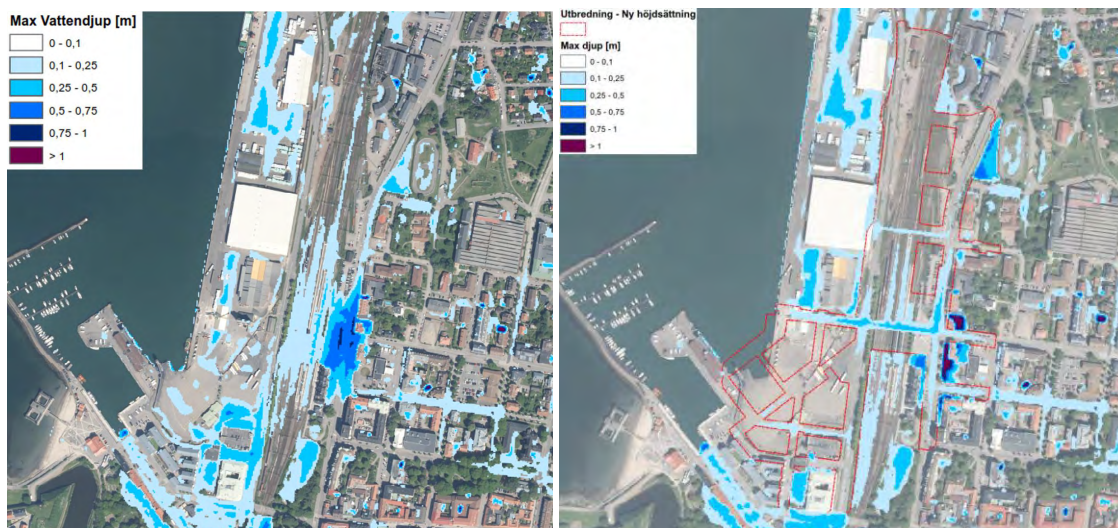


RAPPORT

VARBERGS KOMMUN

Skyfallsutredning Västerport etapp 1 och Stationsområde

Uppdragsnummer 12705052-003



Figurer ovan: Modellerat maximalt djup vid Varbergs hamnområde för ett klimatanpassat 100-årsregn. Nuvarande skyfallssituation (vänster) och framtida skyfallssituation med planerad exploatering och höjdsättning (höger).

2019-11-13

REV. 2019-11-22 MED BILAGA 1 OCH BILAGA 2

Sweco Environment AB

Shahab Moghadas, modelleringsspecialist
 Annamaria Haag, rapportskrivning
 Mats Andréasson, rapportgranskning

RAPPORT

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	2
1.2	Omfattning	2
1.3	Förutsättningar	3
2	Metodik för modelluppbyggnad	4
2.1	Topografi	5
2.2	Markens råhet	5
2.3	Infiltration	7
2.4	Dagvattenledningsnätets kapacitet	9
3	Riskbild för nuvarande skyfallssituation	11
3.1	Flöden	11
3.2	Stående vatten	12
4	Riskbild för framtida skyfallssituation	14
4.1	Flöden	14
4.2	Stående vatten	16
5	Principiella åtgärdsförslag för framtida riskområden	20
5.1	Riskområde 1	20
5.2	Riskområde 2	21
5.3	Riskområde 3	23
6	Slutsatser	24
6.1	Nuvarande skyfallssituation	24
6.2	Framtida skyfallssituation och riskområden	24
6.3	Fortsatta arbeten	25

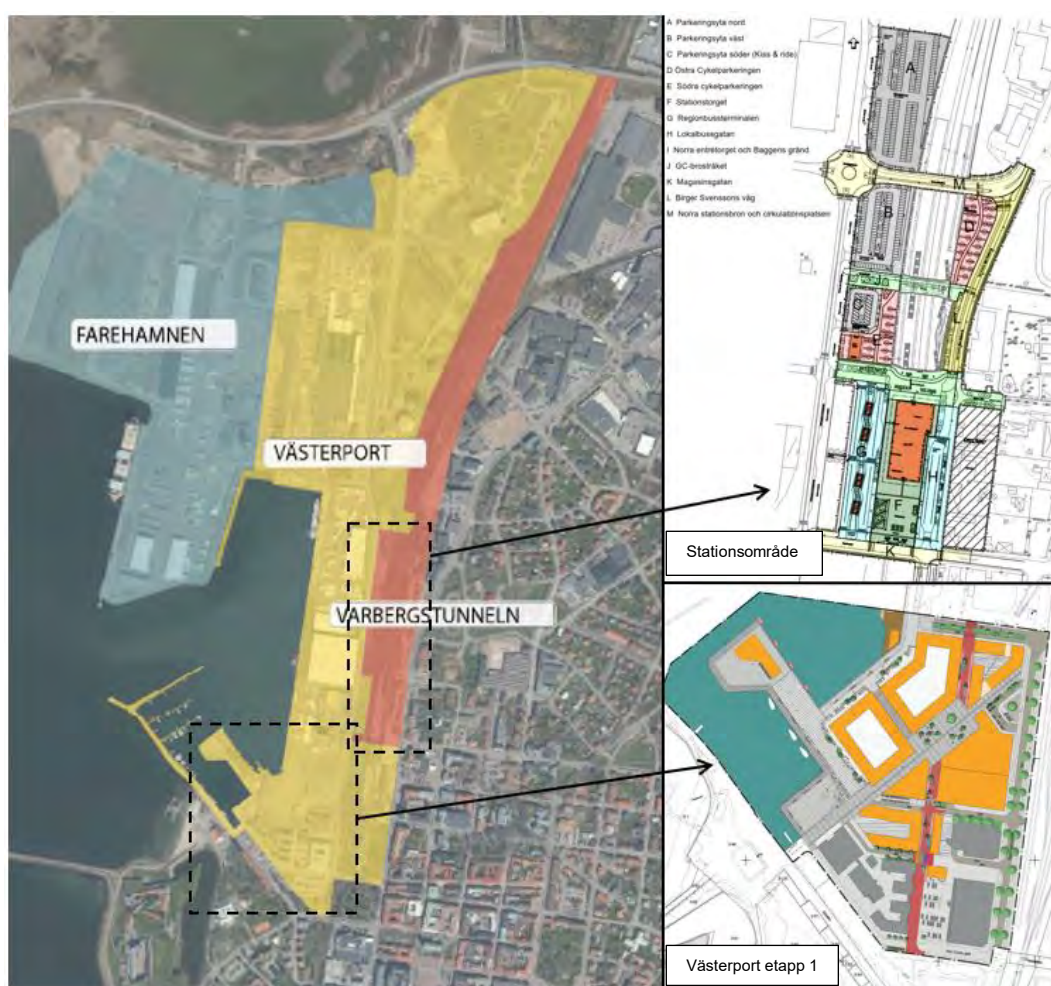
Bilagor

Bilaga 1 – Maximalt flöde (m³/s/m) med förslag på reviderad höjdsättning

Bilaga 2 – Maximalt djup (m) med förslag på reviderad höjdsättning

1 Inledning

I centrala Varberg planeras en omfattande omvandling av hamnområdet och ut mot vattnet. Inom omvandlingsområdet finns tre utvecklingsprojekt benämnda Farehamnen, Västerport och Varbergstunneln vilka presenteras i Figur 1. Inom projektet Varbergstunneln ingår ett nytt stationsområde, vidare benämnt som Stationsområdet, denna utveckling visualiserad uppe till höger i Figur 1. Systemhandling för Stationsområdet togs fram under hösten 2019. Detaljplan för Västerport, Västerport etapp 1, har varit ute på samråd under våren 2019. Detaljplanen visualiseras nere till höger i Figur 1.



Figur 1. Till vänster visas illustration av utvecklingsprojekten inom Varbergs hamnområde (Varbergs kommun) och till höger illustrationskartor av Stationsområdet (Sweco, 2019) respektive Västerport etapp 1 (Varbergs kommun, 2019). Stationsområdet visas uppe till höger och Västerport etapp 1 visas nere till höger.

I samband med planarbete för Västerport etapp 1 och systemhandlingsskede för Stationsområdet har Sweco på uppdrag av Varbergs kommun utrett skyfallsriskerna i en s.k. skyfallskartering. Karteringen har genomförts i en markavrinningsmodell som tar hänsyn till lokala förutsättningar som topografi, markens råhet och infiltrationskapacitet, regnets varaktighet och dagvattenledningsnätets flödeskapacitet vid trycklinje i marknivå. Föreliggande rapport beskriver vilka förutsättningar som gäller för skyfallskarteringen, metodik för modelluppbyggnad, samt befintlig och framtida riskbild med föreslagen höjdsättning och exploatering inom och i anslutning till Västerport etapp 1 och Stationsområdet.

1.1 Bakgrund

Länsstyrelsen i Västra Götalands och Stockholms län har tagit fram ett faktablad; *Fakta 2018:5, Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*, där de bl.a. beskriver hur risken för översvämning till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner.

Länsstyrelsen rekommenderar:

- Att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn ska bedömas i detaljplanen och eventuella skyddsåtgärder ska säkerställas.
- Samhällsviktig verksamhet ska ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och ska vid behov säkerställas.

Hänsyn till dessa rekommendationer ska tas vid planering av all ny bebyggelse, såväl vid lokalisering, som placering och utformning. En skyfallsplanering kan utföras för att t.ex. ingå som en del i kommunens risk- och sårbarhetsanalys, ett tematiskt tillägg till den fördjupade översiktsplanen eller som ett fristående dokument i en detaljplan.

1.2 Omfattning

Till följd av Länsstyrelsens rekommendationer för hantering av översvämningar vid skyfall har Varbergs kommun i samverkan med Sweco tagit fram föreliggande skyfallsutredning för kontroll av konsekvensen vid ett klimatanpassat 100-årsregn inom avrinningsområdet för studerade områden; Västerport etapp 1 och Stationsområdet. I utredningen har speciellt följande studerats:

- klargörande av instängda områden
- eventuell påverkan på närliggande områden
- identifiering av viktiga skyfallsleder
- möjligheten till förbättrad ytvattenavledning inom Västerport

Inom och i anslutning till Västerport etapp 1 och Stationsområdet utreds ytvattnets avrinning och avledning i nuvarande situation samt i framtida situation med planerad exploatering och höjdsättning av studerade områden. Skyfallskarteringen har genomförts i en 2-dimensionell markavrinningsmodell vilken presenteras i kapitel 2 *Metodik för modelluppbyggnad*. Befintliga och framtida skyfallsrisker har identifierats och presenteras i kapitel 3 *Riskbild för nuvarande skyfallssituation* samt 4 *Riskbild för framtida skyfallssituation*. Ambitionen med skyfallsutredningen är att skapa en hållbar och säker ytvattenavledning inom och i anslutning till studerade områden med framtida tillkommande byggnation. Principförslag för reviderade marknivåer, sekundära skyfallsstråk, vallar, magasin eller motsvarande tas fram för att hantera framtida skyfallsrisker, detta presenterat i kapitel 5 *Principiella åtgärdsförslag för framtida riskområden*.

Som stöd för Varbergs kommuns och VIVABs (VA-huvudman i Varbergs och Falkenbergs kommun) arbete med fysisk planering, grönstrukturplaner, klimatanpassning, riskanalyser och VA-utredningar har Sweco framställt kartor med vattendjup, vattenflöde och vattenutbredning vid skyfall. Arbetet utförs enligt Länsstyrelsens, MSB:s och Svenskt Vattens rekommendationer.

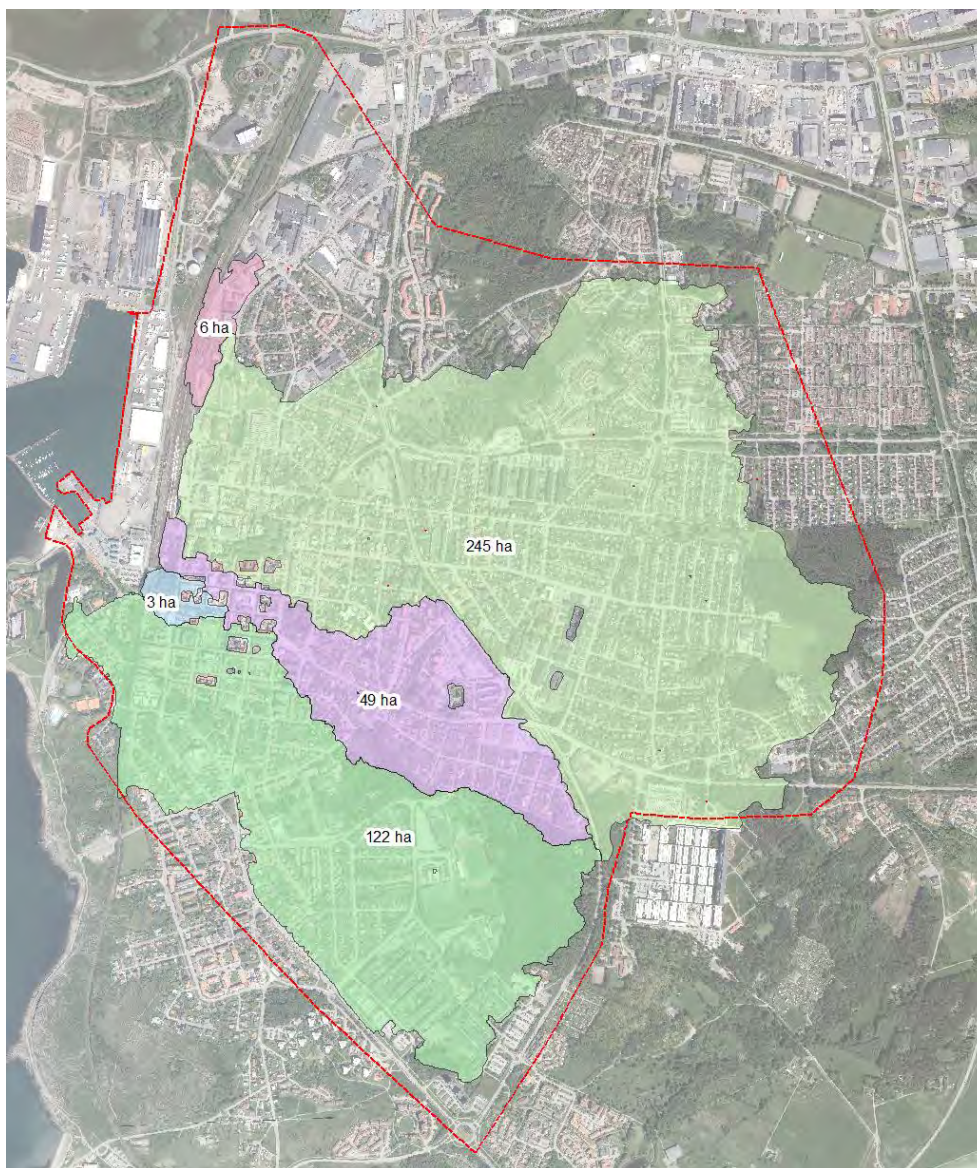
1.3 Förutsättningar

Beräkning och kartering av vattendjup och flödesvägar har genomförts med en 2-dimensionell skyfallsmodell som beskriver avrinning på markytan. Markavrinningen vid skyfall är kraftigt dominerande framför avledningen i ledningsnät varför ingen koppling gjorts till ledningsnätetsmodell för dagvatten. Ledningsnätets flödeskapacitet hanteras genom ett generellt avdrag i skyfallsmodellen motsvarande flödeskapacitet vid trycklinje i marknivå vilken bestämts motsvara ett s.k. 5-års regn med 30 minuters varaktighet. När och om detaljeringsgraden behöver utökas är det möjligt att koppla skyfallsmodellen till en ledningsnätetsmodell och därmed kontrollera ledningsnätets verkliga kapacitet och beräknade trycknivåer. Det innebär att vattenflöden i dagvattenledningsnätet och vattenflöden på markytan samtidigt kan beräknas.

Skyfallssituationen har modellerats med ett klimatanpassat 100-årsregn i kombination med normal havsnivå idag. Kombinationseffekten mellan skyfall och olika havsnivåer, exempelvis havsnivåer i ett framtida klimat eller extrema havsnivåer, har inte studerats i aktuell utredning. Sannolikheten att skyfall med en återkomsttid på 100 år inträffar samtidigt som höga vattennivåer i havet är mycket liten varför scenariot inte bedöms som nödvändigt att utreda. För att avgöra om det är värdefullt att utreda skyfallssituationen även med framtida havsnivåer behöver marknivåer inom aktuellt utredningsområde jämföras med framtida havsnivåer, t.ex. år 2070 eller 2100. Då studerat skyfall utgörs av ett klimatanpassat 100-årsregn, d.v.s. att en klimatfaktor inkluderats för att ta höjd för en ökad regnintensitet, kan det vara motiverbart att även studera skyfallssituationen med en framtida havsnivå.

2 Metodik för modelluppbyggnad

Skyfallskarteringen har genomförts som en 2-dimensionell markavrinningsmodell i programvaran Mike 21 FM. Modellen beskriver avrinning och transport på markytan genom att beräkna vattenhastighet, flödesriktning, vattendjup och flödesutbredning. Modellen har ett triangulärt beräkningsnät på ca 2 m². Den geografiska begränsningen för skyfallskarteringen är avrinningsområden till Västerport etapp 1 och Stationsområdet. I Figur 2 visualiserar modellerat område med röd begränsningslinje.



Figur 2. Utredningsområdet (röd begränsningslinje) för skyfallskarteringen. Geografisk begränsning utgörs av avrinningsområden till Västerport etapp 1 och Stationsområdet.

Val av nederbördsbelastning för skyfall har gjorts utifrån en dimensionerande händelse, som rekommenderas av MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap), enligt rapporten *Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning* (MSB1121, 2017). Det scenario som studerats är ett klimatanpassat 100-årsregn. Med klimatanpassat regn menas att en klimatafaktor har tillämpats. Klimatafaktorn 1,25 har använts, vilket går i linje med rekommendationer i rapport av SMHI *Sveriges framtida klimat* (Klimatologi Nr 14, 2015). Varaktigheten för studerat regn är 6 timmar.

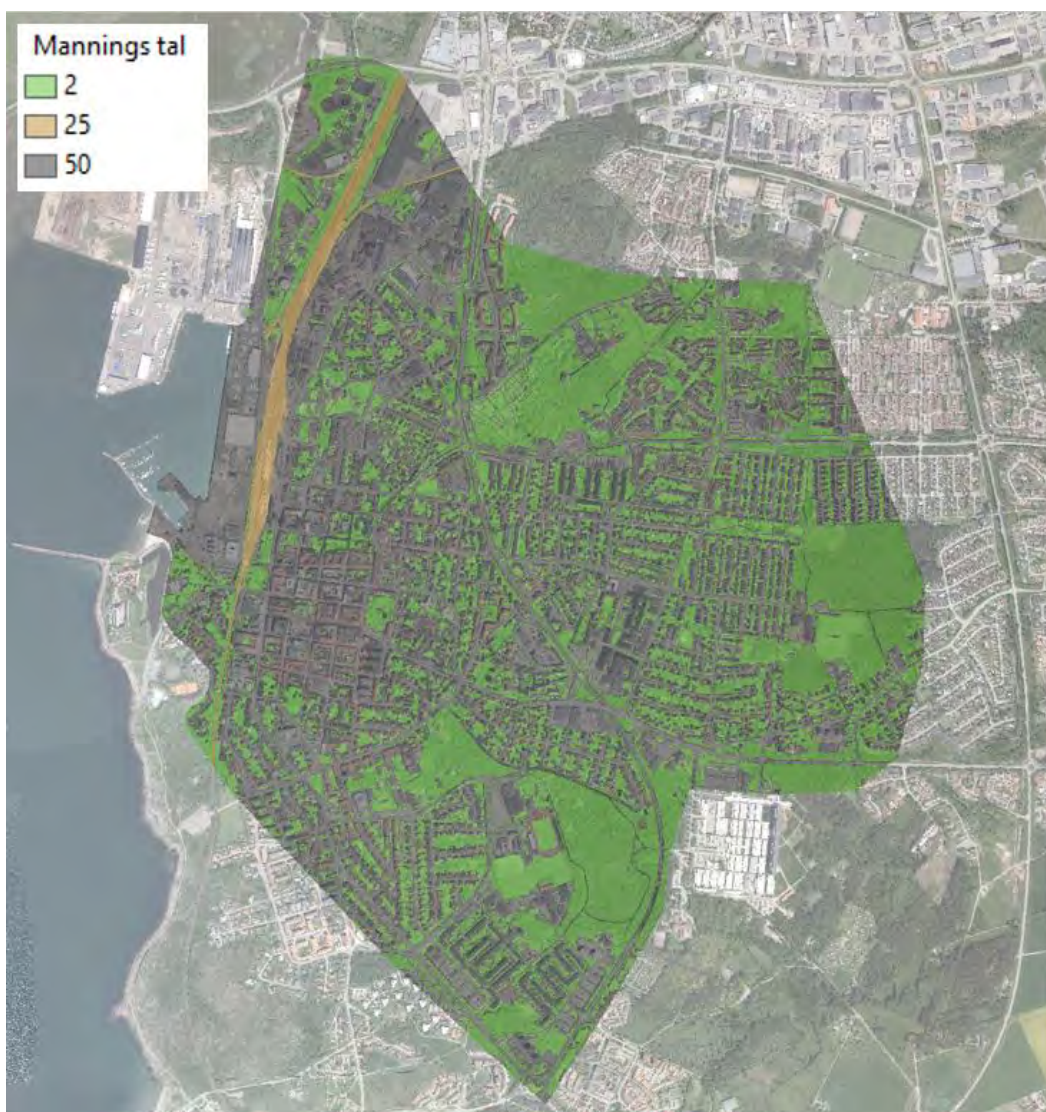
Lokala förutsättningar för indata som inkluderats i modellen är topografi, markens råhet och infiltrationskapacitet, samt dagvattenledningsnätets flödeskapacitet vid trycklinje i marknivå. Skyfallskarteringen har genomförts för två situationer, en med befintlig markanvändning och höjdsättning, samt en med planerad exploatering och höjdsättning av Västerport etapp 1 och Stationsområdet där markens topografi, råhet och infiltration förändrats. Ledningsnätets flödeskapacitet är densamma i båda scenariona. Följande kapitel beskriver de lokala förutsättningarna för indata mer ingående.

2.1 Topografi

Höjdmodellen baseras på Lantmäteriets GSD-Höjddata, grid 2+ utifrån laserscanningar 2017. Höjdmodellen har sedan kompletterats med byggnader, större broar och tunnlår så att avrinning beräknas runt om byggnader och genom tunnlår/viadukter.

2.2 Markens råhet

I den hydrauliska modellen inkluderas en karta som beskriver markens råhet/strömningsmotstånd, uttryckt i Mannings tal M. Hur Mannings tal varierar i modellområdet har bestämts genom att ansätta värden enligt Tabell 1 med markanvändning med Mannings tal beskrivna enligt Figur 3.



Figur 3. Markanvändning med Mannings tal.

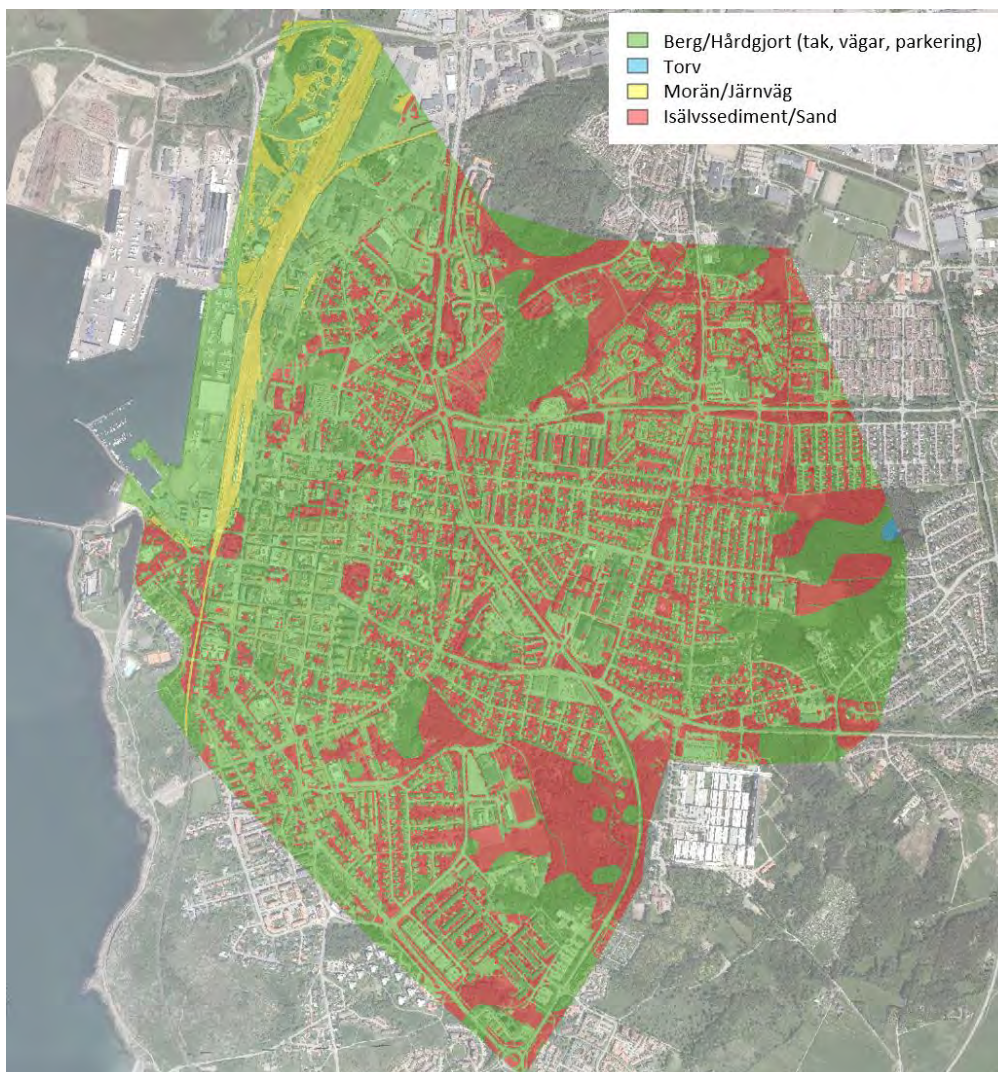
Tabell 1. Mannings tal.

Markanvändning	Mannings tal M ($m^{1/3}/s$)
Väg	50
Järnväg	25
Skog	2
Bebyggelse	2
Byggnad	50

2.3 Infiltration

Markavrinningsmodellen består av en infiltrationsmodul som används för att beskriva hur en del av vattnet från genomsläppliga ytor infiltrerar ner i marken. I infiltrationsmodulen definieras jordlagrets mäktighet, porositet, infiltrationsförmåga, det vertikala läckaget till grundvattenytan i underliggande jordlager samt initial mätnadsgrad.

Genom en studie av SGU:s jordartskarta har fem primära infiltrationsklasser definierats. Då jordartskartan är framtagen med relativt grova metoder och man kan inte urskilja markutfyllnad, ansätts en klassindelning som samlar flertalet liknande jordarter inom samma infiltrationsklass. Jordmäktigheten sätts till 0,3 m för samtliga klasser där markinfiltration sker, vilket antyder att det översta jordlagret är av denna mäktighet och att läckage till grundvattnet kan ske under detta markdjup. I Figur 4 redovisas markens infiltrationskapacitet. I Tabell 2 redovisas en sammanställning över de parametervärden som använts i modellen.



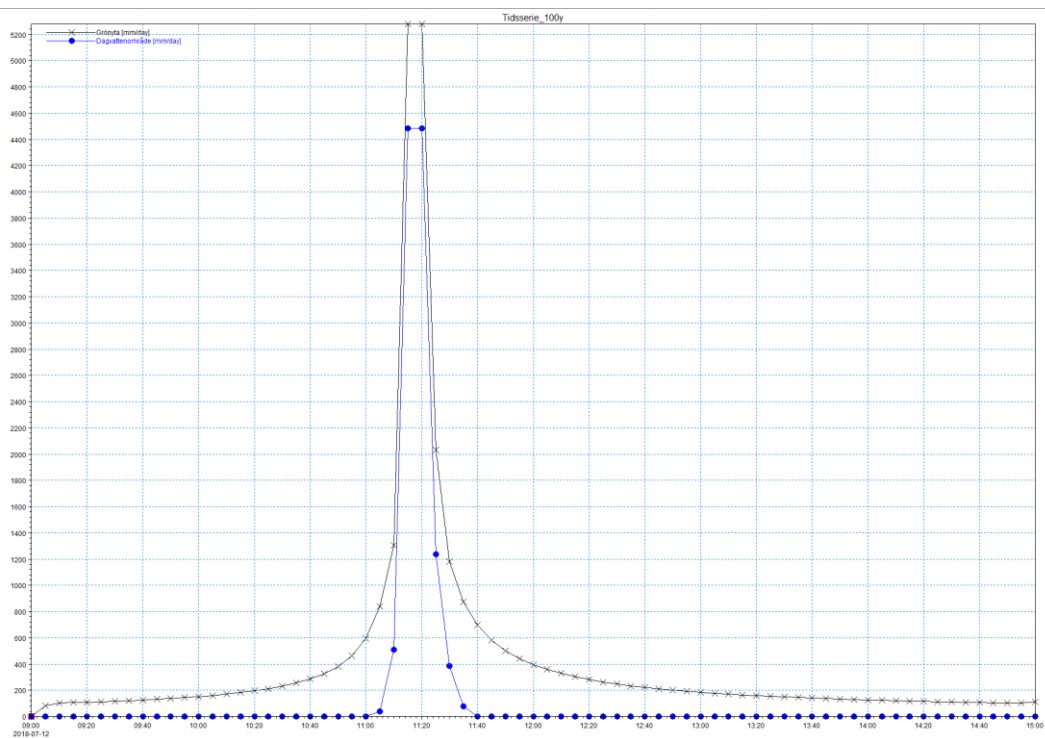
Figur 4. Markens infiltrationskapacitet.

Tabell 2. Parametrar för infiltration.

Jordart, grundlager	Infiltration	Läckage	Mäktighet	Porositet	Intial vattenvolym
	mm/h	mm/h	m	%	%
Berg/Hårdgjort (tak, vägar, parkering)	0	0	0	0	0
Torv	18	1,8	0,3	40	40
Morän/Järnväg	36	3,6	0,3	40	30
Isälvssediment/Sand	180	36	0,3	40	20

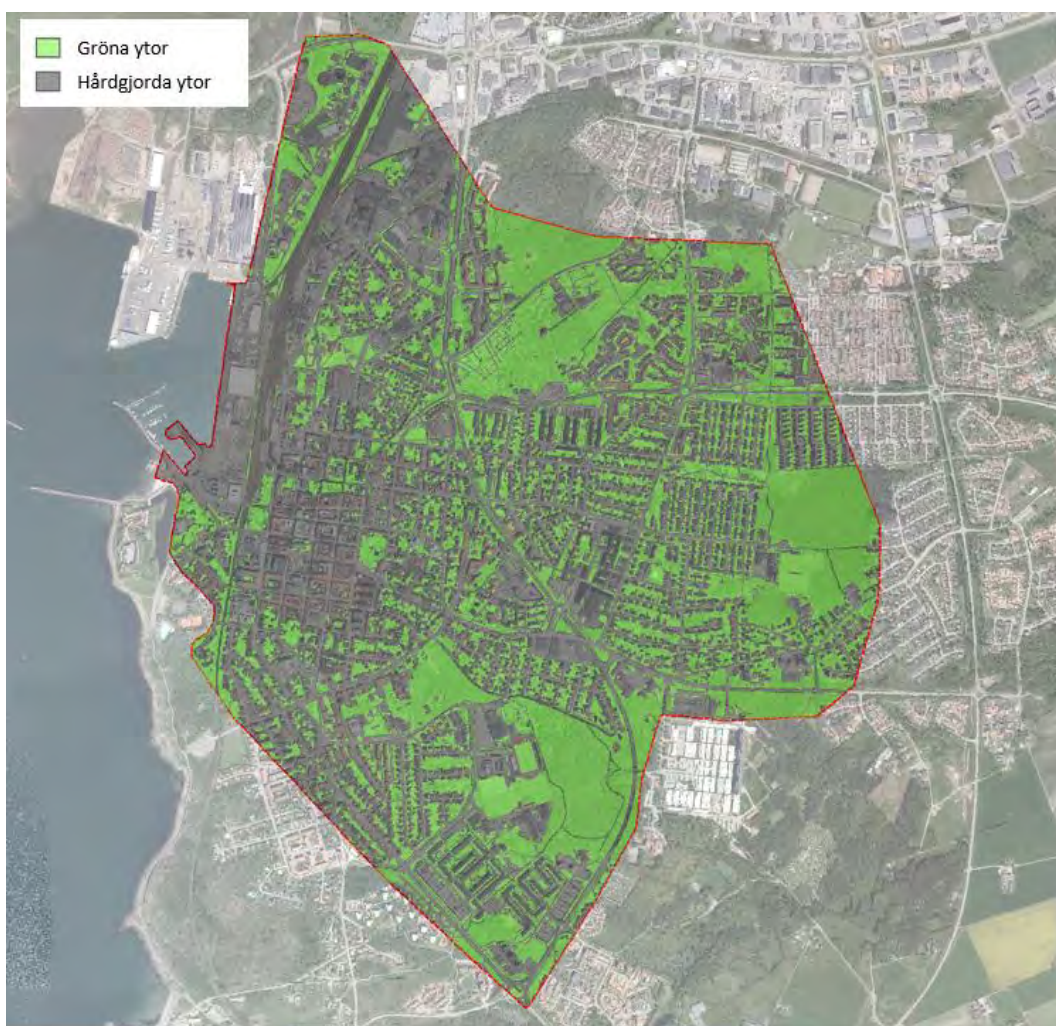
2.4 Dagvattenledningsnätets kapacitet

Med dagvatten avses regn- och smältvatten som leds bort från tak, gator, parkeringar och andra hårdgjorda ytor. Dagvatten behöver oftast hanteras med avseende på fördröjning, rening och avledning. Hantering av dagvatten inom avrinningsområdet för Västerport sker i huvudsak via ett utbyggt dagvattenledningssystem med utlopp i hamnbassängen. Ledningssystemets inverkan på avledningen vid skyfall är begränsad i förhållande till avrinningen som sker ovan mark. Vid skyfall blir ledningssystemet snabbt fullt och markavrinningen blir på så vis helt dominerande. Ledningsnätets kapacitet hanteras genom ett generellt avdrag i skyfallsmodellen motsvarande flödeskapacitet vid trycklinje i marknivå, denna bedömd till 5-års återkomsttid med 30 min varaktighet. Det innebär att den belastande regnserien subtraheras med regnvolymen som kapaciteten på ledningssystemet motsvarar. För att visualisera belastande regn med och utan avdrag för ledningssystemets bedömda kapacitet, se Figur 5. Blå linje i figuren visar på belastande regn med avdrag för ledningsnätets kapacitet och svart linje utan avdrag för ledningsnätets kapacitet.



Figur 5. Belastande regn i modellen, med och utan avdrag för ledningssystemets uppskattade kapacitet. Blå linje symboliserar regnserie med avdrag och svart linje regnserie utan avdrag.

Som beskrivet ovan avser dagvatten det regn-/ och smältvatten som leds bort från hårdgjorda ytor, s.k. impermeabla ytor. Det är från dessa ytor som dagvatten avleds via ledningssystemet, likaså vid skyfall. Gröna ytor, s.k. permeabla ytor, har inte ett ledningssystem för hantering av det regn-/ och smältvatten som bildas från området. Avledning sker naturligt, via låglinjer på marken, d.v.s. på markytan. Med denna bakgrund är det belastande regnet i modellen olika för hårdgjorda respektive gröna ytor. För de hårdgjorda ytorna är det belastande regnet med avdrag för ledningsnätets kapacitet (blå linje i Figur 5) och för de gröna ytorna är det belastande regnet utan avdrag för ledningsnätets kapacitet (svart linje i Figur 5). Vilka ytor som klassas som hårdgjorda respektive gröna ytor inom modellerat område visualiseras i Figur 6.



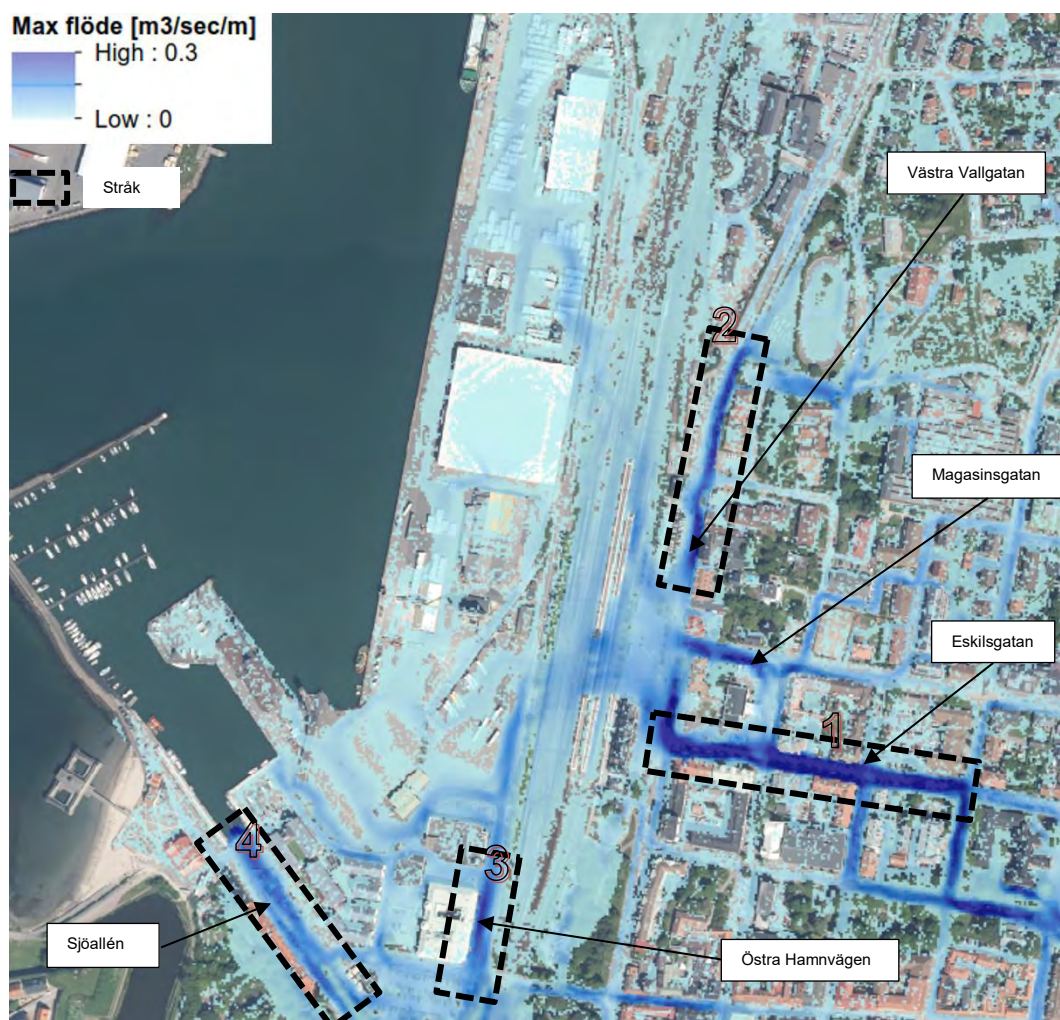
Figur 6. Fördelning mellan gröna ytor (permeabla) och hårdgjorda ytor (impermeabla) inom utredningsområdet.

3 Riskbild för nuvarande skyfallssituation

I föreliggande kapitel presenteras modelleringsresultat från genomförd skyfallskartering för nuvarande situation inom och i anslutning till studerade områden.

3.1 Flöden

I Figur 7 redovisas befintliga maximala flöden (m^3/s per meter) vid det klimatanpassade 100-årsregnet. Av figuren framgår att den största avrinningen (den ytliga huvudströmmen av ytvatten) sker längs med Eskilsgatan, visualiserad som Stråk 1 i Figur 7. Det västligaste kvarteret mellan Magasins- och Eskilsgatan omges av höga flöden i alla väderstreck. Andra gator som också har stor avrinning är Västra Vallgatan/Birger Svenssons väg i norr (Stråk 2), Östra Hamnvägen (Stråk 3) och Sjöallén (Stråk 4) i söder. Benämnda vägar och stråk är utmärkta i Figur 7.



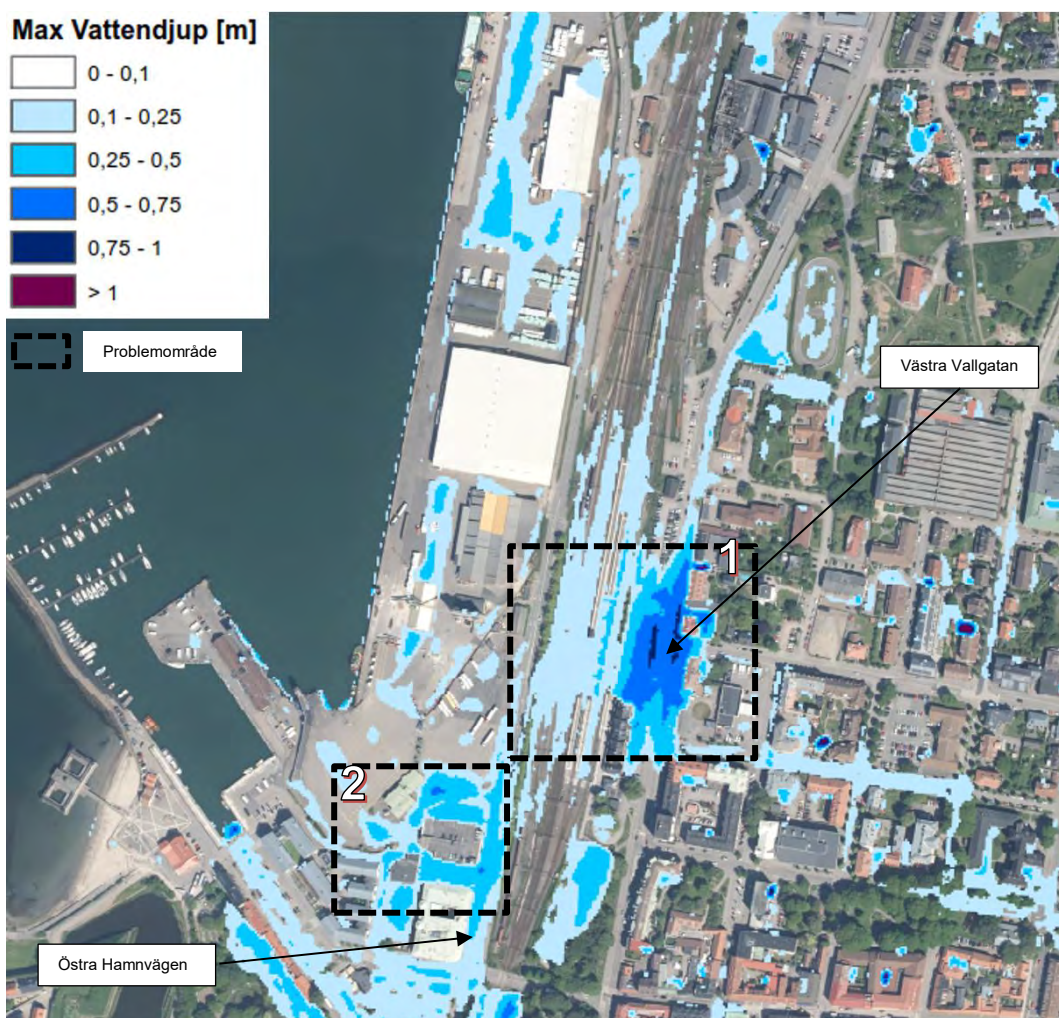
Figur 7. Skyfallskartering med maximalt vattenflöde (m^3/s per meter) för befintlig situation. Den största avrinningen i anslutning till studerade områden markeras som stråk.

3.2 Stående vatten

Figur 8 redovisar befintliga maximala djup (m) av stående vatten vid det klimatanpassade 100-årsregnet. Av figuren framgår att risken för stående vatten är som störst längs med Västra Vallgatan, i korsningen med Magasinsgatan. Området benämns som Problemområde 1 och utgör en asfalterad yta norr om befintlig stationsbyggnad. Lågpunkten har en utbredning som når befintlig stationsbyggnad där det maximala djupet för lågpunkten kan uppgå till mellan 0,75–1 m. I anslutning till stationsbyggnaden kan djupet uppgå till ca 0,5 meter, eventuellt mer på den norra sidan av byggnaden. Byggnader öster om Västra Vallgatan löper också en risk för höga nivåer av stående vatten, mellan 0,5–1 m. Vatten riskerar också att ställa sig på tågspåret, med ett djup på mellan 0,1–0,25 m.

Ytterligare område med risk för stående vatten vid det klimatanpassade 100-årsregnet är i anslutning till de södra delarna av Östra Hamnvägen, området benämnt Problemområde 2. Vatten ställer sig framförallt på vägen och runt P-huset Briggen. Söder om P-huset återfinns byggnader (Hotell Fregatten och Campus Varberg) där vatten kan bli stående med ett djup på ca 0,5 m i anslutning till byggnaderna.

Övriga områden där vatten kan bli stående inom och i anslutning till utredningsområdet utgörs framförallt av parkering, parkmark eller asfalterat hamnområde.



Figur 8. Skyfallskartering med maximalt vattendjup (m) för befintlig situation. Områden med störst risk för stående vatten markeras som problemområden.

4 Riskbild för framtida skyfallssituation

I föreliggande kapitel presenteras modelleringsresultat från genomförd skyfallskartering för framtida situation med planerad exploatering och höjdsättning av studerade områden.

4.1 Flöden

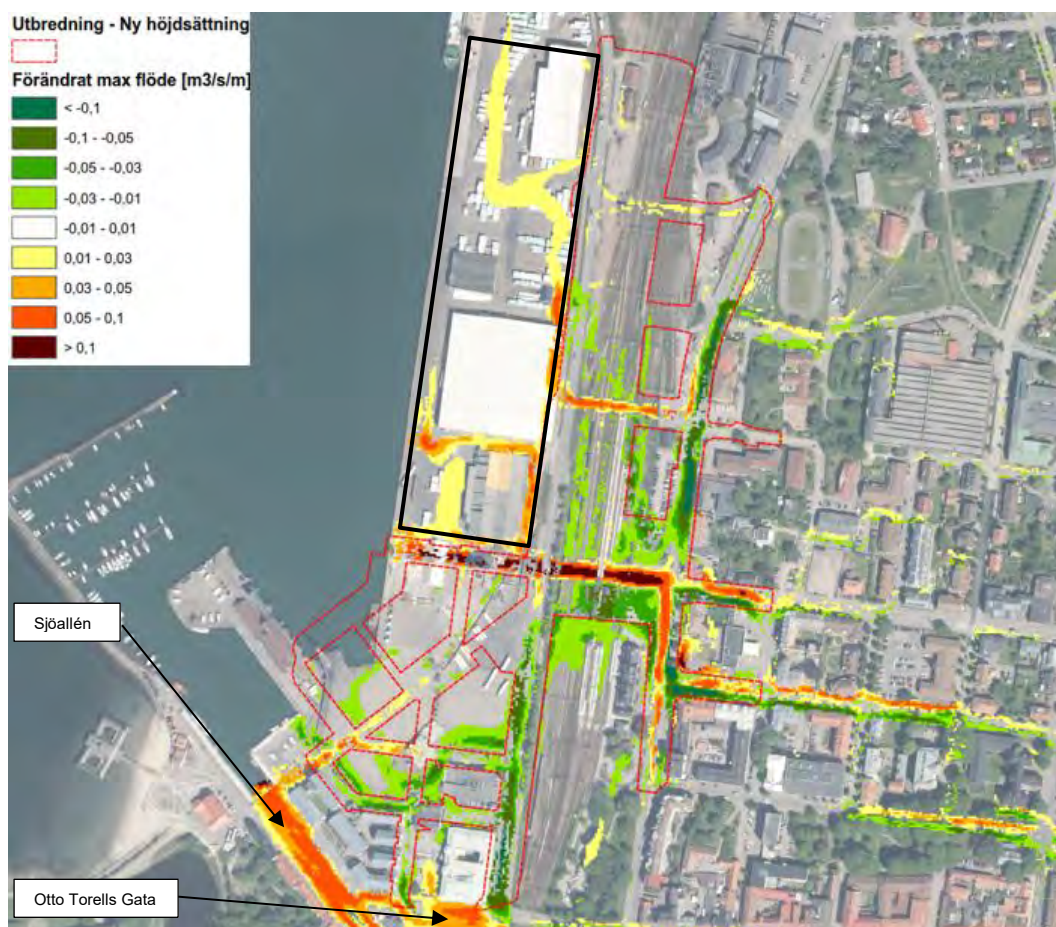
I Figur 9 redovisas framtida maximala flöden (m^3/s per meter) vid det klimatanpassade 100-årsregnet. Hur det maximala flödet förändras gentemot befintlig situation beskrivs med hjälp av Figur 10. I figuren åskådliggörs ett ökat maxflöde jämfört med befintlig situation med en färgskala från gult till rött. Ett minskat maxflöde jämfört med befintlig situation åskådliggörs med en grön färgskala. Viktigt att poängtera är att ett ökat maxflöde med planerad bebyggelse och höjdsättning inte behöver innebära en negativ konsekvens för stående vatten på marken. Ett ökat flöde kan vara ett resultat av att vattnet medvetet styrs mot en viss plats.

Vattenavledningen inom studerade områden är generellt bättre än avledningen i nuvarande skyfallssituation. Skillnaden beror i huvudsak på den förbättrade avledningsmöjligheten av ytvatten inom området vilken sker med sekundär ytvattenavledning. Höjdsättningen av bostäder och gator gör att skyfallsflödena i första hand söker sig mot gator som medvetet är skapade som skyfallsstråk. Detta innebär att konsekvensen för översvämningsskador på övriga befintliga och planerade byggnader inom planområdet kommer att kunna begränsas. Av Figur 9 framgår det att den största avrinningen fortsatt sker längs med Eskilsgatan, Västra Vallgatan och Magasinsgatan, gatorna markerade i Figur 9. De öst-väsliga stråken i anslutning till Magasinsgatan (Huvudstråk 1) och Västra Vallgatan (Huvudstråk 2) finns inte i nuvarande situation, likaså längs med planerade gator i den sydvästra delen av Västerport etapp 1 (Huvudstråk 3). Den medvetna höjdsättningen medför ett ökat flöde i stråken vilket blir tydligt med de gula och röda färgerna i Figur 10.

Närliggande områden där det maximala flödet ökar jämfört med befintlig situation är gator söder om Västerport etapp 1, i anslutning till Hotell Fregatten och Campus Varberg. Gatorna där flödet ökar är Otto Torells gata och Sjöallén, dessa markerade i Figur 10. Flödet ökar dessutom väster om studerade områden, norr om Magasinsgatan och väster om Östra Hamnvägen, området markerat med en rektangel i Figur 10. De närliggande områdena utgör utströmningszoner till havet.



Figur 9. Skyfallskartering med maximalt vattenflöde (m^3/s per meter) för framtida situation med planerad exploatering. Den största avrinningen inom området med ny höjdsättning markeras som huvudstråk för sekundär ytvattenavledning.



Figur 10. Förändrat maximalt flöde (m^3/s per meter) gentemot befintlig skyfallssituation. Närliggande områden med ett ökat maximalt flöde jämfört med befintlig situation markeras med rektangel eller gatunamn.

4.2 Stående vatten

I Figur 11 redovisas framtida maximala djup (m) av stående vatten vid det klimatanpassade 100-årsregnet. Hur det maximala djupet förändras gentemot befintlig situation beskrivs i Figur 12. I figuren åskådliggörs ett ökat djup med en färgskala från gult till rött och ett minskat djup med en grön färgskala. S.k. riskområden identifieras där djupet för stående vatten ökar med föreslagen höjdsättning och det på platsen återfinns bebyggelse, viktiga gator för framkomlighet eller annan samhällsviktig verksamhet. Områden där djupet av stående vatten inte försämras med föreslagen höjdsättning men som ändå utgör en risk för skada på befintlig bebyggelse identifieras som s.k. problemområden. För riskområdena kommer principiella åtgärdsförslag tas fram vilka presenteras i kapitel 5 *Principiella åtgärdsförslag för framtida riskområden*. Åtgärder för problemområdena hanteras inte i föreliggande utredning.

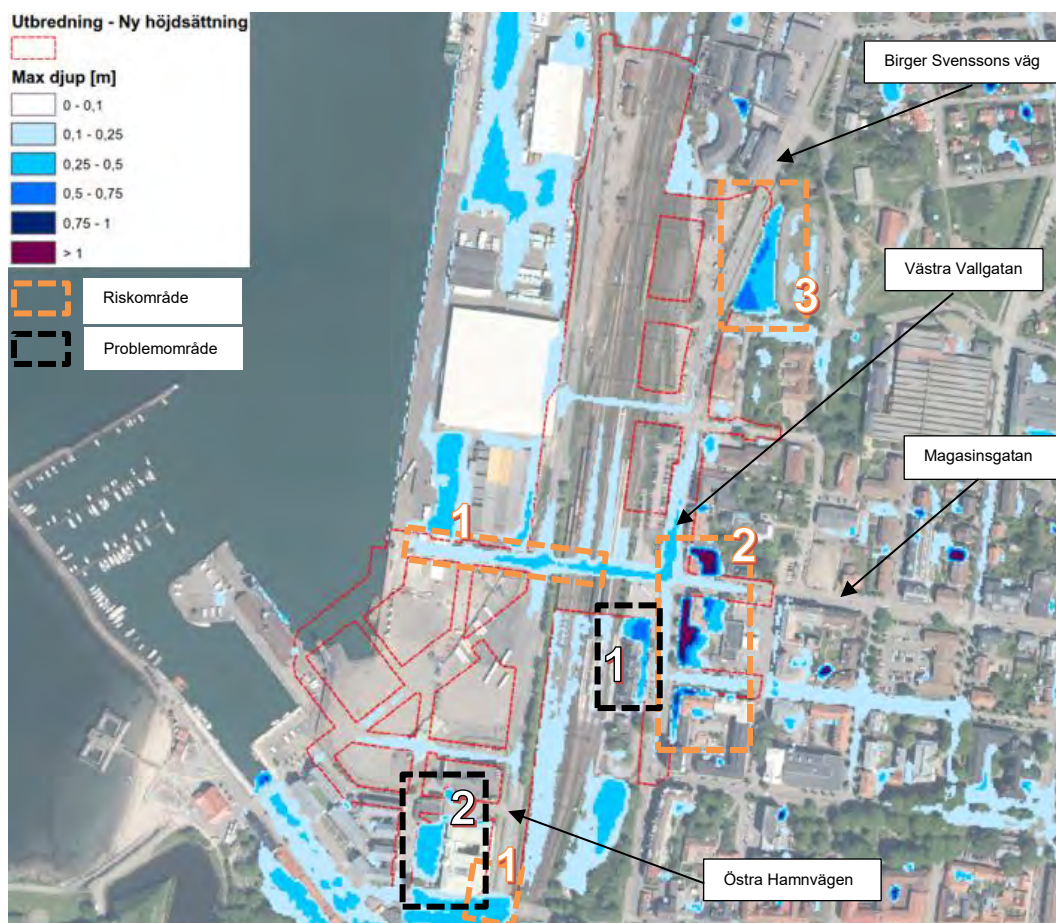
Inom studerade områden förbättras generellt situationen för vattenansamlingar, vilket blir tydligt med de gröna färgerna i Figur 12. Det finns inga större ansamlingar av stående vatten, dock med undantag för förlängningen av Magasinsgatan där det också går ett huvudstråk för sekundär ytvattenavledning (se Huvudstråk 1 i Figur 9). Under en översvämning behöver byggnader kunna utrymmas och räddningstjänst ska kunna ha möjlighet att komma fram. Därför behöver hänsyn tas till acceptabelt vattendjup. Enligt erfarenhet från räddningstjänsten kan ambulanser klara av att köra i ett vattendjup på ca 0,2 m vid en låg hastighet om ca 5–10 km/h, men även i vissa gynnsamma fall något djupare. Vid skyfall och problem med större vattensamlingar är det ingen större skillnad beträffande framkomligheten för ambulanser oavsett om de är utrustade för bättre framdrift, t.ex. med fyrhjulsdrift. För brandbilar kan det anses sannolikt att de har bättre möjlighet att ta sig fram i ett betydligt större vattendjup, enligt uppgift från Räddningstjänsten Storgöteborg upp emot 0,45 m med begränsad hastighet.

Magasinsgatan och Östra Hamnvägen utgör viktiga gator för framkomligheten till och från planområdet Västerport etapp 1. Med föreslagen höjdsättning kommer Magasinsgatan och södra delen av Östra Hamnvägen ha vattenansamlingar med ett vattendjup uppemot 0,25–0,5 m. Antaget att en vattenansamling med ett djup på 0,2 m ses som en gräns för när framkomlighet råder, även för räddningstjänsten, bedöms det som en risk att framkomlighet inte råder längs med Magasinsgatan och södra delen av Östra Hamnvägen. Gatorna visualiseras som Riskområde 1 i Figur 11.

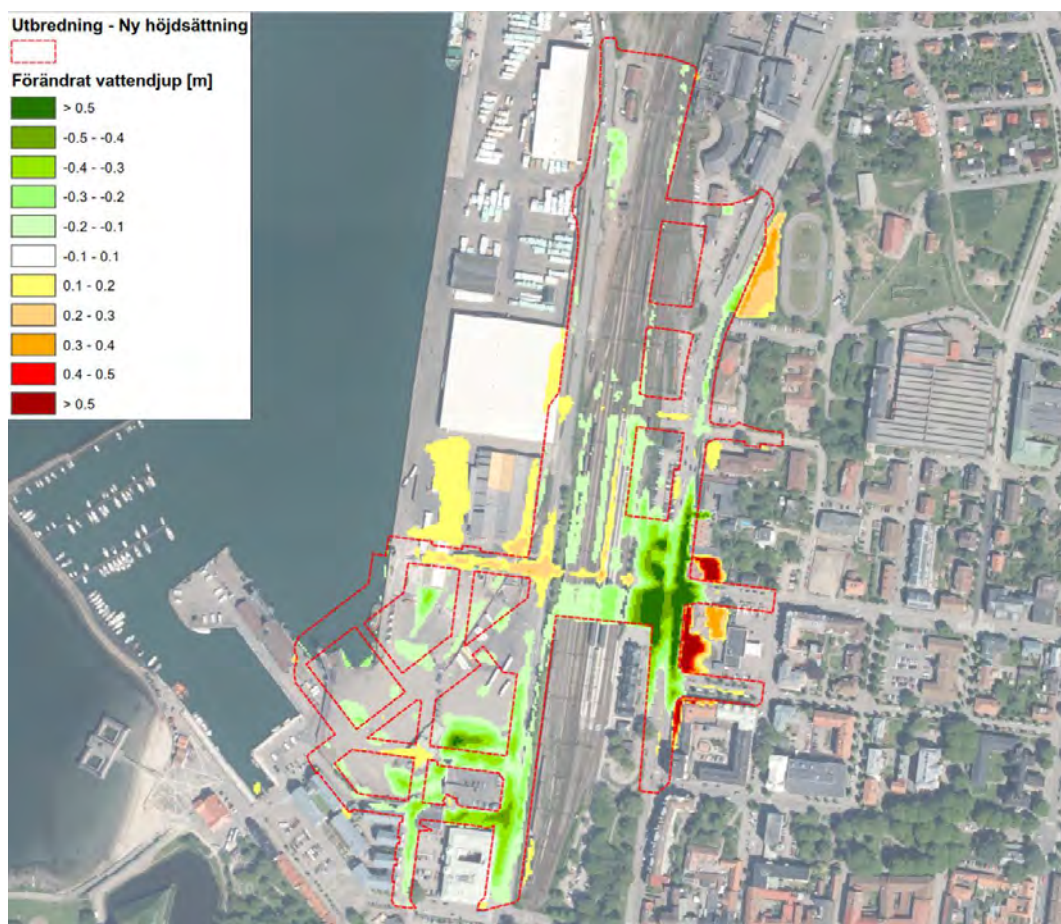
Med föreslagen höjdsättning av Stationsområdet påverkas byggnader öster om Västra Vallgatan negativt med hänsyn till höga nivåer av stående vatten. Jämfört med befintlig situation ökar vattendjupet med mer än 0,5 m och vid det klimatanpassade 100-årsregnet och vatten kan bli stående upp till över 1 m. Området visualiseras som Riskområde 2 i Figur 11.

Övriga närliggande områden där vatten kan bli stående och situationen förvärras med föreslagen höjdsättning utgörs framförallt av parkering, parkmark eller asfalterat hamnområde. Parkmarken öster om Birger Svenssons väg kan i framtiden bli intressant för bebyggelse varför marken visualiseras som Riskområde 3 i Figur 11. I området kan vatten bli stående med ett maximalt djup på 0,75 m vilket är en ökning på ungefär 0,25 m gentemot befintlig situation.

Områden intill Västerport etapp 1 och Stationsområdet där nivån för stående vatten riskerar att medföra en skada på befintlig bebyggelse men där planerad höjdsättning inte försämrar skyfallssituationen är intill befintlig stationsbyggnad samt Hotell Fregatten (båda nämnda i riskbild för nuvarande situation). I Figur 11 visualiseras stående vatten vid befintlig stationsbyggnad som Problemområde 1 och vattenansamling vid Hotell Fregatten som Problemområde 2.



Figur 11. Skyfallskartering med maximalt vattendjup (m) för framtida situation med planerad exploatering. Områden med stående vatten som riskerar att medföra en skada markeras antingen som risk- eller problemområde. Riskområde symboliserar områden som förvärras med planerad exploatering av Västerport och problemområden symboliserar områden som utgör en befintlig risk men som inte påverkas negativt av exploateringen.



Figur 12. Förändrat maximalt djup (m) gentemot befintlig situation.

5 Principiella åtgärdsförslag för framtida riskområden

För att skapa en hållbar och säker ytvattenavledning inom och i anslutning till Västerport etapp 1 och Stationsområdet presenteras det i följande kapitel principiella åtgärdsförslag för att hantera identifierade framtida riskområden.

Föreslagna åtgärder som innebär en reviderad höjdsättning inom och i anslutning till studerade områden bör utredas i skyfallsmodellen för att kunna utvärdera hur åtgärderna påverkar nedströms liggande områden. I Bilaga 1 och Bilaga 2 presenteras resultat från modellkörning med ett förslag på reviderad höjdsättning för Västerport etapp 1 och Stationsområdet. Resultatet för maximalt flöde ($m^3/s/m$) presenteras i Bilaga 1 och maximalt djup (m) presenteras i Bilaga 2.

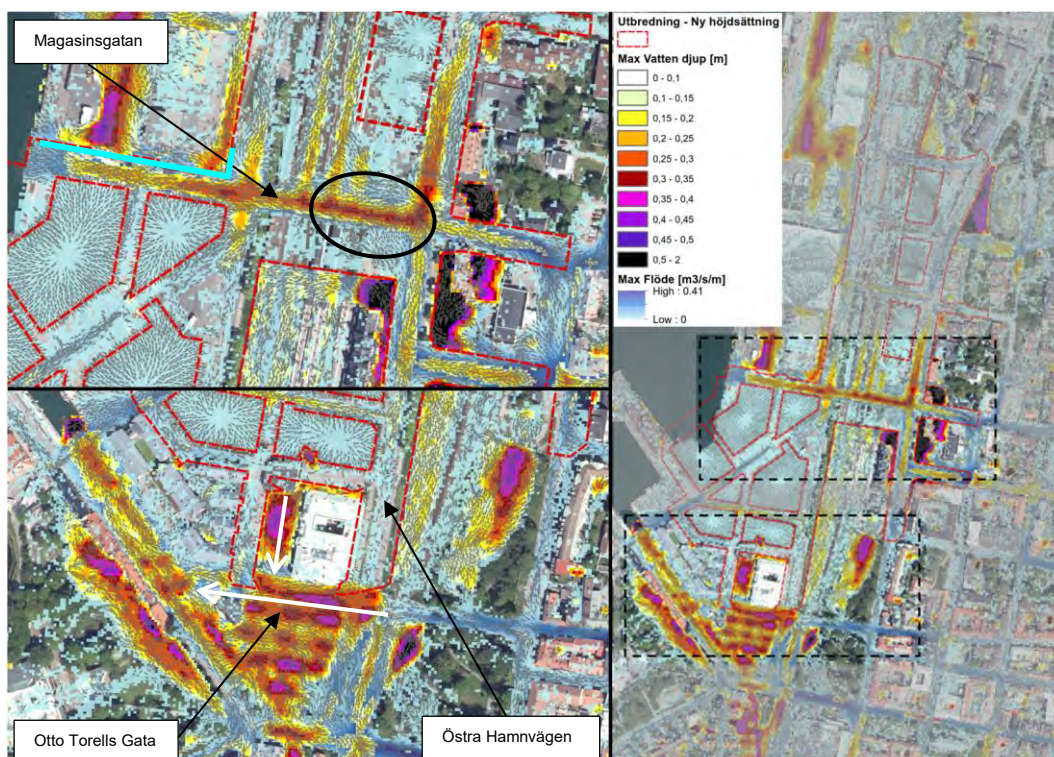
5.1 Riskområde 1

Magasinsgatan och Östra Hamnvägen utgör viktiga gator för framkomligheten till och från planområdet Västerport etapp 1. Föreslagen höjdsättning av Västerport etapp 1 och Stationsområdet resulterar i att delar av gatorna har ett vattendjup som försvårar framkomligheten. Längs med Magasinsgatan kan det stå vatten med ett djup på ca 0,35 m och på södra delen av Östra Hamnvägen ett djup på ca 0,4 m. Maximalt djup och flöde vid det klimatanpassade 100-årsregnet visualiseras i Figur 13.

Längs med den östra delen av Magasinsgatan finns det utrymme för att bredda gaturummet, med exempelvis grönytor eller andra strukturer som kan översvämmas utan att det medför en skada. Om gaturummet breddas fördelas vattnet över en större yta vilket resulterar i ett sänkt vattendjup på gatan. Att vattnet fördelas över en större yta medför också en lokal fördröjning vilket förhoppningsvis minskar belastningen på nedströms sträckning av gatan. Åtgärden kräver att utrymme säkerställs i gaturummet samt att höjdsättningen möjliggör en sådan flödessituation. Ungefärlig sträckning för del av Magasinsgatan som kan breddas visualiseras med svart cirkel i Figur 13.

Vatten som idag går längs med Magasinsgatan flödar på vissa ställen norrut istället för i västlig riktning mot havet. Därför föreslås en reviderad gatuprofil där den norra sidolinjen av gatan höjs upp alternativt anläggs med kantsten. Ungefärlig sträckning för del av gata som behöver åtgärdas är markerad med turkosa linjer i Figur 13.

För att förbättra skyfallssituationen vid den södra delen av Östra Hamnvägen föreslås reviderad höjdsättning av Otto Torells gata, detta för att skapa tydligare stråk för sekundär ytvattenavledning. Förutom detta behöver också parkeringar runt Hotell Fregatten höjdsättas på ett sådant sätt som gör att risken för skador på byggnaden minimeras, detta benämnt som Problemområde 2 i Figur 11. I Figur 13 presenteras förslag på reviderad höjdsättning som vita pilar.



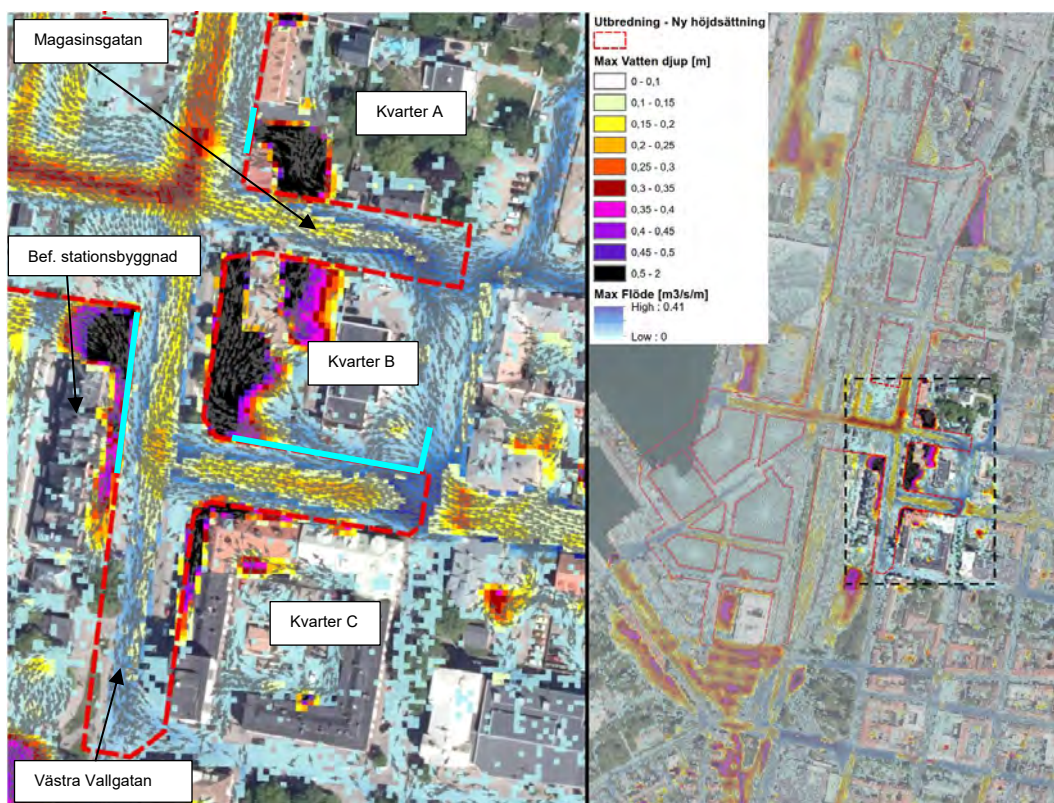
Figur 13. Riskområde 1 med stående vatten på Magasinsgatan (uppe vänster) och södra delen av Östra Hamnvägen (nere vänster). Svart cirkel symboliserar åtgärdsförslag med breddning av gaturum, turkosa linjer revidering av marknivåer alternativt kantsten på den norra sidolinjen av gatan, och vita pilar förslag på stråk för avrinning vid reviderad höjdsättning runt Hotell Fregatten.

5.2 Riskområde 2

Föreslagen höjdsättning av Stationsområdet resulterar i att byggnader öster om Västra Vallgatan får en försämrad skyfallssituation. Tre kvarter har identifierats som riskområde för stående vatten, dessa benämnda som A, B och C i Figur 14. Vatten kan bli stående med ett djup på över 1 m inom respektive kvarter.

Vatten från omgivande gator strömmar in på kvarter A och B vilket förvärrar situationen för stående vatten. Där vatten flödar in i respektive kvarter föreslås en reviderad gatuprofil där sidolinjen mot kvarteren höjs upp alternativt anläggs med kantsten. I anslutning till befintlig stationsbyggnad flödar vatten från Västra Vallgatan i västlig riktigt istället för att följa gatan i nordlig riktning mot Magasinsgatan. För att erhålla en avvattnings längs med gatan föreslås en höjning av marken med hjälp av murar eller förhöjda kantstenar. Ungefärlig sträckning för gatuprofil som behöver åtgärdas är markerade med turkosa linjer i Figur 14. Hur nedströms liggande områden påverkas av åtgärderna, d.v.s. att ett större flöde avvattnas mot Magasinsgatan, behöver kontrolleras i skyfallsmodellen.

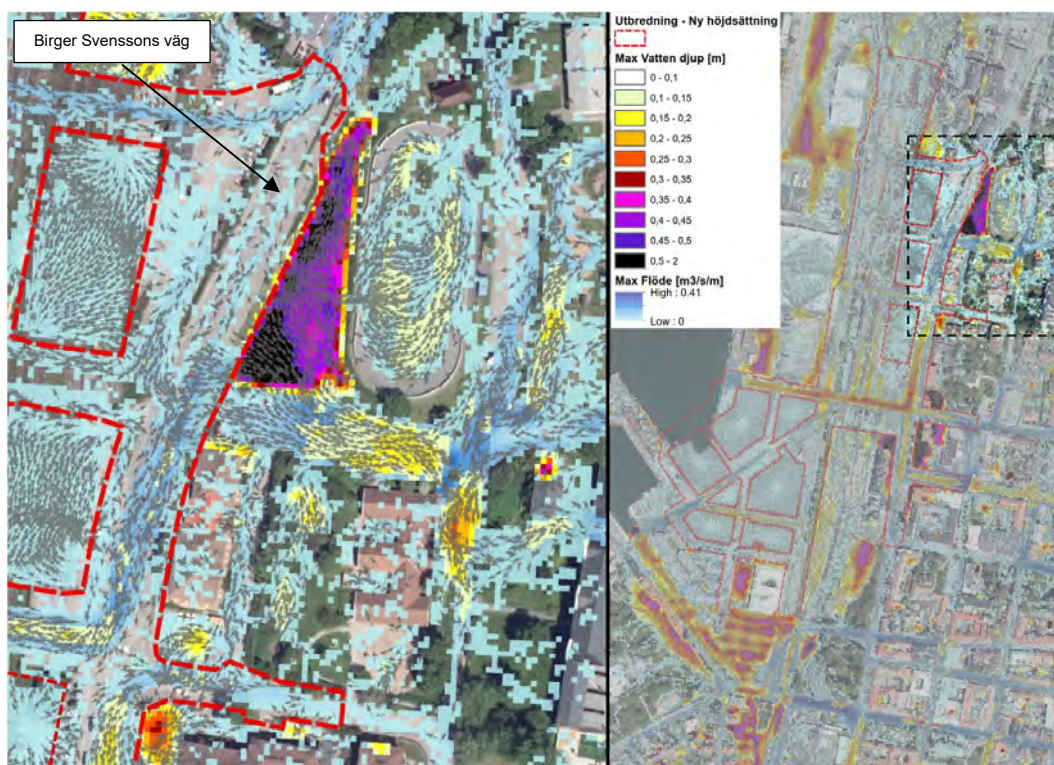
Vattenansamlingen inom kvarter C orsakas av tillrinning från det egna kvarteret (ingen tillrinning från omkringliggande kvarter eller gator). Anledningen till att situationen förvärras med den nya höjdsättningen är för att kvarteret stängs in och vatten kan inte längre avledas mot Västra Vallgatan. Om omkringliggande gator inte går att sänkas ned behöver riskutsatta byggnader klimatsäkras. Möjliga åtgärder för att skydda riskutsatta entréer och eventuella garagedrifter är att förbereda för semipermanenta eller portabla översvämningsskydd, s.k. objektsskydd, eller att valla in byggnaderna. Situationen behöver dock utredas i detalj för val av lämplig åtgärd.



Figur 14. Riskområde 2 med befintliga byggnader öster om Västra Vallgatan som är omgivna av stående vatten, kvarteren benämnda som A, B och C. Turkosa linjer symboliserar åtgärdsförslag med reviderad gatuprofil för lutning från kvarteren alternativt anläggande av kantsten.

5.3 Riskområde 3

Parkmarken öster om Birger Svenssons väg kan i framtiden bli intressant för bebyggelse och djupet för stående vatten ökar med föreslagen höjdsättning av Stationsområdet. Inom området kan vatten bli stående med ett maximalt djup på 0,75 m, detta visualiserat i Figur 15. Mycket vatten från uppströms områden rinner mot parkmarken och skapar med föreslagen höjdsättning av Stationsområdet en större lågpunkt. Vatten som inte rinner till lågpunkten avleds i ett sydvästligt stråk mot havet, via Stråk 2 markerad i Figur 9. Att medvetet leda om vatten från uppströms områden, detta för att skydda parkmarken, kommer resultera i en ökad belastning på nedströms liggande områden inom Stationsområdet. För att inte förvärra situationen nedströms rekommenderar Sweco att lågpunkten inte bebyggs. Istället för byggnation föreslås ytan göras multifunktionell. Under torrväder kan marken utnyttjas för rekreation och social interaktion men vid kraftiga regn fungerar det som en skyfallsyta där vatten tillfälligt kan magasineras.



Figur 15. Riskområde 3 med stående vatten vid parkmark öster om Birger Svenssons väg.

6 Slutsatser

Föreliggande skyfallsutredning har haft en övergripande nivå med fokus på att utreda konsekvenserna för ytvattnets avrinning och avledning vid ett klimatanpassat 100-årsregn i anslutning till Västerport etapp 1 och Stationsområdet. Studerade områden är belägna inom den omfattande omvandlingen av hamnområdet i Varbergs kommun.

Konsekvenserna för ytvattnets avrinning och avledning har utvärderats med hjälp av en skyfallskartering som genomförts i en markavrinningsmodell. Modellen beskriver avrinning och transport på markytan. Skyfallskarteringen är genomförd för nuvarande situation samt framtida situation med planerad exploatering och höjdsättning av studerade områden.

6.1 Nuvarande skyfallssituation

Inom studerade områden är avrinningen utspridd och flödet riktas inte i några tydliga stråk. Fyra huvudströmmar av ytvatten återfinns i anslutning till studerade områden, dessa längs med Eskilsgatan, Västra Vallgatan/Birger Svenssons väg, södra delen av Östra Hamnvägen och Sjöallén.

Risken för stående vatten är som störst längs med Västra Vallgatan, i korsningen med Magasinsgatan. Inom området återfinns tågspår, befintlig stationsbyggnad och byggnader öster om Västra Vallgatan. Ytterligare område med risk för stående vatten är i anslutning till den södra delen av Östra Hamnvägen. Vatten ställer sig framförallt på gatan men också runt P-huset Briggen, Hotell Fregatten och Campus Varberg.

6.2 Framtida skyfallssituation och riskområden

I jämförelse med befintlig situation innebär planerad exploatering och höjdsättning att avledningen och vattenansamlingar generellt förbättras inom studerade områden. Höjdsättning av bostäder och gator gör att skyfallsflödena i första hand söker sig mot gator som medvetet är skapade som skyfallsstråk. Det innebär att konsekvensen för översvämningsskador på övriga befintliga och planerade byggnader inom området kan begränsas.

6.2.1 Västerport etapp 1

Det finns inga större ansamlingar av stående vatten inom studerade områden, dock med undantag för fåtalet gator. Gatorna fungerar som sekundära skyfallsstråk vilket gör att vattendjupet ökar gentemot befintlig situation. Stående vatten på gator utgör normalt ingen risk, förutsatt att gatan inte utgör en viktig led för framkomligheten till ett visst område, vilket Magasinsgatan och södra delen av Östra Hamnvägen gör för planområdet Västerport etapp 1. På gatorna kan det vid ett skyfall stå vatten med ett djup upp emot 0,4 m vilket försvårar framkomligheten till och från planområdet. Därför har principiella åtgärdsförslag tagits fram för gatorna. Föreslagna åtgärder för Magasinsgatan är delvis breddning av gaturummet för att fördela vattnet över en större yta och på så vis minska vattendjupet men också en förändrad gatusektion för att skapa tydligare avledning mot

havet. Områdena i anslutning till Östra Hamnvägen föreslås med en reviderad höjdsättning för att skapa tydligare stråk för sekundär ytvattenavledning.

6.2.2 Stationsområdet

Hur närliggande områden påverkas av höjdsättningen har också utvärderats med hjälp av skyfallskarteringen. Den föreslagna höjdsättningen av Stationsområdet medför en försämrad skyfallssituation för tre kvarter med befintlig bebyggelse öster om Västra Vallgatan. Bebyggelsen är även i nuvarande situation utsatt för risk av stående vatten men djupet ökar med den föreslagna höjdsättningen. För två av kvarteren sker en stor tillrinning av ytvatten från omkringliggande gator. För dessa kvarter föreslås det i första hand en förändrad gatusektion som stoppar tillrinnande vattenflöden. För det tredje kvarteret behöver byggnader klimatsäkras. För val av lämplig åtgärd behöver situationen utredas i detalj.

Med föreslagen höjdsättning av Stationsområdet försämras också skyfallssituationen inom parkmark öster om Birger Svenssons väg. Inom området kan vatten stå med ett maximalt djup på ca 0,75 m. Stående vatten i grönområden utgör ingen risk men kan utgöra ett problem om marken planeras att bebyggas. Det finns planer på bebyggelse av parkmarken men Sweco avråder bebyggelsen då åtgärder för att minska vattendjupet inom området kommer medföra en ökad belastning på nedströms liggande områden inom Stationsområdet. Istället för byggnation föreslås ytan att göras multifunktionell. Under torrväder kan marken utnyttjas för rekreation och social interaktion men vid kraftiga regn fungerar det som en skyfallsyta där vatten tillfälligt kan magasineras.

6.3 Fortsatta arbeten

Föreslagna åtgärder som innebär en reviderad höjdsättning inom och i anslutning till studerade områden bör utredas i skyfallsmodellen för att kunna utvärdera hur åtgärderna påverkar nedströms liggande områden.

Områden intill Västerport etapp 1 och Stationsområdet, där nivån för stående vatten riskerar att medföra en skada på befintlig bebyggelse men som inte försämras med planerad höjdsättning, är intill befintlig stationsbyggnad och Hotell Fregatten. Att ta fram åtgärder för områdena bedöms som nödvändigt för en hållbar och säker skyfallssituation i anslutning till utredningsområdet. Möjliga åtgärder för att skydda riskutsatta entréer och eventuella garagedrifter kan vara att förbereda för semipermanenta eller portabla översvämningsskydd, s.k. objektsskydd, eller att valla in byggnaderna. Situationerna behöver dock utredas i detalj för val av lämplig åtgärd.

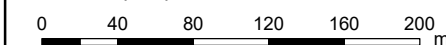
Samhällsviktig verksamhet, som Varbergstunneln inom Stationsområdet utgör, ska enligt rekommendationer från Länsstyrelsen i Stockholm och Västra Götalands län ges högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning. Det innebär att entréer till tunneln, så som rulltrappor eller vanliga trappor, behöver klimatsäkras. För val av lämplig åtgärd behöver situationen utredas i detalj.




VARBERG

Västerport - Ny höjdsättning

Skala (A3): 1:4,000



TECKENFÖRKLARING

 Ny höjdsättnings utberedning

Max flöde [m³/s/m]

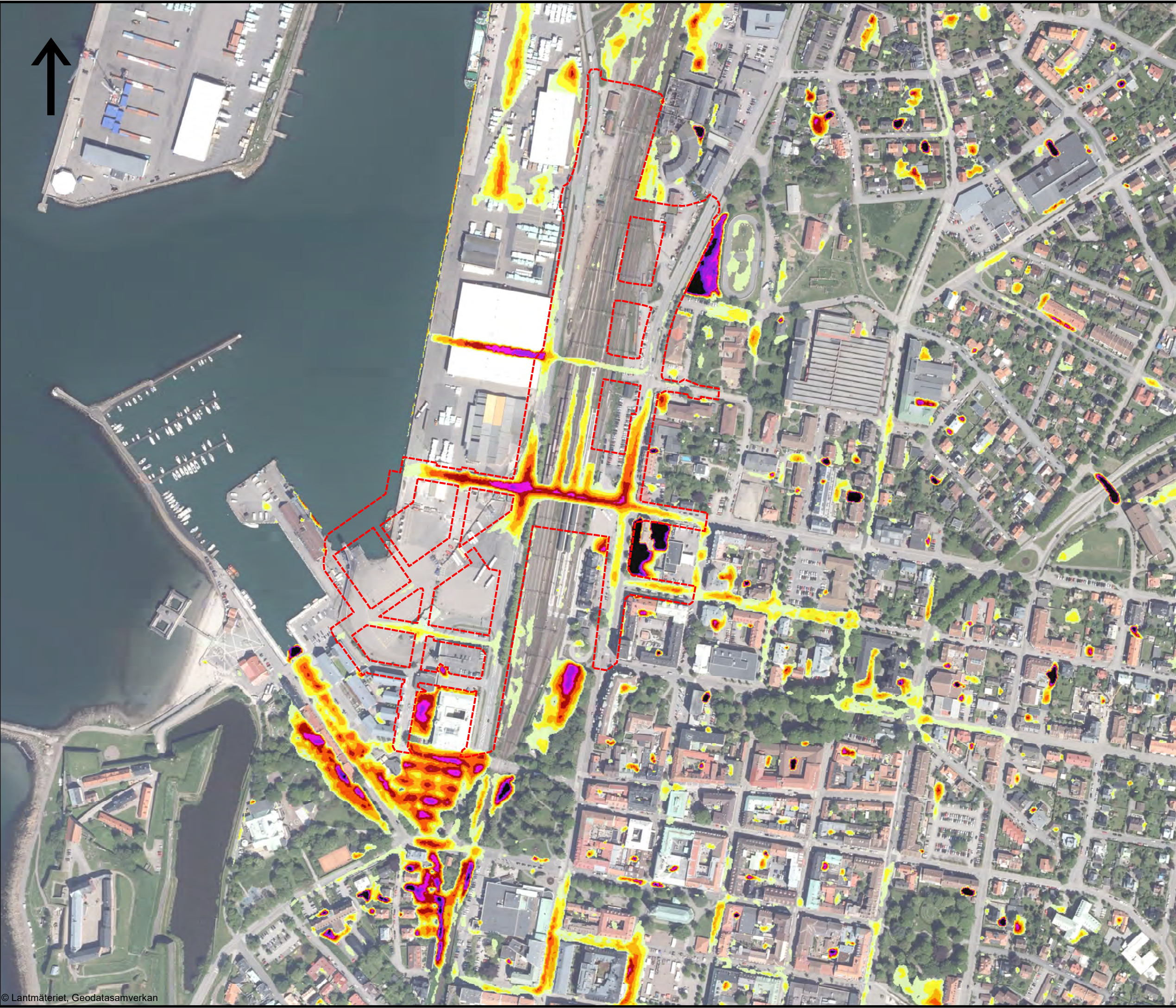
High : 0.40

 Low : 0



Bilaga 1 - Maximalt flöde (m³/s/m) med förslag på reviderad höjdsättning

Datum: 11/12/2019



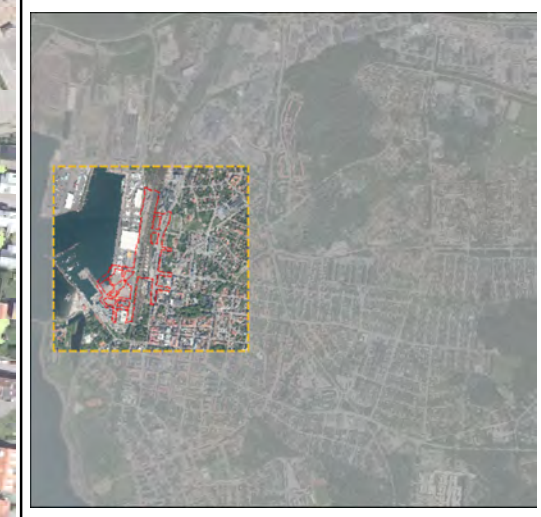
VARBERG

Västerport - Ny höjdsättning

Skala (A3): 1:4,000

TECKENFÖRKLARING

- Ny höjdsättnings utberedning
- Max vatten djup [m]**
- < 0,1
- 0,1 - 0,15
- 0,15 - 0,2
- 0,2 - 0,25
- 0,25 - 0,3
- 0,3 - 0,35
- 0,35 - 0,4
- 0,4 - 0,45
- 0,45 - 0,5
- > 0,5



Bilaga 2 - Maximalt djup (m) med förslag på reviderad höjdsättning

Datum: 11/12/2019

