



ÖCKERÖ KOMMUN

ÖVERSIKTLIG SKYFALLSSTUDIE FÖP Björkö

DNR 0385/13

2023-09-14



ATKINS

Member of the SNC-Lavalin Group

FÖP Björkö

Översiktlig Skyfallsstudie

Status Reviderad slutversion

Uppdragsnummer 2013939

Datum/Version 2023-09-14 / 2.0

DNR 0385/13

Beställare



ÖCKERÖ KOMMUN

Öckerö kommun
Sockenvägen 13, Öckerö
031-97 62 00

Kontaktpersoner: Rikard Sporre

Konsult



Atkins Sverige AB
Sankt Eriksgatan 5
411 05 Göteborg
031-761 95 00

Uppdragsledare Emilia Bergman
Handläggare Shahab Moghadas
Handläggare revidering Johanna Svensson

Granskad av / Datum Kjell Norberg 2021-11-30

Sammanfattning

Öckerö kommun arbetar med att ta fram en fördjupad översiktsplan (FÖP) för Björkö som inkluderar cirka 350–400 nya bostäder samt områden som ger utrymme för verksamheter. Vid planering av ny bebyggelse rekommenderas att skyfall och översvämning beaktas på ett sådant sätt att risk för skador undviks. Planering ska göras så att samhällsviktiga funktioner kan upprätthållas och framkomlighet till och från planområdet säkerställas.

En översiktlig skyfallsutredning genomförs för sex olika utvecklingsområden inom FÖP Björkö - B1, B2, B3, C1, U2 och H1, samt ett ytterligare område U3. I utredningen bedöms översvänningsrisker och riskområden identifieras för de aktuella utvecklingsområdena. Skyfallsutredningen utförs för att ge input till trafikplaneringen inom fördjupad översiktsplan för Björkö.

För de riskområden som identifieras inom varje utvecklingsområde föreslås konceptåtgärder (t.ex. förslag på utformning av vägar inom två av exploateringsområdena, B1 och B3) för att dränera områdena så mycket som möjligt och skapa säkrare områden för exploateringen.

Resultaten förväntas ge en djupare bild av riskområdena, riskernas omfattning samt möjliga lösningar och används som underlag för fördjupad översiktsplan för Björkö. Kommunen kan använda utredningen och dess resultat som underlag för beslut om var exploatering ska ske och vilken typ av lösning som kan vara rimlig beroende på ambitionen med exploateringen.

Resultaten visar konceptuella åtgärder samt deras påverkan för varje studieområde. Utformningen av varje konceptuell åtgärd behöver justeras och optimeras i detaljplanering och kommande utredningar. De normalsektioner som redovisas för vägförslag i denna skyfallsutredning är preliminära och har tagits fram för att testa det allmänna designkonceptet i en skyfallshändelse. De slutliga normalsektionerna utreds och presenteras i trafikutredning för FÖP Björkö, som pågår parallellt med skyfallsutredningen.

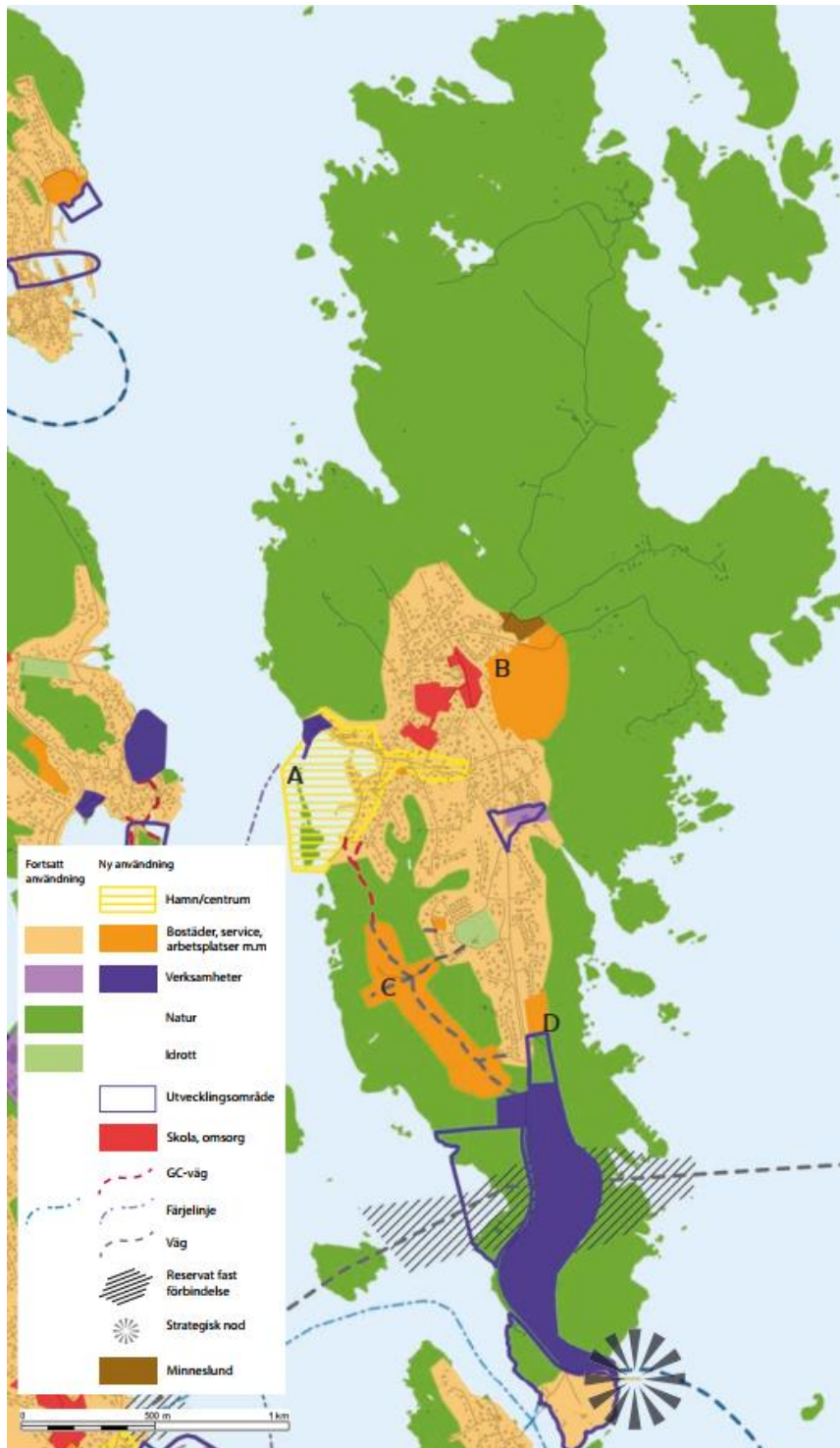
Innehåll

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund och syfte	1
1.2 Uppdragsbeskrivning	2
1.3 Avgränsningar	3
2. Metodbeskrivning	4
2.1 Analys av topografi	4
2.2 Hydrologisk modell	4
2.3 Generellt om klimatanpassning	4
3. Analys och Resultat	5
3.1 Område B1	5
3.1.1 Topografianalys	5
3.1.2 Dynamisk simulering	7
3.1.3 Åtgärdsförslag (B1)	9
3.1.4 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt alternativ 1 (B1)	12
3.1.5 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt alternativ 2 (B1)	12
3.2 Område B3	14
3.2.1 Topografianalys	14
3.2.2 Dynamisk simulering	14
3.2.3 Åtgärdsförslag (B3)	16
3.2.4 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt scenario 1 (B3)	18
3.2.5 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt scenario 2 (B3)	20
3.2.6 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt scenario 3 (B3)	21
3.3 Område H1	24
3.3.1 Topografianalys	24
3.3.2 Dynamisk simulering	24
3.4 Område B2, C1 och U2	27
3.4.1 Åtgärdsförslag (B2, C1 och U2)	29
3.5 Område U3	31
4. Slutsatser	32
5. Fortsatt arbete	33
6. Referensers	33

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Öckerö kommun har definierat strategier för utveckling av kommunen i översiktsplan (ÖP) som tar sikte mot år 2040 att bland annat möjliggöra för fler bostäder över kommunens bebodda öar. Inom ramen för den fördjupande översiktsplanen (FÖP) tillägnas cirka 350–400 bostäder på Björkö som helhet, samt ett par större områden som ger utrymme för verksamheter på Björkö (Figur 1).



Figur 1. Björkö översiktsplan (Källa: Öckerö kommun, 2018)

En hållbar utveckling kräver att det, redan i tidigt skede av planeringen, tas hänsyn till klimatförändringar som orsakar stigande havsnivå samt ett allt större antal skyfall med stor regnvolym/regnintensitet, vilka inte kan hanteras genom dimensionering av ledningssystemen.

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 bl. a:

- 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 ska tas till dessa rekommendationer vid planering av alla nya bebyggelser, vid lokalisering och utformning. En översiktlig skyfallsanalys kan utföras för att ingå som en första del i kommunens risk- och sårbarhetsanalys, ett tematiskt tillägg till den fördjupade översiktsplanen. Denna skyfallsutredning syftar till att på ett generellt sätt redovisa möjligheter och utmaningar inom utvecklingsområden på Björkö samt lämna preliminära åtgärdsrekommendationer som kan användas som underlag för framtida utveckling och lokalisering av bostäder och vägar.

1.2 Uppdragsbeskrivning

Atkins Sverige AB har fått i uppdrag av Öckerö kommun att utföra en skyfallsutredning för sex utvecklingsområden på Björkö.

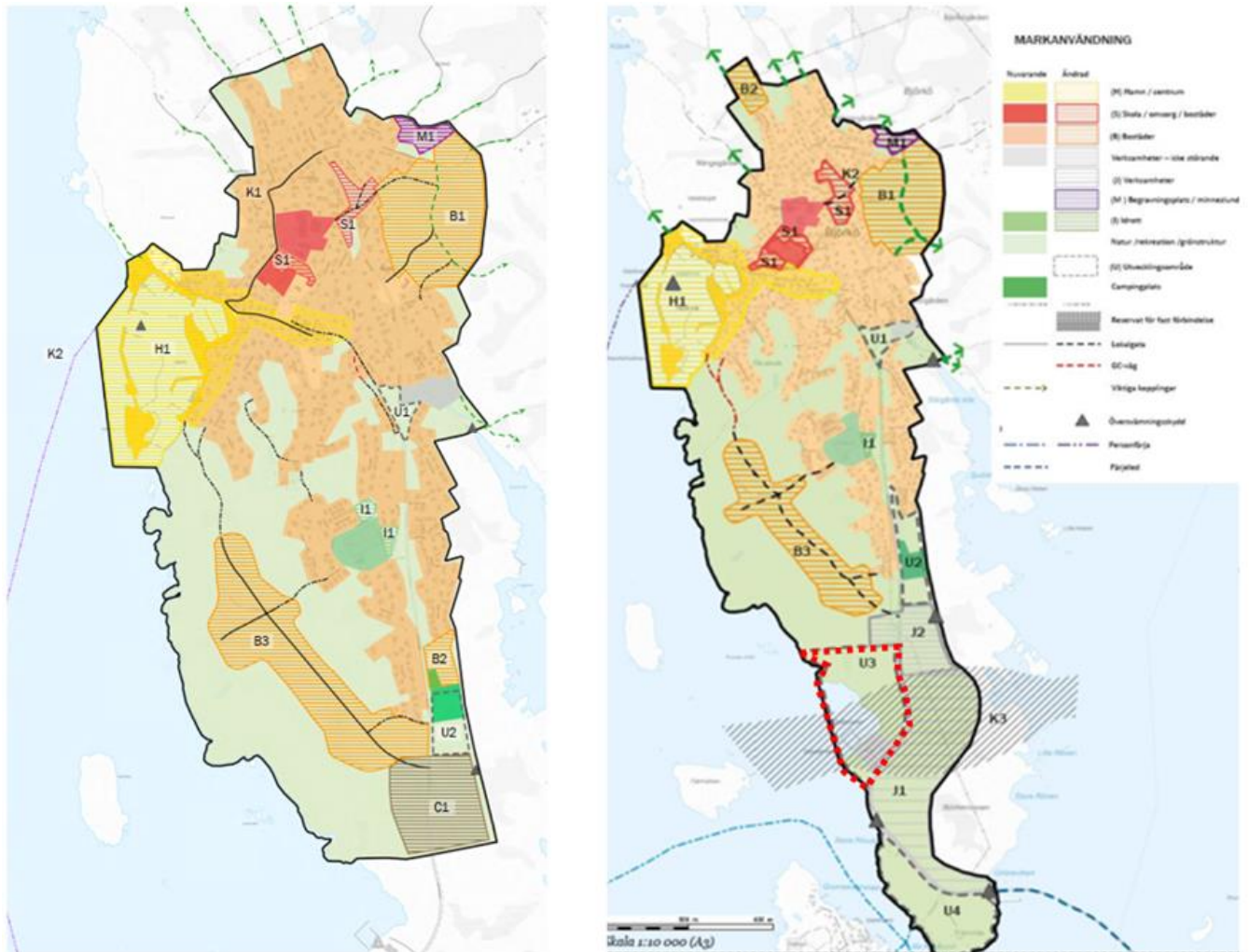
Utredningen ska genomföra en topografisk analys för att redovisa avrinningsvägar (som visar avrinningsrörelse inom utvecklingsområdena) samt lågpunkter eller stängda områden som är olämpliga för byggnation.

Översvämningensrisken utreds för befintlig situation (nuläget) under en skyfallshändelse (återkomsttid på 100 år med klimatfaktor 1.25). Vidare studeras påverkan av FÖP (väg- och trafikutformningen i tidigt skede) på översvämningensrisiker; det innebär att förslag för utformning av nya vägar inkluderas i skyfallsanalysen, för att utvärdera hur vägar påverkar och påverkas av översvämningensrisiken samt möjligheter att använda dessa som åtgärd för att leda bort vatten från områdena. Konceptåtgärder föreslås för att minska översvämningensrisiken vid utveckling av respektive område.

De normalsektioner som redovisas för vägförslag i denna skyfallsutredning är preliminära och har tagits fram för att testa det allmänna designkonceptet i en skyfallshändelse. De slutliga normalsektionerna utreds och presenteras i trafikutredning för FÖP Björkö, som pågår parallellt med skyfallsutredningen.

1.3 Avgränsningar

De områden som ska beaktas inom skyfallsutredningen är: B1, B2, B3, C1, H1 och U2 och U3, se Figur 2. Utredningen startades innan den aktuella markanvändningskartan för FÖP Björkö fastlades, så utredningen har innefattat ett område som ej längre är aktuellt för den fördjupade översiktsplanen. Området, U3, är beläget på södra delen av Björkö och redovisas till höger i Figur 2.



Figur 2 T.V. Planförslag - Fördjupad översiktsplan för Björkö, Öckerö kommun. T.H Tidigare planförslag med område U3 parkerat i rött.

2. Metodbeskrivning

Nedan följer en beskrivning av verktyg och metodik använd för analysering av topografi samt modellering av skyfall på Björkö. Denna analys och modellstudie kan ses som en första fas i Björkös planering för skyfallshantering såväl som klimatanpassningsarbete.

2.1 Analys av topografi

SCALGO Live har använts för analysering av översvämningsrisker genom att undersöka och redovisa flödesvägar och lågpunkter eller stängda områden, för att identifiera områden med översvämningsrisker.

Programmet använder höjddata med 1x1m upplösning från Lantmäteriet för att simulera regnets rinnvägar. SCALGO belastas med 100 mm regnmängd som motsvarar cirka ett 100-årsregn med varaktighet om 6 timmar och klimatfaktor 1,25, vilket representerar en skyfallshändelse. Med skyfall avses en större mängd nederbörd som faller på kort tid. SMHI definierar ett skyfall, som ”en mycket kraftig regnskur, som ger minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut”.

2.2 Hydrologisk modell

SCALGO Live tar inte hänsyn till hydrologiska korrigeringar så som regnintensitet, infiltrationskapacitet, markråhet, samt flödes hastighet och översvämningsdjup. Därför fortsätter utredningen med en dynamisk hydraulisk modellering som tar hänsyn till dessa faktorer samt visar översvämningsutvecklingen över tid.

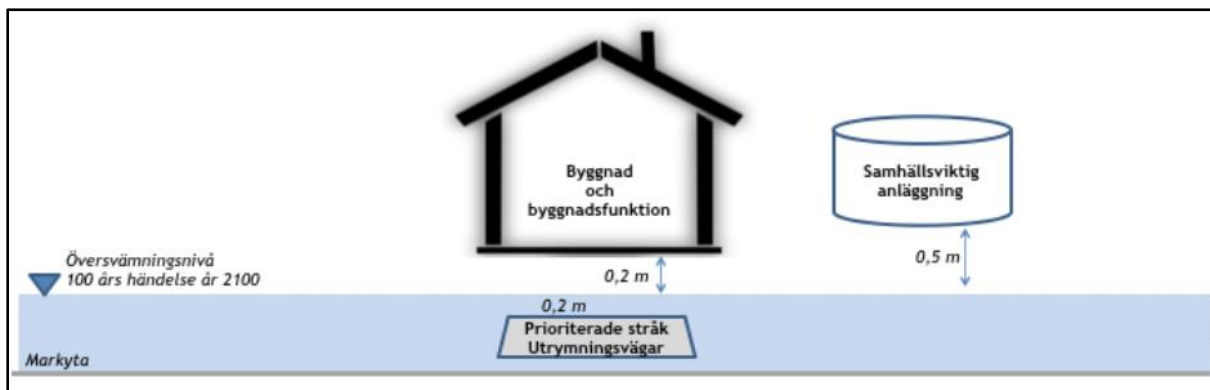
En dynamisk ytavrinningsberäkning har genomförts för att kartlägga riskområden inom studieområdena. Skyfallskarteringen för studieområdena har genomförts med hjälp av programvaran Mike 21. Modellen har använt ett klimatanpassat 100-årsregn (klimatfaktor: 1,25), höjddata med 1x1m upplösning från Lantmäteriet, samt infiltration (utifrån jordarter från SGU) och markråhet (utifrån Nationella Marktäckedata från Naturvårdsverket) för att beräkna och beskriva markavrinningen.

2.3 Generellt om klimatanpassning

Utvärdering av översvämningsrisk föreslås för denna utredning i stort att följa de riktlinjer som generellt börjat att tillämpas i olika kommuner. Ett bra exempel är det planeringsdokument som Göteborgs Stad tagit fram (Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden 2017). Underlaget kan användas för att orientera riskbedömning och åtgärdsförslag redan i översiktsplaneringsskedet, se Figur 3 och Tabell 1.

Riktlinjen föreslår bl.a. att nya byggnaders färdigt golv bör ha en marginal på 0,2 m från översvämningsnivå, se Tabell 1. Beaktande av detta tillsammans med simuleringsresultat (t.ex. översvämningsdjup) kan användas som underlag för att avgöra om ett område är lämpligt att bebygga eller om det skulle innebära utmaningar.

Framkomligheten till planområdet under en skyfallshändelse behöver också säkerställas. Riktlinjen föreslår att tillåta max 0,2 m översvämningsdjup på prioriterade vägar. Därför kan simuleringsresultatet användas inte bara för att planera vägar på sådant sätt att de ger säker tillgänglighet till hela planområden, utan även så att vägarna används som en del av skyfallshanteringen.



Figur 3 Exempel på visualisering av planeringsnivåer vid skyfall.

Tabell 1 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse (Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden, 2019)

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

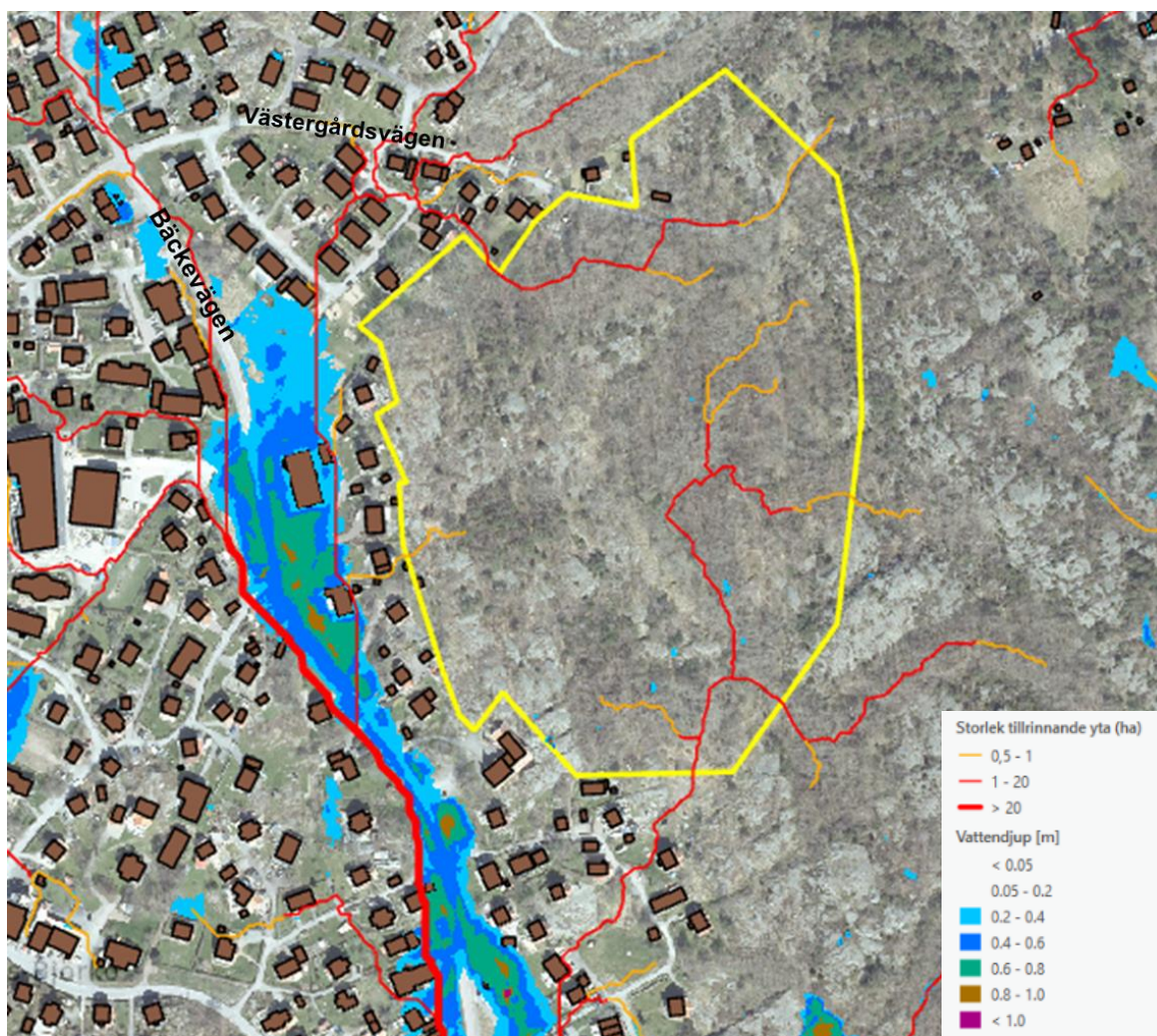
3. Analys och Resultat

3.1 Område B1

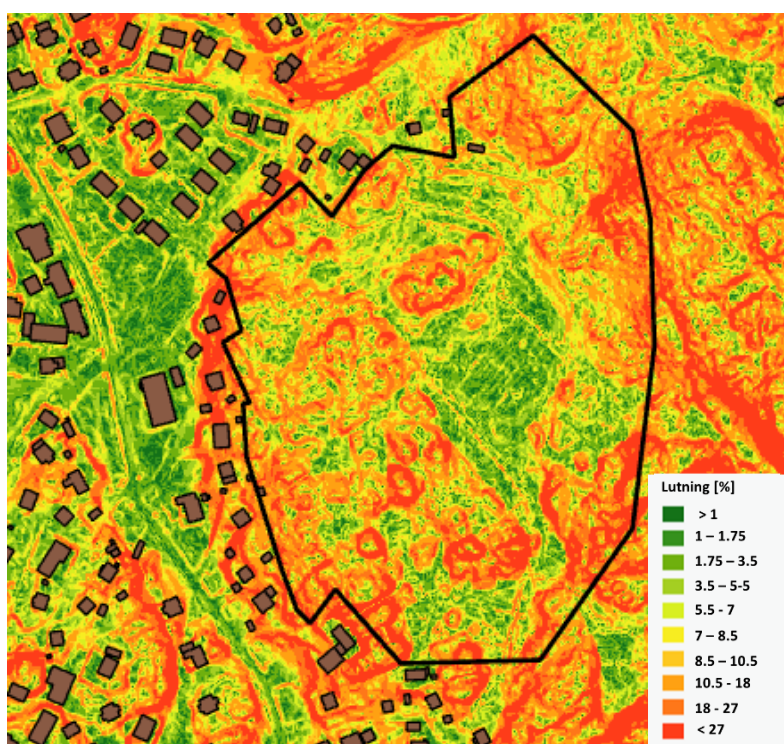
3.1.1 Topografianalys

Resultat från topografianalysen visar att det inte finns någon lågpunkt i området där det kan skapas en vattensamling med ett större djup än 20 cm (Figur 4). Vatten rinner i två huvudsakliga flödesvägar från den centrala delen av planområdet B1, en mot väster och den andra mot söder. Båda vägarna rinner till den centrala delen av Björkö, utanför planområdet B1, som är en lågpunkt och har hög risk för översvämmning (Figur 4).

Ytavrinningen från uppström rinner snabbt (med hög hastighet) genom ett område med stor lutning mot centrala delen av planområdet som har en relativt flack (lutning <3,5%). Det flacka området i mitten av B1 (grönt område i Figur 5) har låg kapacitet att dränera bort flödet. Topografien i kombination med stora mängder nederbörd under en kort period ökar risken för översvämmningar trots att det inte finns någon lågpunkt i området.



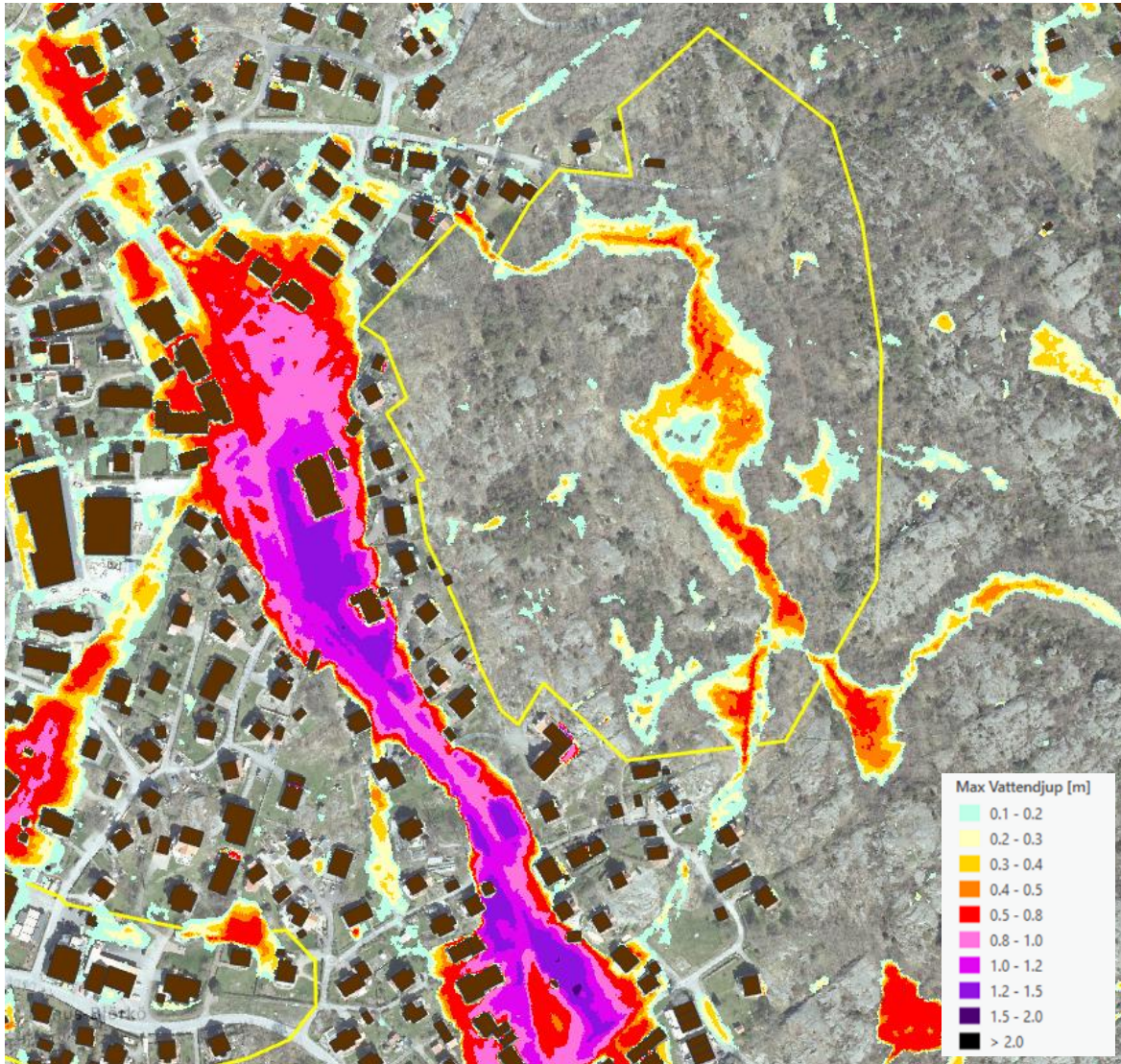
Figur 4. Avrinningsvägar och lågpunkter inom planområde B1.



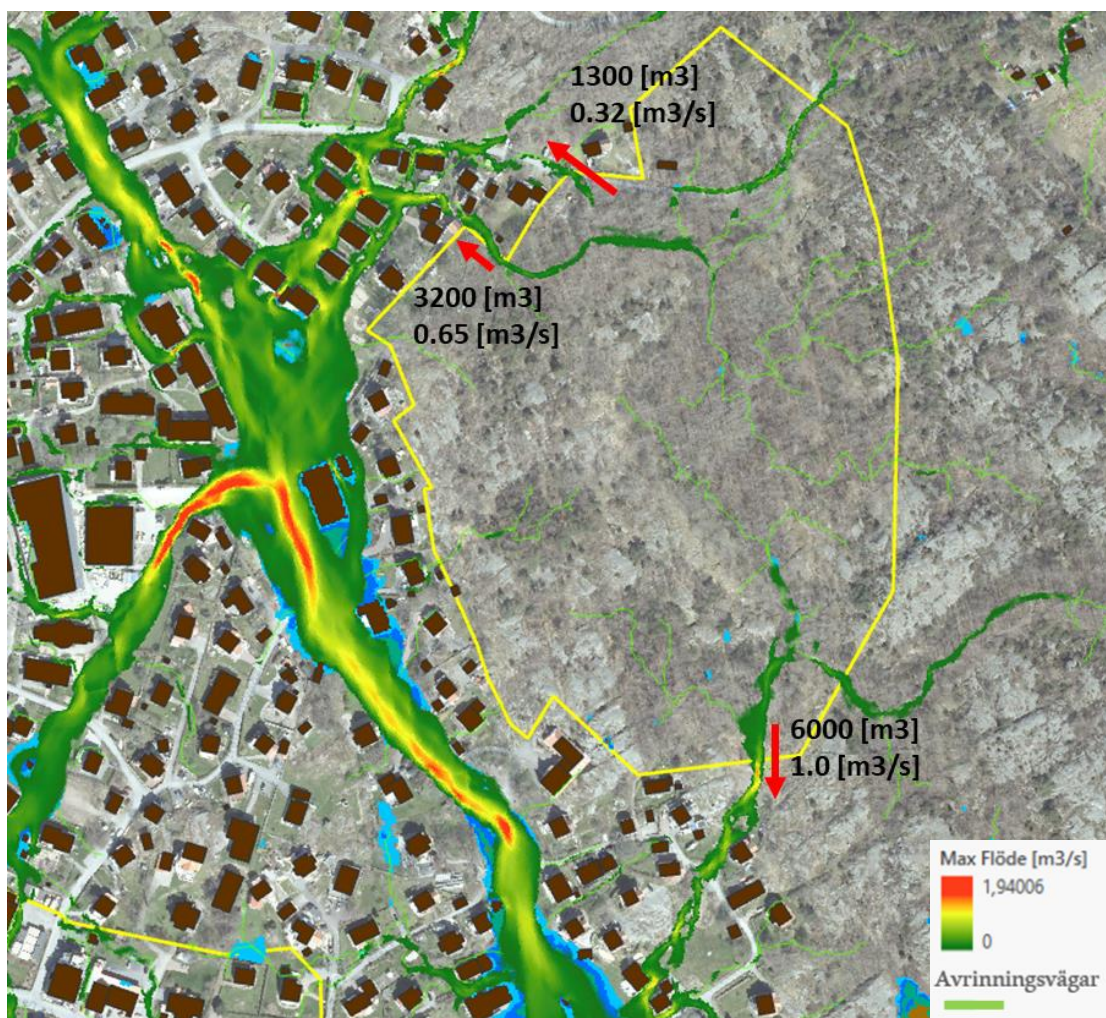
Figur 5. Lutningar inom planområde B1

3.1.2 Dynamisk simulering

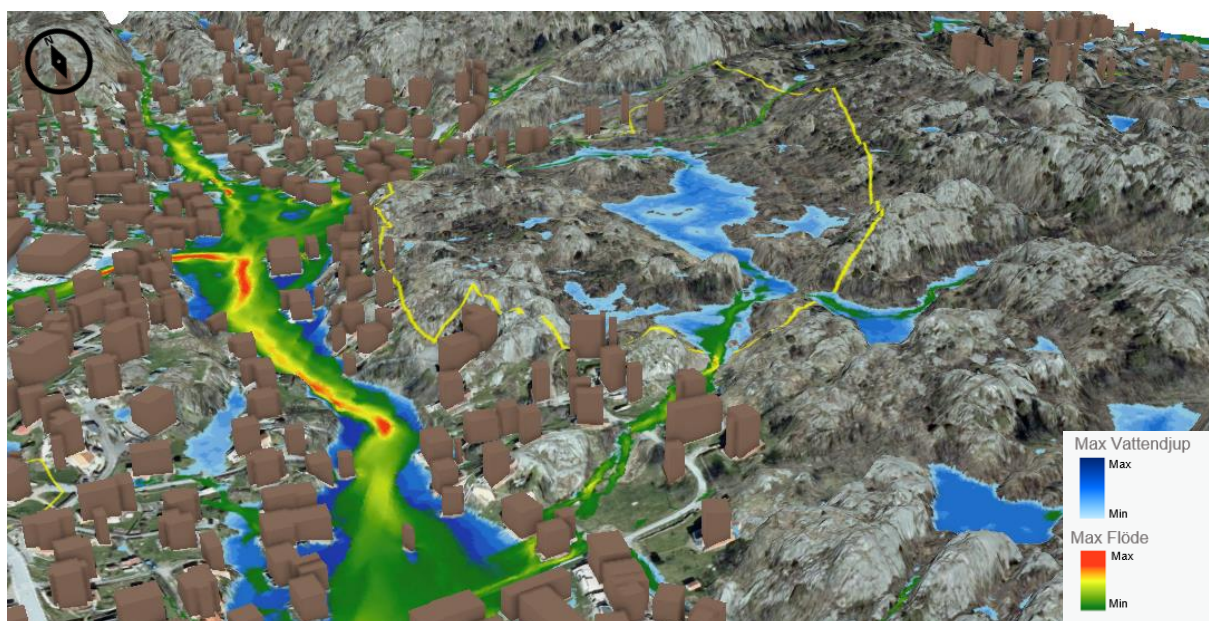
Resultaten av den dynamiska simuleringen av ett klimatjusterat (klimatfaktor: 1,25) 100-årsregn överensstämmer med topografianalysen. Modellens resultat visar att den centrala delen av B1 blir översvämmad upp till 80 cm (Figur 6). Flödet rinner ut från området vid två utloppspunkter i norr (ca 4500 m³) och genom ett utlopp i söder (ca 6000 m³) (Figur 7). En 3D-visualisering av maximalt översvämningsdjup och flöde inom området B1 visas i Figur 8.



Figur 6. Översvämningsutbredning och djup för planområde B1 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.



Figur 7 Avrinningsvägar och maxflöde för planområde B1 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.



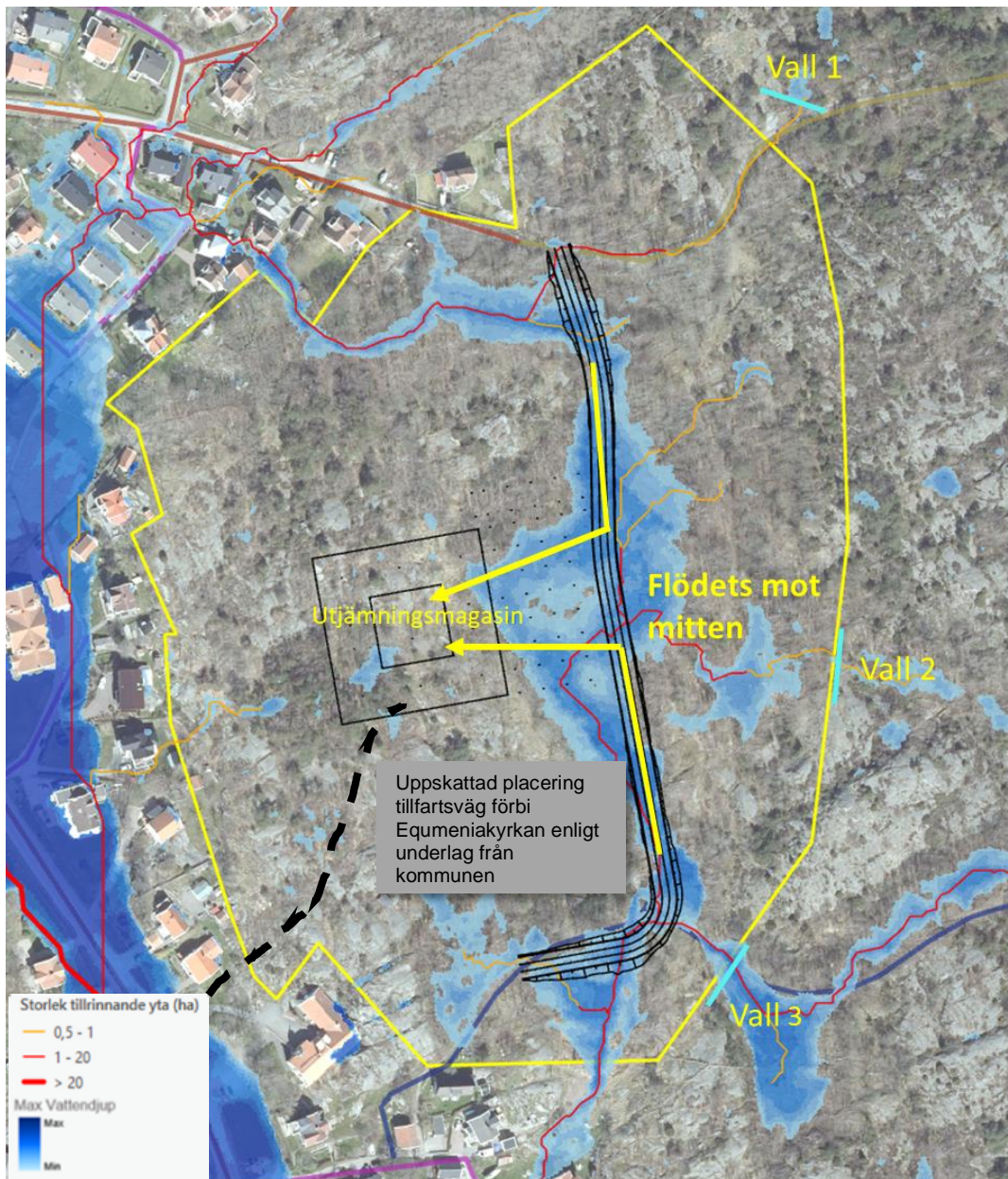
Figur 8 Schematisk 3D-redovisning av planområde B1 och dess omgivning som visar utbredning av översvämning med djup (blå) och maxflöde (grön-gult-rött spektrum).

3.1.3 Åtgärdsförslag (B1)

En generell åtgärd som kan göras för att minska översvämningdjupet i den centrala delen av B1 är att fördröja flödet uppströms. Med en sådan åtgärd reduceras också flödesbelastning till lågpunkten med hög översvämningrisk inom den centrala delen av Björkö (Figur 9). En del av flödet kan fördröjas uppströms, genom att använda topografin samt bygga ett par avskärande vallar (t.ex. vall 1–3 i Figur 9). Resterande del av flödet kommer bidra till flödet inom den centrala delen av B1.

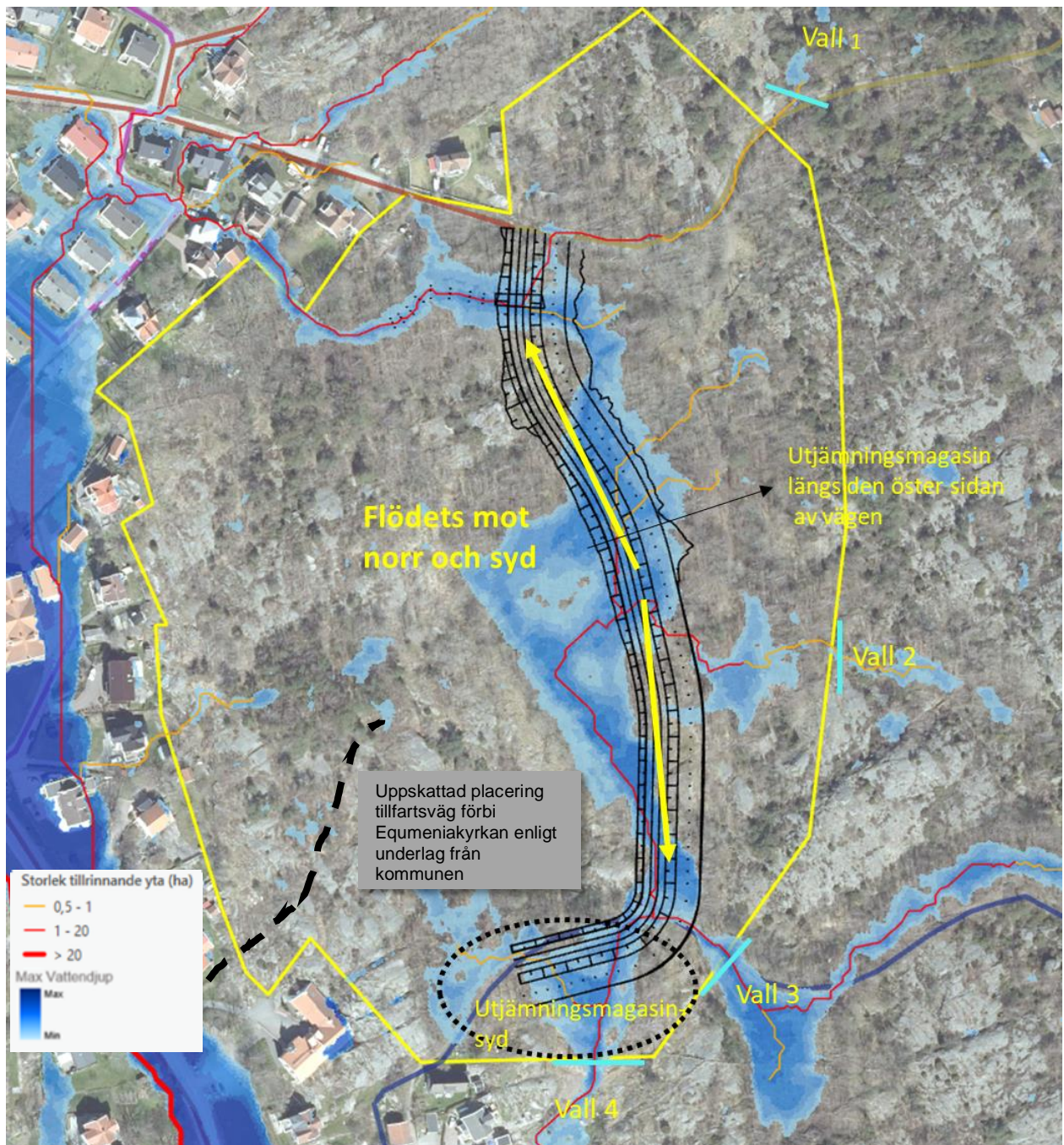
Två alternativa åtgärder föreslås för hantering av dagvattnet. I båda används den nya vägen, som utformas i trafikutredningen, för att hantera översvämningen inom området. Vägens sträckning är anpassad för att dränera områdena så mycket som möjligt och minimera konsekvenserna vid skyfall på de ytor som är avsedda för exploatering, samt minimera påverkan på landskapsbilden. Utformningen av vägen presenteras mer detaljerat i trafikutredningen. Tillfartsväg till område B1 är enligt underlag från kommunen planerad i den södra delen förbi Equmeniakyrkan, se uppskattad sträckning i Figur 9, men då tillfartsväg inte bedöms påverka översvämningssituationen inom området redovisas den inte ytterligare i denna utredning. Utgångspunkten för den mer detaljerade utformningen, som utreds i trafikutredningen, är att området kring Bäckevägen inte ska belastas med vatten från område B1. Slutgiltig placering av tillfartsväg behöver därför studeras separat i en mer detaljerad utredning.

I alternativ 1 utformas vägens lutning så att vattnet leds mot mitten av planområdet (Se gula flödespilar i Figur 9) och därifrån avledas västerut till ett utjämningsmagasin. I Figur 9 illustreras befintlig översvämningssituation (bl.a. avrinningsvägar och max vattendjup) samt föreslagen placering av vägen för alternativ 1 och föreslaget utjämningsmagasin inom B1.

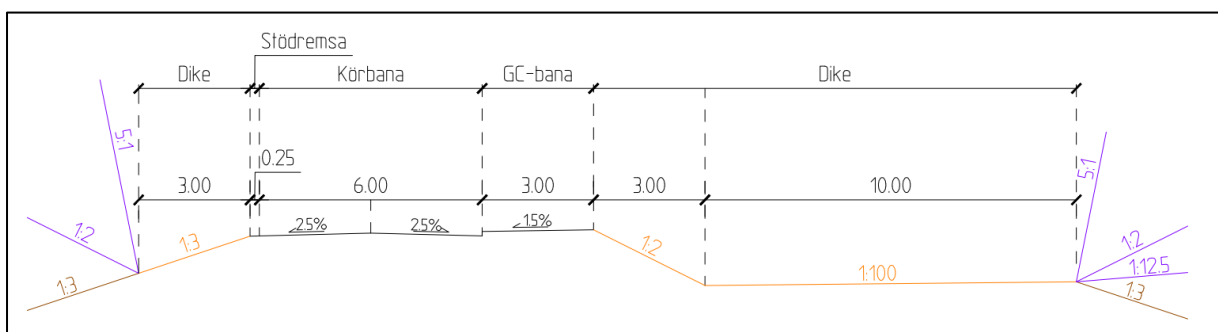


Figur 9 Preliminär förslag för att reducera översvämningsdjupet i den centrala delen av område B1 – alternativ 1.

I alternativ 2 agerar vägen och områdets höjdsättning så att flödets naturliga väg norrut och söderut underlättas (Se gula flödespilar i Figur 10). Flödet leds till ett utjämningsmagasin i söder och till ett 10 meter brett dike längs den östra sidan av vägen. Det uppsamlade vattnet kan gradvis släppas till de naturliga utloppspunkterna norr och söder om området. (se Figur 10 och Figur 11). Figur 10 visar befintlig översvämningsituation (bl.a. avrinningsvägar och max vattendjup) samt placering av väg för alternativ 2 och utjämningsmagasinet inom B1.



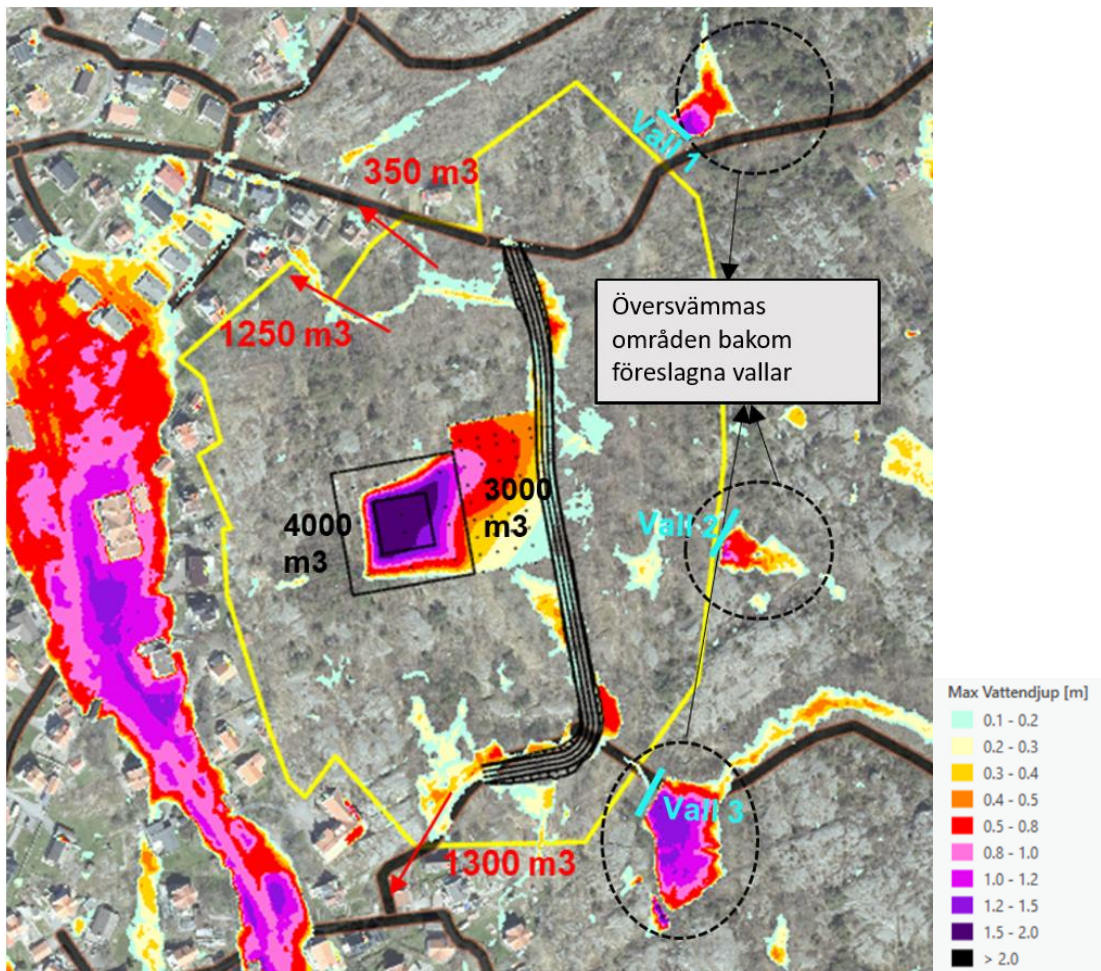
Figur 10 Preliminärt förslag för att reducera översvämningsdjupet i den centrala delen av område B1- alternativ 2.



Figur 11 Föreslagen vägs tvärsnitt – alternativ 2.

3.1.4 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt alternativ 1 (B1)

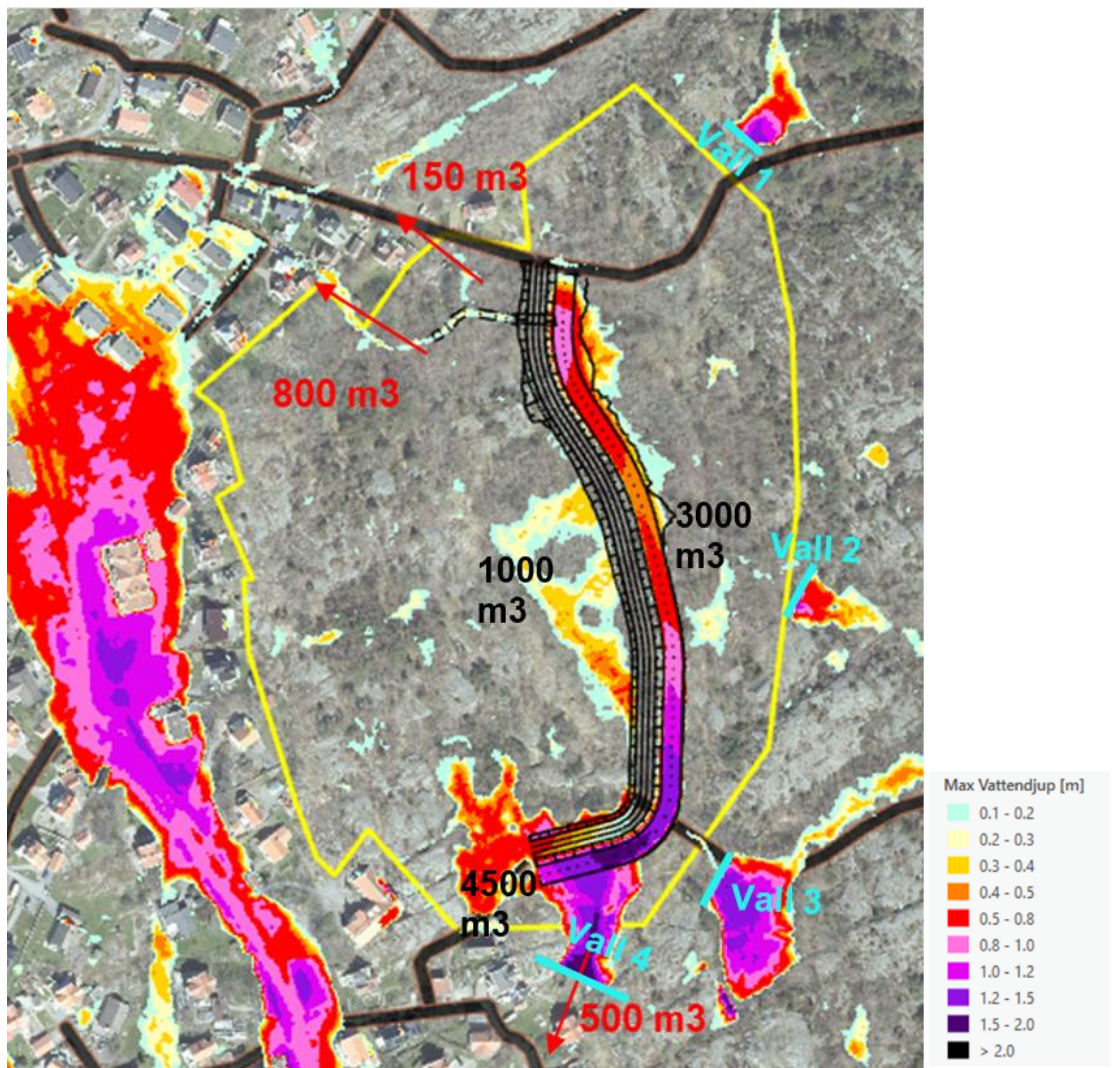
Simuleringsresultaten för åtgärdsalternativ 1 visas i Figur 12. Det finns tre områden bakom föreslagna vallar 1–3 (Figur 9 eller Figur 10) liknande i båda alternativen 1 och 2 vilka kommer att översvämmas (Figur 12) som förväntat. I alternativ 1 används vägen som en skyfallsled för att leda flödet säkert till den anvisade bassängen i mitten av B1. Bassängen rymmer totalt 7000 m³ och därmed minskar flödet från B1 till den centrala delen av Björkö med ca. 80% dvs. från 10 000 m³ i befintligt scenario till 2000 m³ i framtidsscenario 1 (Figur 12). Det översvämmade området i södra delen av B1 (Figur 12) kan dräneras och mer utrymme frigöras för framtida planering genom att jämna ut den naturliga höjdsättningen/lutningen mot söder till utloppspunkten.



Figur 12 Max översvämningsdjup till följd av skyfall i framtidsscenario alternativ 1.

3.1.5 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt alternativ 2 (B1)

Simuleringsresultaten för åtgärdsalternativ 2 visas i Figur 13. I alternativ 2 uppehålls flödet i det föreslagna diket öster om vägen och vattnet leds säkert mot utloppspunkter i den norra och södra delen av området B1. I detta scenario magasineras 7500 m³ totalt. Cirka 3000 m³ kvarhålls i diket bakom vägen. Genom att strypa södra utloppspunkten formas ett naturligt magasin med en kapacitet på cirka 4500 m³. Utbredningen av magasinet bakom vall 4 visas i Figur 13. Med åtgärder enligt alternativ 2 blir platsen norr om vall 4 olämplig för byggnader. Det översvämmade området i mitten av B1 (Figur 13) kan dräneras och mer utrymme frigöras för framtida planering genom att jämna ut det naturligt flacka området i mitten av B3 mot vägen och slutligen till diken.

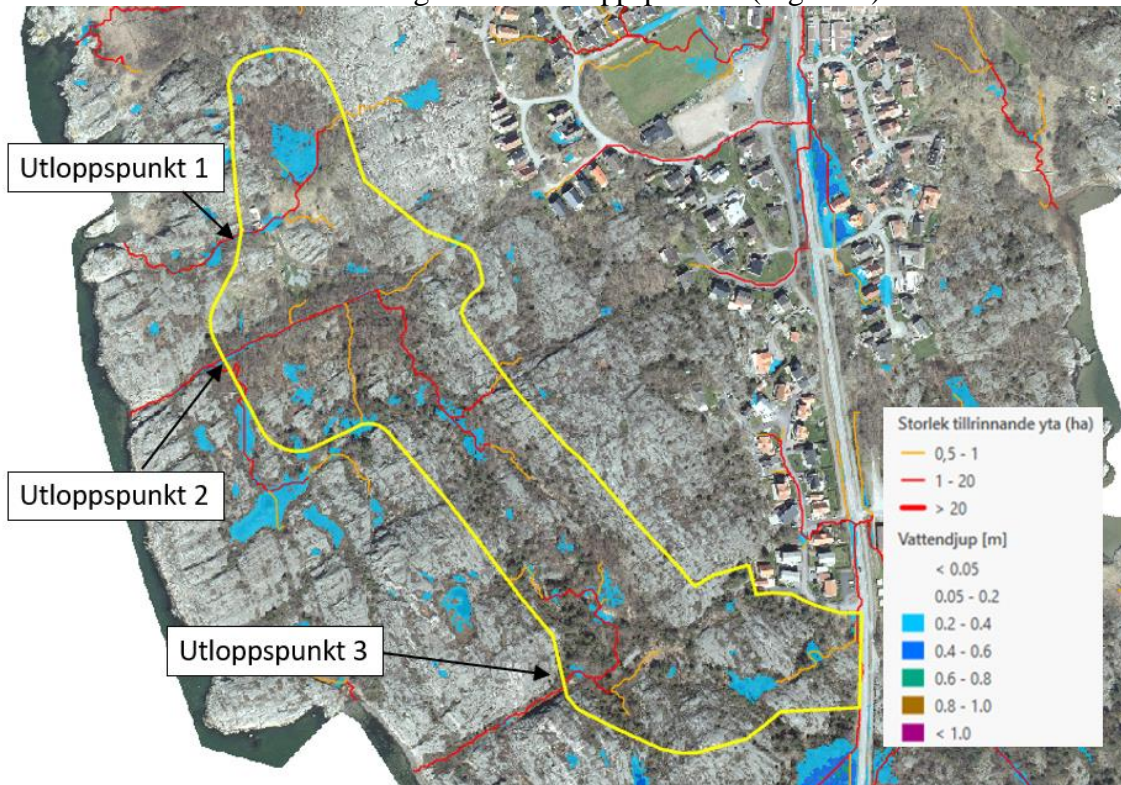


Figur 13 Max översvämningdjup till följd av skyfall i framtidsscenario alternativ 2

3.2 Område B3

3.2.1 Topografianalys

Resultat från topografianalysen visar att det inte finns någon lågpunkt i området där det kan skapas en vattensamling med ett större djup än 20 cm. Vatten rinner till tre huvudflödesvägar från området och leds ut till havet genom tre utloppspunkter (Figur 14).



Figur 14 Avrinningsvägar och lågpunkter kring och inom planområde B3

Ytavrinningen från uppströms rinner snabbt (med hög hastighet) genom ett område med stor lutning mot den centrala delen av planområdet som är relativt flackt. Det flacka området har låg kapacitet att dränera bort flödet. Topografin i kombination med stora mängder nederbörd under en kort period ökar risken för översvämningar i de centrala delarna av området.

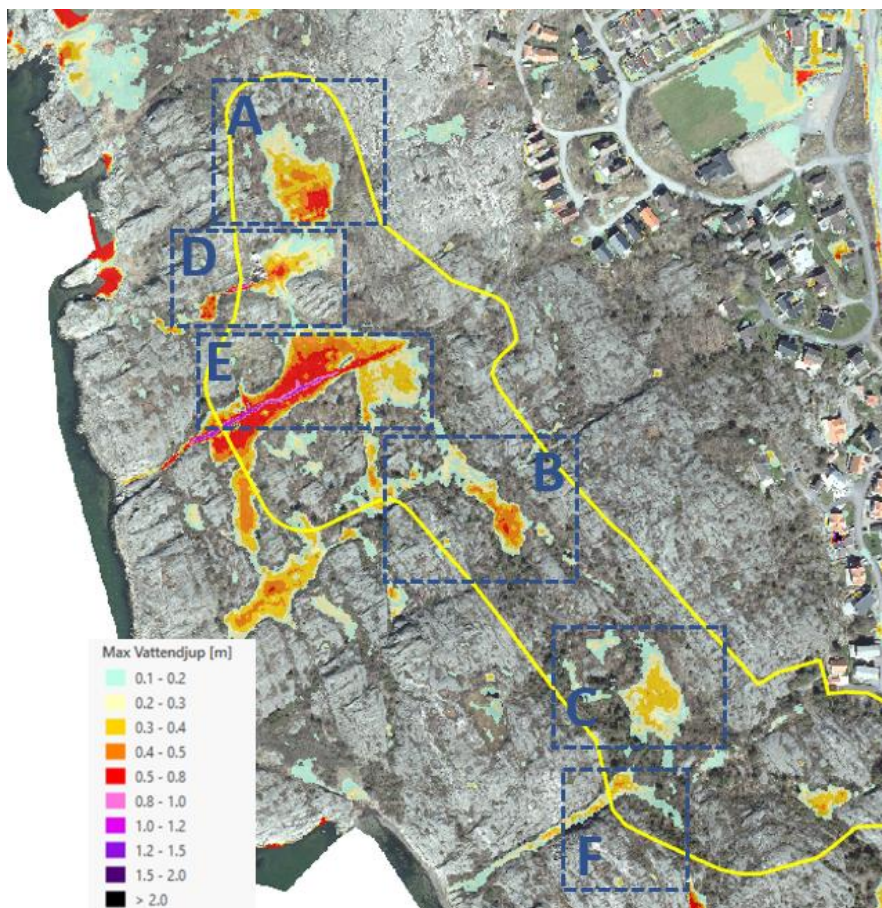
3.2.2 Dynamisk simulering

Resultaten av den dynamiska simuleringen av ett klimatjusterat (klimatfaktor: 1,25) 100-årsregn överensstämmer med topografianalysen.

Modellens resultat visar att den centrala delen av B3 blir översvämmad till viss del; Area A och B översvämmas upp till 80 cm; Area C översvämmas upp till 50 cm (Figur 15).

Flödet rinner ut från området vid två utloppspunkter i norr (ca 4500 m³) och genom ett utlopp i söder (ca 6000 m³) (Figur 16).

Visualisering av maximalt översvämningsdjup och flöde inom området B3 visas i Figur 15 och Figur 16. Dessutom översvämmas area D, E och F på grund av trånga passager vid utloppspunkterna, vilka skapar s.k. "flaskhalsar" med låg flödeskapacitet vilket medför att det uppstår översvämningar uppströms dessa passager.

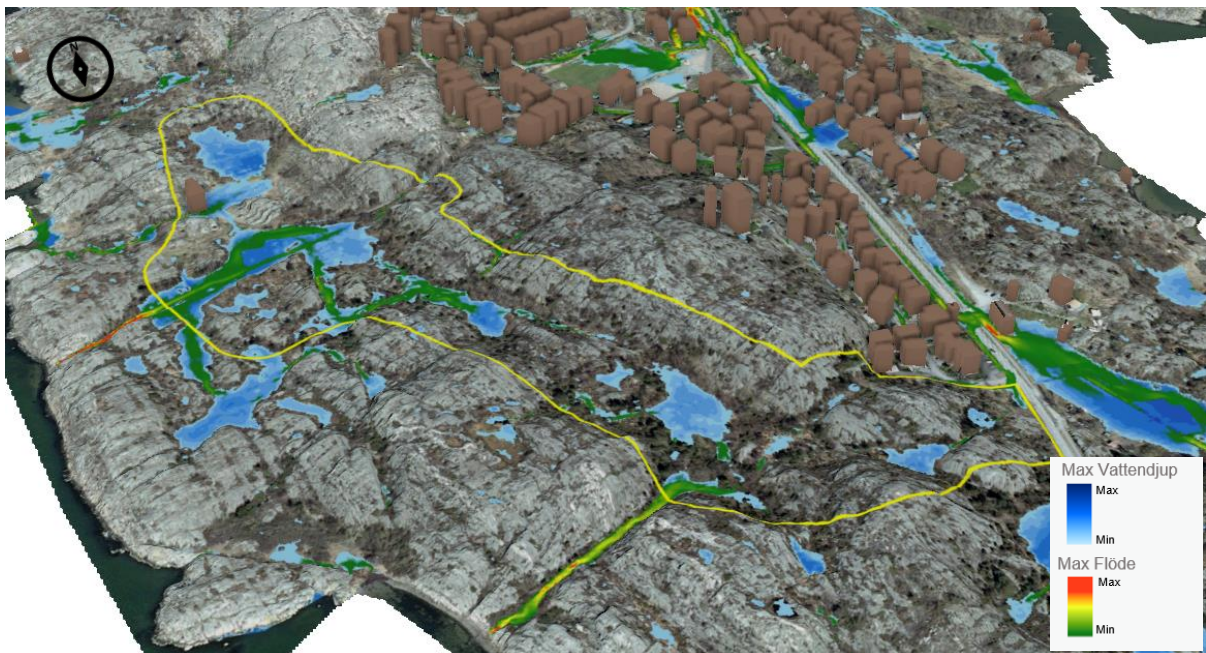


Figur 15 Vattenutbredning och djup (vänster) och Skyfallsleder och maxflöde (höger) för planområde B3 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.



Figur 16 Avrinningsvägar och maxflöde för planområde B3 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.

3D -presentation av max översvämningdjup och maxflöde inom området B3 visas i Figur 17.



Figur 17 Schematisk 3D-redovisning av planområde B3 och dess omgivning som visar översvämningutbredning och djup (blå) och maxflöde (grön-gult-rött spektrum).

3.2.3 Åtgärdsförslag (B3)

En generell konceptåtgärd är att använda den föreslagna vägen i mitten av B3 som en skyfallsled för att leda vatten ut från planområdet. Tre alternativa vägutformningsförslag utvärderas tillsammans med kompletterande åtgärder.

Scenario 1 – vägalternativ 1

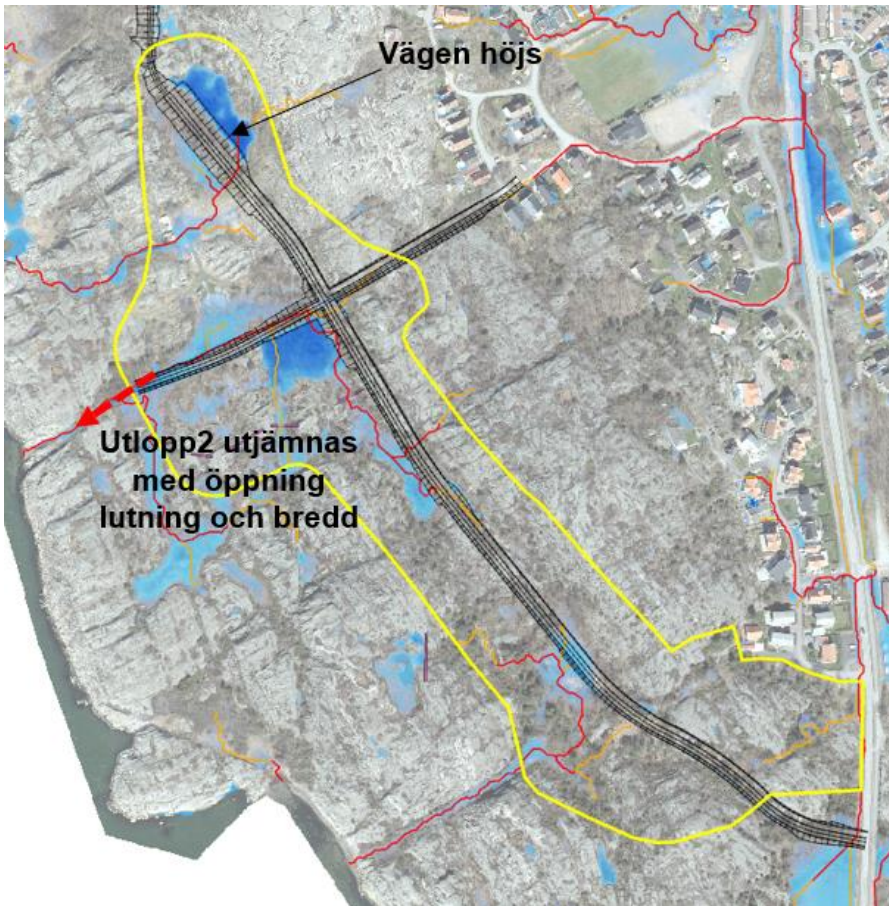
I scenario 1 har vägalternativ 1 tillämpats. Vägen höjs i norra delen och formar en damm där vattnet behålls öster om vägen för att reducera översvämningsekvensen nedströms. Resten av vägen följer naturlig marknivå. I detta scenario öppnas utloppspunkt 2 för att skapa mer kapacitet och underlätta dränering av ytavrinningen (Figur 18).

Scenario 2 – vägalternativ 2

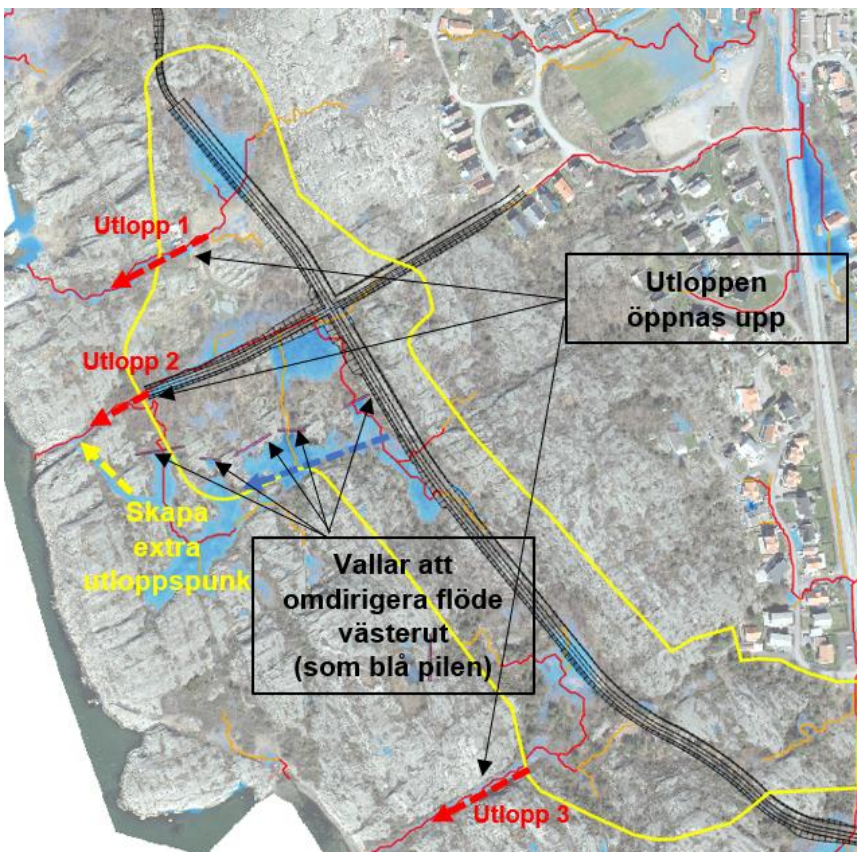
I scenario 2 har vägalternativ 2 tillämpats. Vägalternativ 2 följer de naturliga höjderna hela vägen. I detta scenario leds avrinningen västerut från mitten av området genom att skapa vallar, och en extra utloppspunkt skapas för att dränera flödet ut i havet. I detta scenario öppnas utloppspunkt 1, 2 och 3 för att skapa mer kapacitet och underlätta dränering av ytavrinningen ut till havet (Figur 19).

Scenario 3 – vägalternativ 3

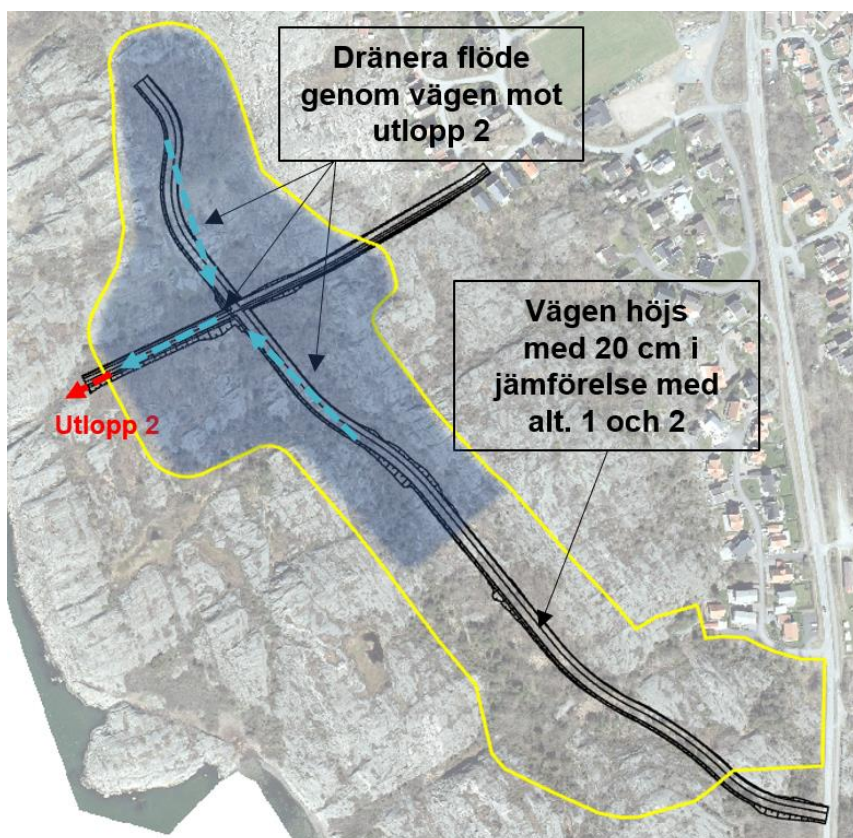
I scenario 3 har vägalternativ 3 tillämpats. Vägalternativ 3 utformas på så sätt att avrinningen från planområdets norra del (blå markerat område i Figur 20) leds på vägen mot utlopp 2 (Figur 20). Vägen utformas med 1,5% lutning och inom den 15 meter breda vägsektionen finns ett 3 meter brett dike för dagvatten och skyfall (Figur 21). Kapaciteten av denna utformning kommer att testas i en modellkörning.



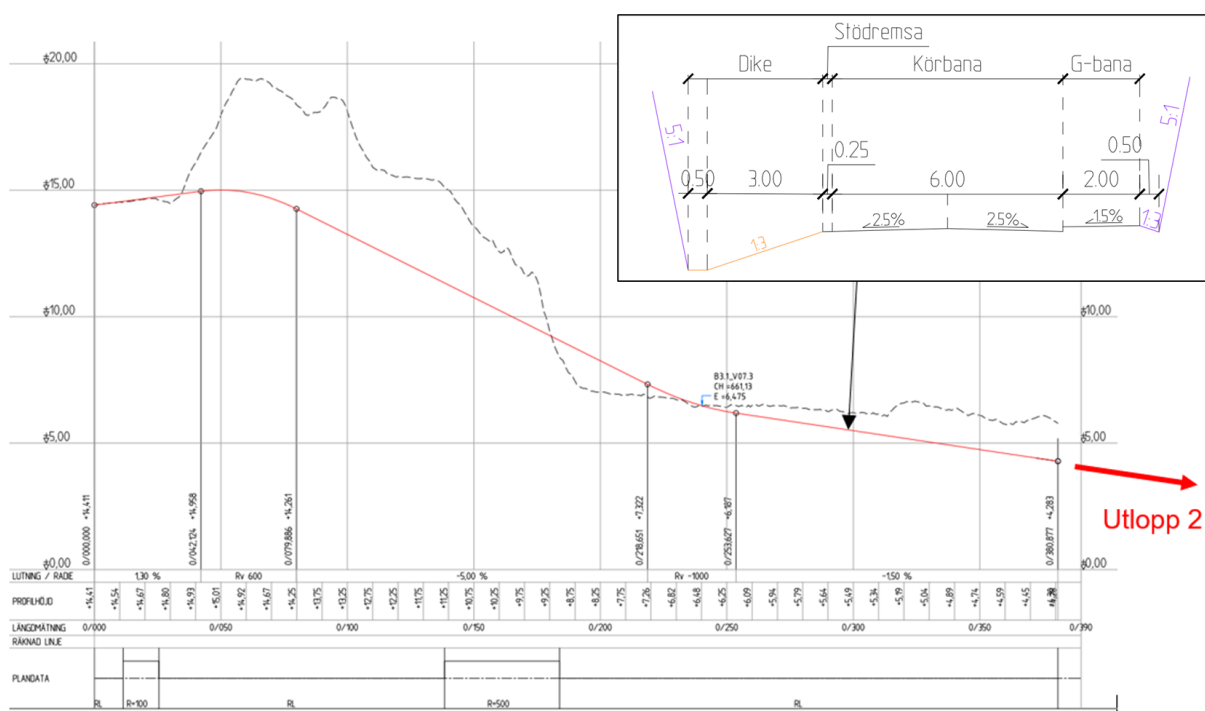
Figur 18. Vägalternativ och åtgärdsförslag i scenario 1



Figur 19. Vägalternativ och åtgärdsförslag i scenario 2



Figur 20. Vägalternativ och åtgärdsförslag i scenario 3.



Figur 21. Profil och tvärsnitt av vägen som korsar område B3 i öst-västlig riktning. Alternativ 3.

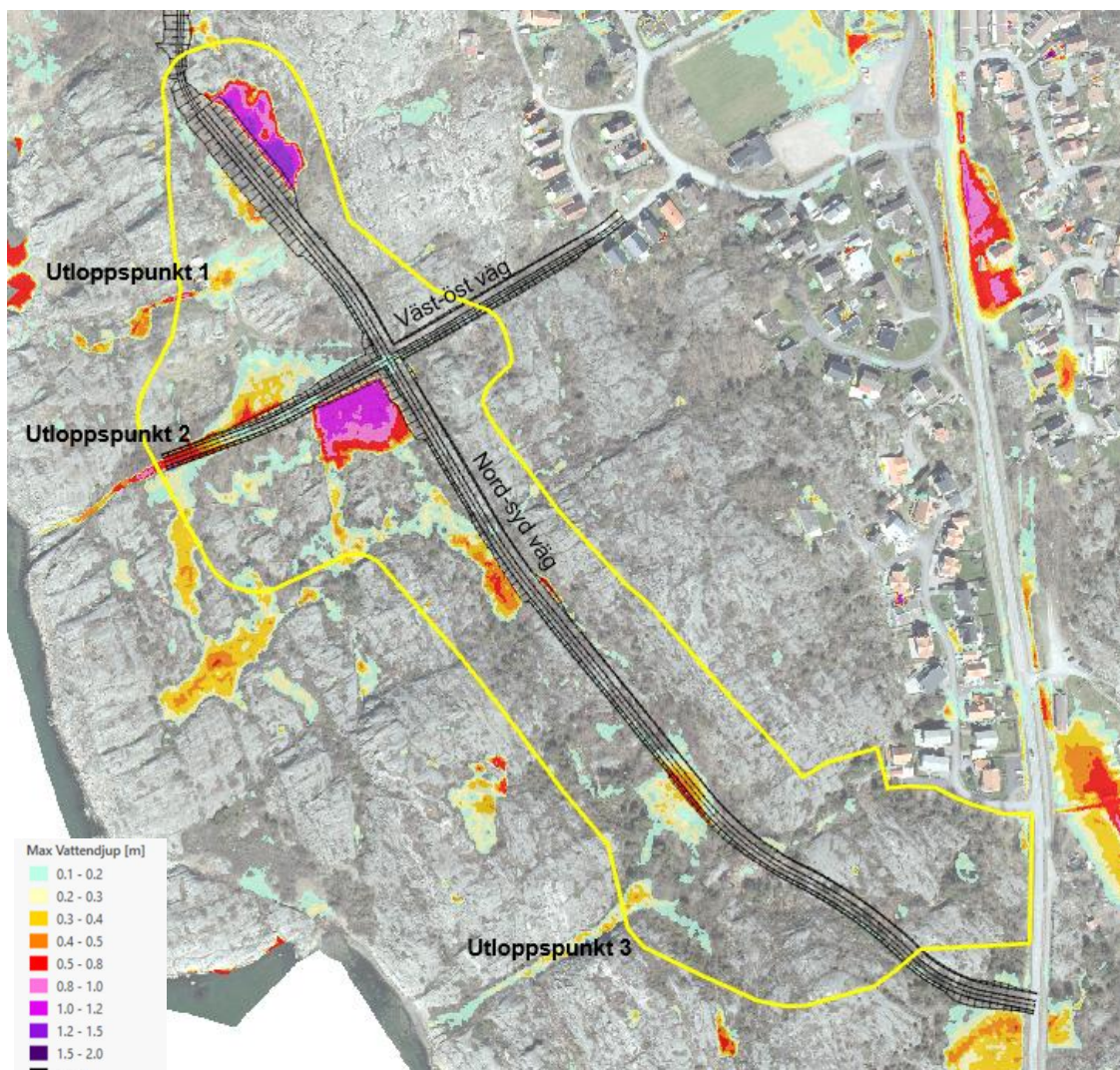
3.2.4 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt scenario 1 (B3)

Simuleringsresultaten för scenario 1 (Figur 22) visar att blockering av vatten på nordöstra sidan av den nord-sydliga vägen minskar översvåmningsdjupet på norra delen av B3 och framförallt innanför utloppspunkt 1. Kombinationen av blockering av flödet i norr och

öppning av utloppspunkt 2 förbättrar situationen i området kring utloppspunkt 2. Omfattningen och vattendjupet i det översvämmande området minskas avsevärt.

Den öst-västliga vägens höjd (dvs. högre än den naturliga marknivån) blockerar dock det naturliga flödet från söder och bildar därmed en oönskad vattensamling med ett djup på cirka 1,2 m vid den södra delen av vägen under en skyfallshändelse. En preliminär topografianalys av området visar att det finns möjlighet att dränera det vatten som ackumuleras bakom den öst-västliga vägen mot utloppspunkt 2, genom att skapa ett dike längs båda sidor av den öst-västliga vägen.

Översvämmande områden i den centrala delen av B3, öster om den nord-sydliga vägen, kan dräneras mot utloppspunkterna genom vägen; det kräver dock en anpassning av lokala marklutningar mot vägen.



Figur 22 Översvämningsutbredning och djup för planområde B3 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för framtidsscenario med åtgärdsalternativ 1

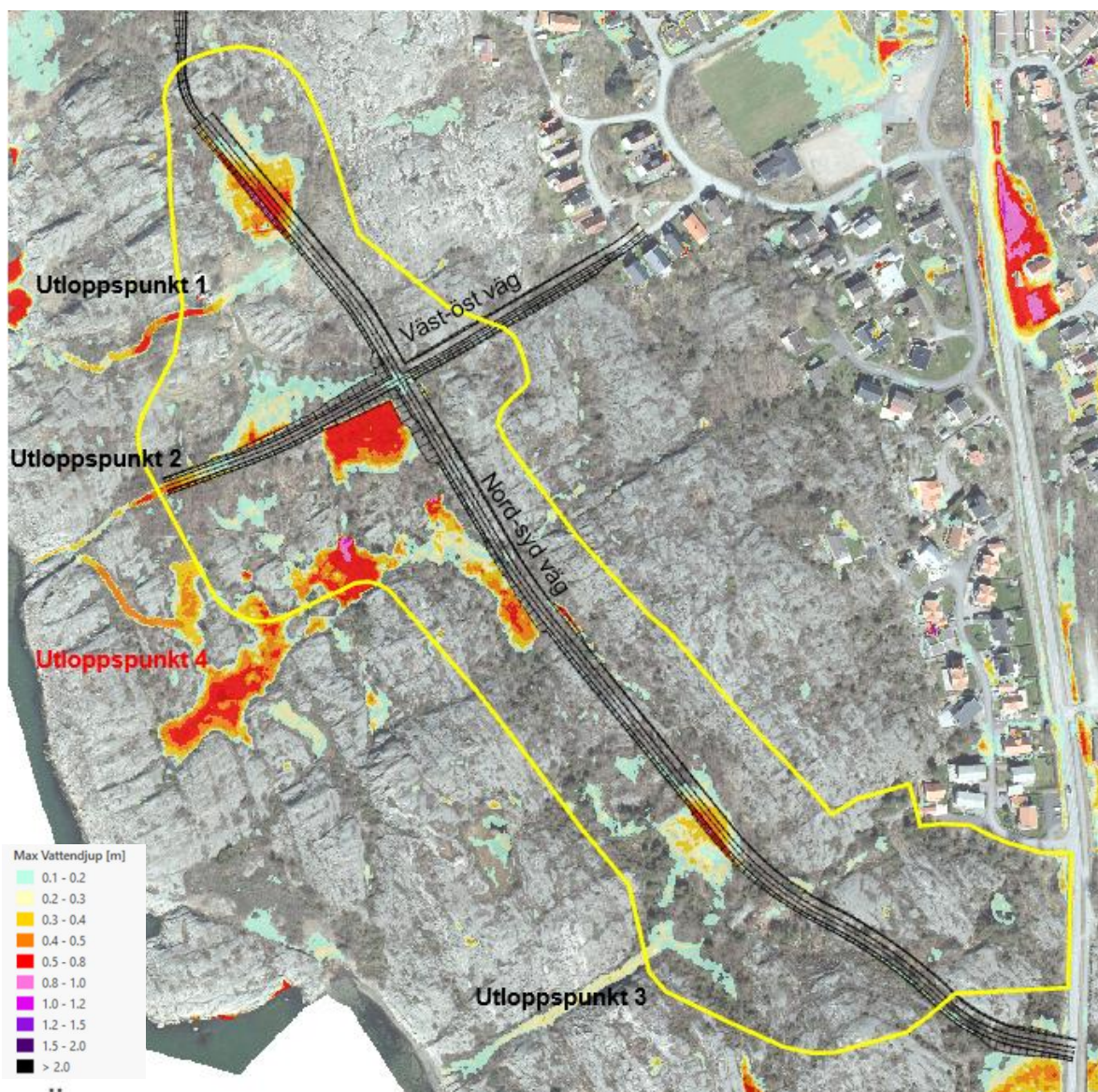
En del av den nord-sydliga vägen översvämmas i söder och behöver åtgärdas, det kan uppstå ett vattendjup på cirka 40 cm på vägen, där avrinningen passerar över vägen till andra sidan mot utloppspunkten. En alternativ åtgärd är att höja vägen med cirka 20 cm i detta område; i sådant fall kan vatten rinna bort från vägen innan djupet blir mer än 20 cm på vägen.

3.2.5 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt scenario 2 (B3)

Resultaten av simulering av scenario 2 för B3 (Figur 23) visar att situationen i området kring utloppspunkt 1 förbättras i jämförelse med befintlig situation genom att flödeskapaciteten utökas vid utloppet. Norra delen av den nord-sydliga vägen översvämmas. Ifall översvämningen riskerar framkomligheten i en framtida detaljplan, så måste det åtgärdas. Det kan uppnås genom att utjämna och justera lokala höjder och på så sätt skapa tillräcklig avrinning mot utloppspunkten.

Kombinationen av att öppna utloppspunkter 1 och 2 samt att leda flödet västerut, ut från B3, förbättrar översvämningsförhållandet kring utloppspunkt 2 samt i centrala B3; omfattningen och djupet av det översvämmade området minskas avsevärt. Dock blockerar den öst-väsliga vägens höjd (dvs. högre än den naturliga marknivån) det naturliga flödet och därmed bildas en oönskad vattensamling med ett djup på cirka 0,8 meter vid den södra delen av vägen under en skyfallshändelse. En preliminär topografianalys av området visar att det finns möjlighet att dränera det vatten som ackumuleras vid den öst-väsliga vägen mot utloppspunkten 2, genom att skapa ett dike längs båda sidor av den öst-väsliga vägen. Effekten av en sådan åtgärd bör undersökas och utvärderas i en detaljerad studie.

Översvämmade områden i den centrala delen av B3, vid sidan av den nord-sydliga vägen, kan dräneras mot utloppspunkterna genom vägen. Det kräver dock en anpassning av lokala marklutningar mot vägen, genom det rinner vatten på vägen till utloppspunkterna. Alternativt bör höjjusteringen göras så att flödet leds från den centrala delen av B3 västerut och utanför området där en ny utloppspunkt utformas (utloppspunkt 4 - Figur 23).



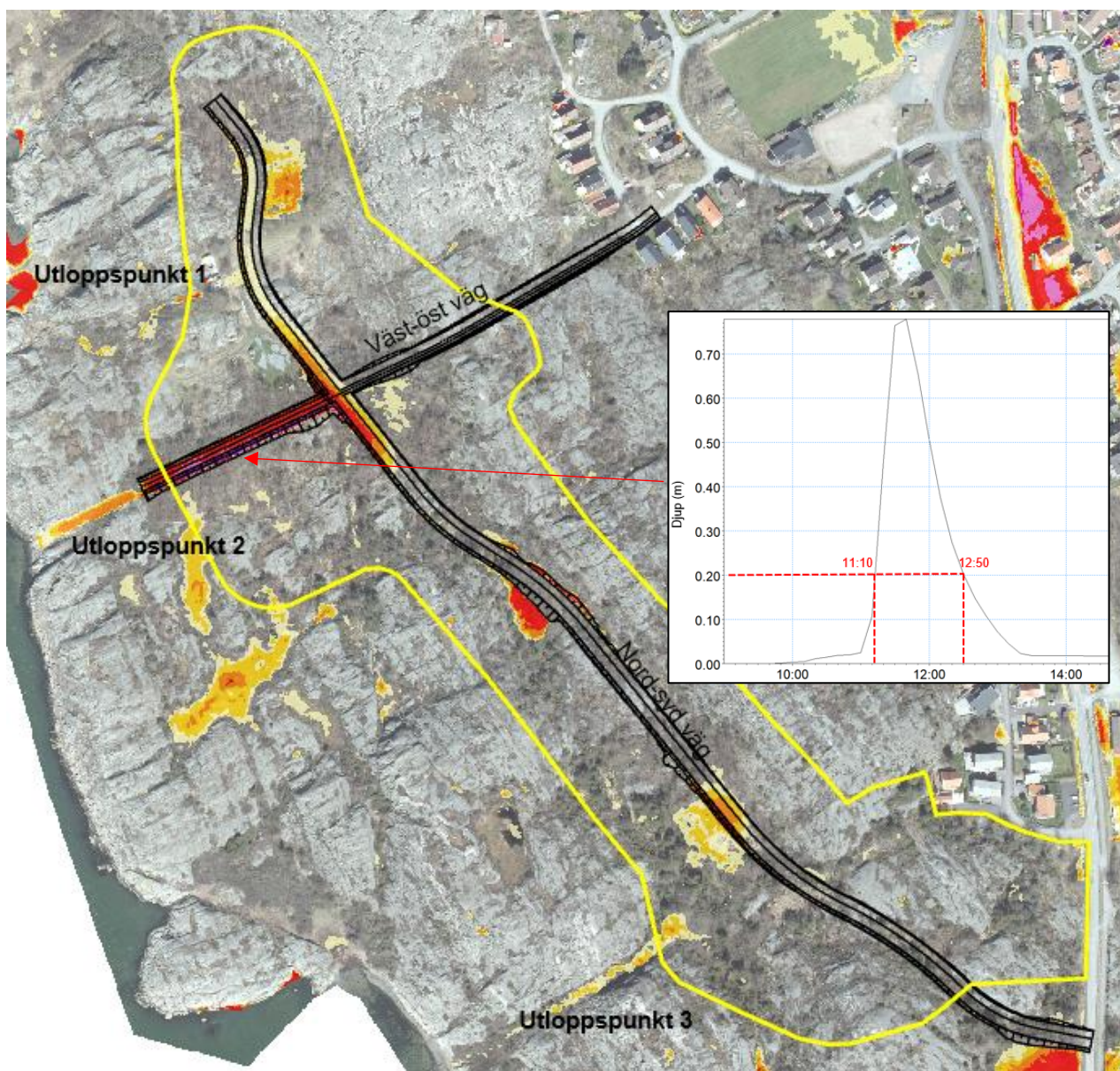
Figur 23 Översvämningsutbredning och djup för planområde B3 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för framtidsscenario med åtgärdsalternativ 2.

Att öppna utloppspunkt 3 förbättrar lokalt tillståndet i området kring utloppspunkten och kan därför vara användbart om det blir ett större flöde norrifrån efter att den södra delen av den nord-sydliga vägen åtgärdas. Effekten av en kombination av nämnda åtgärder bör undersökas och utvärderas i en detaljerad studie.

3.2.6 Resultat – Effekten av föreslagen väg och åtgärder enligt scenario 3 (B3)

Resultaten av simulering av scenario 3 för planområde B3 (Figur 24) visar att den föreslagna vägen enligt alternativ 3 förbättrar den övergripande dräneringen av de centrala och norra delarna av B3. Detta alternativ dränerar stora delar av de områden som är lämpliga för exploatering, i jämförelse med befintligt scenario samt framtidsscenario 1 och 2.

Västra delen av den öst-västliga vägen används för att dränera hela flödet till havet. Vägens dräneringskapacitet mot utloppet är mindre än det förväntade flödet och därför kommer vattennivån på vägen att stiga innan det kan rinna ut i havet. Flödesdjupen når upp till cirka 80 cm på den öst-västliga vägen och upp till 55 cm på den nord-sydliga vägen. Flödesdjupet på 20–80 cm kan vara i cirka 1,5 timme under en topp på 6 timmars skyfall (Figur 24).



Figur 24 Översvämningsutbredning och djup för planområde B3 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för framtidsscenario åtgärdsalternativ 3. Grafen visar vattendjup över tid för en punkt på den öst-västliga vägen.

Översvämningsrisken för de potentiella exploateringsområdena minskar på grund av att vattenflödet transporteras på vägen (som också ligger lägre än området som helhet) och därför kommer mer plats vara tillgänglig för exploatering. Framkomligheten till exploateringsområdet måste dock bedömas utifrån lokaliseringen av de potentiella framtida byggnaderna.

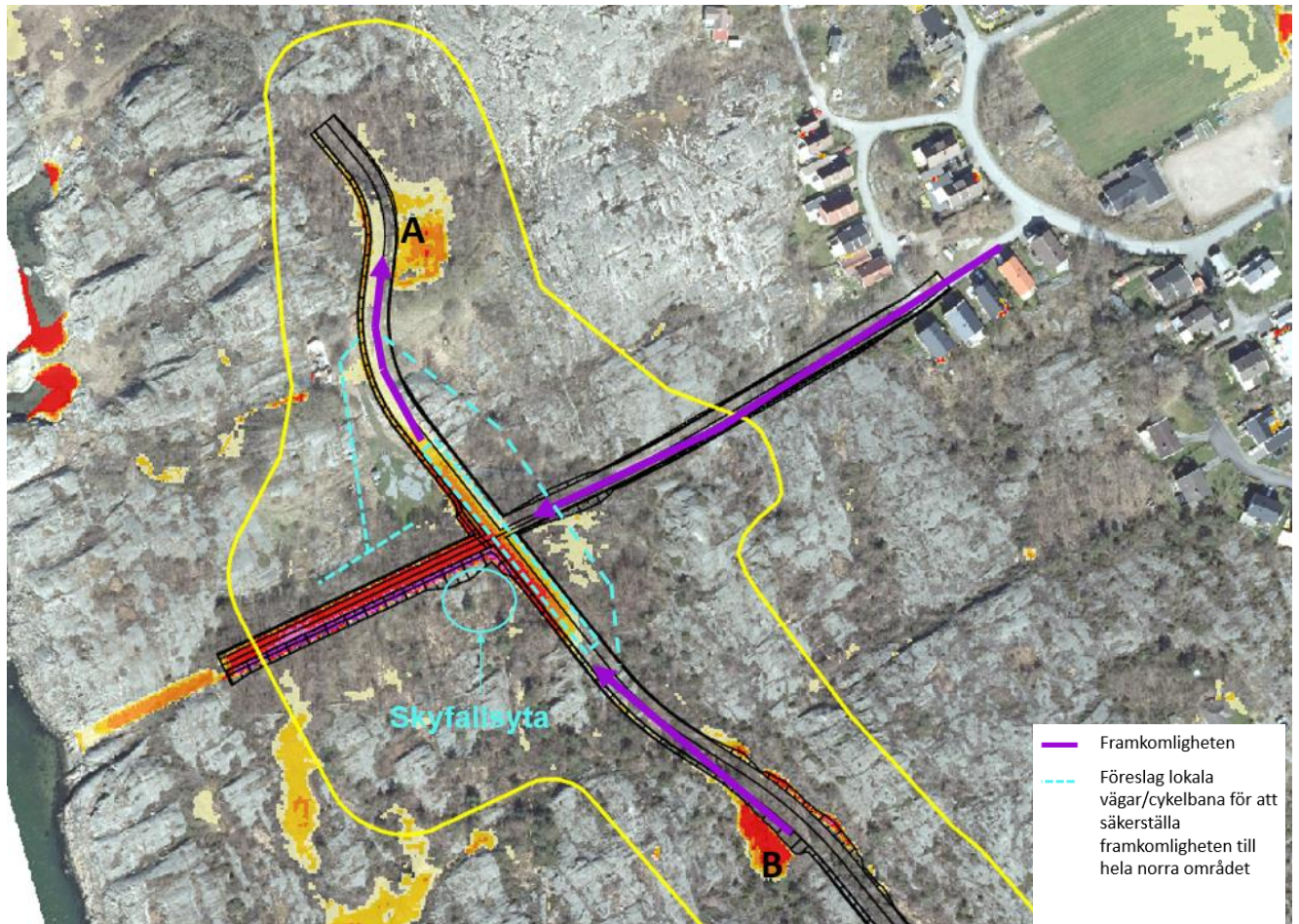
Simuleringsresultatet visar att möjligheten till framkomlighet i området inskränks. Vattendjupet i korsningen är 35 cm på cykelbanan längs östra sidan av den nord-sydliga vägen (som har en bredd av 5 meter). Framkomligheten i korsningen kan säkerställas genom att minska översvämningsdjupet på cykelbanan till max 20 cm.

För att göra detta finns det två alternativa åtgärder:

- (1) Ökning av vägens utloppskapacitet, genom att öka lutningen och öka bredden.
- (2) Skapandet av en skyfallsyta (som t.ex. en multifunktionell yta) i den södra delen av korsningen för att minska belastningen av översvämnningar på vägen. En multifunktionell yta är ett område med flera funktioner, det kan vara en fotbollsplan, parkering eller park som

under höga vattenstånd tillåts översvämmas. Detta område kan utformas även användas för rening av dagvatten vid lägre nederbörd innan det avleds till havet.

För att säkerställa framkomligheten i området bör detaljplan utformas så att Räddningstjänsten kan ha tillgång till alla potentiella framtida byggnader genom lokala vägar/cykelbanor; ett exempel på sådant nätverk av lokala vägar visas i Figur 25.



Figur 25 Förslag för lokala vägar för att säkerställa framkomligheten: exempel på potentiella åtgärder

Det finns två områden som översvämmas på grund av lokala lutningar (A och B i Figur 25). Detta kan åtgärdas genom att utjämna områdenas lutning mot vägen så att vatten rinner hela vägen till utlopp 2.

3.3 Område H1

3.3.1 Topografianalys

Resultat från topografianalysen visar att det inte finns någon lågpunkt i området där det kan skapas en vattensamling med ett större djup än 20 cm.

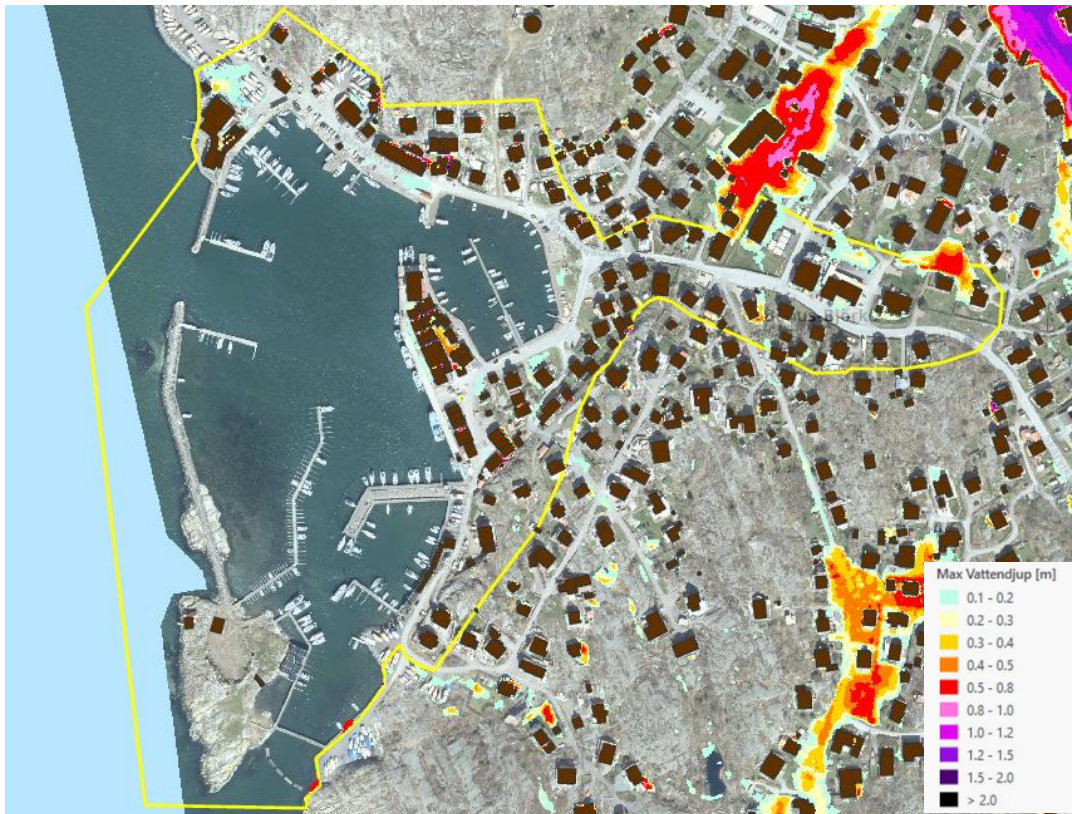
Flödet från uppströms avrinningsområdet rinner genom området utan risk för översvämning i planområdet H1 (Figur 26). Denna analys bekräftas också av resultat av 2D-simulering (Figur 27), som inte visar på någon översvämning till följd av skyfall.



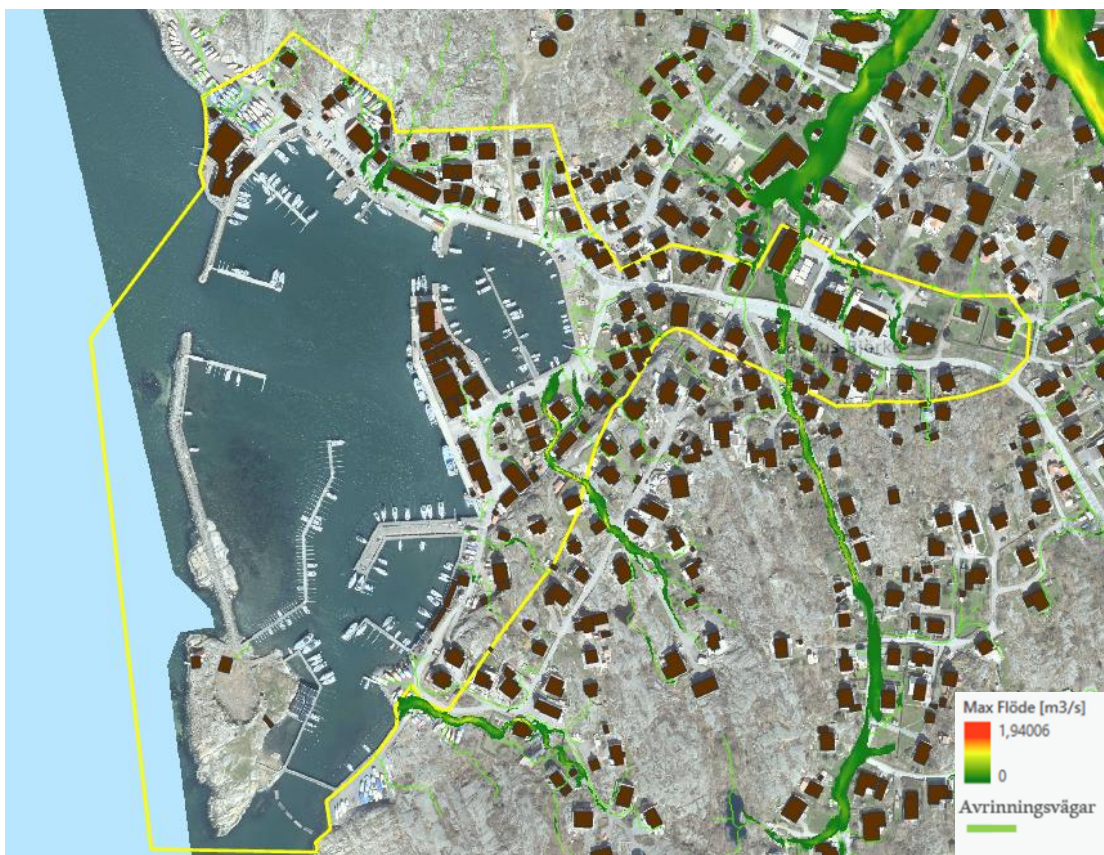
Figur 26 Avrinningsvägar och lågpunkter kring och inom planområde H1

3.3.2 Dynamisk simulering

Resultaten visar dock att det finns några få punkter bakom befintliga byggnader där det finns risk för översvämning på grund av lokala omständigheter (Figur 27 och Figur 29). Dessa punkter skulle behöva undersökas i detalj och åtgärdas lokalt, vilket inte ingår i denna översiktliga undersökning. Figur 28 visar maxflöde och hur flödet rinner igenom planområdet H1.



Figur 27 Översvämningsutbredning och djup för planområde H1 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.

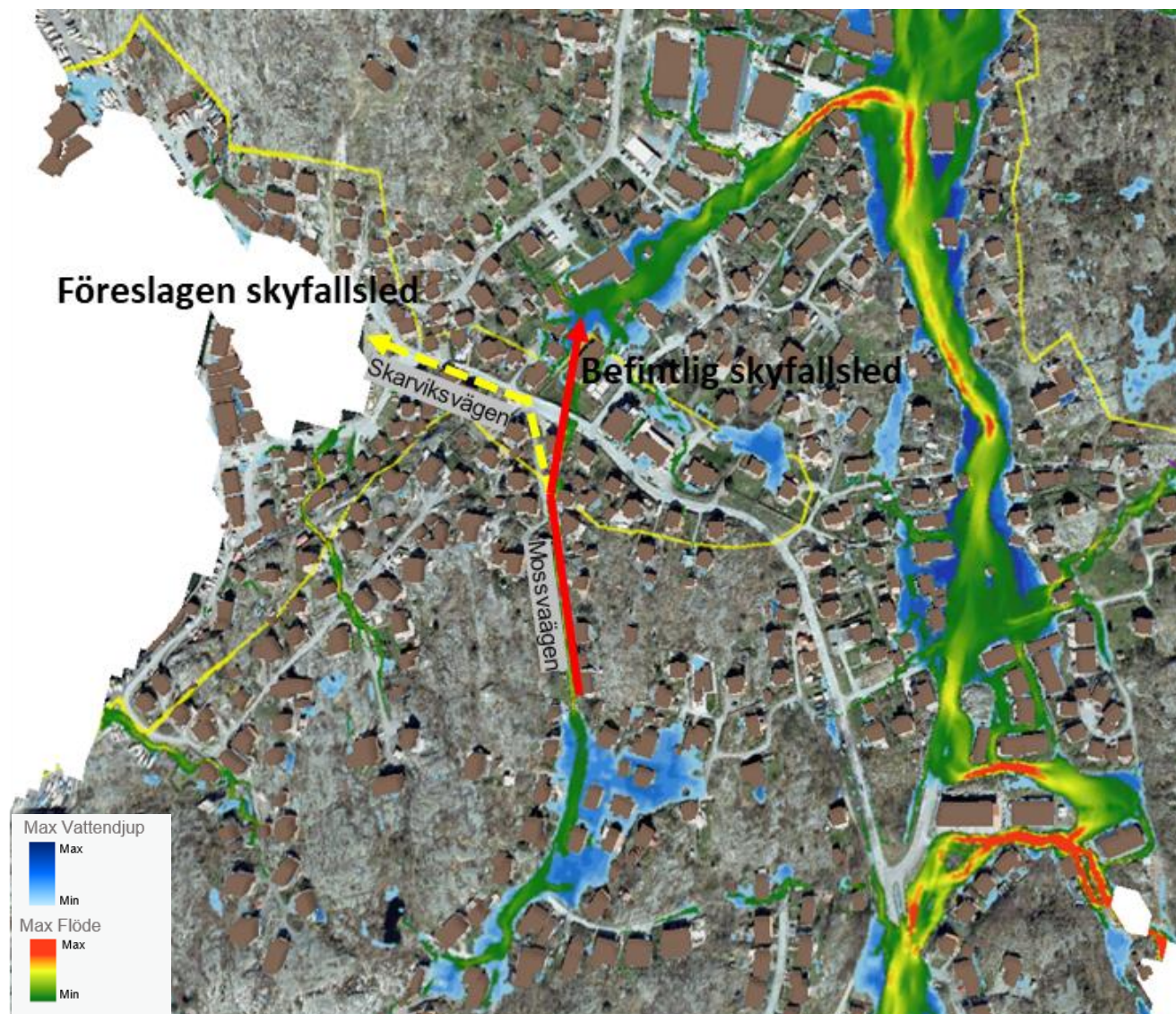


Figur 28 Avrinningsvägar och maxflöde för planområde H1 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.



Figur 29. Inzoomning av planområde H1. Lokala riskområden har markerats.

Simuleringsresultaten lyfter fram att en skyfallsled dränerar vattnet från ett område söder om H1, genom H1 och vidare till Björkö centrum där det redan föreligger hög översvämningsrisk. Därför rekommenderas det att undersöka och överväga att avleda flödet från Mossvägen mot havet genom Skarviksvägen. Det kan göras genom justering av höjden och implementering av kantstenar på Skarviksvägen (Figur 30).

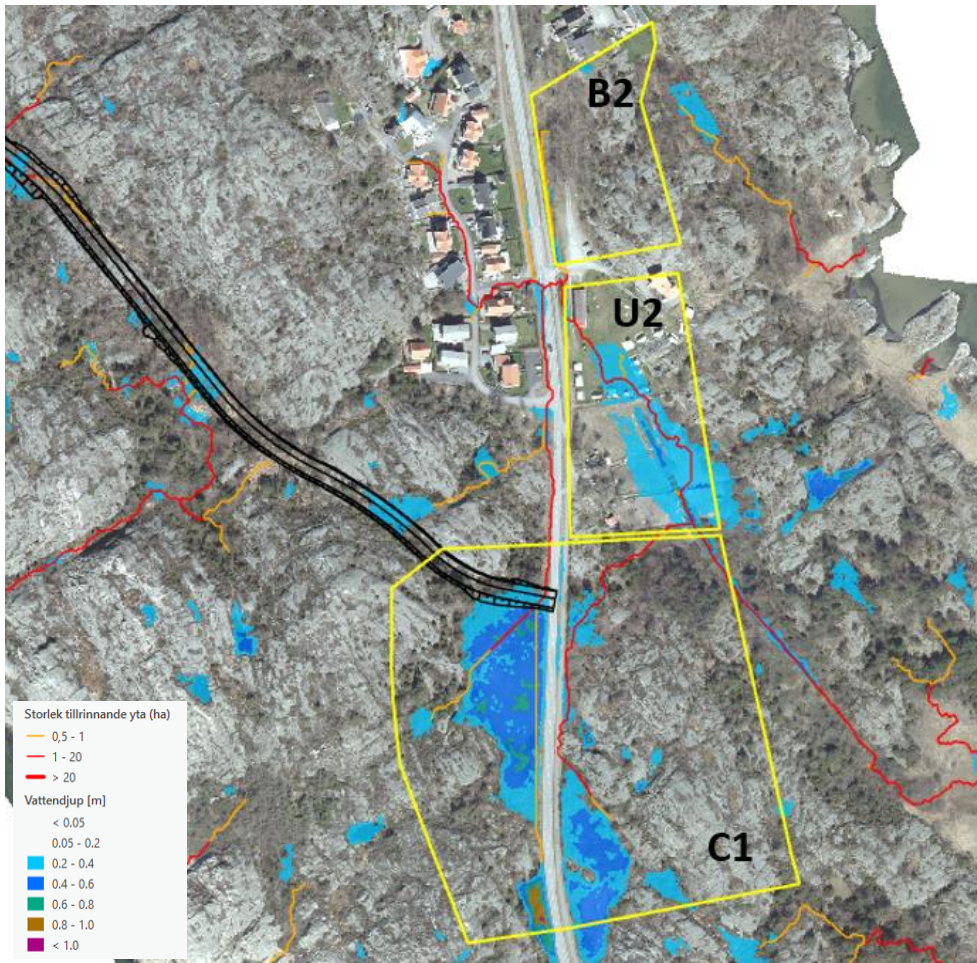


Figur 30. Planområde H1 och föreslagna åtgärder.

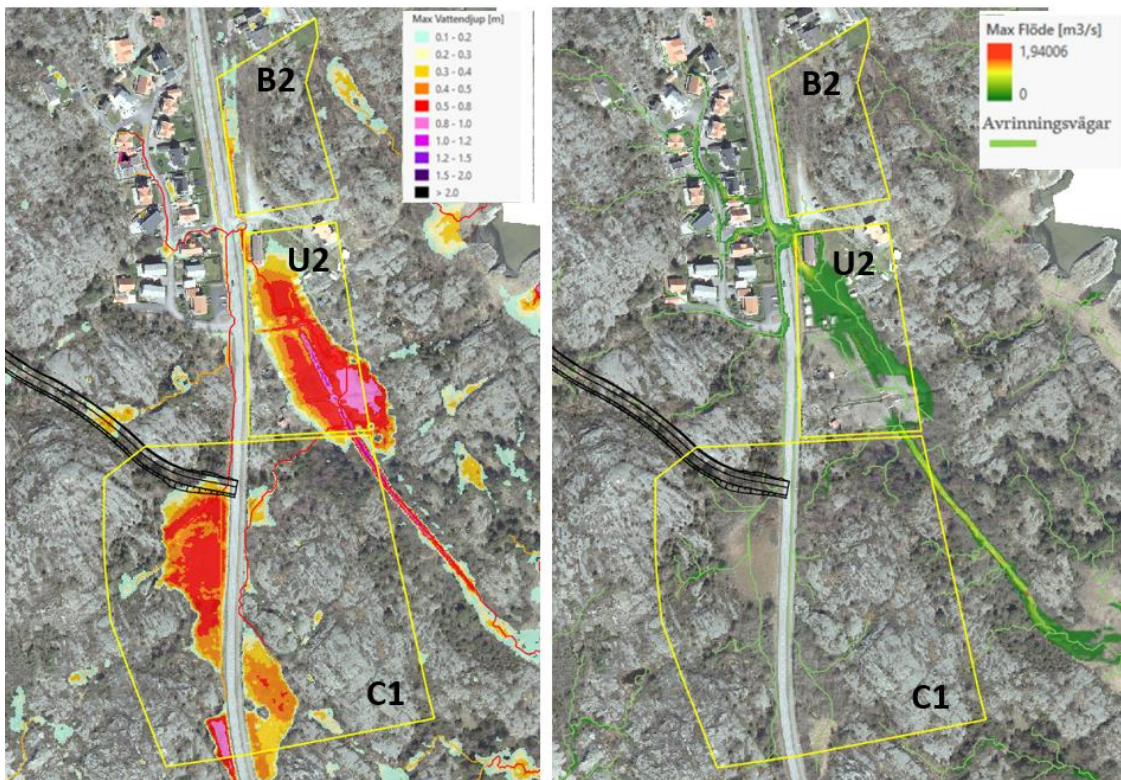
3.4 Område B2, C1 och U2

Resultat från topografianalys av C1 visar att det finns två stora lågpunkter i planområdet, väster och öster om Skarviksvägen (Figur 31). Det naturliga flödet är instängt bakom vägen där flödet blockeras och enligt simuleringsresultat kan vattendjupen nå upp till 80 cm under en skyfallshändelse (Figur 32).

Resultat från topografianalys av U2 visar att det finns en lågpunkt i planområdet (Figur 31). Problemet i detta område är att det finns ett flackt område (med låg lutning mot utloppspunkten) samt en trång öppning där flödeskapaciteten inte är tillräcklig för att dränera flödet. Därför översvämmas hela södra sidan av U2, vilket måste åtgärdas för att området ska kunna exploateras (Figur 32). Inom B2 finns det ingen större lågpunkt där vattnet samlas.



Figur 31 Avrinningsvägar och lågpunkter kring och inom planområdena B2, C1 och U2.



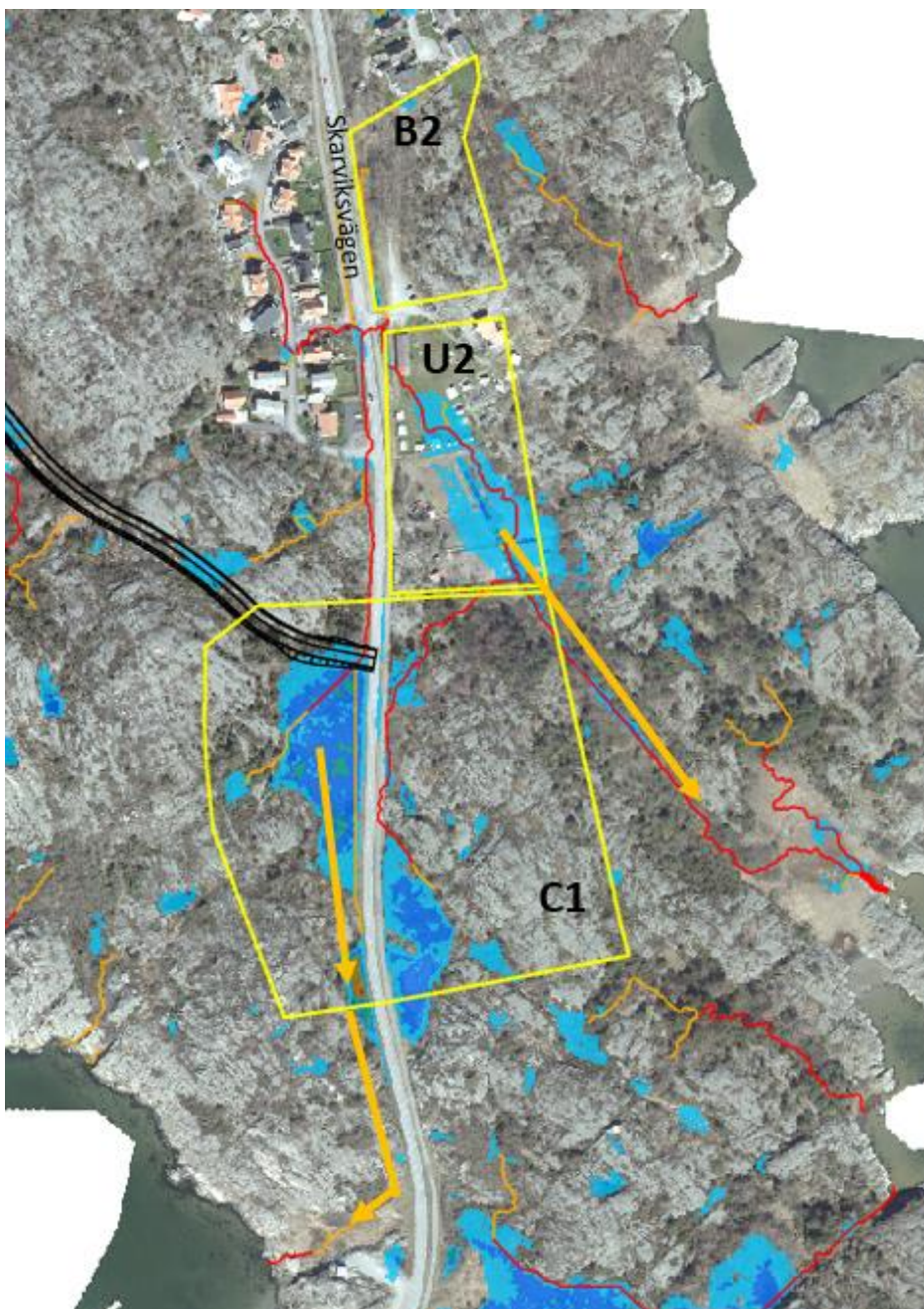
Figur 32. Översvämningsutbredning och djup (vänster) och Skyfallsleder och maxflöde (höger) för planområde C1 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.

3.4.1 Åtgärdsförslag (B2, C1 och U2)

Den föreslagna vägen för planområde B3 går genom lågpunkter i C1 och ansluter till Skarviksvägen (Figur 33). Höjder på föreslagna vägen måste justeras för att undvika att översvämning sker under en skyfallshändelse.

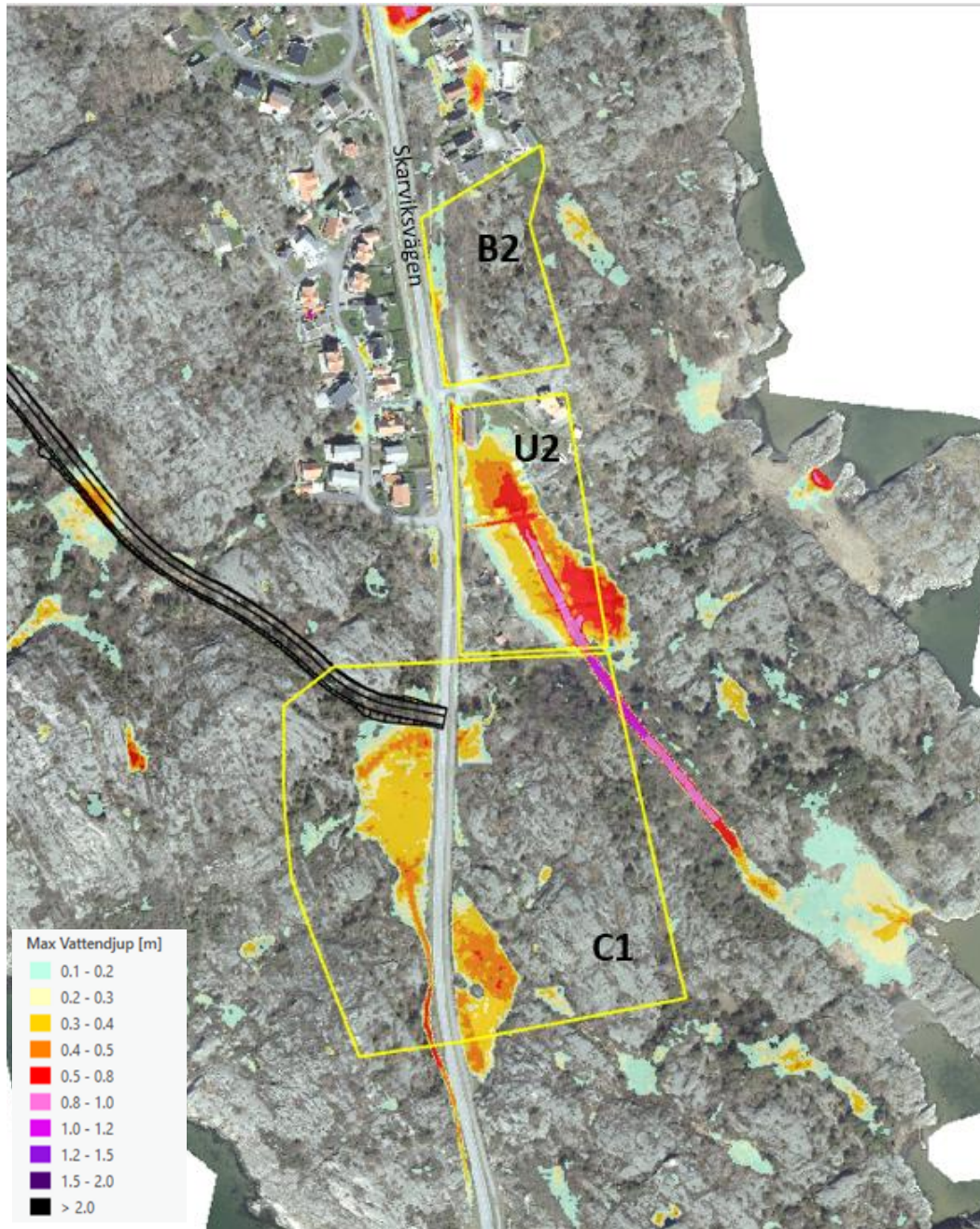
Åtgärder kan genomföras för att tömma vattnet från lågpunkterna i C1. I princip måste höjden på lågpunkterna justeras och vattnet ledas till en ny utloppspunkt. Förslaget är att leda vattnet söderut till havet längst västra sidan av Skarviksvägen (Figur 33).

En åtgärd för att öka utflödet från området U2 och minska översvämningsdjupet är att öka kapaciteten hos skyfallsleden mot havet. Skyfallsledens höjder ska justeras för att öka kapaciteten för att dränera området snabbare (Figur 33).



Figur 33 Planområde C1 och föreslagna åtgärder

Resultaten av simuleringen för åtgärdsscenario visar att öppning av utloppspunkten vid U2 minskar översvämningsdjupet, men ej omfattningen. För att dränera hela området är det nödvändigt att justera höjden av området mot utloppspunkten på så sätt att flödet inte sprider ut sig utan istället kan flöda direkt mot utloppspunkten. Dessutom bör utflödets kapacitet öka så mycket som inkommande flöde vid utloppspunkten, så det inte skapas en flaskhalseffekt (Figur 34).



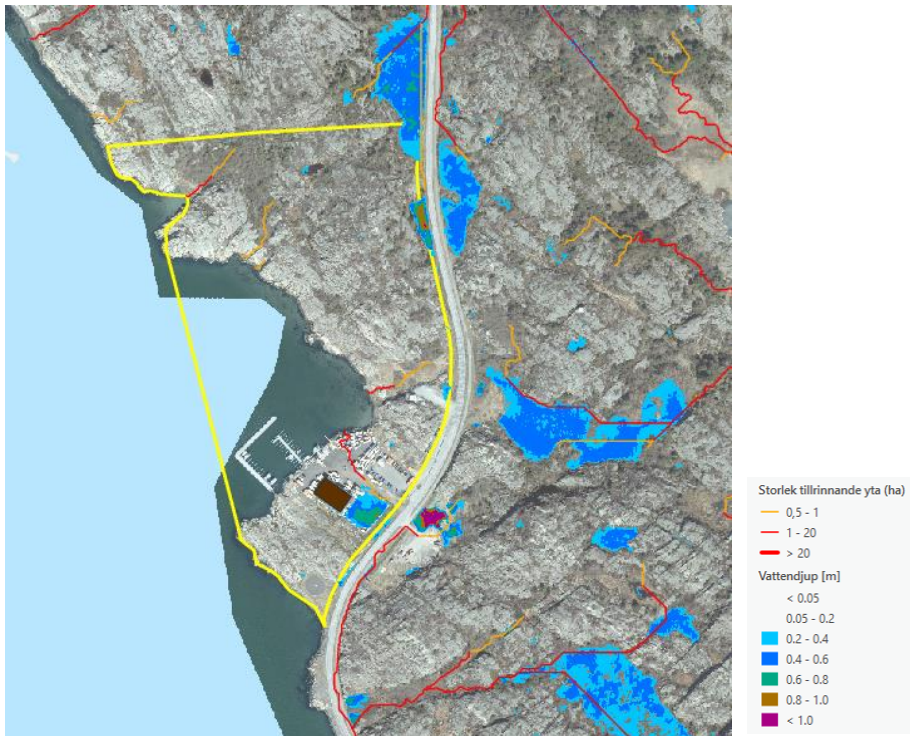
Figur 34. Simuleringsresultat (översvämningsutbredning och djup).

Resultaten för området C1 visar att en ny utloppspunkt minskar översvämningsdjupet i lågpunkten. För att tömma båda lågpunkterna krävs optimering av öppningsåtgärden för att dränera tillräcklig flöde under skyfallet, vilket bör göras i ett senare skede

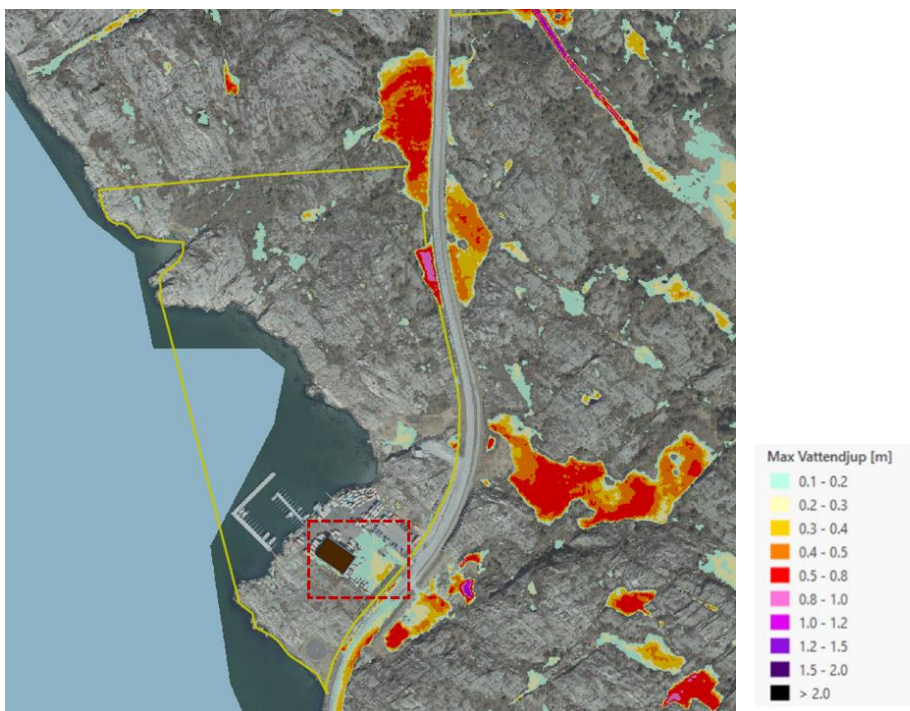
3.5 Område U3

Resultat från topografianalysen visar att det finns två lågpunkter i norra delen av området och en i södra delen (Figur 35). Resultaten av simuleringen bekräftar detta (Figur 36).

Översvämning i den södra delen av området (rödmarkerad i Figur 35) sker på grund av den låga lutningen mot havet och bör hanteras lokalt genom att justera höjden av området i detaljplaneringen (Figur 36).



Figur 35. Avrinningsvägar och lågpunkter kring och inom planområde U3.



Figur 36 Översvämningssutbredning och djup (vänster) och Skyfallsleder och maxflöde (höger) för planområde U3 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.

Figur 37 visar maxflöde och hur flödet rinner igenom planområdet H1.



Figur 37 Avrinningsvägar och maxflöde för planområde U3 vid ett klimatanpassat 100-årsregn för befintlig situation.

4. Slutsatser

Denna skyfallsutredning har genomförts för sex olika utvecklingsområden inom fördjupad översiktsplan för Björkö - B1, B2, B3, C1 U2 och H1, samt ett ytterligare område U3. Skyfallsutredningen har utförts för att användas som underlag till trafikplanering och planering av bebyggelse inom FÖP Björkö.

Utredningen utfördes i tre steg:

- 1- Bedömning av översvämningsrisk i befintlig situation, för alla undersökningsområden.
- 2- Bedömning av översvämningsrisk vid framtidsscenarioer där olika alternativ för vägutformning och åtgärder tillämpas för planområdena B1 och B3. Förslagen för vägarna är sådana att de kan användas som en del av översvämningshanteringen på grund av skyfall.
- 3- Förslag till konceptuella åtgärder och preliminär bedömning av deras effekter för att användas som underlag i översiktsplanen. Resultaten är underlag för att i detaljplan kunna bestämma lämplig placering av olika markanvändningar med hänsyn till föreslagna åtgärder.

Resultaten visar generellt områden med låg eller hög översvämningsrisk inom planområdena.

Område B1 och B3 har stor översvänningsrisk för områden som kan vara lämpliga för bebyggelse. Resultaten understryker att omfattande översvänningshantering krävs för att dränera dessa områden på ett säkert sätt utan risk för översvämning för nya potentiella bebyggelser under en skyfallshändelse. Ett par förslag för vägar inom B1 och B3 (som skyfallsleder) tillsammans med kompletterande åtgärder har testats och resultat har presenterats.

Resultaten för U2 och C1 visar att dessa områden har risk för översvämning på grund av nuvarande lågpunkter, flackt område samt begränsad utloppskapacitet från områdena. De föreslagna åtgärderna visar sig vara effektiva men inte helt och hållet. Därför krävs mer detaljerade och fokuserade undersökningar för att säkerställa att de potentiella utvecklingsområdena inte löper risk för översvämningar.

Områdena H1 och U3 visas som lågriskområden under en skyfallshändelse, riskerna kan hanteras lokalt. Dock identifierades en skyfallsled som går genom område H1 med avledning till centrala Björkö, där det föreligger stor risk för översvämning. Flödesvägen föreslås avledas inom område H1 till havet för att minska belastningen på den centrala delen av Björkö.

Resultaten visar konceptuella åtgärder samt deras påverkan för varje studieområde. Utformningen av varje konceptuell åtgärd behöver justeras och optimeras i detaljplanering och kommande utredningar. De normalsektioner som redovisas för vägförslag i denna skyfallsutredning är preliminära och har tagits fram för att testa det allmänna designkonceptet i en skyfallshändelse. De slutliga normalsektionerna utreds och presenteras i trafikutredning för FÖP Björkö, som pågår parallellt med skyfallsutredningen.

5. Fortsatt arbete

- Skyfallsutredning behöver utföras i detaljplanskede när markanvändning är bestämt inom områdena, samt när det beslutats vilka vägutformningar som ska tillämpas för områdena B1 och B3. Detta för att utvärdera påverkan av vägutformning, samt att planera för åtgärder som kan behövas för att skydda nya byggnader och säkerställa framkomligheten för hela planområdena.

6. Referensers

Länsstyrelserna, 2018. Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering, Fakta 2018:5, Länsstyrelsen i Västra Götalands, Länsstyrelsen i Stockholms län.

MSB, 2017. Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning, publikationsnummer MSB1121, augusti 2017.

Öckerö Kommun, 2018. Översiktsplan Öckerö. Diarienummer: 0353/13. Antagen 2018-06-14