

PM SKYFALLSANALYS ARENDAL



Slutrapport

2024-03-27

Uppdrag: 338214 Arendal Skyfallsmodellering för ny detaljplan, ramavtal 170-18005
Titel på rapport: PM SKYFALLSANALYS ARENDAL
Status: Slutrapport
Datum: 2024-03-27

Medverkande

Beställare: Göteborgs Hamn AB
Kontaktperson: Fredrik Ternström
Konsult: Anna Landahl
Uppdragsansvarig: Olov Sjöbergh
Kvalitetsgranskare: Elin Björkman

Revideringar

Revideringsdatum: 2024-03-27
Version: 1.2
Initialer AL

Uppdragsansvarig

Olov Sjöbergh

Datum: 2024-03-27

Handlingen granskad av:

Elin Björkman

Datum: 2024-03-12

Sammanfattning

Göteborg Hamn AB (GHAB) önskar utöka hamnverksamheten i Arendal. Inom detaljplanen planeras ny cirkulationsplats, rivning och byggnation av byggnader samt nya infartsfiler till planerad färjeterminal.

En skyfallskartering baserad på Kretslopp och Vattens befintliga modell har bearbetats för områdets avrinningsområde. Området är beläget nedströms i avrinningsområdet och gränsar till ytvattenförekomst Rivöfjorden.

Resultaten av skyfallskarteringen indikerar ingen förändring av maximala vattendjup utanför planområdet.

Skyfall har en påverkan på framkomlighet inom planområdet för räddningstjänst och personbilar. Det är möjligt för räddningstjänsten att köra via Stena Lines in och utfart i terminalen och därmed undvika översvämningen på Arendals Allé. Räddningstjänstens möjlighet att trafikera sträckan behöver beaktas vid ombyggnationen.

Utformningen av framtida cirkulationsplats kan påverka markhöjderna och flöden. Om förändringar sker av flödet i cirkulationsplatsen kan påverkan ske på omkringliggande fastigheter.

Innehållsförteckning

1 Inledning	5
2 Underlag	8
3 Metodik	8
3.1 Höjdmodell.....	9
3.2 Infiltration och markens råhet.....	9
3.3 Ledningsnät	10
3.4 Regn	10
4 Resultat.....	13
4.1 Befintlig markanvändning	13
4.2 Framtida markanvändning	15
4.3 Rekommendationer och åtgärder	20
 Bilaga 1 Maximalt vattendjup (m) vid befintlig markanvändning	
Bilaga 2 Maximalt vattendjup (m) samt flödesriktning kl. 11:25 vid befintlig markanvändning	
Bilaga 3 Maximalt vattendjup (m) vid framtida markanvändning	
Bilaga 4 Maximalt vattendjup (m) samt flödesriktning kl. 11:25 vid framtida markanvändning	
Bilaga 5 Differens av maximalt vattendjup vid befintlig och framtida markanvändning	

1 Inledning

Göteborg Hamn AB (GHAB) önskar utöka hamnverksamheten i Arendal. Hamnen är belägen i Göteborgs yttre Hamn, se figur 1. Tyréns Sverige AB har fått i uppdrag att utföra en skyfallskartering för nytt detaljplaneområde i Arendalshamnen. Syftet med uppdraget är att analysera skyfallspåverkan inom eller i anslutning till detaljplanens område. Skyfallskarteringen baseras på befintlig kopplad modell erhållen av Kretslopp och Vatten (KoV). I figur 2 visas området för detaljplanen inom grön markering. Utredningsområde för tillståndsansökan visas inom röd markering i figur 3. Området för detaljplanen (figur 2) inkluderar även delar för tillståndsansökan och i figur 2 visar vitmarkerade ytor inom detaljplanen samt blåmarkerade ytor utanför detaljplanen området för tillståndsansökan. Inom detaljplanen planeras ny cirkulationsplats, rivning och byggnation av byggnader.

Skyfall innebär stora nederbördsmängder på kort tid. SMHI:s definition av skyfall är minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut (SMHI, 2017). Skyfall kopplas ofta med konvektiv nederbörd (marken värmer upp ovanliggande fuktiga luftmassor) vilka är svåra för meteorologiska modeller att identifiera, då händelseförloppet sker under en kort tid och ofta på lokal skala. Under ett skyfall räcker inte ledningsnätets kapacitet till för att avleda vattenflödet och vattnet rinner på ytan istället. Klimatförändringar innebär att de skyfall som inträffar idag bedöms bli mer intensiva och inträffa oftare i framtiden. Regnet justeras därför med en klimatkfaktor, för att ta höjd för ett förändrat klimat. I denna skyfallskartering har en klimatkfaktor av 1,25 används.

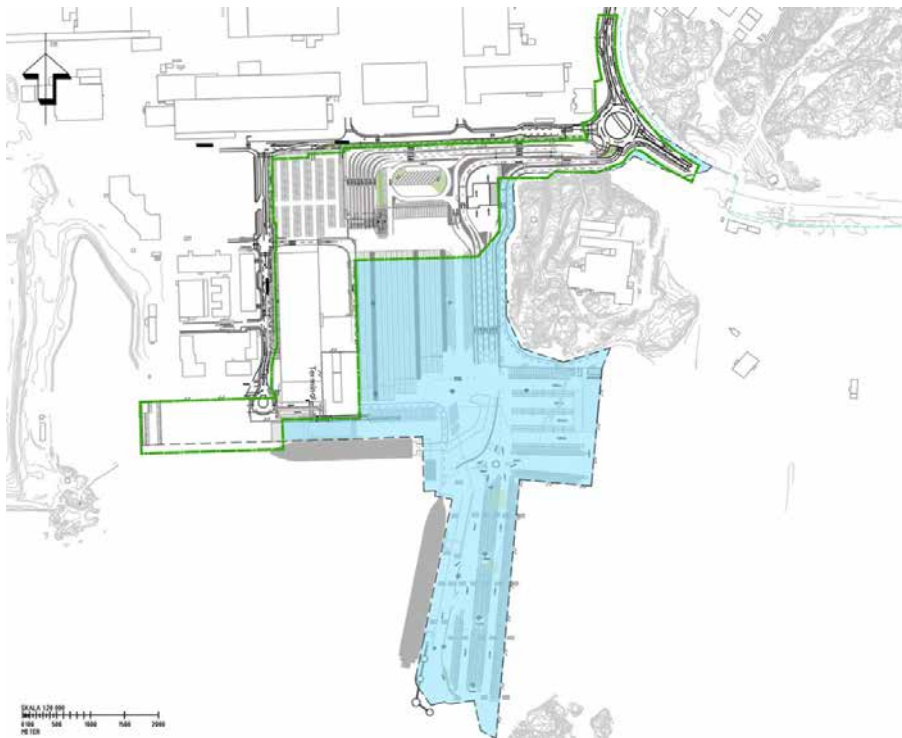
I Göteborg anges inom det tematiska tillägget till översiktsplanen (TTÖP) mål och strategier för klimatanpassning med avseende på översvämningssrisker. Tillägget till översiktsplanen ger rekommendationer för hur översvämningssrisker ska hanteras i stadsplaneringen. Dimensionerande händelse enligt TTÖP är ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,2. I denna skyfallskartering har en högre klimatkfaktor på 1,25 används. Med syfte att minska risken för skador vid översvämningar används planeringsnivåer. Planeringsnivåerna visas i Tabell 1 från TTÖP. I tabell 1 beskrivs att färdigt golv ska ha 0,2 m marginal samt att maxdjup på 20 cm för framkomlighet på exempelvis utrymningsvägar.

I tidigare utredning " Rapport dagvattenutredning samt förslag till skyfalls- och släckvattenhantering" har en översiktlig skyfallsanalys utförts genom lågpunktskartering i programvaran Scalgo. Resultatet från lågpunktskarteringen indikerade att den framtida exploateringen kan ge

förändrade rinnvägar och bör utformas så att ingen ökning av flöde sker till Arendal Allé.



Figur 1 Lokalisering av Arendalshamnen (markerad i rött)



Figur 2 Inom grön linje visas område för detaljplanen och vit markerat område inom detaljplanen samt blått markerat område visar område för tillståndsansökan



Figur 3 Utredning sområde tillståndsansökan med nuvarande markanvändning. Kaj 750-752 markerade med blå rutor. Bild från programvaran Scalgo Live.

Tabell 1 Föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse¹

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

2 Underlag

Följande underlag har använts för skyfallskarteringen

- Befintlig kopplad modell från Kretslopp och Vatten (20231128)
- Höjddata i rasterformat upplösning 1 x 1 meter hämtad från Scalgo Terrain/Buildings framtagna av Lantämteriet år 2023 (Tif, 20231205)
- Layout för planerad byggnation, Arendal masterplan_T (dwg, 20231208)
- Privat ledningsnät VA7-M51d-P100 (dwg 20231030)
- Avrinningsområdets utbredning, hämtad GIS-analys från Scalgo Live
- Rapport dagvattenutredning samt förslag till skyfalls- och släckvattenhantering (pdf, 20230616)
- Höjdsättning Arendal II Utformning (dwg 20240212)

3 Metodik

Skyfallsanalysen har utförts med en kopplad 1D-2D hydraulisk modell i verktyget Mike FLOOD. Avledningen av vattnet på ytan beskrivs i 2D-modell i verktyget Mike21FM och vattnet som rinner i ledningsnätet beskrivs i en 1D-modell i verktyget Mike Urban.

¹ Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (TTÖP) Antagen av kommunfullmäktige 2019-04-25, Stadsbyggnadskontoret Göteborg stad

En befintlig kopplad modell erhöjls från KoV. Den befintlig modellens minsta upplösning var 16 m². För att tydliggöra höjdskillnaderna och öka detaljeringsgraden inom detaljplanens område samt avrinningen till detaljplanens område bearbetades modellen om med ett flexibelt beräkningsnät. Inom detaljplanens område var den största arean på beräkningsnätet 1 m². För att minska beräkningstiden bearbetades modellen och ett delområde som beskriver Arendals hamns avrinningsområde extraherades. Modellen har koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och höjdsystem RH2000.

3.1 Höjdmodell

Två höjdmodeller har använts för att beskriva befintlig och framtida markanvändning. Höjdmodellerna skapas med ett flexibelt beräkningsnät som består av trianglar (flexible mesh) som baseras på Laserscannad data med 1x1 meters upplösning hämtad från Scalgo Live (Terrain/Buildings framtagen av Lantmäteriet år 2023). Genom att använda ett flexibelt beräkningsnät kan beräkningscellerna ha olika upplösning vilket gör det möjligt att ha en högre upplösning inom detaljplaneområdet. Inom avrinningsområdet för Arendal Hamn varierar upplösningen mellan 0,8 – 48 m². Inom detaljplanens område är upplösning maximalt 1 m² och inom refugerna maximalt 0,8 m². Beräkningscellerna har inte samma storlek utan varierar något inom den ansatta begränsningen.

Höjdmodellen för framtida markanvändning har bearbetats utifrån höjdmodellen för befintlig markanvändning. För byggnader som enligt planen ska rivas har marknivåerna interpolats runt byggnaden. Nya byggnader har höjts upp i höjdmodellen. Inom planerad utformning finns ett antal refuger. Refugerna har en ungefärlig höjd av 10 cm vilka har höjts upp i höjdmodellen och för att dessa inte ska slätas ut i beräkningsnätet har beräkningsnätet styrts efter dessa strukturer. Vid planerad cirkulationsplats har markhöjder inte reviderats med undantag av upphöjning av refuger.

3.2 Infiltration och markens råhet

Filer för infiltration och markens råhet har använts utifrån erhållen modell av KoV. Vid framtida exploatering har filerna reviderats utefter förändrad markanvändning exempelvis planerade grönytor utifrån i planens utformning som finns beskriven i underlaget "masterplan.dwg".

3.3 Ledningsnät

Inom Arendal finns befintligt privat ledningsnät som inte fanns beskrivet i den befintliga modellen från KoV. Det privata ledningsnätet inom fastigheten för detaljplanen är sammankopplat med privat ledningsnät beläget inom uppströms fastigheter. Inom utredningen har det inte funnits kännedom om uppströms privat ledningsnät. En konservativ bedömning gjordes därav att inte inkludera befintligt nät inom fastigheten för att inte riskera att överskatta det privata nätets kapacitet inom fastigheten. Kapaciteten påverkas till stor del av hur mycket vatten som kommer uppströms då fastigheten är beläget nedströms nära utloppet i Rivöfjorden. Kapaciteten i befintligt privat ledningsnät uppskattades till ett 2-årsregn utan klimatfaktor och ett avdrag för ledningsnätets kapacitet gjordes på volymen regn som faller på ytan i modellen som beskrev ytavrinningen (Mike21FM). Avdraget bedöms ge en mer konservativ bedömning än att endast inkludera privat ledningsnät inom fastigheten för detaljplanen. Nackdelen med att inte beskriva ledningsnätet är att vatten inte kan tränga upp ur exempelvis rännstensbrunnar. Men för att erhålla den beskrivningen hade mer kunskap om uppströms privat ledningsnät erfordrats.

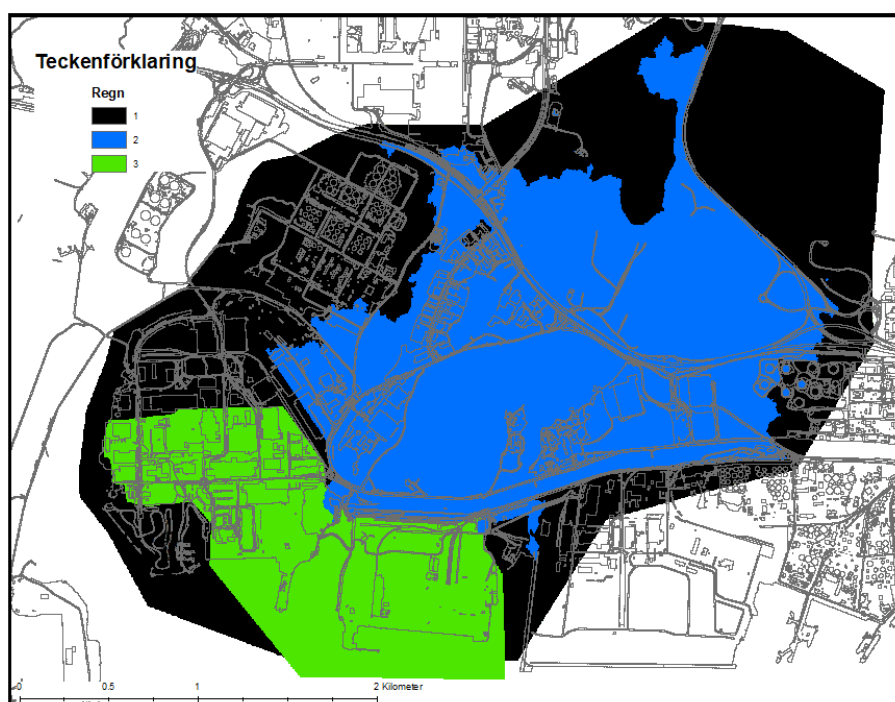
3.4 Regn

I skyfallskarteringen har klimatanpassat CDS-regn med 100-års återkomsttid modellerats, se figur 6. Varaktigheten på regnet har ansatts till 6 timmar med ett centralblock av 10 min och klimatfaktor 1,25. Olika avdrag från regnet har gjorts baserat på befintlig och framtida dagvattenhantering. För att ta hänsyn till ledningsnät inkluderat i den kopplade modellen samt det privata ledningsnätets uppskattade kapacitet belastas olika områden i modellen med olika regnvolym för befintlig och framtida markanvändning.

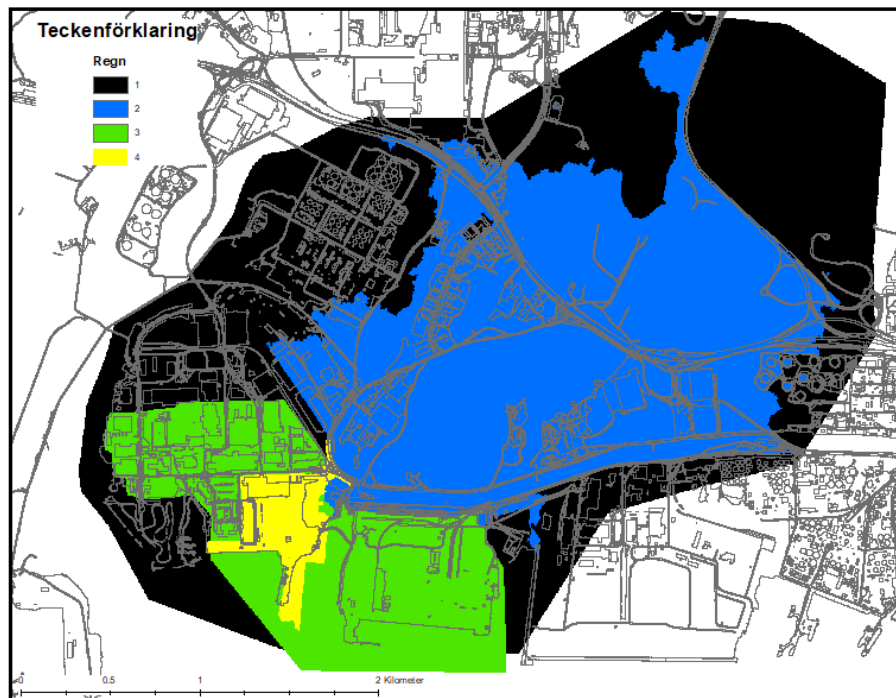
Ledningsnätet som finns beskrivet i modellen belastas med ett 10-årsregn utan klimatfaktor för befintlig och framtida markanvändning. För ytan tillhörande de avrinningsområden som kopplas till ledningsnätet görs ett avdrag på 10-årsregn utan klimatfaktor på 100-årsregnet med klimatfaktor 1,25. Ytorna visas i figur 4 (befintlig markanvändning) och figur 5 (framtida markanvändning) och benämns som 2

För fastigheter med privat ledningsnät, som har uppskattats till en kapacitet av 2-årsregn utan klimatfaktor, görs ett avdrag för 2-årsregnet utan klimatfaktor på 100-årsregnet med klimatfaktor 1,25. Avdraget görs för beräkning av befintlig och framtida markanvändning. Ytorna visas i figur 4 och figur 5 och benämns som 3

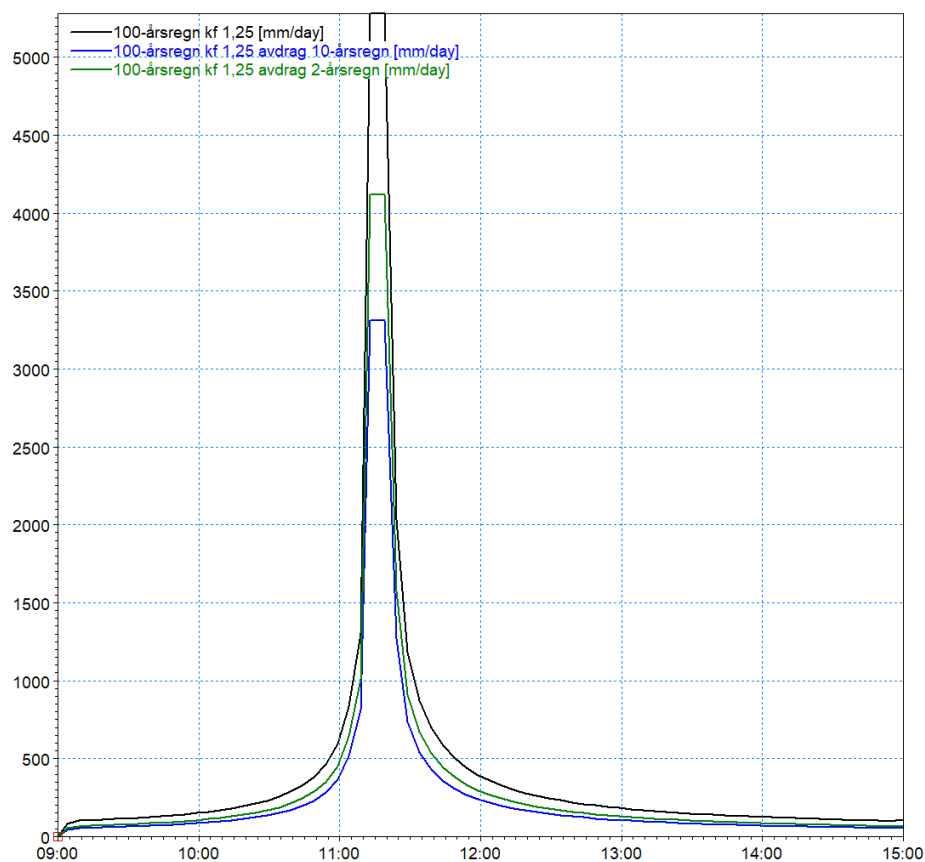
I dagvattenutredningen för detaljplanen har fördröjning inom reningsanläggningar tagits fram och ska motsvara den initiala volymen vatten (First flush) med ett avdrag på 10 mm. Avdraget adderas till det befintliga avdraget på 2-årsregn utan klimatfaktor. Avdraget görs för beräkning av framtida markanvändning. Ytorna visas i figur 5 och benämns som 4.



Figur 4 Fördelningen av regnbelastning inom modellområdet för befintlig markanvändning. Siffrorna 1 till 3 finns beskrivna i stycke 3.4



Figur 5 Fördelningen av regnbelastning inom modellområdet för framtida markanvändning



Figur 6 Regnintensitet för regn i befintlig simulering

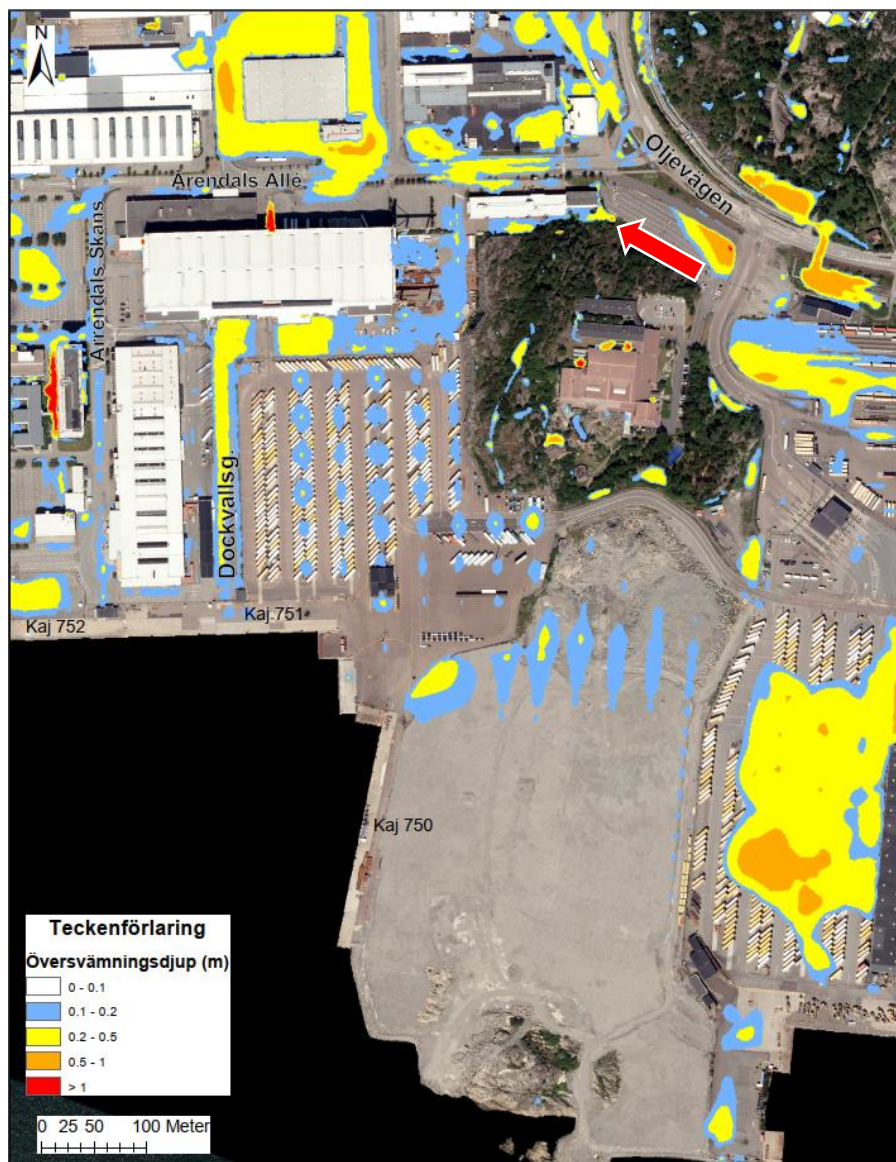
4 Resultat

Resultat från skyfallskarteringen redovisas i form av kartor av maximalt vattendjup samt differens mellan maximalt vattendjup vid befintlig och framtida markanvändning. Kartor med större skala visar även vektorer för flödeshastighet vid en tidpunkt i simuleringen med höga flöden, inom delområdet. I modellen motsvara tidpunkten kl. 11:25 i simuleringen, se figur 6. Maximalt vattendjup kan inträffa vid olika tidpunkter under simuleringen och resultatet visar maxvärdet för varje pixel under simuleringen.

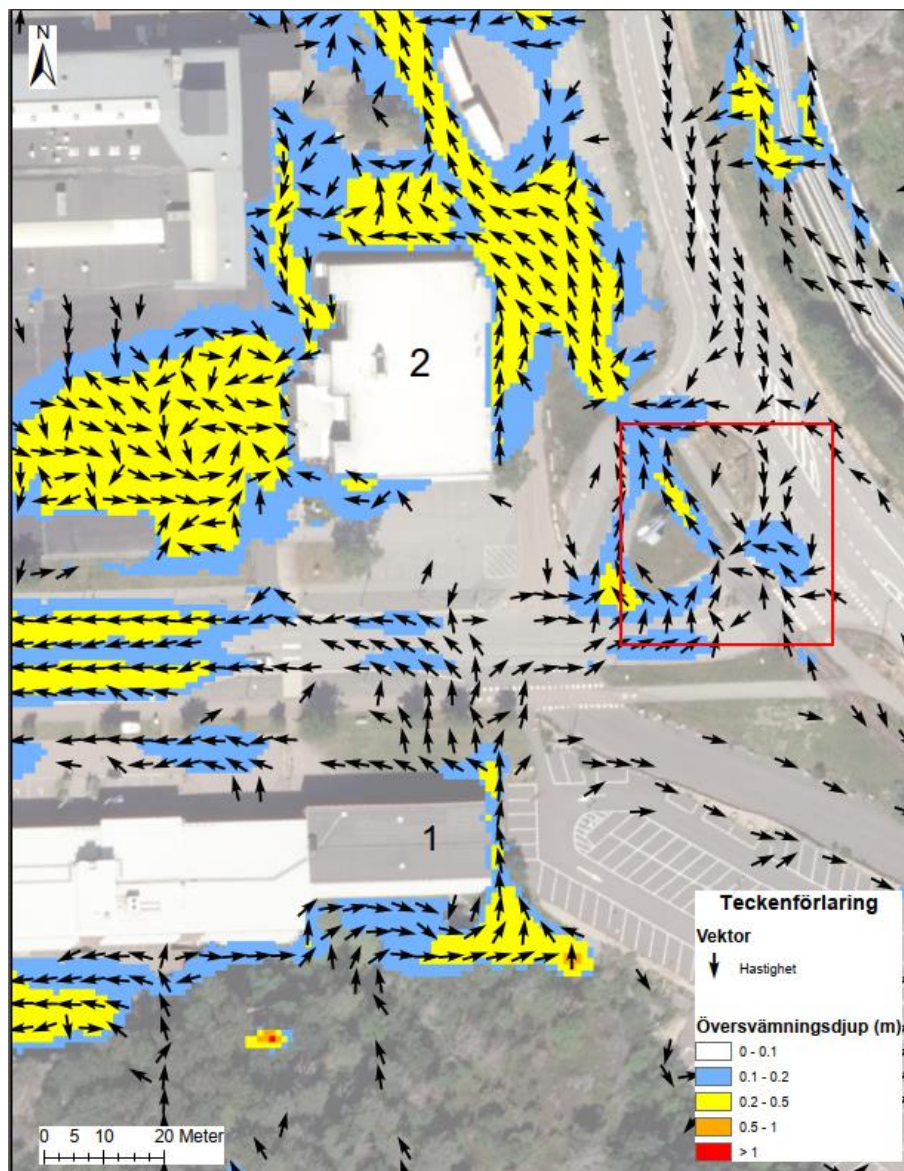
4.1 Befintlig markanvändning

Vid Befintligt scenario inom planområdet nås ett maximalt vattendjup av 0,2 – 0,5 meter på Dockvallsgatan, se figur 7 och bilaga 1. Delen av Dockvallsgatan där marköversvämning sker är lägre belägen än kajen. Det får till följd att vattnet inte kan rinna ytledes ut mot Rivöfjorden utan ansamlas i lågpunkter.

Söder om nuvarande Tullverkets byggnad markerad med röd pil i figur 7 sker marköversvämning vattnet rinner ner från berget och det finns en vattendelare som styr vattnet åt väster och öster. I figur 8, bilaga 2 visas vektorer för flödeshastighet vid kl. 11:25 i simuleringen och maximalt översvämningsdjup. Vattnet som rinner ner för berget och åt öster ansamlas och rinner vidare längs byggnadens kortsida (markerad med 1 i figur 8, bilaga 2). Norr om byggnaden fördelas flödet mot korsningen för planerad cirkulationsplats (markerad med röd rektangel i figur 8 och bilaga 2 samt figur 11), åt öster och Arendals Allé åt väster. Vattnet som når korsningen (planerad cirkulationsplats) rinner åt nordväst utmed järnvägsspåret som är den lägsta punkten i området och fördelas sedan mellan järnvägsspåret och runt byggnaden belägen norr om Arendals Allé markerad med en 2 i figur 8, bilaga 2.



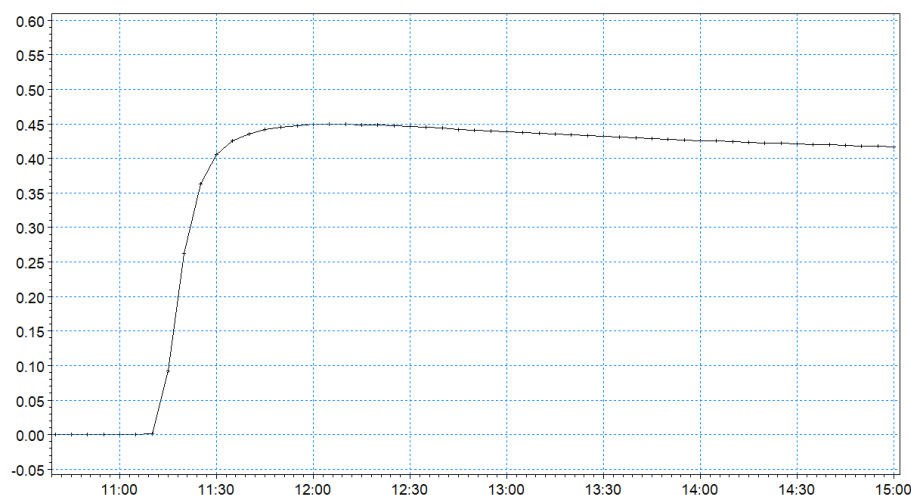
Figur 7 Maximalt vattendjup (m) för befintlig markanvändning



Figur 8 Maximalt vattendjup (m) och vektorer som visar flödesriktningen baserat på vattenhastigheter vid 11:25 i simuleringen, för befintlig markanvändning

4.2 Framtida markanvändning

Det maximala vattendjupet i Dockvallsgatan är likartat i simulering av framtida markanvändning, se figur 10. Vid observation av en cell i lågpunkten, markerad med X i figur 10 och bilaga 3, sjunker inte vattnet under 20 cm på simuleringstiden av 3,5 h efter fyllnad av lågpunkten. Se graf i figur 9. Räddningstjänsten kan ha svårigheter att ta sig fram vid vattendjup som överstiger 20 cm. Personbilar har svårt med framkomlighet över 10 cm.



Figur 9 Vattendjupet i en cell i Dockvallsgatan

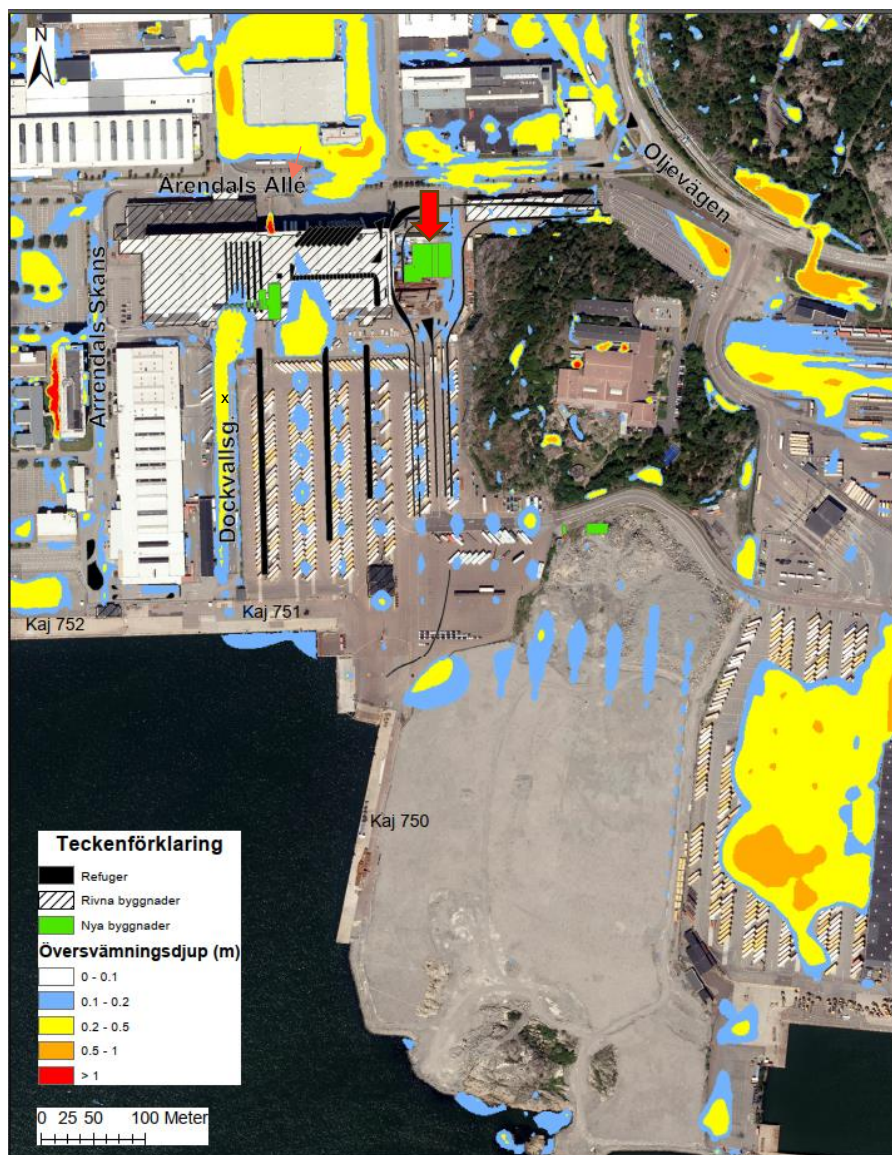
I figur 12 visas beräknad differens mellan maximala vattendjup vid befintlig markanvändning och framtida markanvändning. De största förändringarna sker där byggnaderna rivs och nya byggnader planeras. Norr om Dockvallsgatan planeras rivning av en större byggnad (Skrovhallen), i simulering av framtida markanvändning sker mindre marköversvämning söder om byggnaden efter rivningen. Det minskade vattendjupet beror av att vattnet kan spridas ut på en större yta där byggnaden har rivits. Hur marken kommer formas har under skyfallskarteringen varit okänt och marken har endast interpolerats mot befintliga höjder runt byggnaden. Söder om befintlig skrovhall indikerar simuleringen på marköversvämning över 20 cm. Om personbilar ska ha möjlighet att köra inom detta område behöver marken lutas så att vattnet inte ansamlas utan rinner mot Rivö fjord.

Norr om Arendals Allé ansamlas vatten till ett djup över 50 cm i anslutning till en byggnad markerad med 2 i figur 11. När byggnaderna inom detaljplanen rivs behöver marken lutas så att vatten inte rinner från planområdet norrut mot Arendals Allé då det riskerar att förvärra översvämningen inom angränsande nämnda fastighet.

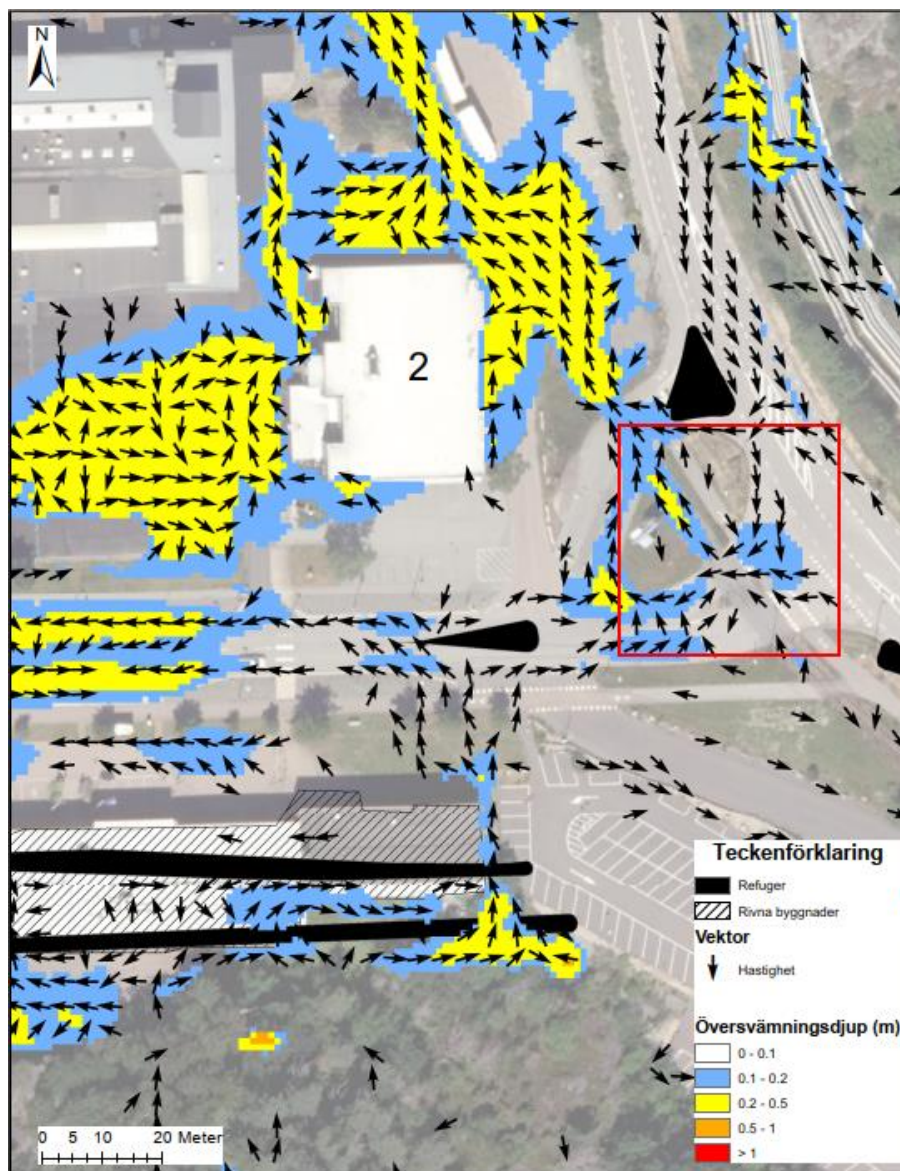
Vid Tullhuset, byggnaden markerad med nr 1 i figur 8 sjunker det maximala vattendjupet efter ändring av markanvändningen vid sidan av den tidigare byggnaden då vattnet kan breda ut sig på ett större område. Inom Arendals Allé och översvämningsdrabbade fastigheter norr om Arendals Allé (2 i figur 11) sker ingen förändring i maximalt vattendjup.

Vid röd markerad pil i figur 10 finns en ny planerad byggnad. Resultatet av simuleringen indikerar att vatten ansamlas i anslutning till byggnaden. Planerade byggnader är även belägna inom område för rivna byggnader och modellens höjdnivåer är därav osäkra. Marken bör lita från planerade byggnader för att säkerställa att byggnaderna inte skadas vid ett skyfall.

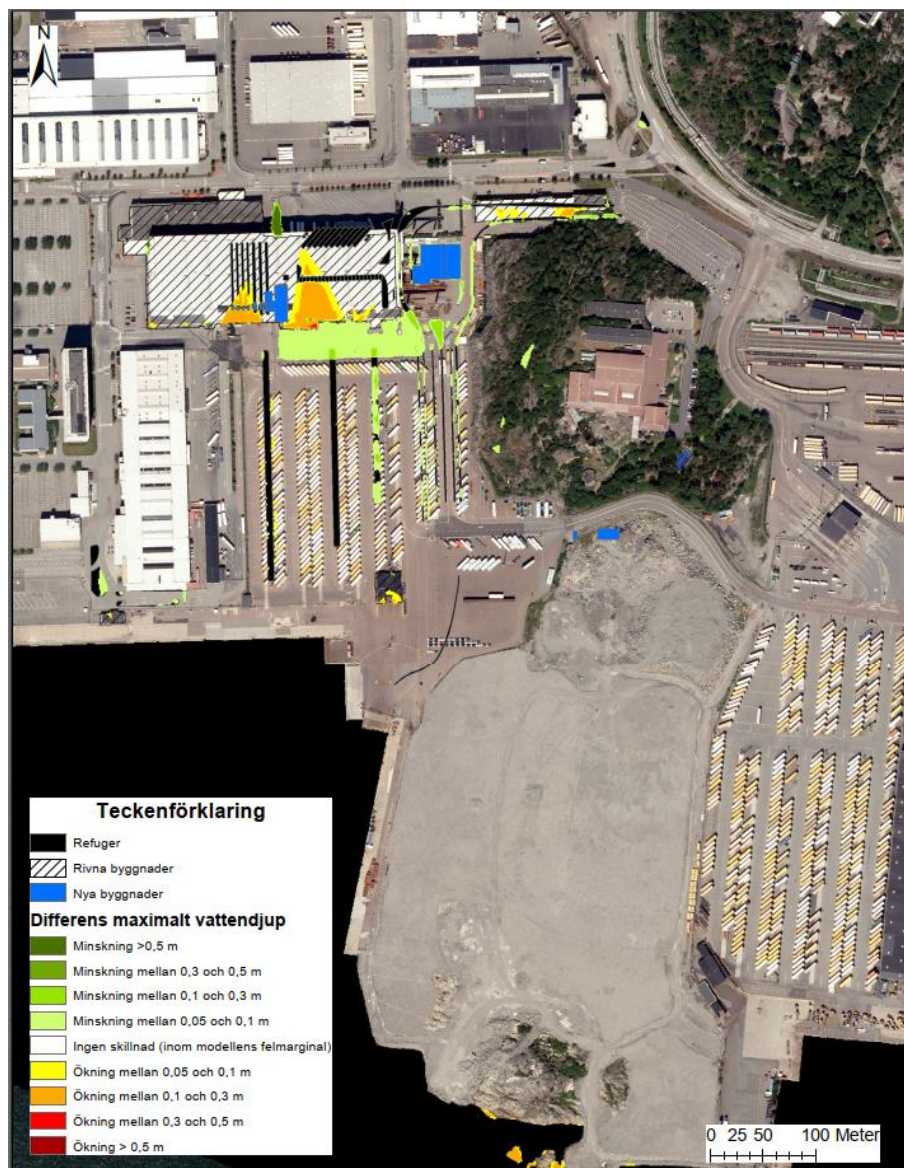
Rinnstråken mot cirkulationsplatsen är liknande för framtida och befintlig markanvändning. Vid den norra planerade refugen i cirkulationsplatsen finns en minskning av det maximala vattendjupet. På vägarna vid framtida planerad cirkulationsplats indikerar simuleringen att maximalt vattendjup mellan 20-50 cm. Volym vatten vid ett tidssteg med maximalt vattendjup inom område för planerad cirkulationsplats beräknades till mellan 120 – 130 m³.



Figur 10 Maximalt vattendjup (m) för framtida markanvändning



Figur 11 Maximalt vattendjup (m) och vektorer som visar flödesriktningen baserat på vattenhastigheter vid 11:25 i simuleringen, för framtida markanvändning



Figur 12 beräknad differens mellan maximalt vattendjup vid befintlig markanvändning och maximalt vattendjup vid framtida markanvändning

4.3 Rekommendationer och åtgärder

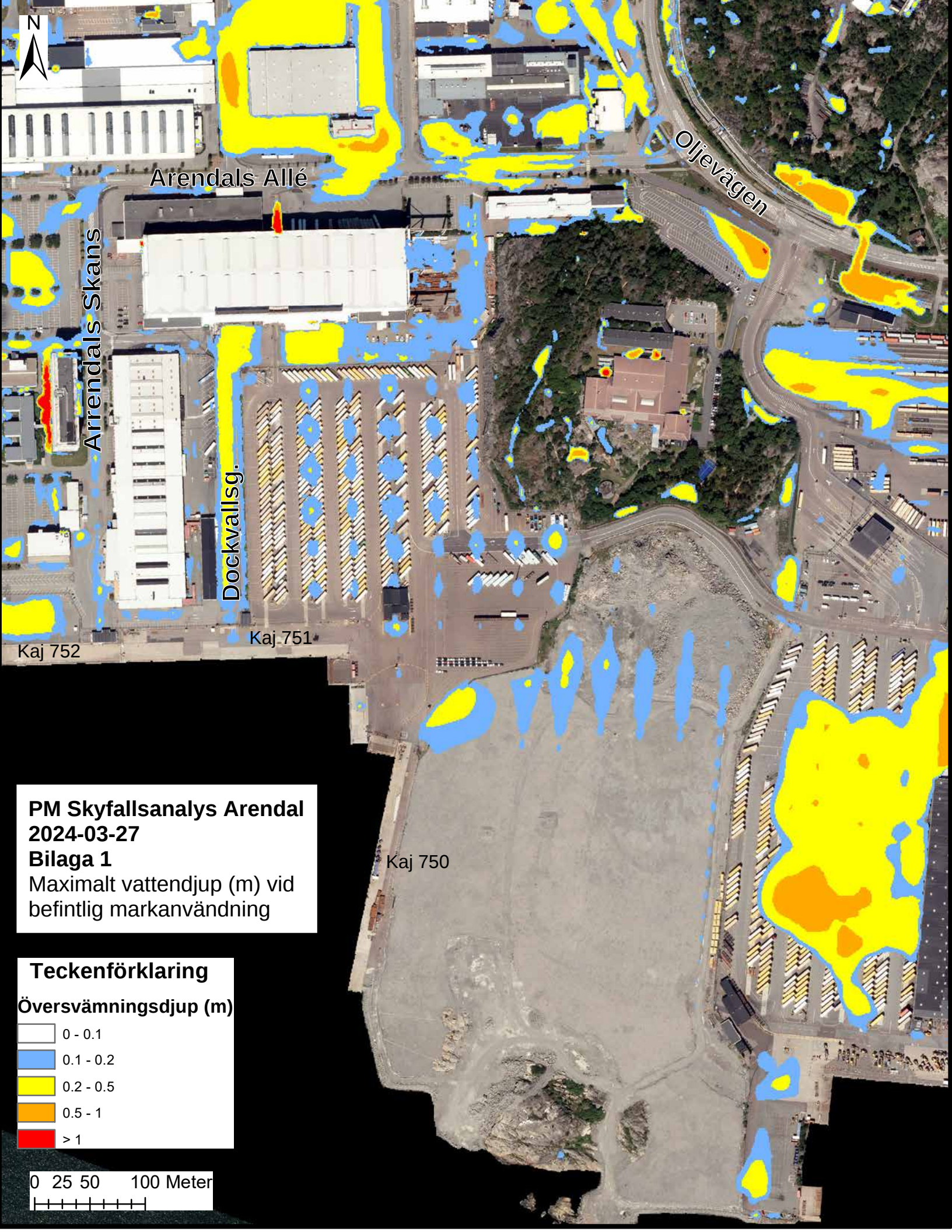
Inom detaljplanen riskeras marköversvämning över 20 cm i lågpunkt på Dockvallsgatan. Räddningstjänsten behöver möjlighet att nå byggnader inom detaljplanen vid skyfall. På Arendals Allé är vattennivåerna över 20 cm och räddningstjänsten kan därav inte nå byggnaden för befintligt Volvomuseum via Arendals Allé. Det är möjligt för räddningstjänsten att köra via Stena Lines in och utfart i terminalen och därmed undvika översvämningen på Arendals Allé. Räddningstjänstens möjlighet att trafikera sträckan behöver beaktas vid ombyggnationen.

Vattendjupet på Dockvallsgatan beror av att marken ligger lägre än kajkanten, för att minska vattennivån kan marklutningen ändras i området så att vattnet kan rinna mot Rivö fjord. I dagvattenutredningen finns beskrivet att området troligen inte kommer att påverkas av höga nivåer i havet (+2,6m, vid 200 års återkomsttid). För att få ut vattnet från området behöver marken i lågpunkten lutas mot kajkanten och en öppning i kajkanten behöver då skapas. Om öppningen placeras under nivån +2,6 m behöver öppningen vara stängningsbar vid höga havsnivåer.

Vid befintligt Volvomuseum finns mindre vattenansamlingar mot byggnaden. För att skydda byggnaden föreslås att marken lutar från byggnaden alternativt att inga fuktkänsliga konstruktioner exempelvis entréer är belägna vid översvämningsytor.

Skyfallskarteringen indikerar ingen förändring av maximala vattendjup för fastigheter utanför detaljplanen. När byggnaderna inom detaljplanen rivs behöver marken lutas så att vatten inte rinner från planområdet norrut mot Arendals Allé då det riskerar att förvärra översvämningen inom angränsande fastighet.

I skyfallskarteringen har ingen förändring av markhöjder utförts i cirkulationsplatsen förutom inkludering av refuger. Vid anläggningen av cirkulationsplatsen behöver flödet kunna passera utifrån dagens förutsättningar både från väster och öster. Om större förändring av marknivåer görs så behöver en ny modellering utföras efter projektering av marknivåer samt dagvattenlösningar i cirkulationsplatsen. Vid anläggning av cirkulationsplatsen skulle en översvämningsyta i mitten av cirkulationsplatsen, belägen lägre än spåret, för fördröjning av volymen vatten som ansamlas i befintlig korsning vara en möjlig åtgärd. Volym vatten vid ett tidssteg med maximalt vattendjup inom område för planerad cirkulationsplats beräknades till mellan 120 – 130 m³.



**PM Skyfallsanalys Arendal
2024-03-27**

Bilaga 1

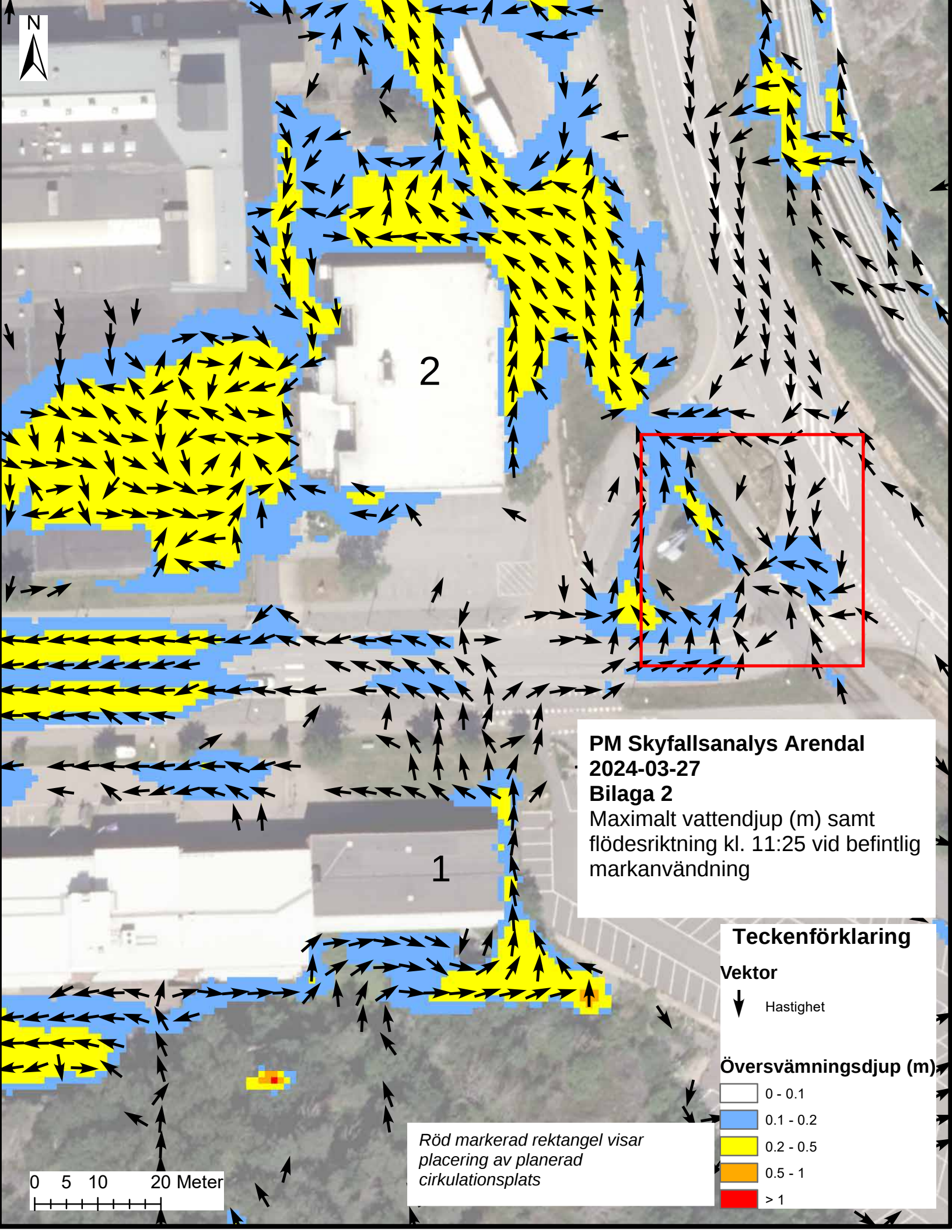
Maximalt vattendjup (m) vid
befintlig markanvändning

Teckenförklaring

Översvämningsdjup (m)

- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1

0 25 50 100 Meter



PM Skyfallsanalys Arendal
2024-03-27

Bilaga 2

Maximalt vattendjup (m) samt
flödesriktning kl. 11:25 vid befintlig
markanvändning

Teckenförklaring

Vektor

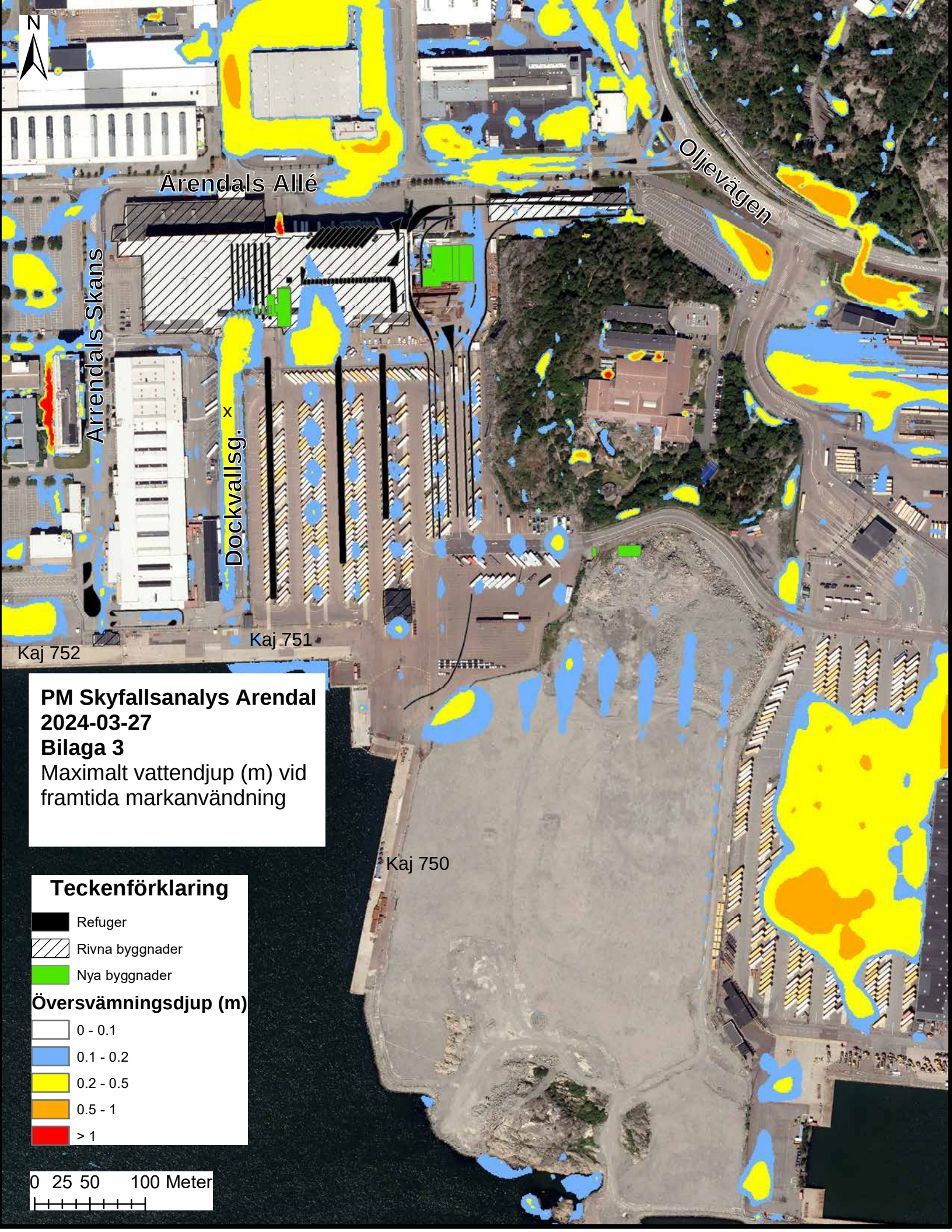
↓ Hastighet

Översvämningsdjup (m)

- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1

Röd markerad rektangel visar
placering av planerad
cirkulationsplats

0 5 10 20 Meter



PM Skyfallsanalys Arendal
2024-03-27
Bilaga 3
Maximalt vattendjup (m) vid
framtida markanvändning

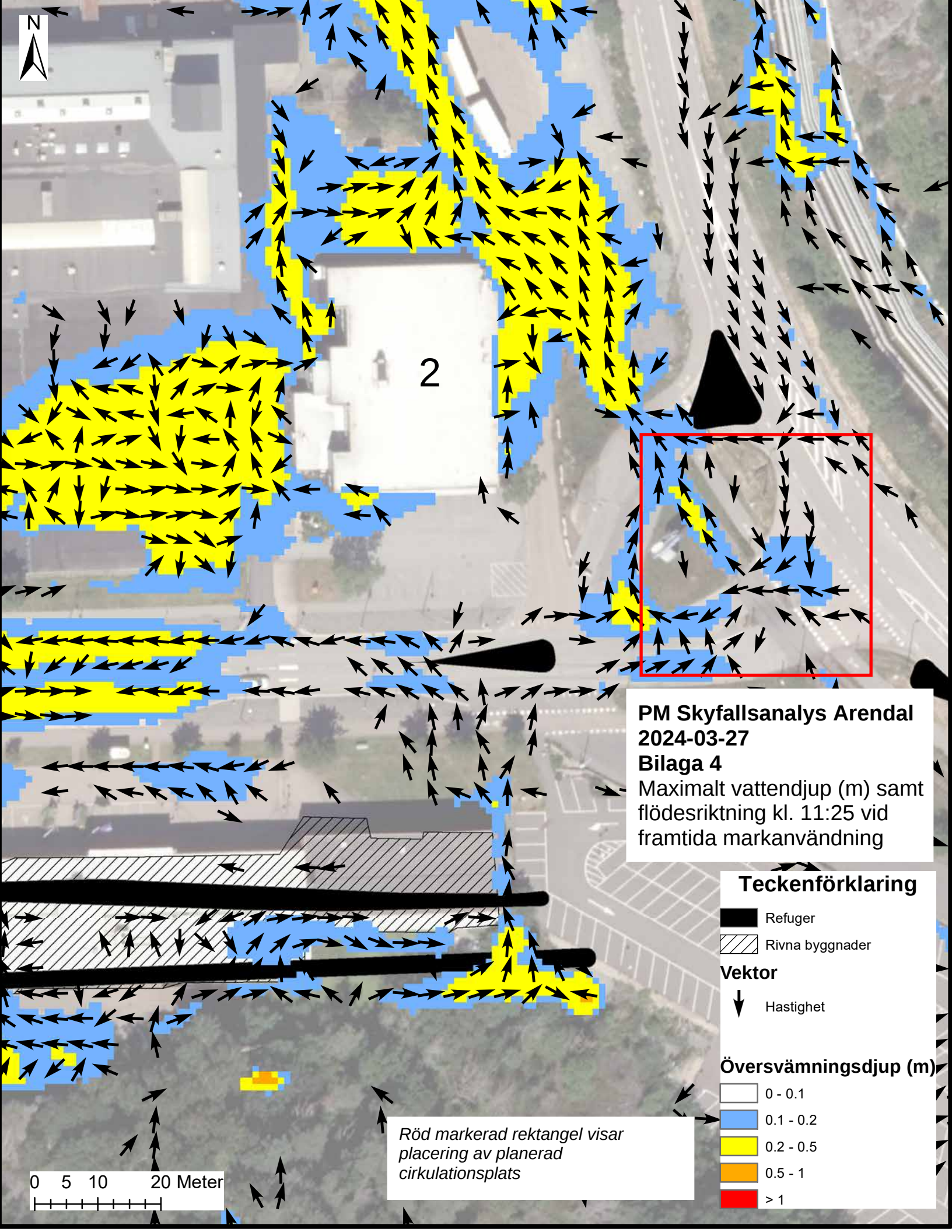
Teckenförklaring

- Refuger
- Rivna byggnader
- Nya byggnader

Översvämningsdjup (m)

- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1

0 25 50 100 Meter



2

PM Skyfallsanalys Arendal
2024-03-27

Bilaga 4

Maximalt vattendjup (m) samt
flödesriktning kl. 11:25 vid
framtida markanvändning

Teckenförklaring

- Refuger
- Rivna byggnader

Vektor

- Hastighet

Översvämningsdjup (m)

- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1

Röd markerad rektangel visar
placering av planerad
cirkulationsplats

0 5 10 20 Meter

