



Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj PM Dagvatten, skyfall och högvatten

Juni 2025



Titel: Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj, PM Dagvatten, skyfall och högvatten

Dnr: EXF-2023-01034

Exploateringsförvaltningen, Göteborgs Stad, 031-365 00 00

Organisationsnummer: 212000-1355

www.goteborg.se/exploateringsforvaltningen

exploatering@exploatering.goteborg.se

Status på dokumentet: 2025-06-18

Ansvariga tjänstemän: Johanna Lennmalm, Exploateringsförvaltningen

Framsidesbild: Copyright Göteborgs Stad

Konsultbolag som anlitas av Exploateringsförvaltningen: Sweco

Uppdragsnummer Sweco: 30054710

Uppdragsansvarig: Javad Homayoun

Författare: Hanna Schön, Hilde Björgeas

FÖRORD

Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj planeras i syfte att stärka det hållbara resandet och koppla samman staden över älven genom att etablera en ny fast förbindelse över Göta älv.

Gång- och cykelbron i aktuellt läge mellan Hugo Hammars kaj och Packhusplatsen, finns redovisad i översiktsplanen, som en framtida broförbindelse, samt är prioriterad i kommunfullmäktiges budget från år 2023.

Bron är en väsentlig del i uppfyllandet av målen i översiktsplanen om en nära, sammanhållen och robust stad. En stor del av Göteborgs pågående stadsutveckling sker centralt utmed Göta älv vilket förväntas medföra en resandeökning, jämfört med idag då 400 000 resenärer korsar Göta älv varje dygn.

För att minska den stora barriärverkan som älven har idag och möjliggöra en sammanhängande stadskärna kring älvrummet är fler förbindelser prioriterade och nödvändiga. Dessa förbindelser kan samtidigt öka tillgängligheten till älvrummet, så att göteborgarna lättare kan gå och cykla samt möta vattnet.

Arbete pågår nu inom Göteborgs Stad med framtagande av en detaljplan, en genomförandestudie (GFS), en miljödomsansökan samt en designprocess för gång- och cykelbron.

Under år 2022 upphandlade Göteborgs Stads Exploateringsförvaltning konsulten Sweco för framtagande av utredningar och underlag som ska ligga till grund för ovan nämnda handlingar inför kommande beslut om byggnation av gång- och cykelbron.

SAMMANFATTNING

Föreliggande PM syftar till att beskriva förutsättningar för dagvattenavrinning från den planerade gång- och cykelbron samt föreslå en lämplig dagvattenhantering. PM:et beskriver avrinning och flöden från detaljplanen och kommer med åtgärdsförslag avseende hantering av dagvatten, skyfall och högvatten. PM:et syftar även till att beskriva framtida högvatten- och skyfallshändelser för planerad gång- och cykelbro samt strategin för hanteringen av dessa. Bron anses inte vara samhällsviktig infrastruktur och den betraktas ej som ett prioriterat stråk eller en utrymningsväg.

Planerad gång- och cykelbro kommer ansluta mot landsidorna på Packhusplatsen och Hugo Hammars kaj på +2,3 respektive +2,8. På Packhusplatsen kommer gång- och cykelbron ansluta till land in i planerat älvkantskydd. Vid högvatten kommer passagen behöva stängas igen med flexibla och demonterbara sättar. På Hugo Hammars kaj kommer gång- och cykelbron ansluta till land utanför älvkantskydd och området översvämmas vid högvatten. Vid en eventuell framtida exploatering på Hugo Hammars kaj så kommer marknivåerna att ses över för att minska sårbarheten för översvämning. Brokonstruktionen är planerad för att kunna kortas och därmed anpassas också till en eventuellt ny, högre, marknivå. Rutin för utrymning ska finnas inför stängning av bron med avseende på högvatten, så att ingen person riskerar bli kvar på bron.

Den planerade gång- och cykelbron kommer, under sin tekniska livslängd, att utsättas för högre vattennivåer än dagens. Bron ska utformas och dimensioneras så att den inte tar skada av förhöjda medelvattennivåer, så att den åter kan tas i bruk efter att medelhögvatten har inträffat och inte raseras eller förstörs vid högvattenhändelse. Följande nivåer föreslås vara dimensionerande:

- Framtida medelvattennivå: +1,7 vilket motsvarar 83-percentilen för 2150 års framtida medelvattennivå utan yttre havsportar.
- Framtida medelhögvatten: +2,1 vilket motsvarar 83-percentilen för 2100 års nivå utan yttre havsportar.
- Högvattenhändelse: +2,6 vilket motsvarar medianvärdet för en högvattenhändelse med 200 års återkomsttid år 2100 eftersom Göteborgs Stad kommer ha behov av yttre havsportar när havsnivåerna överskrider +2,3.

Brokonstruktionens öppningsmekanism, det vill säga maskinrum och klaffkammare, ska fungera och vara åtkomliga vid högvatten under brons livslängd. Genom att konstruera brons öppningsbara del för högvattennivåer år 2150 utan yttre havsportar, hanteras riskerna med att yttre havsportar ej byggs samt att klimatförändringarna sker snabbare än vad som förväntas. Den öppningsbara bron dimensioneras därför för vattennivåer om +3,75, vilket representerar en uppskattad, framtida högvattenhändelse med 200 års återkomsttid år 2150 i ett scenario där yttre havsportar ej har anlagts.

Utöver de krav som gäller med avseende på högvatten måste ny GC-bro förhålla sig till krav för dagvatten och skyfall. Rening eller fördröjning av dagvatten och skyfall som avleds från detaljplanen behövs ej, som följd av Kretslopp och vattens riktlinjer. Dagvatten och skyfall avleds till Göta älv, som klassas som en mindre känslig recipient och vattnet bedöms vara en mindre belastad yta sett till föroreningsbelastning. Avrinning från bron bedöms inte medföra att någon påverkan på möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormer (MKN) i Göta älv.

Enligt förutsättningar i föreliggande PM och med de åtgärder som föreslås är det möjligt att genomföra planen enligt Göteborg Stads riktlinjer för skyfallshantering. Med föreslagen hantering riskerar inte gång- och cykelbron att påverka skyfallssituationen negativt inom området eller för kringliggande områden. Avvattning av bron föreslås i huvudsak ske direkt till Göta älv genom yttlig avledning över kantbalkarna, som är nedsänkta, samt tvärgående linjeavvattning innan bron möter landsidorna. Gång- och cykelbron medför inga målkonflikter med stadens strukturplaner för hantering av översvänningsrisker.

En förutsättning för en oförändrad avrinning innanför älvkantskydd på kort och lång sikt är att avrinning från bron avleds direkt till Göta älv. Arbetet med att se över höjdsättning på Packhuskajen avseende avrinning, trafikförslag och höjdsättning pågår.

Avrinning från gång- och cykelbanan på Hugo Hammars kaj samt den del av gång- och cykelbanan som ansluter till Pumpgatan och ligger innanför planerad sträckning för framtida temporära högvattenskydd, föreslås ske genom en kombination av ytlig avledning till älven och avledning via grunda rännor till dagvattensystem. Detta med anledning av att markanvändningen och därmed avrinningen inte förändras på Hugo Hammars kaj samt att gräv- och schaktarbeten ska undvikas med hänsyn till föroreningar. Vid skyfall kommer vatten att följa befintliga lågstråk och ansamlas på samma platser som idag.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
	1.1 Syfte och avgränsning	7
	1.2 Planförslag och linjeföring bro.....	7
2	Förutsättningar	9
	2.1 Styrande dokument och planeringsunderlag.....	9
	2.2 Inventering av underlag	9
	2.3 Styrande förutsättningar gällande gång- och cykelbrons utformning	10
	2.4 Angränsande projekt.....	10
	2.5 Dagvatten och skyfall.....	11
	2.6 Högvatten	12
3	Befintliga förhållanden	14
	3.1 Packhuskajen	14
	3.2 Hugo Hammars kaj.....	15
4	Framtida förhållanden	17
	4.1 Dagvatten- och skyfallsavrinning från bron	17
	4.2 Packhuskajen	18
	4.3 Göta älv	19
	4.4 Hugo Hammars kaj.....	19
5	Föreslagen hantering	21
	5.1 Dagvatten- och skyfallshantering.....	21
	5.2 Högvattenhantering.....	24
6	Referenser	29

Bilaga 1 PM Framtida, tillfälliga högvattennivåer vid Eriksberg som underlag för dimensionering av gång- och cykelbro

1 INLEDNING

1.1 Syfte och avgränsning

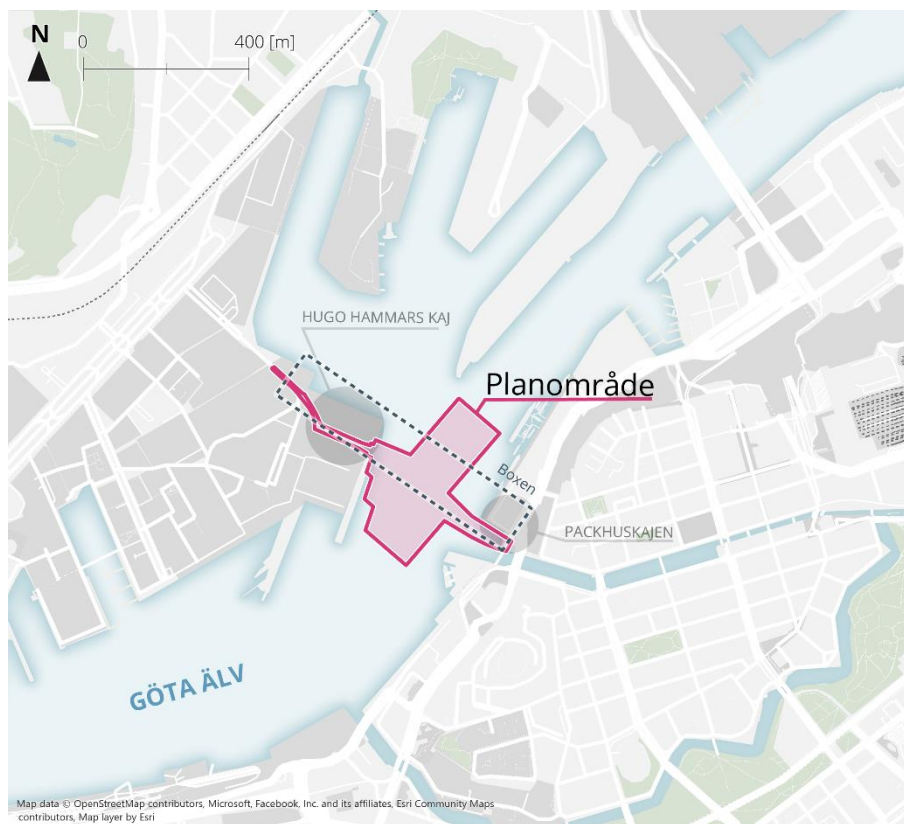
Föreliggande PM syftar till att beskriva förutsättningar och förslag till strategier för framtida hantering av dagvatten, skyfall och högvatten för detaljplanen.

1.2 Planförslag och linjeföring bro

Arbetet med den planerade gång- och cykelbron omfattar utredningar som utgör underlag till en genomförandestudie, miljödomsönsökan samt *Detaljplan för gång- och cykelbro över Göta älv inom stadsdelarna Nordstaden, Tingstadsvassen och Lundbyvassen*.

Göteborgs Stads kommunfullmäktige beslutade 2021, i enlighet med Trafiknämndens förslag från 2021, att utreda en gång- och cykelbro mellan Packhuskajen och Hugo Hammars kaj. I beslutet pekades ett geografiskt område ut för möjlig placering av bron. Göteborgs Stads översiktsplan från 2022 visar på en framtida gång- och cykelbro inom samma geografiska område. Området redovisas i Figur 1 och benämns inom projektet för boxen. I samma figur redovisas även det föreslagna planområdet för gång- och cykelbron.

Den planerade gång- och cykelbron är cirka 400 meter lång och cirka 10 meter bred. Projektet omfattar också gång- och cykelväg mellan bron och anslutande gång- och cykelvägnät vid Pumpgatan på Norra Älvstranden. På Södra Älvstranden ingår gång- och cykelväg fram till anslutning söderut vid Stora Bommens bro respektive norrut längs Operagatan.



Figur 1. Kartbild över detaljplanområde (röd linje) samt det geografiska området benämnt boxen (streckad linje).

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

Det tematiska tillägget för översvämningsrisker, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019-04-25) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningsrisker i sin planering. Det övergripande målet som lyfts är:

Göteborg ska göras robust mot dagens och framtidens översvämningsrisker genom att säkra grundläggande samhällsfunktioner och stora samhällsvärden.

2.1 Styrande dokument och planeringsunderlag

Nedan listas de dokument och planeringsunderlag som är styrande för hantering av översvämningsrisker i Göteborgs Stad:

- Tematisk tillägg ÖP översvämningsrisk (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019-04-25)
- Tematisk tillägg ÖP översvämningsrisk – Bilaga
- Strukturplan Lundby – Lindholmen (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2021)
- Strukturplan Centrum Södra (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2021-01-26)
- Planprocessen för dagvatten och skyfall – krav på rening av dagvatten (Göteborgs stad, Kretslopp och vatten, 2021)
- Göteborg Stads anvisning om hantering av skyfall (Göteborgs Stad, 2021)
- Göteborg Stads Teknisk Handbok (Göteborgs Stad, 2022)
- Vatten i Staden (Göteborgs stad, 2023)

2.2 Inventering av underlag

Underlag som gått igenom i inventeringsfasen:

- *Rapport Förstudie Älvskydd Lindholmen - Dagvatten och skyfallsutredning (Ramboll, 2016-09-30).*
- *Protokoll Möte om älvkantsskydd, Packhuskajen (Sweco, 2018-05-25). Närvarande på mötet: Sweco, Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret och Park och naturförvaltningen (efter omorganisationen 2023 heter Stadsbyggnadskontoret numera Stadsbyggnadsförvaltningen och Park och naturförvaltningen heter numera Stadsmiljöförvaltningen).*
- *Rapport Översvämningsrisker i Centralenområdet och Gullbergsvass (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret; Kretslopp och vatten; Sweco, 2018-10-29).*
- *PM Utformningsaspekter högvattenskydd (Sweco; DHI, 2017-06-26).*
- *PM Översvämningsrisker för detaljplan för spårväg Frihammen – Lindholmen 2020-11-20 (Göteborgs Stad, Trafikkontoret, 2020-11-20).*
- *Rapport Dagvatten- och skyfallsutredning Program för Lindholmen (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2020-04-15).*

- *Planbeskrivning Detaljplan för verksamheter vid Pumpgatan inom stadsdelen Lundbyvassen i Göteborg (Göteborgs Stad, 2018-12-11, rev 2019-04-23)*
- *Planbeskrivning Hisingsbron (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2016-05-23).*
- *Rapport Beräkningar av våghöjder, vågöverspolning och erforderlig nivå på högvattenskydd mot överspolning (Sweco, 2020-03-30).*
- *Rapport Planeringsförutsättningar för högvattenskydd vid inre vattenvägarna, Uppdrag inom Högvattenskyddsprogrammet (Göteborgs Stad, Trafikkontoret, 2023-02-03).*

2.3 Styrande förutsättningar gällande gång- och cykelbrons utformning

Utredningen utgår ifrån följande förutsättningar gällande höjdsättning av bronns olika delar:

- Brons segelfria höjd är 5,5 meter. Beräkningar av segelfri höjd ska baseras på dagens medhögvattenhändelse. Staden planerar på sikt för yttre havsportar, men skulle de inte vara på plats år 2070 kommer konsekvensen vara att bron behöver öppnas mer frekvent.
- På Hugo Hammars kaj går bron in över kajkant, utanför planerat tillfälligt högvattenskydd, på cirka +2,8.
- På Packhuskajen landar bron i kajkant, utanför planerat högvattenskydd, på cirka +2,3. Bron förutsätts passera genom planerat älvkantskydd och ha sin landningsplats i linje med älvkantskyddet.

Ovanstående förutsättningar för utredningen är framtagna i samband med utredningarna inför detaljplan och förankrade med Staden.

2.4 Angränsande projekt

Det finns ett antal pågående och kommande projekt som angränsar till ytorna där gång- och cykelbron planeras landa.

2.4.1 Packhuskajen

På Packhuskajen planeras befintligt älvkantskydd mellan Stora Bommens bro och Stora Tullhuset att höjas. Detta görs i samband med upprustningen av kanalmurarna längs med Norra Hamngatan och ingår i Kanalmursprogrammet som drivs av Göteborgs Stad. Projektet bedöms ha direkt inverkan på planeringen av gång- och cykelbron eftersom bron kommer behöva passera älvkantskyddet.

Återställning av ytor som har påverkats under byggnationen av Västlänken kommer göras under kommande år. Marknivåer och exakt utformning av ytorna är i nuläget okända. Projektet bedöms inte ha direkt inverkan på planeringen av gång- och cykelbron.

För att förbinda planerad gång- och cykelbro med centrala staden kommer gång- och cykelbanor anslutas till bron. Framtaget förslag kommer kunna kopplas samman med en framtida utbyggnad men även tillfälligt till den befintliga omgivningen. Höjdsättning av cykelbanor och kringliggande mark kommer kunna ha påverkan på framtida avrinning av ytligt vatten.

2.4.2 Hugo Hammars kaj

På Hisingsidan pågår ett arbete med Lindholmsprogrammet där Hugo Hammars kaj omfattas av programområdet. Programarbetet ska studera möjligheterna för en framtida blandstad med närhet till bostäder, arbetsplatser, handel, grönska samt kommunal- och offentlig service där en sammanhållen och integrerad stadsstruktur med tydliga stråk kopplar samman Lindholmen med de kringliggande stadsdelarna samt med södra Älvstranden. I Lindholmsprogrammet kommer det sannolikt att föreslås

ett temporärt högvattenskydd från Pumpgatan, med start vid färjeläget Lundbystrand och därefter rakt öster över området enligt samma sträckning som i översiktsplan (uppgift från SBF, 2023-03-30).

2.5 Dagvatten och skyfall

Brokonstruktioner skall med avseende på avvattnings utformas för att förhindra att erosionsrisker i slänter och vägbank sker. Enligt Teknisk handbok (Göteborgs Stad, 2022) ordnas avvattnings av bro genom placering av ytavlopp i konstruktionen så att ytvatten ej passerar ut på vägbanken.

Svenskt vattens publikation P110 fastställer funktionskrav för att säkerställa att nya, allmänna dagvattenledningar har tillräcklig kapacitet för att minska risken för översvämningar. För centrumområden är minimikravet att nya ledningar ska klara regn med återkomsttid 30 år (återkomsttiden gäller för trycklinje i marknivå).

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för och är inte VA-huvudmans ansvar att omhänderta. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet ”Återkomsttid” (Svenskt Vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffar statistiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019-04-25) ska ett klimatanpassat 100-årsregn, det vill säga ett regn med 100 års återkomsttid år 2100, beaktas vid ny exploatering.

Ny exploatering får inte medföra att översvämningssituationen inom eller utanför aktuell detaljplan försämrats för befintligheter som en konsekvens av exploateringen. För gång- och cykelbron innebär det att flödet från bron till andra delar av detaljplanen eller utanför detaljplanen inte får öka vid detaljplanens genomförande (försämrade konsekvenser får inte uppstå för annan part enligt Jordabalken). Normalt ska minst samma volymer som fördröjs innan planering fördröjas även efter exploatering. Eftersom bron ligger i anslutning till en recipient ska bron i första hand avvattas dit, för att undvika behovet av fördröjning.

Att avrinning (dagvatten och skyfall) kan släppas direkt till Göta älv, utan någon vidare rening eller fördröjning, har verifierats med Kretslopp och vatten 2023-04-11, och följer Kretslopp och vattens riktlinjer för hantering av dagvatten i Göteborgs stad (Göteborgs stad, Kretslopp och vatten, 2021). Bron är en mindre belastad yta (väg med <2000 ÅDT) med avledning till Göta älv som är klassad som en mindre känslig recipient. Enligt Figur 3 innebär det att endast fördröjning av dagvattnet krävs. I dialog med Kretslopp och vatten kan undantag från fördröjningskravet ges eftersom det avrinner direkt till Göta älv. Även i Hisingsbrons planbeskrivning (antagen 23/5–2016) angavs att ingen fördröjning av dagvatten erfordrades innan avledning till Göta älv.

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

*Villor, park och andra grönytor undantas anmälningsplikten.

Figur 3. Matris för reningskrav för dagvatten (Göteborgs stad, Kretslopp och vatten, 2021).

Om avrinning från bron sker till områden innanför högvattenskydd måste detta vatten omhändertas, eftersom områden innanför högvattenskydd kan vara instängda i den bemärkelse att vatten inte kan avledas ytligt till en recipient. Instängda områden är därmed särskilt känsliga för översvämning och tillrinning till sådana områden ska begränsas. Ur denna aspekt är det fördelaktigt att bron kan avvattas direkt till Göta älv.

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborgs Stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallat strukturplan för översvämningar. Metoden beskrivs i Strukturplan för hantering av översvämningssrisker - Metodbeskrivning (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2021). Strukturplanen innehåller åtgärder som fördröjer och avleder skyfallsvatten i syfte att minska negativa

konsekvenser på den befintliga bebyggelsen. Gång- och cykelbron ska beakta aktuell strukturplan och hantera eventuella målkonflikter. Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna behöver säkerställas, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart. Avsteg bör endast ske om en lika hög funktion, i hela den aktuella åtgärdskedjan, kan säkerställas (avsteg behöver godkännas av Stadsbyggnadsnämnden med tillhörande riskanalys).

2.6 Högvatten

I TTÖP beskrivs strategin för att skydda staden mot översvämningar till följd av högvatten (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019-04-25). Den dimensionerande högvattenhändelse som stadsplanering ska ske utifrån är +2,3 i centrala staden (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019-04-25). Detta motsvarar en högvattenhändelse med 200 års återkomsttid, när medelvattenståndet stigit med 0,3 meter (cirka år 2070), detta enligt IPCC scenario SSP5-8,5. Den dimensionerande händelsen är en situation som förväntas på medellång sikt, för vilken anpassning av staden enligt TTÖP planeras ske med bland annat älvkantsskydd. På längre sikt förväntas motsvarande nivå stiga till +2,65 cirka år 2100. Även frekvensen avseende hur ofta högvattensituationer inträffar förväntas öka, vilket innebär att översvämningar kommer att ske allt oftare. Det kommer att behövas omfattande åtgärder för att skydda Göteborg mot högvattennivåer som kan förväntas på lång sikt, där bland andra yttre skyddsportar är ett alternativ som utreds.

I Bilaga 1 redovisas uppskattade älvnivåer för högvatten- och medelhögvattensituationer vid år 2070, 2100 och 2150. En sammanställning av uppskattade framtida älvnivåer för medelhögvatten och högvatten redovisas i Bilaga 1. Bilagan utgör en grund för beslut om dimensionerande vattennivåer för bronns olika delar.

Tabell 1. Sammanställning av havets medelvattennivå för olika tidshorisonter (enligt SSP -8,5) och framtida högvattenhändelser med statistisk återkomsttid på 200 år.

	2022	2070 utan yttre havs-portar	2100 utan yttre havs-portar	2150 utan yttre havs-portar
Uppskattad medel-vattennivå (MW) i cm (RH 2000) SSP5-8,5, 66 % konfidensintervall, 17e och 83-percentilen. Medianvärdet i kursiv.	2	21 – 54 (36)	41 – 95 (64)	56 – 163 (101)
Uppskattad medelhögvattennivå i cm (RH2000). Nivån är summan av framtida uppskattad medelvattennivå SSP5-8,5, 66% konfidensintervall, 17e och 83-percentilen, och uppskattat medelhögvatten år 2022 (119 cm). Medianvärdet i kursiv.	119	140 – 173 (155)	160 – 214 (183)	175 – 282 (220)
Uppskattad högvattennivå vid en framtida extremhändelse (RH2000). Nivån är summan av motsvarande intervallvärde för MW och HHW200 i dagens klimat¹. Medianvärdet i kursiv	184 – 212 (199)	205 – 266 (235)	226 – 307 (263)	240 – 375 (300)

¹ I sammanställningen har intervallgränsvärdet för MW adderats till motsvarande intervallgränsvärde för HHW200 i dagens klimat, medianvärdet för MW har adderats med motsvarande medianvärde för HHW200. Notera att resulterande intervall inte representerar den kombinerade händelsens statistiska konfidensintervall utan är en addition av respektive osäkerhetsintervall.

Ett möte har hållits mellan Exploateringsförvaltningen, Stadsmiljöförvaltningen, Räddningstjänsten och Sweco 2023-04-25 (Sweco, 2023b). Vid mötet konstaterades att det inte finns något behov av att använda gång- och cykelbron som utryckningsväg mellan Hisingen och fastlandet då Hisingsbron ligger nära till hands och används för ändamålet. Om bron är avstängd på grund av högvatten ska det inte heller finnas behov av räddningstjänst där. Gång- och cykelbron bedöms inte heller vara en högprioriterad väg för transporter. Om bron inte anses vara en prioriterad väg finns inget krav om framkomlighet för bron. Däremot behöver bron fortfarande förhålla sig till planerade älvkantsskydd, så att möjligheten att bygga täta skydd längs Göra älv inte förhindras. Om ovanstående förutsättning förändras och gång- och cykelbron ska betraktas som en prioriterad väg, eller att den ska vara framkomlig för Räddningstjänsten, behöver det tillses att bron görs framkomlig då bron landar utanför älvkantsskydd.

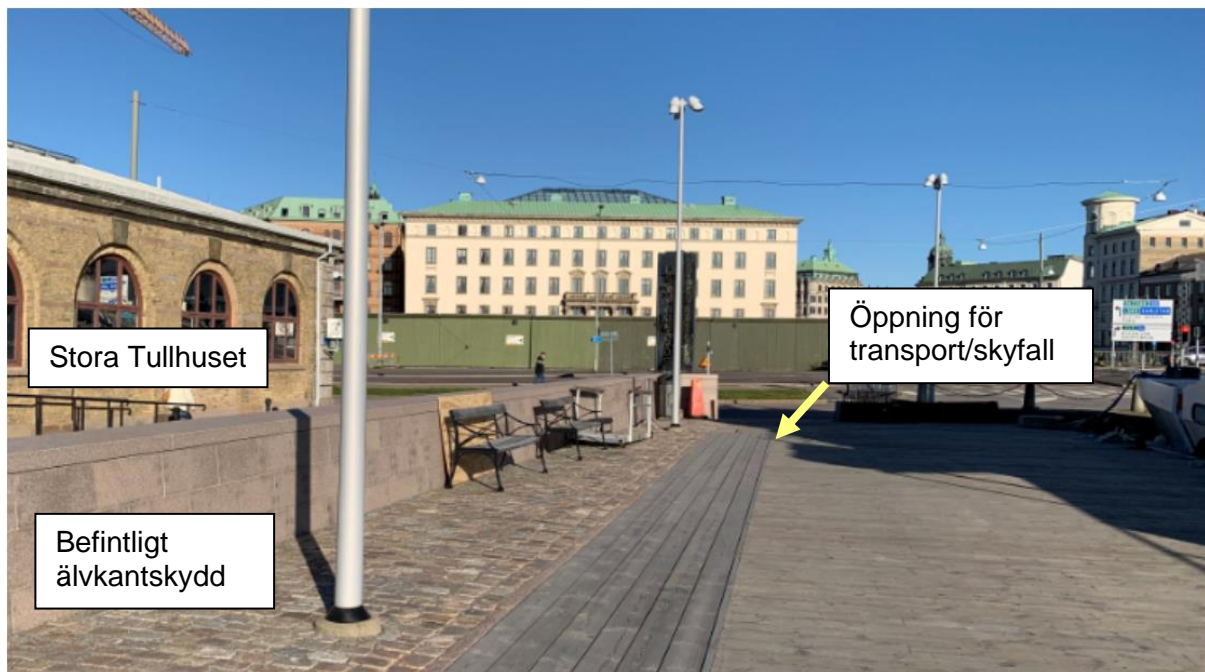
3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

3.1 Packhuskajen

3.1.1 Dagvatten och skyfall

Dagvatten avleds idag framför allt ytligt till Göta älv. Visst ledningsnät tillhörande Stadsmiljöförvaltningen avleder dagvatten via rännstensbrunnar till Göta älv.

Befintliga marknivåer vid Packhuskajen ligger under nivån +2,0. Norr om Stora Hamnkanalen faller markytan mot Stora Tullhuset som ligger i en lågpunkt med nivåer kring +1,0 och området är därmed känslig för översvämningar. Längs Packhusgatan finns en stenmur som utgör en del av ett högvattenskydd. En öppning i högvattenskyddet finns mot träbryggan, se Figur 4. Skyfall kan i dag till viss del avledas till Göta älv via öppningen. Öppningen, som även syftar på att möjliggöra transport och trafik till träbryggan, ska stängas vid högvatten.



Figur 4. Gatubild föreställande älvkantskydd längsmed Packhusgatan. Gul pil markerar öppning för transporter och skyfall.

Stora Hamnkanalen utgör enligt strukturplanerna ett skyfallsstråk som avleder skyfall från centrala staden mot Göta älv. Det finns i övrigt inga planerade strukturplansåtgärder för skyfall i närområdet som kan påverka gång- och cykelbron (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2021-01-26).

3.1.2 Högvatten

Området kring Packhuskajen och Packhusplatsen har marknivåer som ligger lägre än framtida högvattennivå. Planerat älvkantskydd byggs ut etappvis varav en del har anlagts i form av en stenmur längs Packhuskajen förbi Stora Tullhuset till Kajskjul 8. Det anlagda högvattenskyddets nivå är +2,7. Staden planerar för att befintligt älvkantskydd mellan Stora Bommens bro och Stora Tullhuset ska höjas från cirka +2,1 till +2,7. Utformning och planering görs av Staden i pågående genomförandestudie *Kanalrensning*.

Befintlig öppning för transporter planeras i nuläget finnas kvar efter höjningen av älvkantskyddet. Älvkantskyddet kommer troligtvis kompletteras med en port vid Stora Hamnkanalens mynning samt

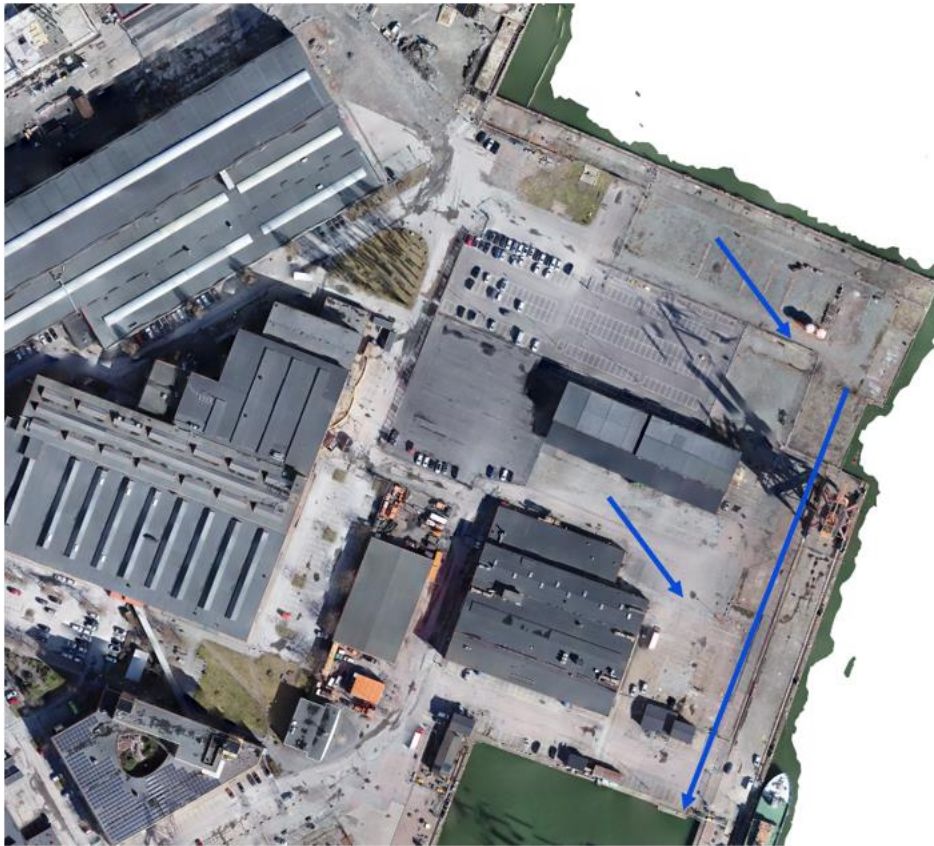
älvkantskydd även söder om Stora Bommens bro. Älvkantskydden i kombination med port och pumpar i Stora Hamnkanalen bedöms kunna skydda centrala Göteborg mot höga älvnivåer på medellång sikt. På längre sikt kommer ett mer storskaligt skydd att krävas.

På sikt planeras anläggning av en port vid kanalens mynning, samt pumpar som vid högvatten och stängd port pumpar ut vatten vid en kombinationshändelse (högvatten och regn).

3.2 Hugo Hammars kaj

3.2.1 Dagvatten och skyfall

Dagvatten avleds i dag till Göta älv via ytliga rinnvägar samt till viss del privat ledningsnät. Kapacitet i dessa ledningar har ej undersökts. Ett skyfall följer samma rinnvägar som dagvattnet.



Figur 5. Befintliga rinnvägar i dag.

Översvämningsrisker i området till följd av skyfall och högvatten har tidigare utretts i strukturplanen för Lundby (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2021) samt av Ramböll på uppdrag av Älvstranden Utveckling AB (Ramböll, 2016-09-30). Av den sistnämnda utredningen framgår att det finns mindre lokala lågpunkter på Hugo Hammars kaj. Vattendjupen i lågpunkterna är maximalt 0,2 meter vid simulerat 100-årsregn. Det finns inga planerade strukturplansåtgärder för skyfall i närområdet som kan påverka gång- och cykelbron.

Markprovtagningar har påvisat förekomst av föroreningar på Hugo Hammars kaj. För att undvika eventuell urlakning eller spridning av dessa är det viktigt att om möjligt undvika att dagvatten- och skyfallshanteringen sker i anläggningar som innebär grävarbeten.

3.2.2 Högvatten

Marknivåerna på Hugo Hammars kaj varierar mellan cirka +1,8 och +2,2. Det innebär att området är känsligt för högvatten och översvämmas från händelser med cirka 50-års återkomsttid² i dagens klimat. På medellång sikt (år 2070) när havsnivåerna förväntas öka motsvarar dessa nivåer en 10-årshändelse. I dagsläget saknas högvattenskydd i området.

² Se Tabell 2 i bilaga till TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019-04-25)

- Rinntid har beräknats genom att använda Svenskt vattens rekommendationer för vattenhastigheter på mark och i ledningar. Rinntiden är för den största delen av flödet mycket kort, då vattnet kan avledas direkt till Göta Älv över brons försänkta kantbalkar.
- Beräknade rinntider ger snabb avrinning från bron. Ofta används 10 minuter som lägsta rinntid vid dimensionering av dagvattenanläggningar. Med rinntid avses den tid som det tar för vattnet att ta sig till närmsta ledning eller recipient. 10 minuters rinntid skulle ge lägre flöden än vad som här har beräknats, men också en större ackumulerad avrinning (vattenvolym). I det här fallet har det bedömts att brons jämna lutning med få hinder för avrinningen motiverar en mer konservativ beräkning av flöden som kan ligga till grund för dimensionering av den tvärgående linjeavvattningen.

Tabell 2. Redovisning av beräkning av regnintensitet, dimensionerande flöde och ackumulerad volym per delområde vid ett klimatanpassat 100-årsregn med Dahlströms formel (2010). Reducerad area beskriver den del av en yta som faktiskt bidrar till ytaavrinning.

Delområde	Reducerad area [ha]	Regnintensitet [l/s ha]	Dim. flöde [l/s]	Ack. Flöde [m ³]
A	0.100	663	66	12
B	0.090	663	60	10
C	0.044	663	29	4
D	0.128	663	85	18
E	0.161	663	107	26

Tabell 3. Redovisning av beräknad avrinning från bron som följd av ett klimatanpassat 100-årsregn.

Område	Flöde [l/s]	Ack. flöde [m ³]
Avrinning från bron in mot HHK (C+D)	114	22
Avrinning från bron på HHK - utanför högvattenskydd (B)	60	10
Avrinning från Pumpgatan - innanför högvattenskydd (A)	66	12
Avrinning från bron mot PHK (E)	107	69

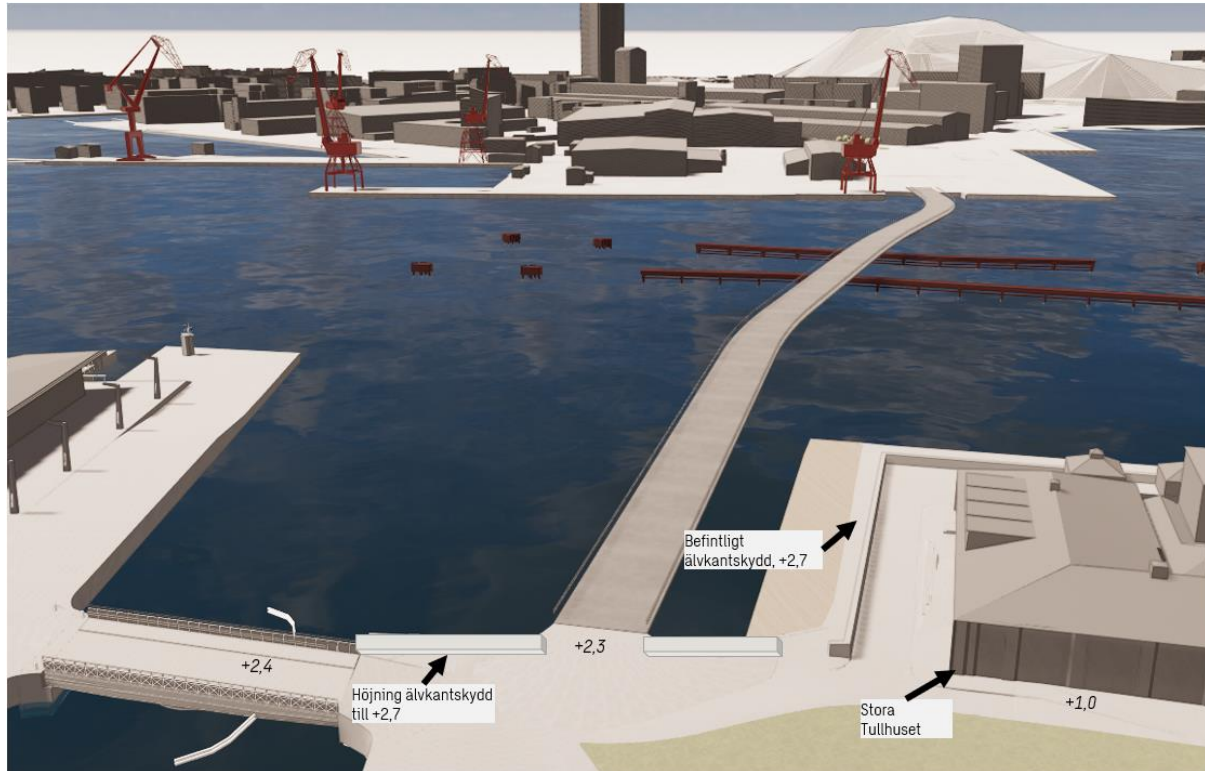
4.2 Packhuskajen

För Packhuskajen finns i nuläget (januari 2024) en föreslagen landningsplats för gång- och cykelbron på Packhuskajen, se Figur 7 för landningsplatser samt befintliga och planerade markhöjder. Notera att redovisningen ej har projekterats och att marken ingår i flera olika projekt inom Staden.

Med nuvarande information från angränsande projekt (information härstammar från januari 2024) planeras marknivåerna där gång- och cykelbron planeras landa ligga på mellan +2,4 (Stora Bommen mot Norra Hamngatan) och +1,0 (Stora Tullhuset). Nivåerna visas översiktligt i Figur 7. Notera att detta är mycket preliminära höjder som kan komma att ändras i samband med utredning och projektering av angränsande projekt. Där gång- och cykelbron landar ska marknivåerna höjas till +2,3.

Vidare ska befintlig kajkant och älvkantskydd höjas till +2,7, vilket innebär att området innanför älvkantskyddet på sikt kommer vara skyddat från översvämningar från Göta älv upp till en nivå om +2,7. Älvkantskyddet kommer sannolikt att vara färdigbyggt innan gång- och cykelbron ska uppföras. Samordning sker mellan projekten och högvattenskyddet kommer förberedas för rivning på aktuell sträcka när det byggs.

Vid höjning av befintligt älvkantskydd kommer befintlig öppning för transporter behållas.



Figur 7. Befintliga och planerade markhöjder kring gång- och cykelbrons anslutning till Packhuskajen samt planerat sträckning där befintligt älvkantskydd kommer höjas från cirka +2,1 till +2,7.

Befintligt älvkantskydd ligger i dag högre än ytorna norr om Stora Bommens bro. Avrinningen sker idag från dessa ytor norrut mot Stora Tullhuset. Avrinningen bedöms ej öka eller ändras som följd av planerad gång- och cykelbro. Viss avledning av ytligt vatten sker i dag genom öppningen för transporter till kajen, denna flödesväg planeras behållas.

Markanvändningen för landningsplatsen bedöms inte, med nuvarande detaljplanegräns, ändras.

4.3 Göta älv

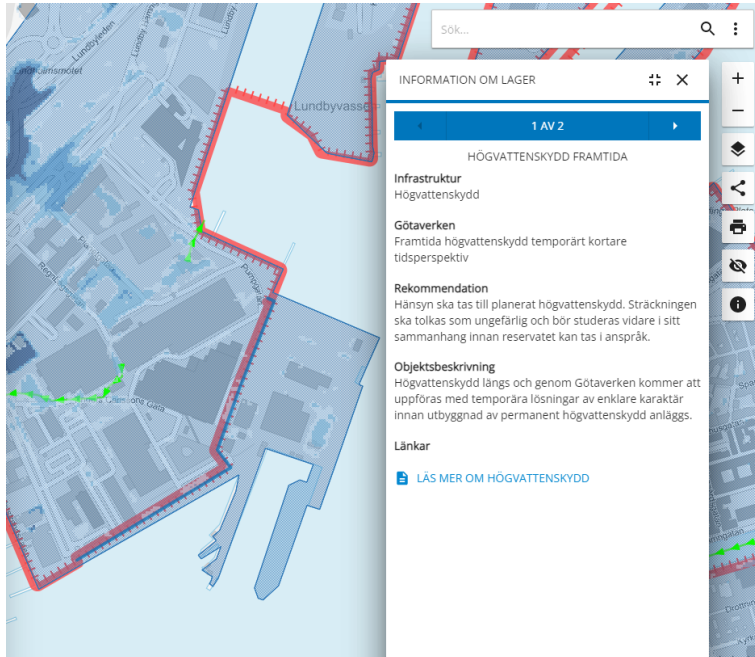
Brons högsta punkt över Göta älv planeras till +9,05. Därefter lutar bron linjärt mot respektive landningsplats.

4.4 Hugo Hammars kaj

Gång- och cykelbron planeras att passera kajkant vid Hugo Hammars kaj på nivån +2,8 och via en ramp ansluta till befintliga marknivåer. I framtiden kan marknivåerna på Hugo Hammars kaj komma att höjas för att minska områdets känslighet för höga havsnivåer.

I översiktsplanen har ett framtida högvattenskydd pekats ut innanför Hugo Hammars kaj, se röd sträckning i Figur 8. I nuläget finns det ingen pågående planering för genomförandet av högvattenskydd för Hugo Hammars kaj och Götaverken (mailkorrespondens med SBF, 2023-03-17). I det pågående planprogrammet för Lindholmen kommer det sannolikt att föreslås ett temporärt högvattenskydd från Pumpgatan, med start vid färjeläget Lundbystrand och därefter rakt öster över

området enligt samma sträckning som i översiktsplan (uppgift från SBF, 2023-03-30). För gång- och cykelbron förutsätts att framtida högvattenskydd längs Hugo Hammars kaj komma att utgöras av temporära skydd som följer den sträckning som anges i översiktsplanen. Med temporära vallar menas att högvattenskydd etableras när höga havsnivåer prognostiseras och då kommer bron att stängas av. Med befintliga marknivåer bedöms området kunna översvämmas vid vattennivåer från +1,8.



Figur 8. Kartbild med planerad sträckning för högvattenskydd, bildkälla: <https://oversiktsplan.goteborg.se/>.

5 FÖRESLAGEN HANTERING

5.1 Dagvatten- och skyfallshantering

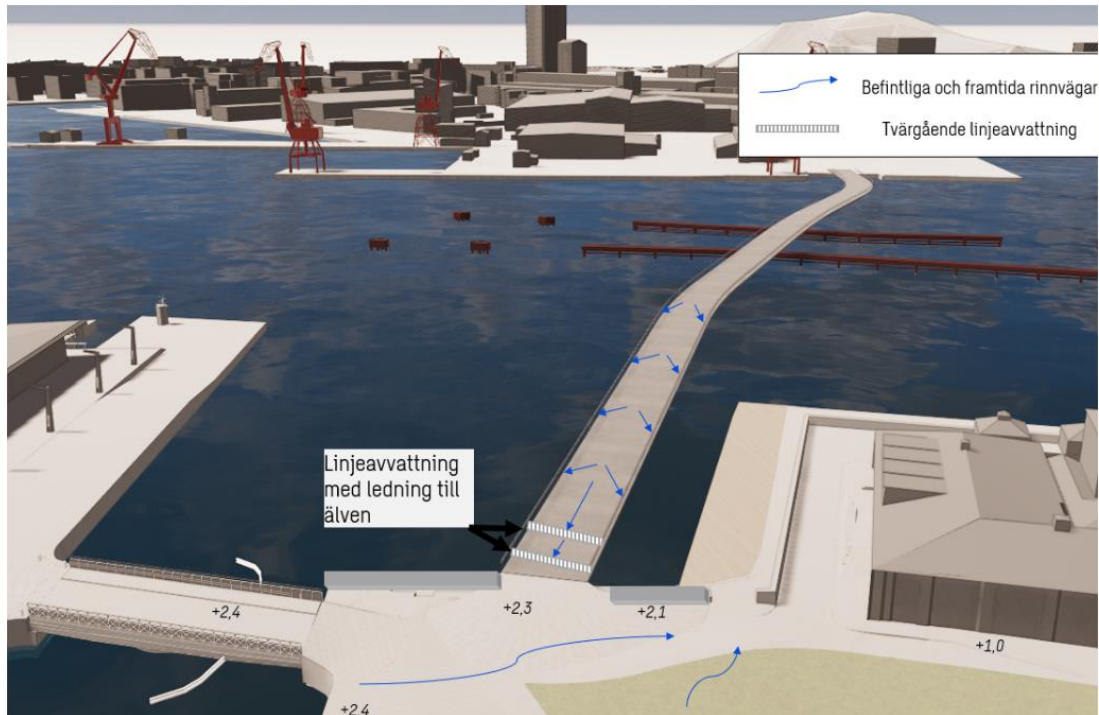
Enligt beskrivna förutsättningar och med de åtgärder som föreslås i föreliggande PM är det möjligt att genomföra planen enligt Göteborg Stads riktlinjer för skyfallshantering. Med föreslagen hantering riskerar inte gång- och cykelbron att påverka skyfallssituationen negativt inom området eller för kringliggande områden. Avvattning av bron sker direkt till Göta älv. Gång- och cykelbron medför inga målkonflikter med stadens strukturplaner för hantering av översvämningssrisker. Planförslaget förväntas inte leda till någon försämring av förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsnormer (MKN).

Gång- och cykelbron och anslutande gång- och cykelbanor är framkomliga vid skyfall, eftersom vattendjupet vid skyfall inte överstiger 0,2 meter på bron eller landsidor. Rekommendationer kring hantering av dagvatten och skyfall beskrivs i respektive stycken nedan.

Avvattning av gång- och cykelbron sker genom lutning av brons ytor ut mot älven och att dagvatten och skyfall således avleds via brons kantbalkar. Ett konservativt antagande är att 50 % av den ytliga avledningen vid ett skyfall ej kommer att avledas via brons försänkta kantbalkar utan kommer rinna in mot landsidorna. För att undvika påverkan på Hugo Hammars kaj och Packhuskajen behöver skyfallsvatten som ej rinner av bron omhändertas längre nedströms, förslagsvis i tvärgående linjeavvattning i slutet av bron. Enligt beräkningar redovisade i Tabell 3 uppgår avrinningen från bron mot Hugo Hammars kaj till 114 l/s (se delområde D i Figur 6). Avrinningen från bron mot Packhuskajen uppgår vid ett klimatanpassat 100-årsregn till 107 l/s (se delområde E i Figur 6). Linjeavvattningen behöver således dimensioneras för en intagskapacitet om cirka 50 – 60 l/s. Två rännor rekommenderas med några meters mellanrum, detta för att kompensera för att avvattningsrännor ibland sätter igen.

5.1.1 Packhuskajen

Enligt beräkningar uppgår den totala avrinningen vid ett klimatanpassat skyfall för delområde E (se Figur 6) till 107 l/s, med en motsvarande volym om 26 m³ (se Tabell 3). Bron kommer utformas med försänkt kantbalk vilket tillåter ytligt vatten att avrinna rakt över brons kantbalk. Inga rännstensbrunnar eller linjeavvattning bedöms nödvändigt för avledning av ytvattenflöden som följd av nederbörd. Eftersom bron lutar mot landsidan bedöms viss del av flödet vid kraftigare regntillfällen rinna in mot land i stället för över brons kanter. Ett konservativt antagande är att 50 % av det ytliga flödet vid intensiva nederbördshändelser kommer att rinna in mot landsidan. För att ej försämra översvämningssrisken på Packhuskajen föreslås därför två tvärgående linjeavvattningsrännor som totalt har tillräckligt stor kapacitet för att avleda cirka 50 l/s, se Figur 9.



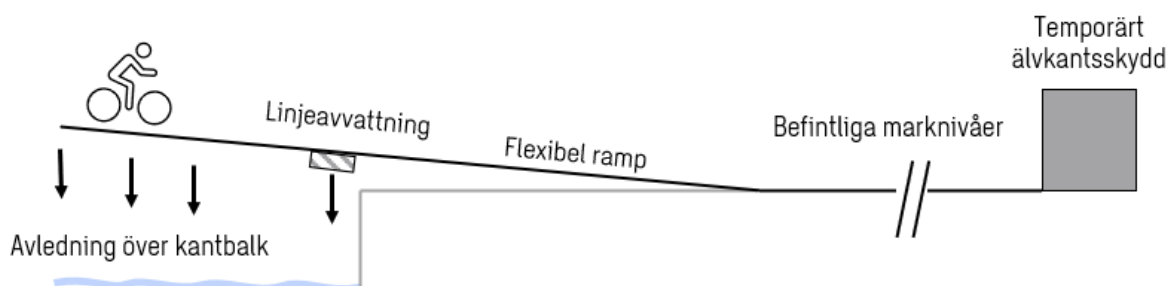
Figur 9. Skiss som visar principiell avledning av yligt vatten över brons kantbalkar mot Göta Älv. Det vattenflöde som tar sig in mot landsidan kommer avledas genom tvärgående linjeavvattning till älven. Principen är likvärdig för den sidan av bron som vetter mot Hugo Hammars kaj.

5.1.2 Göta älv

Avledning från gång- och cykelbron ska ske direkt till Göta älv eftersom avrinning från bron ej behöver renas eller fördröjas. Yligt vatten avleds direkt över brons kantbalkar (försänkta) till älven. Viss del ut flödet vid exempelvis skyfall kommer behöva hanteras innan bron når landsidorna. För beskrivning av åtgärdsförslag, se kapitel 5.1.1.

5.1.3 Hugo Hammars kaj

På Hugo Hammars kaj förväntas ingen större förändring av avrinningen. Andelen hårdgjorda ytor som bidrar med dagvattenavrinning är oförändrad och avlett dagvatten från gång- och cykelbanan kräver inte rening. Avrinningen från bron avleds direkt till Göta Älv på samma sätt som för den sidan av bron som vetter mot Packhusplatsen. Figur 10 visar en principiell skiss som förklarar avledningen från bron.

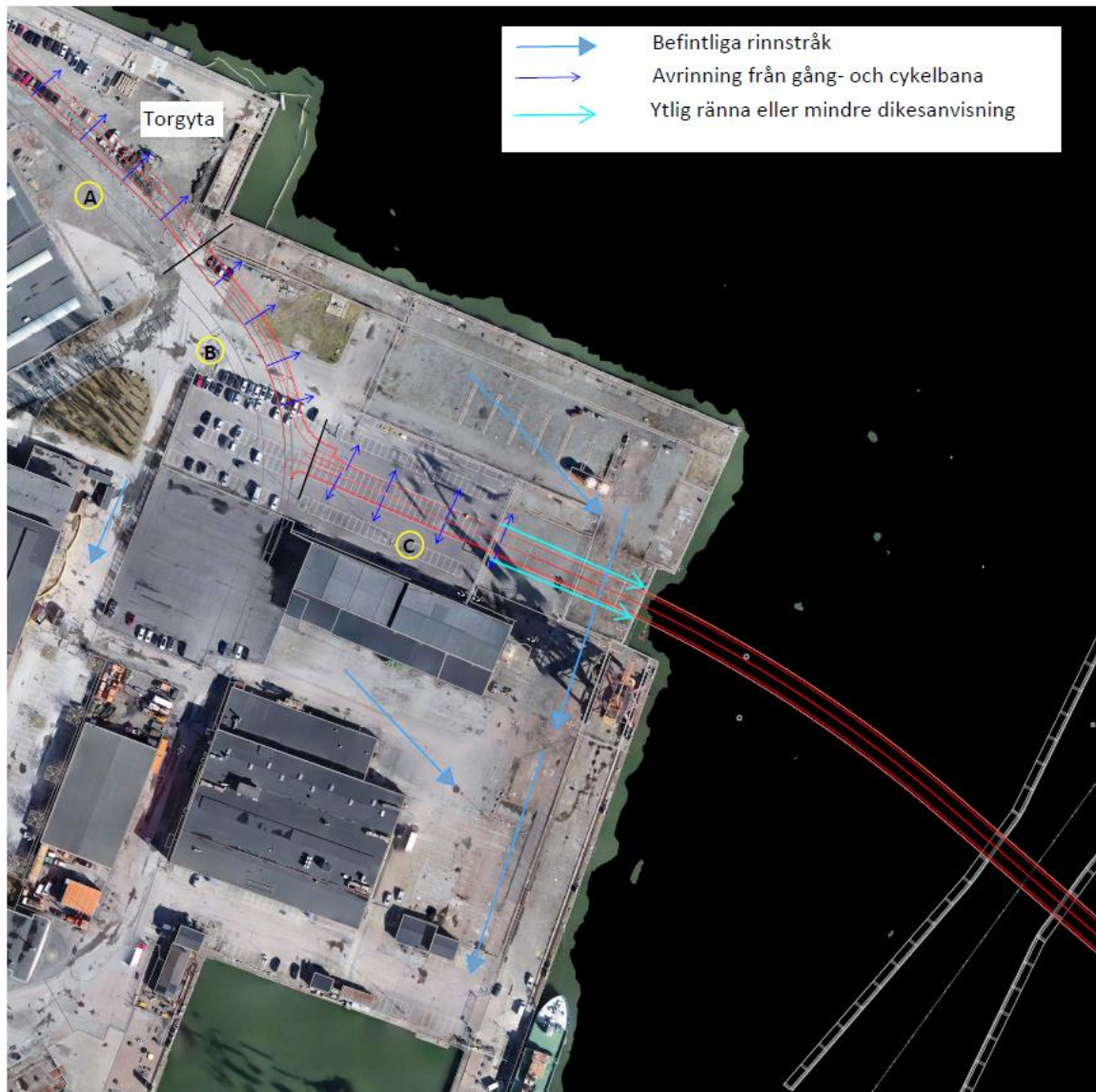


Figur 10. Figuren visar principiell avledning från bron via kantbalk, linjeavvattning och stuprör direkt till Göta älv.

Brons landanslutning på Hugo Hammars kaj har utretts på nivåer mellan +2,8 och +3,4. En högre höjd i punkten där bron passerar kajkant medför en längre ramp, tills gång- och cykelvägen når befintlig

marknivå. Rampen från landanslutning till omgivande mark bör utformas för att inte omöjliggöra befintliga flödesvägar.

Avrinning från gång- och cykelvägen föreslås avledas yttligt, likt det gör idag, med avrinning till befintliga dagvattensystem. Detta med anledning av att avrinningen inte förändras på Hugo Hammars kaj samt att gräv- och schaktarbeten ska undvikas, i så stor utsträckning som det är möjligt, med hänsyn till markföroreningar. Vid skyfall kommer vatten att följa befintliga lågstråk och ansamlas på samma platser som idag, se Figur 11.



Figur 11. Figuren visar avrinning från föreslagen gång- och cykelväg (mörkblå pilar). Framtida avrinning påverkas minimalt av gång- och cykelvägen.

I område A föreslås dagvattnet rinna till torgets dränering som går längs med gångbanan och därefter ledas till Kretslopp och Vattens befintliga dagvattenbrunn för utlopp i Göta Älv.

Där gång- och cykelbanan från bron löper längs Pumpgatans förlängning inom område B, se Figur 11, föreslås att dagvatten från gång- och cykelbanan avvattnas yttligt norrut till befintliga rinnvägar. I övergången mellan område A och B finns en kulvert som korsar gång- och cykelbanan, denna ligger

cirka 0,2 - 0,4 meter under befintlig markyta och för att inte komma i konflikt med den är ytlig avrinning en bra lösning.

Gång- och cykelbanan kommer att ha dubbelsidigt tvärfall inom område C. Sträckan mellan att bron når Hugo Hammars Kaj och att den möter befintliga marknivåer påverkar den rinnväg som i befintlig situation avleder ytligt vatten söderut. Ytlig avledning i dikesanvisning eller motsvarande föreslås för att avleda ytligt vatten längs med gång- och cykelvägens norra sida mot älven, på sträckan närmast älven. På samma sätt föreslås dikesanvisning på allmän plats på den södra sidan. Avrinningen från området under brons landfäste kommer att bero på markens höjdsättning.

Det är fördelaktigt med avseende på markföroreningarna som påträffats att dagvattnet hanteras ytligt för att minimera schakt i området så mycket som möjligt.

Topografiskt är området mycket platt och rinnvägarna diffusa. Anläggning av föreslagen gång- och cykelväg bedöms inte öka översvämningssrisker vid skyfall för byggnader och inte hellre skapa lågpunkter som kan försämra för framkomlighet. Vid större regnhändelser kommer avrinningen ske ungefär som i dag förutsatt avledning längs med gång- och cykelbanan österut mot älven enligt stycket ovan. Den planerade gång- och cykelvägen kommer således inte försämra översvämningssituationen vid ett skyfall jämfört med i dag.

Det är viktigt att vid framtida planering av ytorna på Hugo Hammars kaj se till att avrinning mot älven främjas och att lågpunkter inte skapas.

Om det krävs schaktarbeten för att försörja bron med dricksvatten- och spillvatten eller om det behövs en överbyggnad för gång- och cykelbanan närmast bron så skulle det kunna vara möjligt att för avvattningen av gång- och cykelbanan samtidigt anordna linjeavvattning som kan följa gång- och cykelbanan till älven.

5.2 Högvattenhantering

Bron ska anläggas så att den inte förhindrar genomförandet av planerade älvkantskydd på Packhusplatsen och Hugo Hammars Kaj.

Framkomligheten till och från den planerade gång- och cykelbron bedöms de allra flesta dagar fram emot 2070 kunna säkerställas. Brons nivåer vid landningsplatserna överstiger +1,2, vilket innebär att bron kommer att klara dagens medelhögvattenhändelser. Befintliga marknivåer på Hugo Hammars kaj ligger i dag på cirka +2 vilket innebär viss översvämning av brons landningsplats vid medelhögvatten år 2100, vilket antas kunna ske ungefär vart annat år. Avstängning av bron som följd av höga älvnivåer förväntas alltså fram emot 2100 kunna ske ungefär vart annat år med en varaktighet om mindre än 12 timmar. Marknivåerna på Hugo Hammars kaj är lägre än på Packhuskajen vilket innebär att marknivåerna på Hugo Hammars kaj i nuläget är styrande för brons framkomlighet.

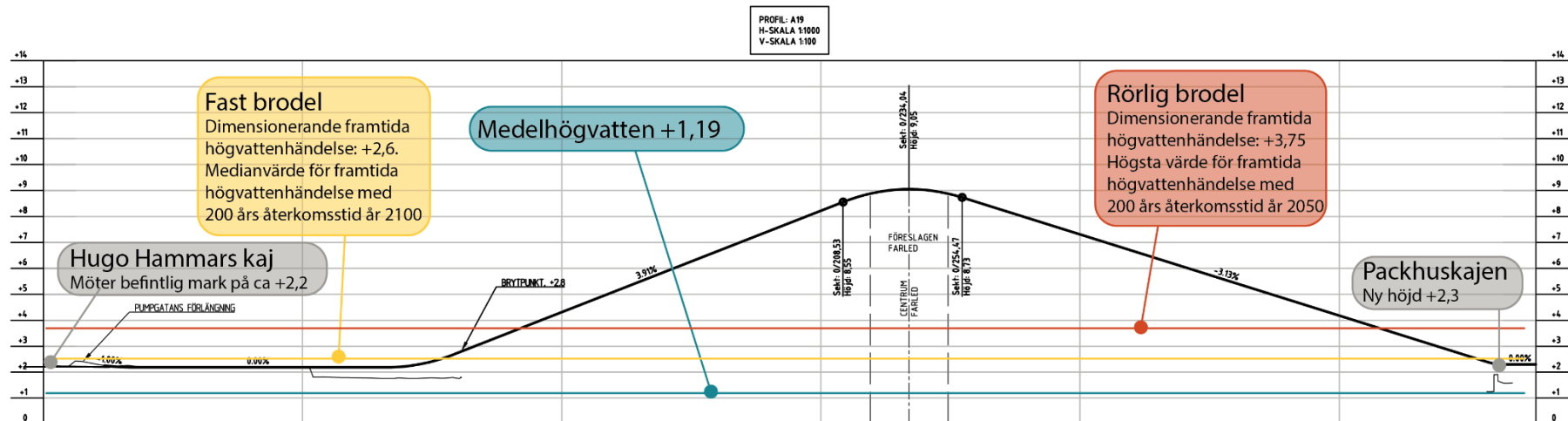
Bron bedöms inte vara framkomlig om älvnivåerna överstiger marknivåer på respektive sida.

Vid älvnivåer som överstiger +2,0 bedöms det sannolikt att gång- och cykelbron stängs av. Högvattenhändelser där älvnivåer överstiger 2 meter förväntas vara kortvariga och uppträda mycket sällan. På sikt kommer dock frekvensen att öka, som följd av en förhöjd medelvattennivå.

Rutiner för stängning av högvattenskydd förhindrar att människor kan bli strandade på bron. Det är i nuläget Stadsmiljöförvaltningen i Göteborgs Stad som ansvarar för att montera upp tillfälliga högvattenskydd.

Konsekvenserna av höga vattennivåer är olika, beroende på vilken del av bron som påverkas. Därför kommer olika delar och funktioner på bron ha olika dimensionerande nivåer, där både medelhögvattennivå och högvattennivå för en 200-årshändelse används för år 2100 och 2150 enligt klimatscenario SSP5-8,5. Differentieringen grundar sig i en bedömning av konsekvenserna för

respektive del samt hur staden har för avsikt att skydda övriga delar vid kommande högvattennivåer. Rekommendationer för dimensionering av bronns olika delar och funktioner beskrivs i respektive stycken nedan, se även Bilaga 1. Bron ska dimensioneras i enlighet med gällande bronormer där redovisade nivåer kan användas.



Figur 12. Dimensionerande vattennivåer för olika delar markerade med röda och gula linjer. Gul linje representerar en framtida högvattenhändelse om +2,6, vilket är ett medianvärde för en framtida högvattenhändelse med 200 års återkomsttid år 2100. Röd linje representerar en framtida högvattenhändelse om +3,75 vilket är det högsta värdet inom ett osäkerhetsintervall för en högvattenhändelse med 200 års återkomsttid år 2150. Nivåerna är enligt klimatscenario SSP5-8,5. Svart linje visar föreslagen profil för gång- och cykelbron med en höjdförställning med 1:10. Observera att profilen har justerats och kan komma att justeras i det fortsatta arbetet. Den ingår endast för att ge en översiktlig förståelse för bron.

5.2.1 Packhuskajen

För skydd mot högvatten behöver följande beaktas:

Gång- och cykelbron passerar genom stadens planerade älvkantskydd. Bron behöver förberedas på ett sätt som gör att det är möjligt att sätta upp tillfälligt älvkantskydd där bron landar. Exempelvis kan ”sättar” användas, som innan högvattenhändelser transporteras till platsen och monteras upp, se principskiss i Figur 13.



Figur 13. Principiell skiss som visar hur gång- och cykelbrons öppning vid högvattenhändelser kan stängas av manuellt.

Där bron ansluter till Packhuskajen utanför högvattenskyddet ska bron konstrueras på ett robust sätt för att inte ta skada vid högvattenhändelser. Det ska enligt planeringsförutsättningar för bron inte krävas någon åtgärd för återställning efter högvattenhändelser.

5.2.2 Göta älv

Den planerade gång- och cykelbron kommer att under sin tekniska livslängd utsättas för högre vattennivåer än dagens. Bron ska utformas och dimensioneras så att den inte tar skada av förhöjda medelvattennivåer, så att den åter kan tas i bruk efter att medelhögvatten har inträffat och inte raseras eller förstörs vid högvattenhändelse. Alla vattennivåer nedan utgår från klimatscenarioet SSP5-8,5.

Krav på framtida medelvattennivåer föreslås utgå från 2150 års framtida medelvattennivå utan yttre havsportar. 83-percentilen väljs för att säkerställa att bron under sin livslängd inte påverkas, vilket ger nivån +1,7. Krav på framtida medelhögvatten föreslås utgå från 2100 års nivå utan yttre havsportar. Även här väljs 83-percentilen för att säkerställa att bron kan brukas även efter att medelhögvatten har inträffat, vilket ger nivån +2,1. Högvattenhändelse är ytterligare en dimensionerande händelse. Medianvärdet för en högvattenhändelse med 200 års återkomsttid år 2100 föreslås vara dimensionerande eftersom Göteborgs Stad kommer ha behov av yttre havsportar när havsnivåerna överskrider +2,3. Det ger en nivå på +2,6.

Brokonstruktionens öppningsmekanism, det vill säga maskinrum och klaffkammare, ska vara åtkomliga vid högvatten under brons livslängd. Konsekvenserna av en driftstörning, exempelvis i brons öppningsmekanism, bedöms oacceptabla eftersom möjligheten att öppna bron då kan äventyras. Genom att konstruera bron så att dess öppningsmekanismer klarar högvattennivåer år 2150 utan yttre havsportar, hanteras riskerna med att yttre havsportar ej byggs samt att klimatförändringarna sker snabbare än vad som förväntas. Brons öppningsbara del dimensioneras för vattennivåer om +3,75, vilket representerar en uppskattad, framtida högvattenhändelse med 200 års återkomsttid år 2150. Brokonstruktionen anpassas därmed för högvattenhändelser genom att maskinrum och klaffkammare säkras med tät konstruktion och åtkomst till dessa utrymmen sker från nivåer som ligger över det högsta högvatten som kan förväntas inträffa under brons livslängd. För brons vitala delar väljs en högre säkerhetsmarginal genom att väljas den översta delen av beräknat konfidensintervall.

Tabell 4. Sammanställning av havets medelvattennivå för olika tidshorisonter (enligt SSP5 -8,5) och framtida högvattenhändelser med statistisk återkomsttid på 200 år. Val av dimensionerande nivåer för brons fasta delar markeras med orange cirkel och val av dimensionerande nivå för brons öppningsfunktion med lila cirkel.

	2022	2070 utan yttre havs- portar	2100 utan yttre havs- portar	2150 utan yttre havs- portar
Uppskattad medelvattennivå (MW) i cm (RH 2000) SSP5-8,5, 66 % konfidensintervall, 17e och 83-percentilen Medianvärdet i kursiv.	2	21–54 (36)	41 – 95 (63)	56 – 163 (101)
Uppskattad medelhögvattennivå i cm (RH2000). Nivån är summan av framtida uppskattad medelvattennivå SSP5-8,5, 66% konfidensintervall, 83- och 17percentilen, och uppskattat medelhögvatten år 2022 (119 cm). Medianvärdet i kursiv.	119	140–173 (155)	160–214 (183)	175 – 282 (220)
Uppskattad högvattennivå vid en framtida extremhändelse (RH2000). Nivån är summan av motsvarande intervallvärde för MW och HHW200 i dagens klimat³. Medianvärdet i kursiv	184 – 212 (199)	205 – 266 (235)	226 – 307 (263)	240 – 375 (300)

5.2.3 Hugo Hammars kaj

Eftersom gång- och cykelbron och delar av gång- och cykelbanan ligger utanför planerad sträckning av högvattenskydd och planeras anslutas till befintliga marknivåer kommer området att kunna stå under vatten. Vid framtida högvattenhändelse kan vattendjupet bli cirka 0,5 meter (200 års återkomsttid år 2070 enligt TTÖP). Vattnet kan därtill förväntas vara strömmande.

Vid eventuell framtida exploatering kan marknivåerna på Hugo Hammars kaj komma att höjas för att minska områdets känslighet för höga havsnivåer.

Rampen som ansluter från gång- och cykelbron till befintliga marknivåer föreslås i framtiden anpassas för att klara strömmande vatten till minst +2,3.

³ I sammanställningen har intervallgränsvärdet för MW adderats till motsvarande intervallgränsvärde för HHW200 i dagens klimat, medianvärdet för MW har adderats med motsvarande medianvärde för HHW200. Notera att resulterande intervall inte representerar den kombinerade händelsens statistiska konfidensintervall utan är en addition av respektive osäkerhetsintervall.

6 REFERENSER

Göteborgs Stad. (2018-12-11, rev 2019-04-23). *Planbeskrivning Detaljplan för verksamheter vid Pumpgatan inom stadsdelen Lundbyvassen i Göteborg.*

Göteborgs Stad. (2021). *Göteborgs Stads anvisning om hantering av skyfall. Överenskommelse om organisation, ansvar och finansiering av arbetet.*

Göteborgs Stad. (2022). *Teknisk handbok 2022:3.* Hämtat från Teknisk handbok: <https://tekniskhandbok.goteborg.se/>

Göteborgs stad. (den 01 11 2023). *Vatten i Göteborg.* Hämtat från <https://www.vattenigoteborg.se/>: <https://www.vattenigoteborg.se>

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (2020-04-15). *Dagvatten- och skyfallsutredning. Program för Lindholmen.*

Göteborgs stad, Kretslopp och vatten. (2021). *Reningskrav för dagvatten.* Göteborgs stad.

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (januari 2021). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning.* Hämtat från Vatten i Göteborg: <https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (januari 2021). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker. Avrinningsområde Lundby-Lindholmen.* Hämtat från <https://www.vattenigoteborg.se/Information/DownloadDocument?file=3.%20Strukturplan%20Lundby-Lindholmen.pdf&folder=downpourReports>

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (2021-01-26). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker. Avrinningsområde Centrum Södra.*

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (2016-05-23). *Planbeskrivning. Detaljplan för Bro över Göta Älv inom stadsdelarna Gullbergsvass och Tingstadsvassen i Göteborg.* Diarienummer: 10/0359.

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (2019-04-25). *Översvämningsrisker- tematiskt tillägg till översiktsplanen.* Hämtat från https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande-lantmaterioch-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktlig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvamningsrisker---tematisk-tillagg-till-oversiktsplanen!/ut/p/z1/hY5LDolwFEXX4gb6WmyhDB_-MQ6cSOEAKmVhFIDhCau

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret; Kretslopp och vatten; Sweco. (2018-10-29). *Översvämningsrisker i Centralenområdet och Gullbergsvass.* Hämtat från Projekt: STUP Centralenområdet: <https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planobygg.nsf/vyFiler/Centralenomr%C3%A5det%20-%20Bost%C3%A4der%20och%20verksamheter%20och%20uppg%C3%A5ngar%20f%C3%B6r%20V%C3%A4st%20plan%20ut%C3%B6rfarande%20-%20samr%C3%A5d-%C3>

Göteborgs Stad, Trafikkontoret. (2020-11-20). *PM Översvämningsrisker för detaljplan för spårväg Frihamnen – Lindholmen.* Hämtat från <https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planobygg.nsf/vyFiler/Lund>

by%20-%20Sp%C3%A5rv%C3%A4g%20genom%20Frihamnen%20och%20Lindholmsall%C3%A9n%20-Plan%20ut%C3%B6kat%20f%C3%B6rfarande%20-%20granskning-%C3%96versv%C3%A4mningsrisker/\$File/PM%2

Göteborgs Stad, Trafikkontoret. (2023-02-03). *Planeringsförutsättningar för högvattenskydd vid inre vattenvägarna. Uppdrag inom Högvattenskyddsprogrammet.*

Ramboll. (2016-09-30). *Förstudie Älvskydd Lindholmen - Dagvatten och skyfallsutredning.*


Svenskt Vatten. (2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö:
http://www.svensktvatten.se/globalassets/roinat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyfnad_2_2018.pdf

Sweco. (2018-05-25). Protokoll möte om älvkantsskydd. Uppdrag: Packhuskajen (2346017000).

Sweco. (2020-03-30). *Beräkningar av våghöjder, vågöverspolning och erforderlig nivå på högvattenskydd mot överspolning. Uppdragsnummer 13009377*. Hämtat från <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/addc4f6a-0fd9-4416-9a04-afff393e7eef/NYRapport+Utredning+Vind+och+V%C3%A5geffekter+G%C3%B6ta+%C3%A4lv+Sweco+200331.pdf?MOD=AJPERES>

Sweco. (2023b). Mötesanteckningar, uppdrag: GFS GC-BRO över Göta älv. Uppdragsnummer 30054710.

Sweco; DHI. (2017-06-26). *Utformningsaspekter högvattenskydd. Uppdragsnummer: 1321681000.*

BILAGA 1	SWECO 
UPPDRAG Gång – och cykelbro Packhuskajen – Hugo Hammars kaj	DOKUMENT 0W2140001
BILAGA 0W2140001 – Bilaga 1	UPPDRAGSNUMMER 30054710-058

PM Framtida, tillfälliga högvattennivåer vid Eriksberg som underlag för dimensionering av gång- och cykelbro



Sammanfattning

Sweco har i föreliggande PM studerat vilka älvnivåer som för olika tidshorisonter kan komma att uppkomma och således påverka dimensioneringen av den planerade gång- och cykelbron över Göta älv. Syftet med föreliggande PM är att skapa ett tydligt beslutsunderlag för dimensionerande vattennivåer för bron delar och funktioner.

Älvnivåer för högvatten- och medelhögvattenhändelser vid år 2070, 2100 och 2150 sammanställs. Till grund för medelhögvattenhändelse ligger framtidens medelvattennivå och av Sweco beräknat medelhögvatten. Till grund för högvattenhändelsen ligger framtidens medelvattennivå och en högvattenhändelse med 200 års återkomsttid¹ i dagens klimat, vilket är den av Staden valda dimensionerande händelsen. Notera att uppskattningen av framtida högvattenhändelser utgår ifrån de högsta nivåerna inom respektive osäkerhetsintervall, detta för att med största sannolikhet vara på den säkra sidan under bron livslängd. I tabell A nedan redovisas en sammanställning över nivåer för medelhögvatten och högvatten med 200 års återkomsttid år 2070, 2100 och 2150.

¹ 200-årshändelsen i dagens klimat. Med återkomsttid 200 år menas ett värde som uppnås eller överträffas i genomsnitt en gång på 200 år och innebär att sannolikheten är 0,5 % varje enskilt år. Eftersom man exponerar sig för risken under flera år blir den ackumulerade risken avsevärt större. Nivån för en 200-årshändelse i dag är lägre än 200-årshändelsen längre fram i tid. Dagens 200-årshändelse har dock använts i sammanställningen som en dimensionerande extremhändelse.

Tabell A. Sammanställning av uppskattade framtida älvnivåer för händelserna medelhögvatten och högvatten.

	2070 utan yttre havsportar	2100 utan yttre havsportar	2150 utan yttre havsportar
Uppskattad framtida medelhögvattennivå i cm (RH2000). Nivå är summan av framtida uppskattad medelvattennivå SSP5-8,5, 66% konfidensintervall, 17e och 83-percentilen, och uppskattat medelhögvatten år 2022 (119 cm). Median i kursiv.	140 – 173 (155)	160 - 214 (183)	175 - 282 (220)
Uppskattad högvattennivå vid en framtida extremhändelse baserat på framtida MW och antagen dimensionerande extremhändelse med återkomsttid 200 år i dagens klimat. Nivån anges i RH2000 och är summan av motsvarande intervallvärde för MW och HHW200 i dagens klimat ² . Median anges i kursiv.	205 – 266 (235)	226 – 307 (263)	240 – 375 (300)

Konsekvenserna av höga vattennivåer är olika, beroende på vilken del av bron som påverkas. Därför kommer olika delar och funktioner på bron ha olika dimensionerande nivåer, både medelhögvatten och högvattennivå för en 200-årshändelse kommer användas. Differentieringen grundar sig i en bedömning av konsekvenserna för respektive del.

Presenterade nivåer i föreliggande PM har förankrats i representanter för Göteborgs Stad. Konsekvenser de ger för brokonstruktionen och utformningen av bron, exempelvis avseende kulturmiljö och påverkan på andra värden hanteras separat.

² I sammanställningen har intervallgränsvärdet för MW adderats till motsvarande intervallgränsvärde för HHW200 i dagens klimat, medianvärdet för MW har adderats med motsvarande medianvärde för HHW200. Notera att resulterande intervall inte representerar den kombinerade händelsens statistiska konfidensintervall utan är en addition av respektive osäkerhetsintervall.

Ordlista

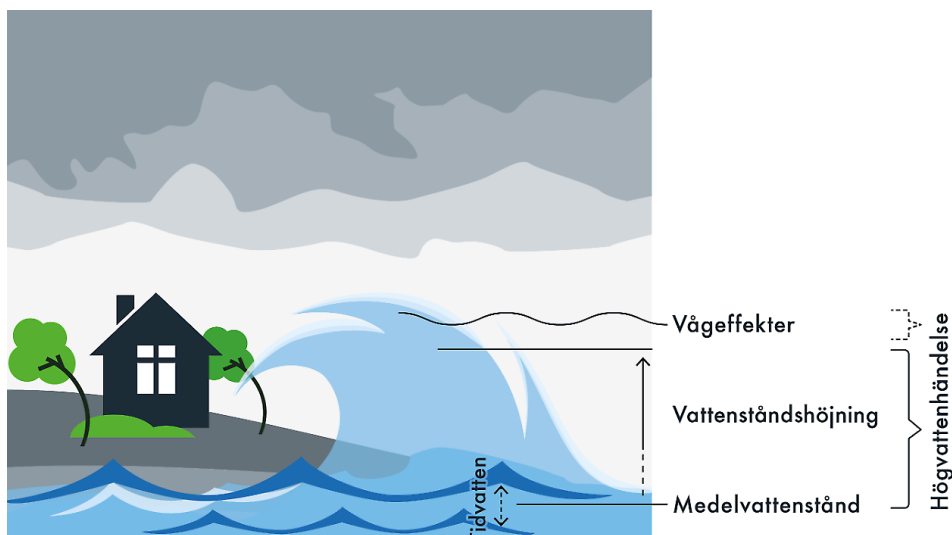
Medelvattenstånd (MW) är ett medelvärde av varje års dygnsvattenstånd. Medelvattenståndet 2025 och år 2022 när beräkningarna som ligger till grund för föreliggande PM gjordes är ca 2 cm.

Medelhögvattenstånd (MHW) är ett medelvärde av varje års högsta vattenstånd, den nivå som genomsnittligen uppnås en gång varje år.

Högvatten med återkomsttid 200 år (HHW200) är en högvattenhändelse som med sannolikhet 1/200 inträffar ett givet år.

Högsta högvatten (HHW) definieras som det högsta uppmätta högvattnet.

Segelfri höjd är avståndet från medelhögvattenytan till hindrets lägsta höjd, inom segelbar bredd, reducerat med en säkerhetsmarginal (Transportstyrelsen, 2019).



Figur 1. Illustration av en högvattenhändelse. Med medelvattenståndet som utgångspunkt kan kraftig vind i kombination med lågtryck driva upp vattenståndet mot kusten (SMHI, 2023).

Syfte

Syftet med föreliggande PM är att skapa ett tydligt beslutsunderlag för dimensionerande vattennivåer för bronns delar och funktioner. Exploateringsförvaltningen kan använda PM:et för att ta beslut om planeringsnivå för planerad gång- och cykelbro. Framtagna nivåer är projektioner baserade på statistiska data och är förknippade med osäkerheter och redovisas därför som intervall.

Redovisade vattennivåer i föreliggande PM är ett resultat av ett antal val gällande återkomsttid, klimatscenario, osäkerhetsintervaller och tidshorisont, vilka redovisas nedan. Till det kan även behöva adderas lokala effekter av vind och vågor.

Förutsättningar och metodik

Gång- och cykelbron ska dimensioneras för en livslängd om 120 år.

SMHI har redovisat projektioner för den **framtida medelvattennivån**. Uppgifterna baseras på IPCC:s sammanställning "AR6 Delrapport 1 – Den naturvetenskapliga grunden", som släpptes 2021. Beräkningarna utgår ifrån projektioner, vilka IPCC bedömer som troliga, för olika utsläppsscenarioer. För föreliggande redovisning används klimatscenario SSP5-8,5, vilket är det scenariot som illustrerar den högsta klimatpåverkan där fortsatt höga koldioxidutsläpp förväntas.

En **framtida medelhögvattenhändelse** är en kombination av framtida ändring av medelvattenståndet och dagens medelhögvatten, som representerar en genomsnittlig nivå genom åren som mätningar har utförts. En skattning av en framtida medelhögvattenhändelse har gjorts, baserat på dagens medelhögvatten och framtida medelvattennivå.

En **framtida högvattenhändelse** är en kombination av framtida ändring av medelvattenståndet och en tillfällig, kortvarig högvattenhändelse. De scenarier som har redovisats är en tillfällig högvattenhändelse i dagens klimat och även för tidshorisonter 2070, 2100 och 2150 med genomsnittlig återkomsttid 200 år, det vill säga med årlig sannolikhet om 1/200 att händelsen inträffar. Skattningen av framtida högvattenhändelser utgår ifrån de båda konfidensintervallens övre gräns, se tabell 1 och 2. De två händelserna har olika osäkerhetsnivåer och en kombinerad händelse med tillhörande konfidensintervall har inte tagits fram, utan en skattning av en nivå vid en framtida extremhändelse har gjorts.

I nedanstående sammanställning har de övre värdena från respektive konfidensintervall valts, i syfte att ge en indikation på vilka nivåer som kan komma att uppstå vid en 200-årshändelse i dagens klimat samt händelsen i framtida klimat för 3 tidshorisonter. Notera att sammanställningarna inte representerar havets "högsta möjliga nivå" utan syftar på att sammanställa, utifrån tillgängliga data, nivåer för medelhögvatten samt högvatten med återkomsttid 200 år. En extremhändelse med exempelvis en högre återkomsttid (lägre årlig sannolikhet), eller med snabbare havsnivåhöjningar än man idag tror, skulle innebära högre nivåer i Göta älv än vad som har redovisats nedan. På samma sätt skulle ett annat scenario kunna ge en lägre vattenståndshöjning. Osäkerheterna förknippade med återkomsttid ökar ju högre återkomsttider man väljer att studera. Observerade högvattennivåer i Göta älv har sedan mätningarna påbörjades 1967 inte överstigit nivåer för 100 års återkomsttid. Notera även att återkomsttiden för en högvattennivå ändras med tiden. Dagens högvattennivå med 200 års återkomsttid har exempelvis en lägre återkomsttid år 2070.

Göta älvs vattenyta sluttar ut mot havet. Lutningen ökar med vattenföringen i älven, och innebär att vattenföringen har viss påverkan på medelvattenståndet ju längre in i älven man kommer. Vid Agnesberg ligger ytan i genomsnitt 12 cm och vid Tingstad 4 cm högre än i havet (Torshamnen), medan medelvattenytan vid Eriksberg ligger vid ungefär samma nivå som Torshamnen (SMHI, 2018). Lokala effekter av vind och vågor är inte inkluderade i sammanställningen nedan eftersom de varierar från plats till plats. Bedöms effekterna av vind och vågor behöva inkluderas behöver det diskuteras vilka nivåer som ska redovisas för vilka platser. I Göteborg Stads tematiska tillägg till översiktsplanen (TTÖP) beskrivs effekterna som effekter om 0,5 meter, medan i rapporten "Beräkningar av våghöjder, vågöverspolning och erforderlig nivå på högvattenskydd mot överspolning" (Sweco, 2020) kan vind- och vågeffekterna vid Stora Tullhuset uppgå till cirka 0,6 – 0,7 meter.

Antaganden för redovisningen

Projektionerna av hur medelvattenståndet i älven kommer vara i framtiden har stora konfidensintervall (en skattning av datas osäkerhet), och intervallen ökar längre fram i tid. I föreliggande sammanställning redovisas osäkerhetsintervallerna för den framtida medelvattennivån och för extremhändelsen (200 års återkomsttid i dagens klimat). Sammanställningen redovisar uppskattningar, baserat på val av konfidensintervallens övre gränsvärden, av en framtida medelhögvattenhändelse och en framtida högvattenhändelse. Framtida medelvattenstånd ligger till grund för de båda MHW och HW200. Notera att Göteborgs Stad i TTÖP har valt att använda medelvärdeskurvan för IPCC:s modell RPC 8,5 som underlag för hur vattenståndsstigningen i havet förväntas bli i framtiden, i föreliggande PM används övre gräns för respektive år.

De scenarier som har redovisats är uppskattning av medelhögvattenhändelser för år 2070, 2100 och 2150.

Antaganden om medelhögvatten

Medelhögvattenståndet är ett medelvärde av varje års högsta vattenstånd.

Medelhögvatten är en mer frekvent händelse än högvattenhändelsen. Det finns en cirka 50 % sannolikhet att ett medelhögvatten om 119 cm (RH 2000) uppträder varje år, man kan grovt säga att medelhögvattennivån överskrids vartannat år och på motsvarande sätt underskrids vartannat år.

Antaganden om framtida medelvattennivå

I tabell 1 nedan redovisas konfidensintervallet (hämtat från SMHI), som visar nedre gräns för det sannolika intervallet till övre gräns för det sannolika intervallet följt av medianvärdet inom parentes.

Det *sannolika* intervallet begränsas av den 17:e och 83:e percentilen och har 66 % konfidens. Dessa nivåer utgör således varken en nedre eller en övre gräns för medelvattenståndets möjliga nivå de valda åren. Intervallets högre gräns (83 percentilen) har valts i syfte att täcka in en större andel av utfallet för den aktuella händelsen.

Tabell 1. Framtida uppskattad medelvattennivå i cm i RH2000 (SSP5-8,5, 66 % konfidensintervall samt medianvärde) (SMHI, 2023).

	2070 utan yttre havsportar	2100 utan yttre havsportar	2150 utan yttre havsportar
Framtida uppskattad medelvattennivå (SSP5-8,5, 66 % konfidensintervall, 17e och 83-percentilen) Medianvärdet i kursiv.	21 - 54 (36)	41 - 95 (64)	56 - 163 (101)

Antaganden om framtida högvattenhändelser

Händelser av tillfälligt höga vattennivåer kan kopplas till en genomsnittlig sannolikhet att inträffa, en så kallad återkomsttid. För nedanstående sammanställning redovisas beräknade extremnivåer i Göta älv vid en extremhändelse med 200 års återkomsttid i dagens klimat, en projektion som är baserad på historiska händelser. Extremnivåerna har beräknats av SMHI, och finns tillgängliga på SMHI:s websida: [Högvattenhändelser idag och i framtiden | SMHI](#). Återkomstnivån vid mätstationen i Torshamnen, i cm relativt medelvattenståndet, uttrycks som ett 90-procentigt konfidensintervall, vilket innebär att konfidensintervallet med sannolikheten 90 % innehåller det riktiga värdet.

I sammanställningen nedan har lognormal-fördelningen använts och redovisade nivåer inkluderar ej effekterna av yttre portar.

Återkomstnivå i cm relativt medelvattenståndet (konfidensintervall inom parentes)			
Återkomsttid	GEV	Lognormal	GPD
5 år	117 (111 - 124)	118 (111 - 123)	105 (101 - 108)
10 år	128 (121 - 134)	129 (121 - 136)	115 (110 - 119)
50 år	148 (138 - 159)	151 (140 - 162)	136 (128 - 143)
100 år	156 (143 - 171)	160 (147 - 172)	143 (134 - 153)
200 år	162 (147 - 183)	169 (154 - 182)	150 (139 - 163)

Figur 2. Högvattennivåer för återkomsttider i Torshamnen beräknade utifrån olika sannolikhetsfördelningar; GEV (Generalized extreme value), Lognormal och GPD (Generalized pareto distribution). Sammanställningen i detta PM utgår ifrån en 200-årshändelse i dagens klimat och lognormal-metoden (SMHI, 2023). Intervallet som redovisas är ett 90-procentigt konfidensintervall, 95-percentilen och 5-percentilen.

I SMHI:s rapport "Extremvattenstånd i Göteborg" (SMHI, 2018) redovisas en uppskattad skillnad mellan högvattennivåer i Göta älv beroende på plats. Vid en 200-årshändelse i Göta älv uppskattas den relativa nivåskillnaden mellan mätstationen i Torshamnen och Eriksberg kunna uppgå till cirka +30 cm (SMHI, 2018). I tabell 2 nedan redovisas återkomstnivåer och det 90-procentiga konfidensintervallet för Torshamnen (enligt figur 1, ovan) och Eriksberg (korrigerad för nivåskillnad mellan Torshamnen och Eriksberg) för en 200 års händelse. Återkomstnivåerna inkluderar effekter av älvflödet som skapar en lutning av vattenytan ut mot havet. I föreliggande PM har Eriksberg använts som geografisk representation för GC-bron.

Tabell 2. Sammanställning av återkomstnivåer 200 års händelse vid Torshamnen respektive Eriksberg. Källor: (SMHI, 2023) och (SMHI, 2018).

Mätstation	Återkomstnivå 200-årshändelse i cm relativt medelvattenståndet, lognormalfördelning.
Torshamnen	154 – 182 (169) ³
Eriksberg (+30 cm)	184 – 212 (199) ⁴

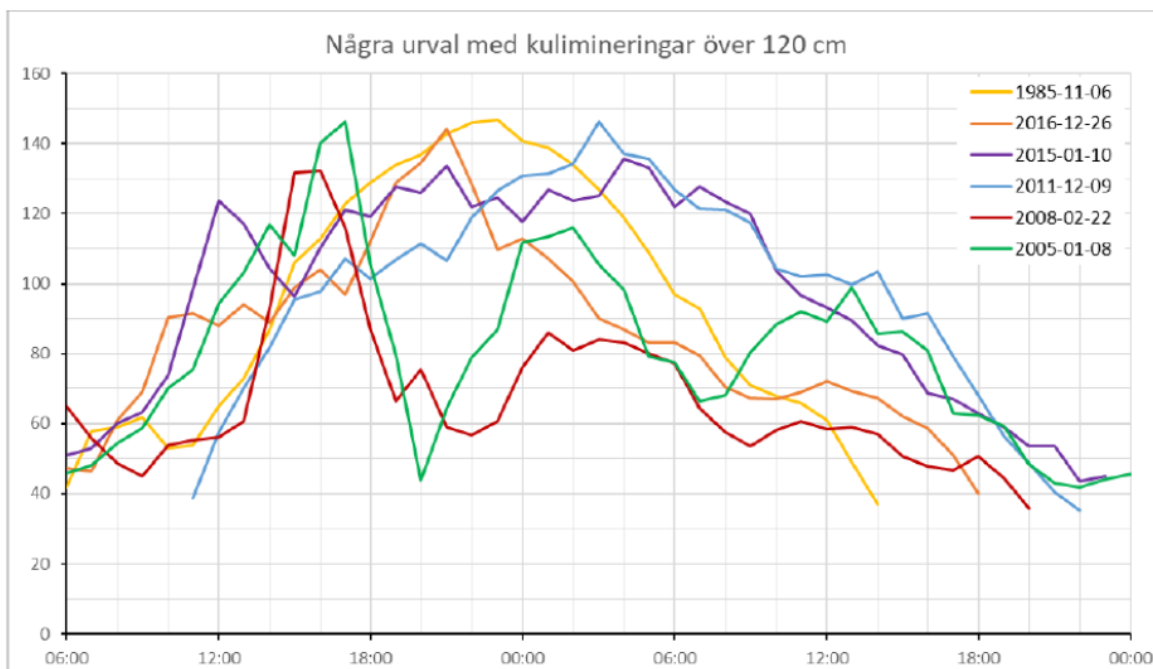
³ (SMHI, 2023)

⁴ Nivå vid Eriksberg givet en nivåskillnad om +30 cm mellan Torshamnen och Eriksberg

Sannolikhet och varaktighet

Sannolikheten för att medelhögvattennivåer (MWH) uppkommer under ett visst år är grovt räknat cirka 50 %. Varaktigheten som MHW överskrids är i regel längre än varaktigheten för en överskriden högvattennivå med 200 års återkomsttid. Varaktigheten som MHW överskrids är i medeltal cirka 4 timmar, men variationerna är stora. MHW kan utifrån historiska data överskridas alltifrån mindre än en timme upp emot ett dygn.

Sannolikheten att en högvattenhändelse med återkomsttid 200 år inträffar ett visst år är 1/200, det vill säga 0,5 %. Den ackumulerade sannolikheten över åren är dock betydligt större. I flera andra utredningar gjorda i samband med utredning av yttre portar och skydd av inre vattenvägar konstateras det att det är stora variationer av observerade högvattenhändelser i havet under de senaste 110 åren. Analyser av historiska händelser av höga vattenstånd har gjorts i rapporten "Mölnålsystemet och Göteborgs inre vattenvägar – utredning om skydd mot översvämningar fram till år 2150" (Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret, 2021). Denna antyder att kortvariga förlopp är vanligast, med toppar på några timmar upp till högst några dygn. Figuren nedan härstammar från ovan nämnda rapport där ett urval av händelser med kritiskt höga och/eller långvariga högvattenstånd redovisas. Samtliga händelser innebär att högvattennivåerna kulminerar över 120 cm relativt det aktuella årets medelvatten (Torshamnen). Vattennivåerna stiger och ligger under ett dygn eller två på högre nivåer än vanligt, medan toppen är relativt kortvarig. Citat från rapporten: "Underlaget är inte tillräckligt omfattande för att möjliggöra en tillförlitlig analys av återkomsttider för högvattenstånd som utgörs av seicher⁵ eller långvarig havsnivåhöjning. Med försiktighet kan bedömas att "mest vanligt" är att nivån stiger över och faller tillbaka under +1,0 under en period av 6 timmar eller kortare" (Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret, 2021).



Figur 3. Ett urval av händelser med kulminering över 120 cm, Torshamnen (Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret, 2021).

⁵ En seiche syftar i detta fall till en stående våg mellan danska och svenska kusten med en period av ca 10 h.

Sammanställning

Framtida medelhögvattenhändelser

I nedanstående tabell redovisas en sammanställning av en framtida, möjlig medelhögvattenhändelse för respektive år 2070, 2100 och 2150. För framtida uppskattad medelvattennivå redovisas ett konfidensintervall på 66 %, 17e och 83-percentilen, samt ett beräknat medianvärde. Den relativa medelhögvattennivån antas vara den samma som idag även längre fram i tid. Detta bedöms vara en osäkerhet i sammanställningen.

Tabell 3. Sammanställning av älvens medelvattennivå för olika tidshorisonter (enligt SSP-8,5) och en medelhögvattenhändelse. Nivåer redovisas i cm i RH 2000. Källa: (SMHI, 2023)

	2022	2070 utan yttre havs- portar	2100 utan yttre havs- portar	2150 utan yttre havs- portar
Uppskattad medelvattennivå (MW) i cm (RH 2000) SSP5-8,5, 66 % konfidensintervall, 17e och 83-percentilen Medianvärdet i kursiv.	2	21 – 54 (36)	41 - 95 (64)	56 – 163 (101)
Uppskattad medelhögvattennivå i cm (RH2000)	119	140 - 173 (155)	160 - 214 (183)	175 - 282 (220)

Framtida högvattenhändelser

I nedanstående tabell redovisas en sammanställning av händelser, konfidensintervall och slutligen, en uppskattning av en framtida extremhändelse. I den undre raden redovisas uppskattade framtida extremhändelser där konfidensintervallen från framtida medelvattennivå och uppskattad högvattenhändelse med 200 års återkomsttid i dagens klimat har adderats. Intervallet är inte ett konfidensintervall eftersom separata händelser adderats. Även medianvärdena har adderats för respektive år.

Tabell 4. Sammanställning av havets medelvattennivå för olika tidshorisonter (enligt SSP-8,5) och framtida högvattenhändelser med statistisk återkomsttid på 200 år. Källor: (SMHI, 2023) (SMHI, 2023).

	2070 utan yttre havs- portar	2100 utan yttre havs- portar	2150 utan yttre havs- portar
Framtida medelvattennivå (MW) (SSP5-8,5, 66 % konfidensintervall, 17e och 83-percentilen) Medianvärdet i kursiv. RH2000.	21 – 54 (36)	42 - 95 (64)	56 – 163 (101)
Beräknad återkomstnivå i relativt medelvattenstånd för en händelse med 200 års återkomsttid i dagens klimat vid Eriksberg (HHW200) (se tabell 2). 90 % konfidensintervall, 95-percentilen och 5-percentilen. Medianvärdet i kursiv.	184 – 212 (199)	184 – 212 (199)	184 – 212 (199)
Uppskattad högvattennivå vid en framtida extremhändelse i Eriksberg. Summan av första och andra tabellraden (MW+HHW200) ⁶ . RH2000.	205 – 266 (235)	226 – 307 (263)	240 – 375 (300)

⁶ I sammanställningen har intervallgränsvärdet för MW adderats till motsvarande intervallgränsvärde för HHW200 i dagens klimat, medianvärdet för MW har adderats med motsvarande medianvärde för HHW200. Notera att resulterande intervall inte representerar den kombinerade händelsens statistiska konfidensintervall utan är en addition av respektive osäkerhetsintervall.

Sammanställningen redovisar framtida, tillfälliga och kortvariga havsnivåer som kan komma att förekomma i 2070, 2100 och 2150 vid en högvattenhändelse med återkomsttid 200 år. Beräkningarna baseras på högsta noteringar av uppmätt havsvattenstånd vilket innebär att varaktigheten under vilken angivna nivåer uppnås är relativt kort, upp till en timme. Den händelse av förhöjda havsnivåer som extremnoteringen inträffar under pågår dock under längre tid än så, vanligtvis 12–24 timmar, se Figur 3.

Notera att beräknade nivåer för år 2150 innebär stora översvämningar i centrala Göteborg. Yttre portar planeras finnas på plats 2070 i syfte att reducera konsekvenserna av den framtida havsnivåhöjningen.

Beslut om dimensionerande vattennivåer för gång- och cykelbron

Dimensionerande vattennivå bedöms behöva variera för bronns olika delar beroende på vad som hotas och vilken konsekvens som vattennivån leder till. Konsekvenserna av medelhögvatten respektive högvattennivåer är olika för bronns olika delar och funktioner. Beslut om vilka vattennivåer som ska vara dimensionerande för gång- och cykelbronns olika delar görs med denna bilaga som grund.

Referenser

- Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret. (2015). *Yttre portar mot havet, förstudie*. Göteborgs stad.
- Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret. (2021). *Mölnålsåsystemet och Göteborgs inre vattenvägar*. Göteborgs stad.
- SMHI. (2018). *Extremvattenstånd i Göteborg*.
- SMHI. (den 05 11 2023). *Extremnivåer vid Göteborg - Torshamnen*. Hämtat från Extremnivåer vid Göteborg - Torshamnen: <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/hogvattenhandelser-idag-och-i-framtiden/extremnivaer>
- SMHI. (den 30 10 2023). *Framtida medelvattennivå*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/framtida-medelvattenstand-1.165493>
- SMHI. (den 28 11 2023). *Höga vattenstånd vid storm*. Hämtat från Höga vattenstånd vid storm: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/vattenstand-i-havet/hoga-havsvattenstand-1.23985>
- Sweco. (2020). *Beräkningar av våghöjder, vågöverspolning och erforderlig nivå på högvattenskydd mot överspolning*. Göteborgs stad.
- Transportstyrelsen. (2019). *Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om sjövägmärken*. Transportstyrelsen.