figur 12: *Översvämningssituation vid förväntat högsta högvatten år 2070, 200 års nivå +2,3 med en högvattenförlopp om 24 tim vid samtidigt högflöde (HQ2) i Säveån-Mölndalsån*[14].

[14] K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Kartor\Översvämning hav\År 2070

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret



Figur 13: *Översvämningssituation vid förväntat högsta högvatten år 2100, 200 års nivå +2,3 med en högvattenförlopp om 24 tim vid samtidigt högflöde (HQ2) i Säveån-Mölndalsån.*

I figur 14 visas en detaljerad kartbild som visar maximal strömningshastighet och strömningsvägar vid en 200 års översvämning år 2100. För att utläsa vattenhastighet hänvisas till källmaterialet[15], detta material är avsett att kunna användas som underlag för riskbedömning då det anger vattenhastighet och djup (DV) vilket är en kritisk parameter vid riskbedömning vid översvämningar. Observera att maximal strömningshastighet inte sammanfaller med tidpunkten då det råder maximal översvämningsutbredning vilket innebär att kartorna över utbredning och maximal strömningshastighet skiljer sig åt.

[15] K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Kartor\Översvämning hav\År 2100\Detaljerade kartor, HHW2100

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Figur 14: *Detaljerad översvämningskarta*[16] *med djup och vattenhastighet vid förväntat högsta högvatten år 2100, 200 års nivå +2,65 med ett högvattenförlopp om 24 tim.*

Kraftig nederbörd

Framtida extrema nederbördstillfällen kan antas medföra samma effekter som idag d.v.s. att lågpunkter översvämmas med skillnad att det kommer inträffa oftare i framtiden. Staden avser i de fall det är möjligt vidta åtgärder för att på sikt minska konsekvenser av både dagens och framtida skyfall. En viktig del i detta är att identifiera och ge plats för vattenstråk vid kraftig nederbörd då ledningssystemet är fullt. Det ställer dock krav på att vattenfrågan i planeringen (dagvattenhantering, skyfall och högvattenskydd) hanteras ur ett helhetsperspektiv.

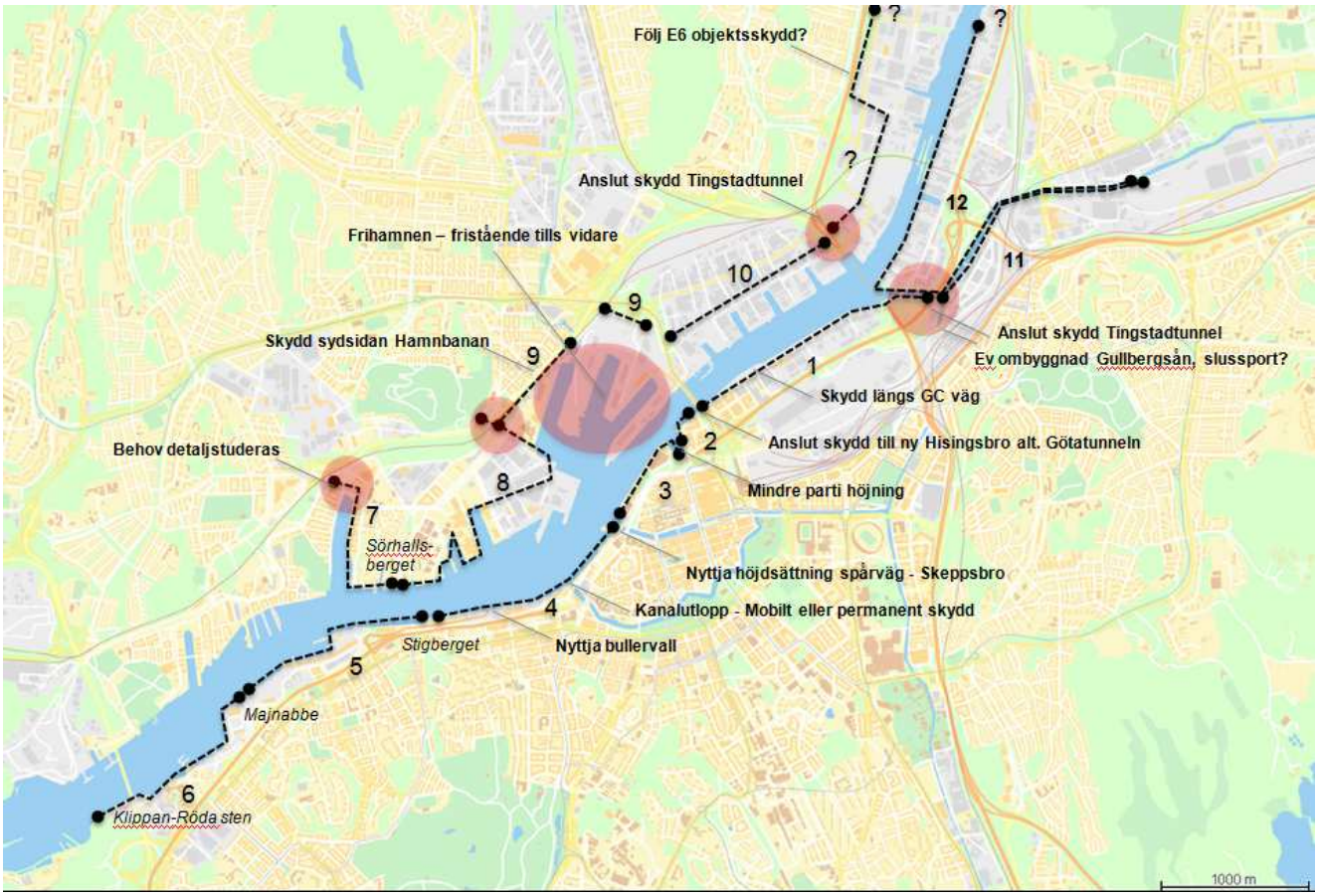
[16] K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Kartor\Översvämning hav\År 2100\Detaljerade kartor, HHW2100 (kartor 1320001782-08-147_HHW2100.pdf/ 1320001782-08-148_HHW2100.pdf)

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Utgångspunkter för vidare arbete

Befintliga skyddsvärden och funktioner

Stora delar av området ligger lågt och måste åtgärdas för att minska sårbarheten mot både nederbördsrelaterade översvämningar och översvämningar orsakade av högvatten i havet. Exempel på möjlig sektionering av ett älvkantskydd redovisas i figur 15. Det bör åligga Älvstadens delområden[17] att ta fram en lokal klimatanpassningsplan som ska omfatta förslag till hantering av både översvämningsrisker från havet (lokal anpassning av älvkantskydd) och skyfall/dagvattenhantering.



Figur 15: *Förslag sektionerings älvkantskydd utifrån planerad exploatering inom Älvstaden*

Anläggning av översvämningsskydd mot havet innebär ökad risk nederbördsrelaterade översvämningar då det skapas instängda områden. Riskavvägning och hur sådan risk kan hanteras får studeras i vidare arbeten.

Nyexploatering

Befintliga planeringsnivåer bedöms tillräckliga för att skapa god robusthet dvs samhällsviktigt +3,8 och underkant golvbjälklag för bostäder +2,8. Gatuprojektering bör ha som mål att vägar som är

[17] Stadsbyggnadskontoret Arbetsmaterial 2015-02-20: Roll- och ansvarsfördelning för Göteborgs stads klimatanpassningsarbete inom Älvstaden – Modell för etablering av älvskydd

viktiga för att säkra framkomlighet och evakuering i första hand översvämningssäkras via höjdsättning och i andra hand via högvattenskydd. Ett högvattenskydd innebär dock inte att det finns förutsättningar att frångå gällande planeringsnivåer för byggnader eller samhällsviktigt. Höjdsättning enligt gällande planeringsnivåer är en viktig del för att skapa robusthet för framtida klimatförändringar.

Fortsatt utredning

Viktiga punkter för fortsatt utredning i en ”klimatanpassningsplan”

- Integrerad lösning för högvattenskydd (älvkantskydd) och dagvattenhantering efter etablering av högvattenskydd inklusive hantering av skyfall
- Prioriterade väg-/gatustråk för att säkra evakueringsvägar och framkomlighet Räddningstjänst, polis, ambulans.
- Säkring av strategiskt viktiga transport och kommunikationsstråk
- Säkring av samhällsviktiga anläggningar och funktioner
- Genomförandeplan älvkantskydd

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

Underlag

Kartor

Sökväg: K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Kartor\

Översvämning Säveån: 1320001782-08-107_Plannivåer_Gullbergsån_Säveån.pdf

Översvämning Kvillebäcken: 1320001782-08-113_Kvillebäcken.pdf

Högvatten 2014: 1320001782-08-118_GBG_010_HQ2014_HHW2014.pdf

Högvatten år 2070: 1320001782-08-119_GBG_011_HQ2070_HHW2070.pdf

Högvatten år 2100: 1320001782-08-120_GBG_012_HQ2100_HHW2100.pdf

Skyfall 100 års regn: Resultat_Skyfallsmodell_100årsNdb.png *(Översiktskarta)*

Skyfall 500 års regn: Resultat_Skyfallsmodell_500årsNdb.png *(Översiktskarta)*

Gbg C 10 års regn: 1320001782-08-23_C_212_CDS10MW_0_15.pdf

Gbg C 100 års regn: 1320001782-08-01_C_200_CDS_100_år_MW_0_15.pdf

Gbg C 500 års regn: 1320001782-08-24_C_212_CDS500MW_0_15.pdf

Visualiseringar

Sökväg: K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Visualiseringar\

Scenarier: Högvatten Gbg C Dagens 100 års händelse (+1,85)

Högvatten Gbg C 200 års händelse år 2100 (+2,55)

Nederbörd 500 års regn Gbg C (150 mm på 2 tim)

Högvatten Mölndalsån år 2100 (+2,55)

Högvatten Säveån år 2100 (2,55)

Rapporter

Sökväg: K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\Text\

Skyfallsmodellen: Rapport-GBG Skyfall 2015-03-18+Bilagor.pdf

Översvämning Kvillebäcken: 1320001782-05-025_1_Planeringsnivåer längs Göta Älv_och_Kvillebäcken

SMHI 2015-01-27: Flödesdimensionering för Kvillebäcken

	Sweco PM 2008-02-21:Översvämningsutredning utmed kvillebäcken – delområdena östra Kvillebäcken och Backaplan
	VIAK 1989:Dämningsberäkningar inklusive framtagning av indata
Översvämning MSB:	Säveån_Göteborg.pdf
	Göta älv och Nordre älv_Göteborg.pdf
	Mölndalsån_Göteborg.pdf
TRV Västlänken:	Trafikverket-Västlänken-PM AKF12 - 001.pdf
TRV bef skyddsåtgärder:	Åtgärder vid högt vatten och hård vind - version 0.9 - 2012-10-01.pdf
SBK Handläggarstöd:	Handläggarstöd klimatanpassning vatten 150220-arbetsmaterial.docx
	Ger anvisningar för hantering av översvämningsrisker i löpande planering. I nuvarande form omfattas enbart översvämning orsakad av hav en kommer kompletteras med likande strategier för skyfall och höga flöden. Dokumentet är avsett att användas av handläggare som stöd under planprocess. Dokumentet är i arbetsversion och uppdateras löpande. Avsnitt gällande nederbörd och höga flöden är i nuläget inte avsedda att tillämpas.
PM översvämningsrisker:	PM-lst Gbg hantering översvämningsrisker 141027-slutversion.docx
	Beskriver stadens arbete med översvämningsrisker, framtaget för Länsstyrelsen i samband med överprövning av detaljplaner för Götaverksgatan och Skeppsbron hösten 2014.
PM Genomförbarhet:	PM Genomförbarhetsstudie skydd på kort till medellång sikt141028-slutversion.docx
	Övergripande beskrivning av möjliga principer för att genomföra älvkantskydd framtaget för Länsstyrelsen i samband med överprövning av detaljplaner för Götaverksgatan och Skeppsbron hösten 2014.

GIS-Underlag

Höga flöden:	K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\GIS\Höga flöden
	(max vattendjup, strömningshastighet, MSB - plusnivå översvämningsyta)
Hög havsvattennivå:	K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\GIS\Högvatten
	(maximalt vattendjup, strömningshastighet, strömningsvägar)
Skyfall:	K:\Strategiska\Projekt\Underlag klimatanpassning\GIS\Skyfall
Legend	Layout_Maximalt_vattendjup.lyr

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

100 års regn	MaxWaterDepth_Hisingen_02.asc
500 års regn	MaxWaterDepth_Hisingen_P500F_02.asc
	(maximalt vattendjup, strömningshastighet, strömningsvägar)