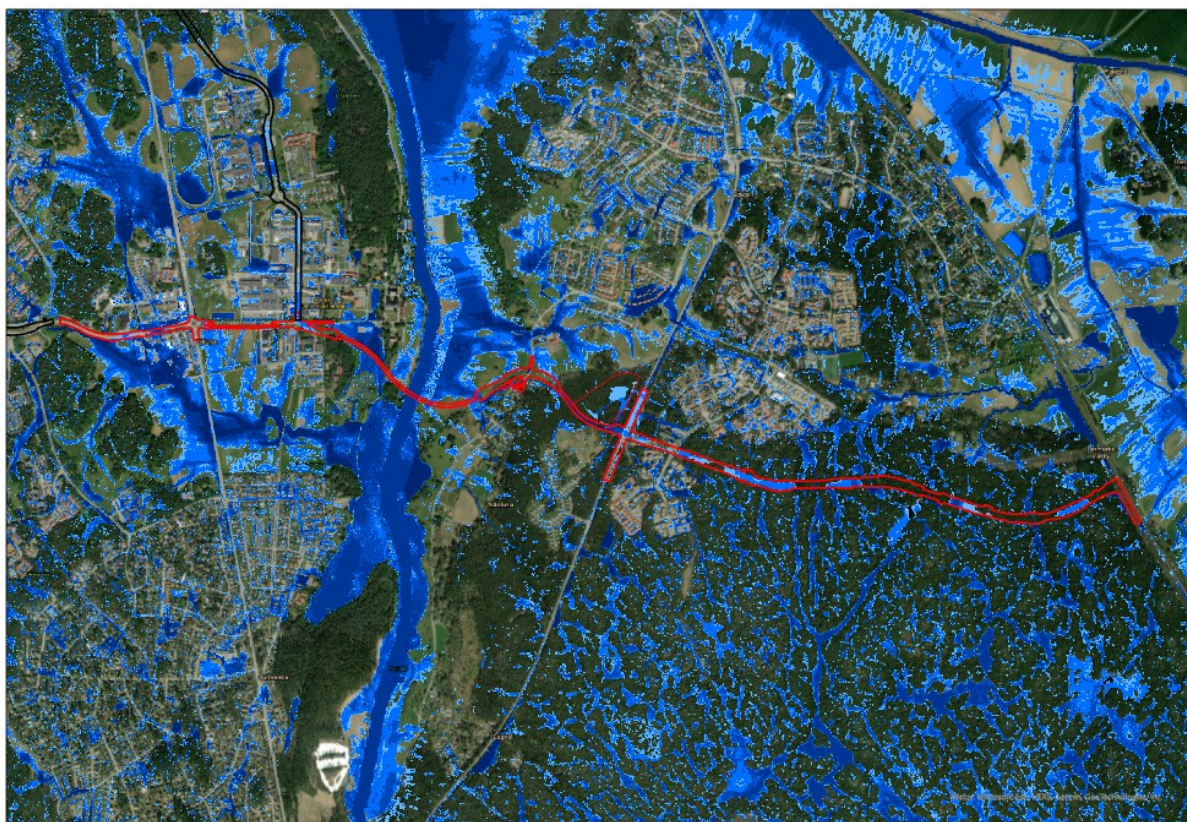


Uppsala kommun

Uppsala spårväg Skyfallsanalys sträcka D

UPPDRAGSNR: 108 25 76 VERSION: 1.0 DATUM: 2023-02-13



Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

Uppdragsgivare:	Uppsala kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Alva Herdevall
Konsult:	Norconsult AB
Uppdragsledare:	Martin Rosén
Biträdande handläggare:	Carl Edström
Specialist och granskning:	Emma Nilsson Keskitalo

Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
1.0	2022-12-09	Granskningshandling	Martin Rosén, Carl Edström	Emma Nilsson Keskitalo	Martin Rosén
1.0	2023-01-26	Slutrapport	Martin Rosén, Carl Edström	Emma Nilsson Keskitalo	Martin Rosén
1.0	2023-02-13	Slutrapport	Martin Rosén, Carl Edström	Emma Nilsson Keskitalo	Martin Rosén

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

Norconsult har på uppdrag av Uppsala kommun upprättat denna skyfallsutredning för detaljplan sträcka D av ett nytt kollektivtrafikstråk i syfte att möjliggöra spårväg alternativt snabbuss (BRT) från Uppsala centralstation till nytt stationsläge i Bergsbrunna, kallad Uppsala södra (ingår i sträcka D). Syftet med utredningen är att utreda översvämningsrisk på spårvägen och föreslå åtgärder för hantering av denna. Som underlag till denna utredning har en kopplad skyfallsmodell över Uppsala, framtagen 2021 erhållits. Modellen har uppdaterats med förprojekterad höjdsättning av spårvägen, inklusive översiktlig strukturplan för etapp 2.

Merparten av den planerade spårvägen översvämmas inte vid ett 100-årsregn. 11 platser som översvämmas under upp till några timmar har identifierats. Lösningförslag i form av kulvertar eller bortledning har föreslagits. För underfarten för Hemslöjdsvägen behöver vattnet pumpas bort, vilket även är fallet vid mindre regn än ett 100-årsregn. Med föreslagna lösningar nedan så motverkas översvämningsrisken inom området.

- Område 1 – Gottsunda Allé
 - Likt vid befintlig situation finns det en översvämningsproblematik vid Gottsunda Allé med maximala vattendjup som överstiger 0,3 m vid ett 100-årsregn.
 - Lösningförslag för detta finns beskrivet i en separat utredning för Bäcklösa-diket.
- Område 2 – Korsning Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg
 - Spårvägens planerade höjdsättning ger upphov till översvämning till öster om korsningen Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg där ett vattendjup upp mot ca 0,2 m beräknas. Vattendjupet beror på en större flödesväg som kommer norrifrån.
 - Eftersom en större flödesväg rinner över spårvägen föreslås vatten ledas under spårvägen med en kulvert
- Område 3 – korsning Ultunaallén – Ulls väg
 - Ett större område vid korsningen Ultunaallén – Ulls väg riskerar att översvämmas. En orsak till detta är att marken lutar åt öster vilket gör att stora flöden rinner längs spårvägen och Ultunaallén.
 - Eftersom en större flödesväg går genom korsningen så föreslås vatten ledas längs Ultunaallén och/eller mellan Ultunaallén och spårvägen.
- Område 4 – Åkermark
 - Maximala vattendjup på ca 0,7 m beräknas norr om spårvägen. Inget stående vatten finns på spårvägen på grund av att denna går på bro eller hög vall med nivåer på RUK mellan +10 och +16.
 - För att inte öka översvämningsrisken uppströms föreslås en eller flera kulvertar anläggas så att vatten kan rinna genom spårvägsvallen.
- Område 5 – Hemslöjdsvägen
 - Underfarten för Hemslöjdsvägen påverkas med ett vattendjup på upp till 1,4 meter.

- Om underfarten har en pumpstation så bör kapaciteten på denna kontrolleras för att säkerställa att vatten inte står där under en längre tid.
- Område 6 – Depå
 - Spårvägen söder om depån får ett maximalt vattendjup på upp till 0,7 meter. Depån får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Korsningen mellan spårvägen och Väg 255 får ett maximalt djup på upp till 0,2 meter.
 - Eftersom ett större avrinningsområde rinner mot spårvägens anslutning till depån bör dräneringen av spårvägen kontrolleras för att se till att en del av vattnet kan dräneras bort, alternativt att diken kan anläggas i skärningen. Om tiden som vatten står på själva depån ska minska behöver dräneringen och möjligheten att luta marken på depån utredas.
- Område 7 – Etapp 1 och 2
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.
 - I området i anslutning till etapp 1 och 2 som inte är i direkt anslutning till depån finns två punkter som riskerar översvämning under cirka 4 timmar. På dessa delar föreslås att den väg som planeras parallellt med spårvägen användas för att leda bort vatten vid ett skyfall.
- Område 8 – Söder om Sävja
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.
 - Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.
- Område 9 – Öster om Sävja
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,3 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter.
 - Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut eller västerut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.
- Område 10 – Syd om Kvarnbacken
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 140 meter.
 - Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas västerut till lågstråket i terrängen

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.

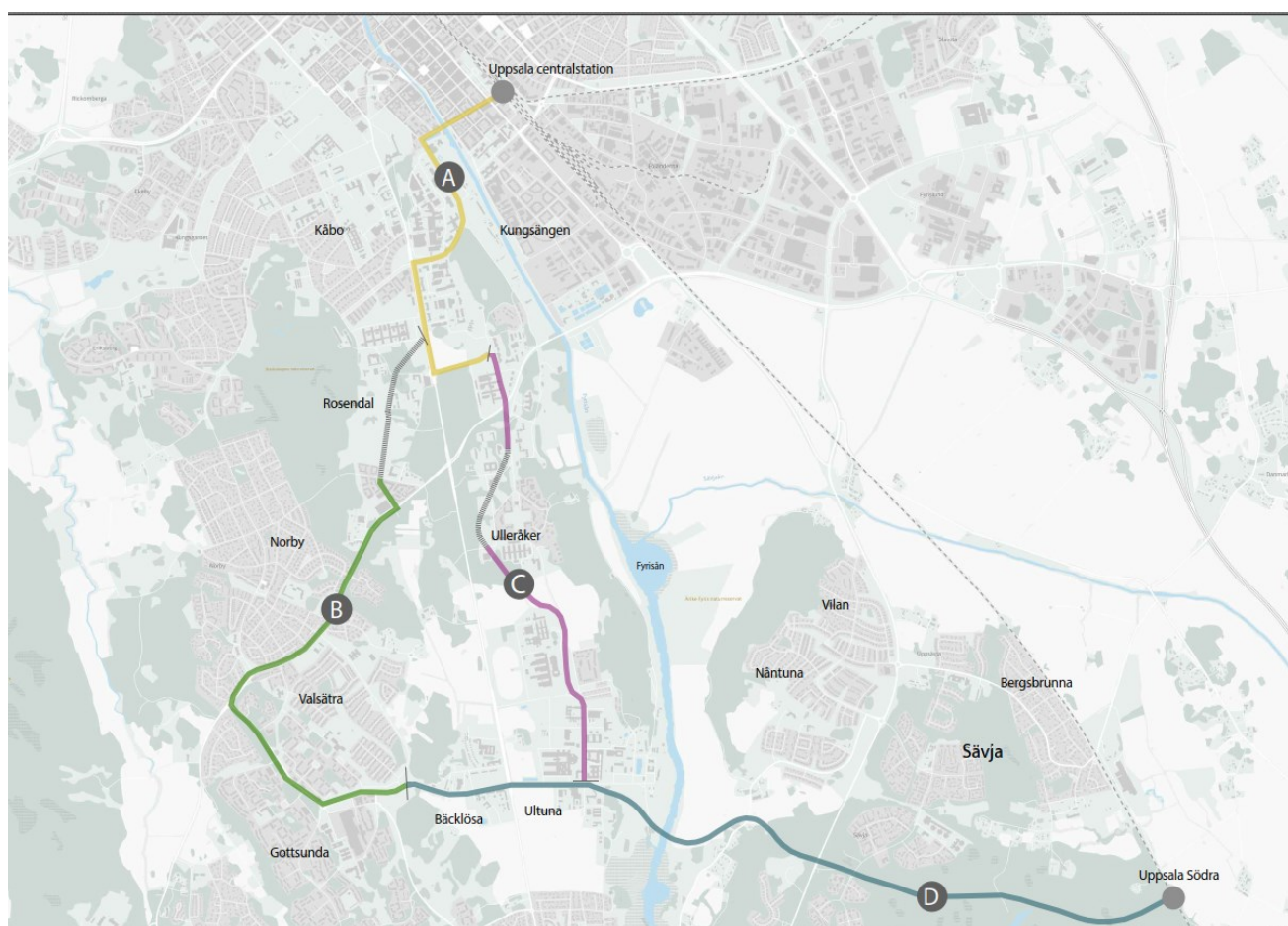
- Område 11 – Väst om befintlig järnväg
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter. Ett instängt område skapas söder om anslutningen mot befintlig järnväg.
 - Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut eller västerut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. Det instängda området som skapas i anslutningen mot befintlig järnväg behöver åtgärdas med en trumma. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.

Innehåll

1	Inledning	6
1.1	Syfte	6
1.2	Förutsättningar och underlag	7
2	Områdesförutsättningar och befintlig skyfallsmodell	8
2.1	Befintlig skyfallsmodell (DHI, 2021)	8
2.2	Översvämningsutredning Fyrisån (MSB, 2022)	10
3	Skyfall	11
3.1	Skyfall i urbana miljöer	11
3.2	Skyfall och klimatförändringar	11
3.3	Skyfall i Sverige	11
4	Skyfallsmodellering Uppsala spårväg	13
4.1	Modellområden	13
4.2	Modellerade scenarier	14
5	Resultat	15
5.1	Befintliga förhållanden	15
5.2	Framtida förhållanden	27
5.3	Tid med stående vatten på spår	46
5.4	Åtgärdsförslag	57
6	Slutsatser	66
7	Referenser	70

1 Inledning

Norconsult har på uppdrag av Uppsala kommun upprättat denna skyfallsutredning för detaljplan sträcka D för ett nytt kollektivtrafikstråk i syfte att möjliggöra spårväg alternativt snabbbuss (BRT) från Uppsala centralstation till nytt stationsläge i Bergsbrunna, kallad Uppsala södra (ingår i sträcka D). I Figur 1-1 ses en översiktskarta med placering av samtliga delsträckor. Ett av syftena med det nya kollektivtrafikstråket är att hantera trafik till och från den nya bebyggelsen i de sydöstra stadsdelarna (Uppsala kommun, 2021). Utbyggnaden sker etappvis där etapp 1 hänvisar till utbyggnaden av själva spårvägen, etapp 2 innefattar depå och bebyggelse väg 255; mellan Nántuna Backe och Sävja och etapp 3 innefattar området mellan Sävja och befintlig järnväg.



Figur 1-1. Översiktskarta med schematisk redovisning av kollektivtrafikstråkets sträckning för delsträcka A-D (Uppsala centralstation-Uppsala Södra). Denna skyfallsutredning avser DP D.

1.1 Syfte

Utifrån befintlig skyfallshantering för Uppsala samt planerad höjdsättning av gata och spår ska skyfallssituationen utredas längs med spårsträckningen. Utifrån detta ska slutsatser dras om intilliggande fastigheter påverkas på grund av spårvägens höjdsättning samt om spåret riskerar att översvämmas och eventuella åtgärder kopplat till detta.

Uppdragsnr.: **108 25 76** Version: **1.0**

1.2 Förutsättningar och underlag

Följande underlag har erhållits från Uppsala kommun (om inte annat anges) och använts i utredningen:

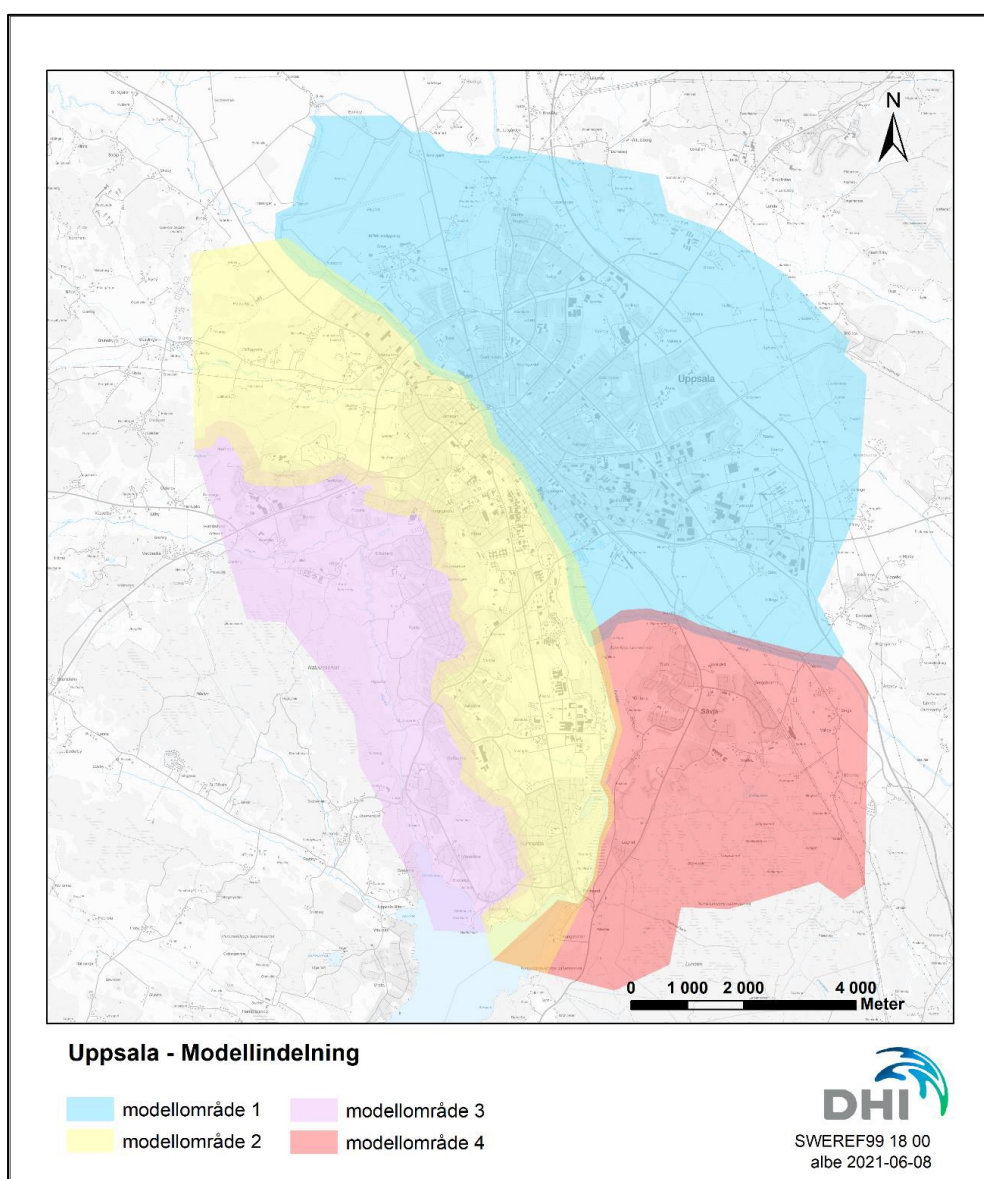
- Kopplad modell i MIKE+, framtagen av DHI, med tillhörande filer, upplösning 4x4 meter, erhållen 2022-06-16
- PM Översiktlig vattenutredning, daterad 2022-02-22
- Höjdmodell Spårväg i dwg, Sysstra, daterad 2022-10-18
- Strukturplan för etapp 1 och 2, daterad april 2022

Enligt uppgifter från Uppsala kommun resulterar stående vatten med ett djup på 6 cm över rälsöverkant (RÖK) att trafiken saktar ner och 20 cm stående vatten över RÖK (räls överkant) innebär totalstopp. Stopp i trafiken ska i största mån undvikas. Förutsättningarna för BRT är att dessa klarar att köra då vattendjupet understiger 30 cm.

2 Områdesförutsättningar och befintlig skyfallsmodell

2.1 Befintlig skyfallsmodell (DHI, 2021)

Vid uppdragets start erhöles en befintlig skyfallsmodell för Uppsala tätort med omnejd från Uppsala kommun. Modellen är en kopplad markavrinnings- och ledningsnätmodell som upprättades av DHI i programvaran MIKE+ (DHI, 2021). I en kopplad modell kan vatten både tränga upp ur, eller rinna ner i ledningsnätet, beroende på om det finns outnyttjad kapacitet i ledningssystemet eller ej. Detta ger en korrekt bild över hela översvämningförloppet och tar samtidigt hänsyn till de lokala skillnaderna som finns runt om i ett dagvattensystem. Utifrån topografiska och tekniska (dagvattenledningsnätet) avrinningsområden har modellen delats upp i fyra delmodellområden som med marginal täcker in Uppsala tätort. Delmodellernas utbredning redovisas i Figur 2-1 nedan.



Figur 2-1. Utbredning för samtliga delområden (DHI, 2021).

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

För att simulera markavrinning används faktorer som terräng/höjder, markens råhet, infiltration samt typ av nederbördstillfälle som ska belasta modellen vid skyfallssimulering.

Skyfallsmodellens höjdmodell för markavrinning har en upplösning på 4x4 meter och har etablerats utifrån laserskannat höjddata från 2020. En bearbetning av höjdmodellen har gjorts för att beskriva de verkliga vattentransportförhållandena vilket innebär att samtliga byggnader har inkluderats i höjdmodellen så att transport av vatten inte sker över/igenom en byggnad. Vidare har terrängmodellen justerats för viadukter i syfte att beskriva nivån på vägbanan i viadukten och inte nivån på vägen över.

Ytans råhet, vilken styr vattnets hastighet på markytan och således påverkar översvämnings-förloppet, har differentierats mellan hårdgjorda ytor och övriga permeabla ytor. Hårdgjorda ytor samt vattenytor har beskrivits med en lägre råhet (mindre motstånd), motsvarande Mannings tal M på 50 för asfalterade ytor, M på 30 för hustak och M på 40 för vattenytor såsom dammar och åar. Övriga ytor har beskrivits med en högre råhet (större motstånd), motsvarande Mannings tal M på 2.

Till terrängmodellen har kopplats en infiltrationsmodul som låter delar av vattnet infiltrera i stället för att rinna av på ytan. På alla ytor som inte antas vara hårdgjorda har infiltrationsmodulen aktiverats. Infiltrationshastigheten har ansatts utgående från SGU:s jordartskarta. Beroende på de lokala jordartsförhållandena varierar den ansatta infiltrationshastigheten i modellen mellan 0 och 180 mm/h, se Tabell 1. Infiltrationslagrets mäktighet har satts till 0,3 m med en total porositet på 0,4. Detta innebär en total magasinskapacitet i marken på 120 mm (0,4 x 0,3 m). I områden där jordartskartan visar urberg har det antagits ett överlagrande jordlager utifrån kompletterande ytskiktsslagret från SGU. Överlagrande jordart har antagits en mäktighet på 0,1 m och med porositet på 0,4.

Genom Uppsala löper en järnväg från söder till norr. Järnvägsbankar är uppbyggda av djupa konstruktioner av kraftigt dränerande makadam och underballast med stor magasineringsskapacitet vid kraftiga regn. I infiltrationsmodulen har beskrivning av järnvägsbankar inkluderats med total magasinskapacitet för på 800 mm (0,4 x 2 m) och med en infiltrationshastighet på 360 mm. Läckagehastighet ansatts utifrån lokala jordartsförhållanden.

Tabell 1. Ansatta infiltrations- och läckagehastigheter (mm/h) för olika jordarter

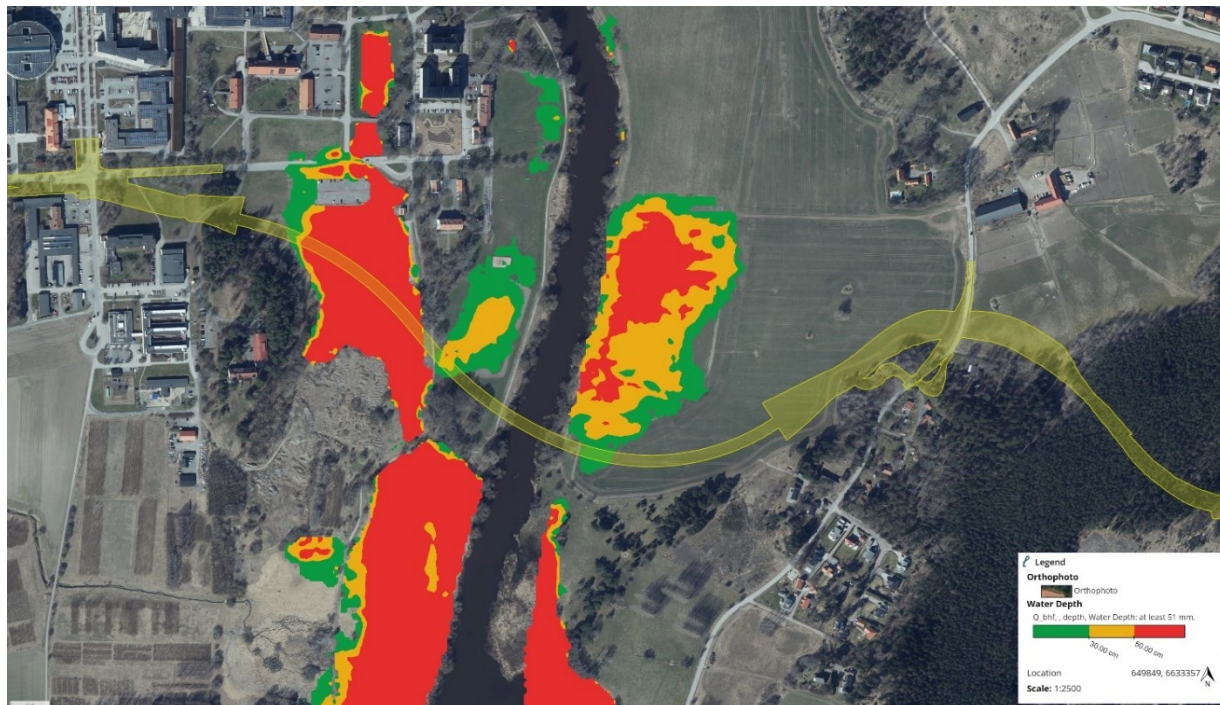
Parameter	Hårdgjorda ytor	Urberg	Sand/isälvsmaterial	Morän	Organisk jordart	Lera
Infiltrationshastighet [mm/h]	0	Varierande	180	36	18	3,6
Läckagehastighet [mm/h]	0	0,036	18	3,6	1,8	0,36

Brunnar och utlopp i dagvattenmodellen har kopplats till markavrinningsmodellen. Kopplingen innebär att dagvatten både kan tränga upp ur eller rinna ner i ledningsnätet beroende på om det finns utnyttjad kapacitet i ledningssystemet eller ej. Ledningsnätetsmodellen innehåller främst nedstigningsbrunnar. Utifrån erfarenheter av både rännstensbrunnars kapacitet samt vilka maximala utflöden som kan genereras från ledningsnät till markyta i anslutning till nedstigningsbrunnar har ett maximalt brunnsutbyte på 0.5 m³/s ansatts vid koppling av dagvattenbrunnar. För dagvattenutlopp samt utbyte mellan markyta och vattendrag styrs flödesutbyte av strukturernas geometrier.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

2.2 Översvämningsutredning Fyrisån (MSB, 2022)

Enligt översvämningskarteringen utmed Fyrisån finns delar av brostöden som riskerar att översvämmas vid ett beräknat högsta flöde, se Figur 2-2. Ingen översvämningsrisk finns vid ett 100-årsflöde, se Figur 2-3



Figur 2-2. Översvämningsutbredning för Fyrisån vid ett beräknat högsta flöde (BHF) (MSB, 2017). Delar av brostöden för Sträcka D riskerar att översvämmas.



Figur 2-3. Översvämningsutbredning för Fyrisån vid ett beräknat högsta flöde (BHF) (MSB, 2017). Bron för sträcka D riskerar ej att översvämmas.

3 Skyfall

3.1 Skyfall i urbana miljöer

Skyfall innebär att stora mängder nederbörd faller under en kort tid. Enligt SMHI ska intensiteten för ett regn överstiga 50 mm/timme eller 1 mm/minut för att regntillfället ska definieras som skyfall (MSB, 2017). Svenskt Vatten (2018) menar dock att en sådan definition inte är helt tillämplig för skyfall i urbana miljöer där det i stället är den totala tiden under vilket ett regn med en viss intensitet faller, den så kallade regnvaraktigheten, som är avgörande för markavrinningen. En viktig orsak till detta är den stora andelen hårdgjorda ytor som ej medger infiltration samt att lågpunkter i terrängen ofta redan är vattenmättade vid regnets start eller består av exempelvis lera med låg infiltration

Sambanden kan åskådliggöras med så kallade intensitets-varaktighetskurvor och volym-varaktighetskurvor som visar att regnintensiteten minskar med en längre regnvaraktighet samtidigt som regnvolymen ökar på motsvarande sätt för längre varaktigheter. Sambanden mellan regnintensitet, regnvaraktighet och volym visar att det inte finns ett entydigt "100-årsregn" eller "10-årsregn". Konsekvenserna av ett regn med 100 års återkomsttid i en stadsmiljö kan således variera kraftigt beroende på om regnet varar i 10 minuter eller 2 timmar även om regnet vid båda tillfällena teoretiskt kan definieras som ett "100-årsregn".

3.2 Skyfall och klimatförändringar

Klimatförändringar kommer att påverka nederbördsmönster i världen och i Sverige. Om regnintensiteten exempelvis ökar med 25 % till slutet av seklet, vilket är ett vanligt antagande i dagvatten- och skyfallsutredningar genom att inkludera en klimatfaktor i beräkningarna, skulle det innebära att sannolikheten för ett befintligt 100-årsregn fördubblas (MSB, 2017).

3.3 Skyfall i Sverige

Skyfall i Sverige inträffar nästan uteslutande under juli och augusti då grundvattennivåerna generellt är lägre än andra tider på året. Det kan då finnas en betydande magasineringskapacitet i jordens översta jordlager. En jord med friktionsmaterial, sand eller grus, kan släppa genom stora mängder vatten utan att mättas, mer än 100mm/timme, medan lerhaltiga jordar har mycket begränsad infiltrationskapacitet. I sådana jordar kommer det allra mesta av regnet avrinna ytledes oavsett om jorden är torr eller blöt vid regntillfället (MSB, 2017). Den övergripande jordsammansättningen varierar regionalt med mer lera i exempelvis Uppsala och större andel berg i dagen och sand i närheten av sjöar och hav.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

3.3.1 Skyfallsjuridik

Enligt 2 kap 5 § i plan- och bygglagen 2010:900 (PBL) ska kommunen beakta översvämningsrisker och risker för människors hälsa och säkerhet vid kommunal och fysisk planering. Det är inte preciserat vilken risk, återkomsttid, som anses vara acceptabel i lagrummet (Malmö stad, 2017). I stället har flera länsstyrelser, däribland Stockholms, tagit fram egna rekommendationer (Länsstyrelserna, 2018) för hantering av översvämning till följd av skyfall. Där rekommenderas att ny bebyggelse ska byggas för att inte ta eller orsaka skada till följd av ett skyfall med minst 100 års återkomsttid.

Verksamheter som anses vara av samhällsviktig karaktär rekommenderas få en högre säkerhetsnivå så att funktionen kan upprätthållas även vid en större översvämning. Samhällsviktig verksamhet kan exempelvis definieras som en verksamhet som vid en störning orsakar en större negativ påverkan på samhället (Länsstyrelserna, 2018).

En skyfallstålig stad behöver därför skapas i samråd mellan både offentliga och privata aktörer då ingen part har egen rådighet över det skyfallsförebyggande arbetet (VA SYD, 2018).

3.3.2 100-årsnivån vid planering av ny bebyggelse

100-årsnivån för skyfall kommer från Boverket som i sin tillsynsvägledning för översvämningsbeskrivningar beskriver det som en lämplig utgångspunkt i samhällsplaneringen. Kommunen kan själv bestämma om en högre säkerhetsnivå ska åberopas (Länsstyrelserna, 2018). I väntan på att en nationell standard tydliggörs genom lagstiftning har flera städer, däribland Malmö stad, valt att planera framtida bebyggelse utifrån 100-årsnivån som miniminivå. Malmö har motiverat valet med följande punkter:

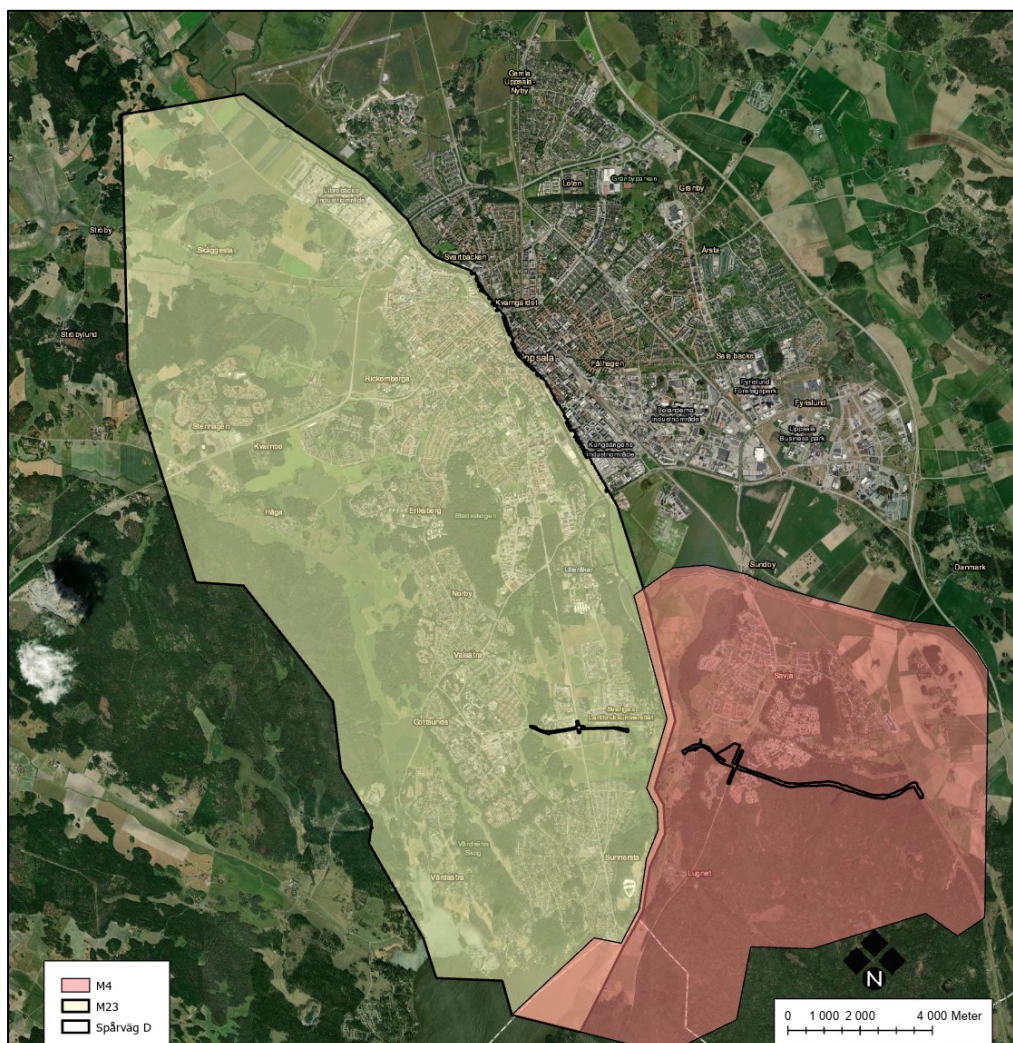
- 100-årsnivån är en påbörjad praxis i många städer i Sverige.
- Flera länsstyrelser, bland annat Skånes, Stockholms och Västra Götalands, rekommenderar att samhällsviktig verksamhet ska ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Svenskt vatten rekommenderar i P110 att ny bebyggelse planeras för att klara minst ett 100-årsregn.
- Områden som planeras för att klara ett 100-årsregn utan översvämningsrisker kommer kunna hantera även större regnmängder utan katastrofala följder genom en genomtänkt strategi för höjdsättning.

I de fall där åtgärder utöver 100-årsnivån kan ge stora mervärden för andra områden samt är ekonomiskt och tekniskt möjligt, bör sådana åtgärder övervägas.

4 Skyfallsmodellering Uppsala spårväg

4.1 Modellområden

Den erhållna kopplade markavrinnings- och ledningsnätsmodellen över Uppsala är uppdelad i fyra delmodeller, M1-M4. Då sträckorna för B och C går ut till gränsen mellan delmodellerna M2 och M3 slogs dessa två delmodeller samman till en ny delmodell kallad M23 för att undvika eventuella randeffekter. Resultaten från simulering av M2 och M3 jämfördes med resultat från M23 för att verifiera att sammanslagningen av de två modellerna blivit korrekt. För delsträcka D användes delmodellerna M23 och M4, vars utbredning ses i Figur 4-1.



Figur 4-1. Utbredningen för modellområdena M1 och M23. Planområdet är preliminärt och i illustrationen visas även ungefärligt planområde för depån.

Den erhållna höjdmодellen har en upplösning på 4x4 m, vilket också har använts för denna utredning. Med en upplösning på 4x4 m kan de större modellområdena utredas utan att simuleringstiden blir allt för lång och med tillräcklig noggrannhet för att kunna bedöma var översvämningssproblematik kan uppstå vid skyfall. Dock innebär det också att

Uppdragsnr.: **108 25 76** Version: **1.0**

detaljeringsgraden inte blir lika hög och att till exempelvis upphöjningar av trottoarkanter, som kan påverka lokala flödesriktningar, inte tas hänsyn till.

Projekterad höjdsättning av den planerade spårsträckningen erhöles från Systra och bearbetades in i höjdmodellen. Likt för grundmodellen justerades höjdmodellen därefter för att ta hänsyn till viadukter under spårvägen. Övriga ändringar av höjder med exempelvis nya byggnader sedan laserskanningen från 2020 har inte lagts till i höjdmodellen och tas därmed inte hänsyn till i simuleringarna.

Inga ändringar på ledningsnätet har gjorts för de framtida scenarierna förutom i en punkt där den planerade höjdsättningen breder sig ut över utloppet från en kulvert till ett dike vid korsningen Vårdsätravägen-Tony Segerstedts allé. Där har utloppet flyttats längre söderut mot diket för att hamna utanför spårvägens utbredning.

4.2 Modellerade scenarier

Skyfallskarteringen över Uppsala spårväg har genomförts med ett 100-årsregn med sex timmars varaktighet för att utreda hur den planerade spårvägen beräknas påverka planområdet och närliggande områden vid skyfall. Regnets varaktighet på sex timmar valdes enligt den erhållna grundmodellen från Uppsala kommun som togs fram av DHI.

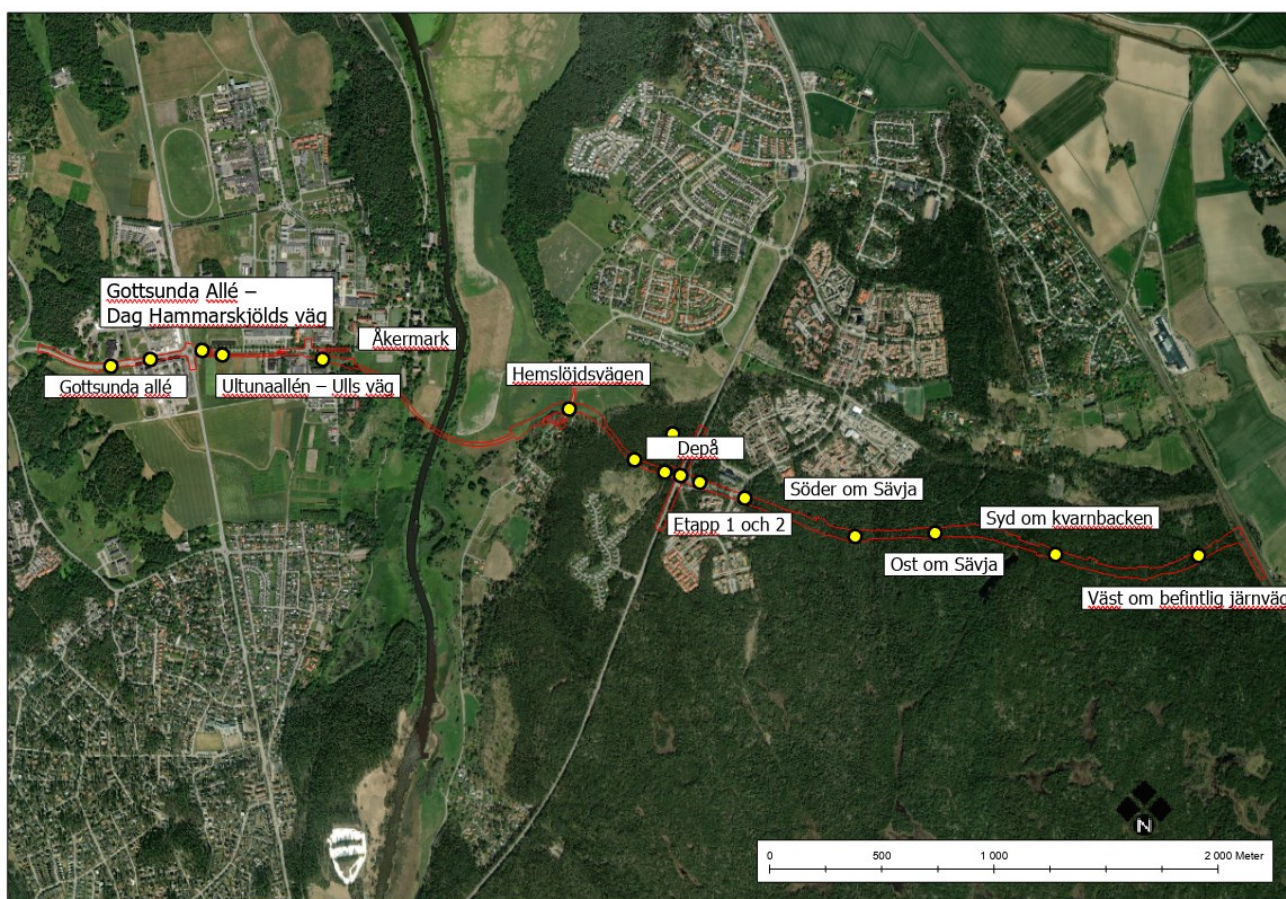
För att utreda hur ofta och länge som vatten i samband med nederbörd kan förväntas stå på spåren med stopp i trafiken som konsekvens har regnscenarier för 10-, 30- och 100-årsregn analyserats. Samtliga regn har en varaktighet på sex timmar samt en klimattfaktor på 1,3, vilket är samma varaktighet som i den erhållna skyfallsmodellen. Åtgärdsförslag har simulerats för ett 100-årsregn eftersom detta innebär att de även fungerar för vanligare regn

Regnen som har använts är så kallade "designregn" av CDS-typ vilket består av en kombination av flera blockregn med olika varaktigheter och intensiteter för den valda återkomsttiden (Svenskt Vatten, 2011). Vid simulering med 10- och 30-årsregn har hela nederbördsvolymen belastat ledningsnätet för att vid kapacitetsbrist tränga upp på ytan för markavrinning medan 100-årsregnet har belastat både mark- och ledningsnätetsmodellen.

5 Resultat

I följande avsnitt presenteras resultat från skyfallskarteringen både före och efter planerad exploatering med spårvägen. 11 fokusområden har tagits fram där planerad höjdsättning bedöms ge upphov till stående vatten på antingen spåret eller närliggande områden. Fokusområdenas placering kan ses i Figur 5-1. För respektive fokusområde presenteras maximalt vattendjup vid ett 100-årsregn (både för befintligt och framtida scenario), skillnad i maximalt vattendjup vid befintlig/framtida situation samt hur länge vatten beräknas stå på spåren med ett vattendjup över 6 cm vid ett 10-, 30-, samt 100-årsregn.

Övergripande resultat för befintlig situation visas i bilaga 1A-1C och för framtida situation i bilaga 2A-5C. Bilagorna visar maximalt vattendjup, skillnad i maximala vattendjup (framtida-befintlig), vattendjup vid simuleringens slut, vattenflöde och vattenhastighet under hela simuleringens perioden, det vill säga inte förhållandet vid en viss tidpunkt. Detta eftersom maximala värden inträffar vid olika tidpunkter beroende på topografi och friktion (Mannings M).



Figur 5-1. Översiktsbild med fokusområden markerat i gult där resultat från simuleringar redovisas mer utförligt. Preliminär planområdesgräns är markerad i rött.

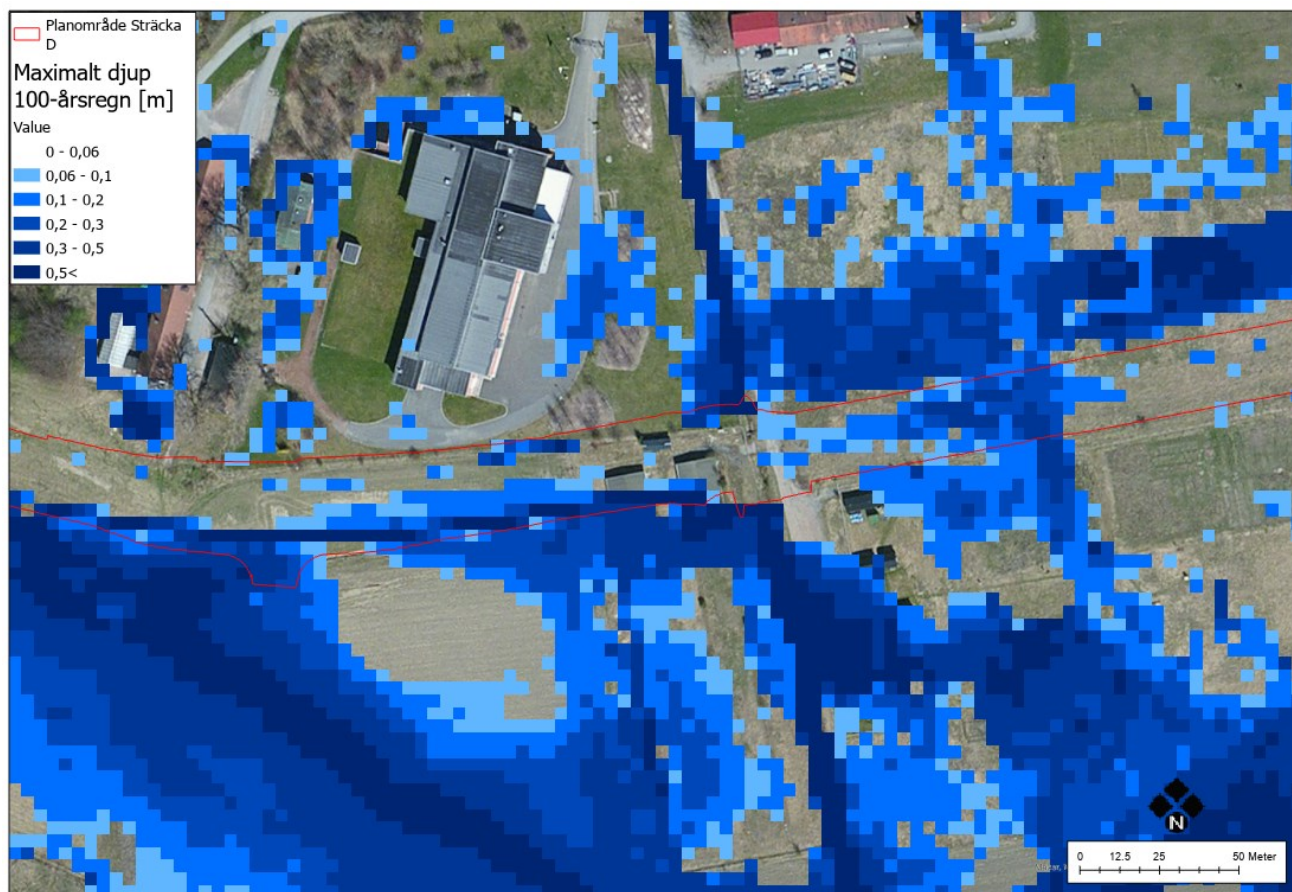
5.1 Befintliga förhållanden

I detta avsnitt redovisas maximala vattendjup inom de 11 fokusområdena från simulering av befintliga förhållanden med studerat 100-årsregn. Maximala vattendjup är inte en ögonblicksbild utan visar det maximala vattendjupet som uppstår i varje enskild cell under hela simuleringen.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.1 Område 1 – Gottsunda Allé

Figur 5-2 visar att det vid befintlig situation finns en översvämningssituation vid Gottsunda Allé med maximala vattendjup som överstiger 0,3 m vid ett 100-årsregn. Översvämningssituation för Bäcklösadiket (centralt i Figur 5-2) har utretts i en separat utredning och lösningsförslag för detta finns beskrivet där (Norconsult, 2022).

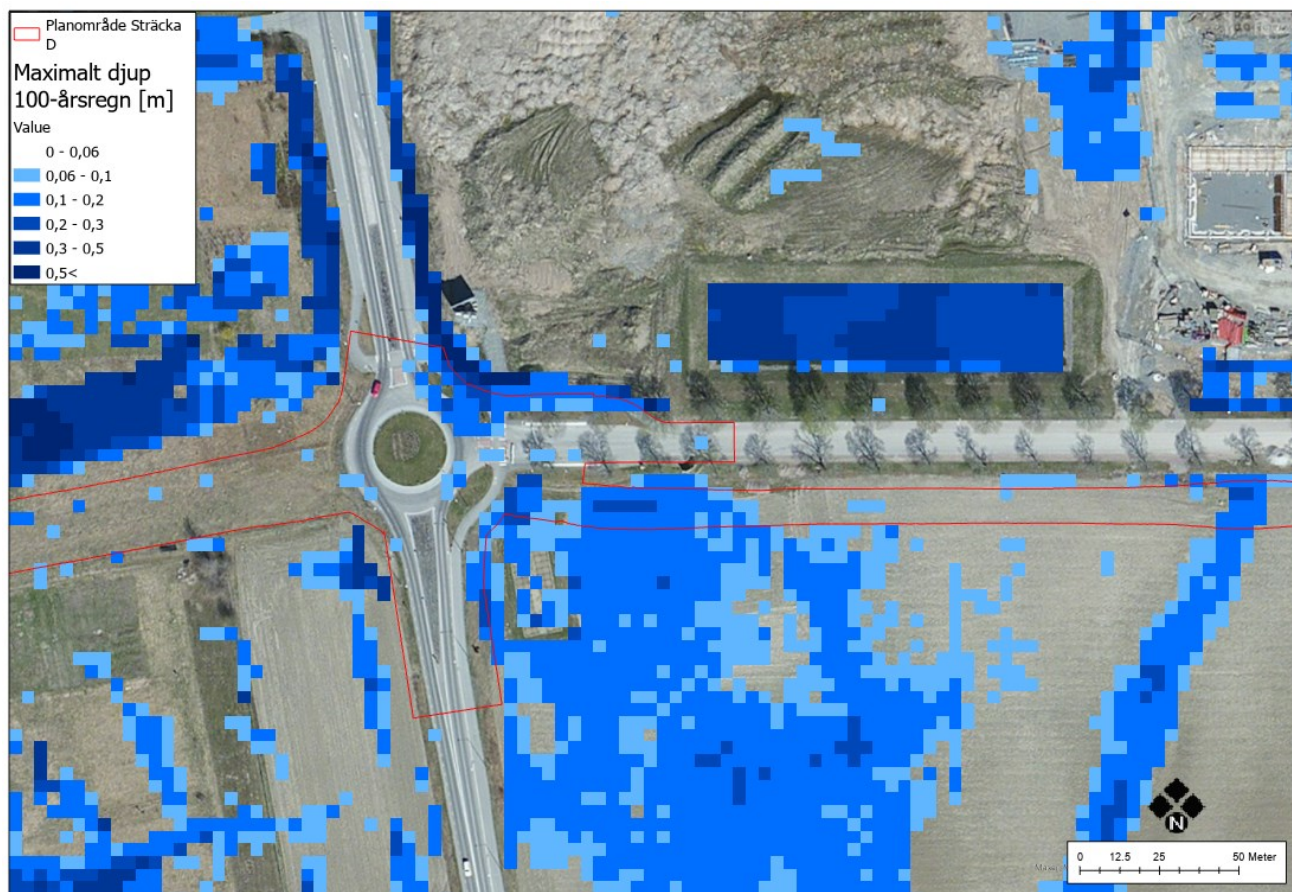


Figur 5-2. Beräknade maximala vattendjup för befintlig situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.2 Område 2 – Korsning Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg

Vid korsningen Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg kommer en större flödesväg norrifrån som ger större vattenvolymer i diken längs med vägen. I Figur 5-3 ses att det vid befintlig situation beräknas ansamlas stående vatten med ett vattendjup upp mot 0,2 m vid rondellen inom det planerade området för kollektivtrafikstråket.

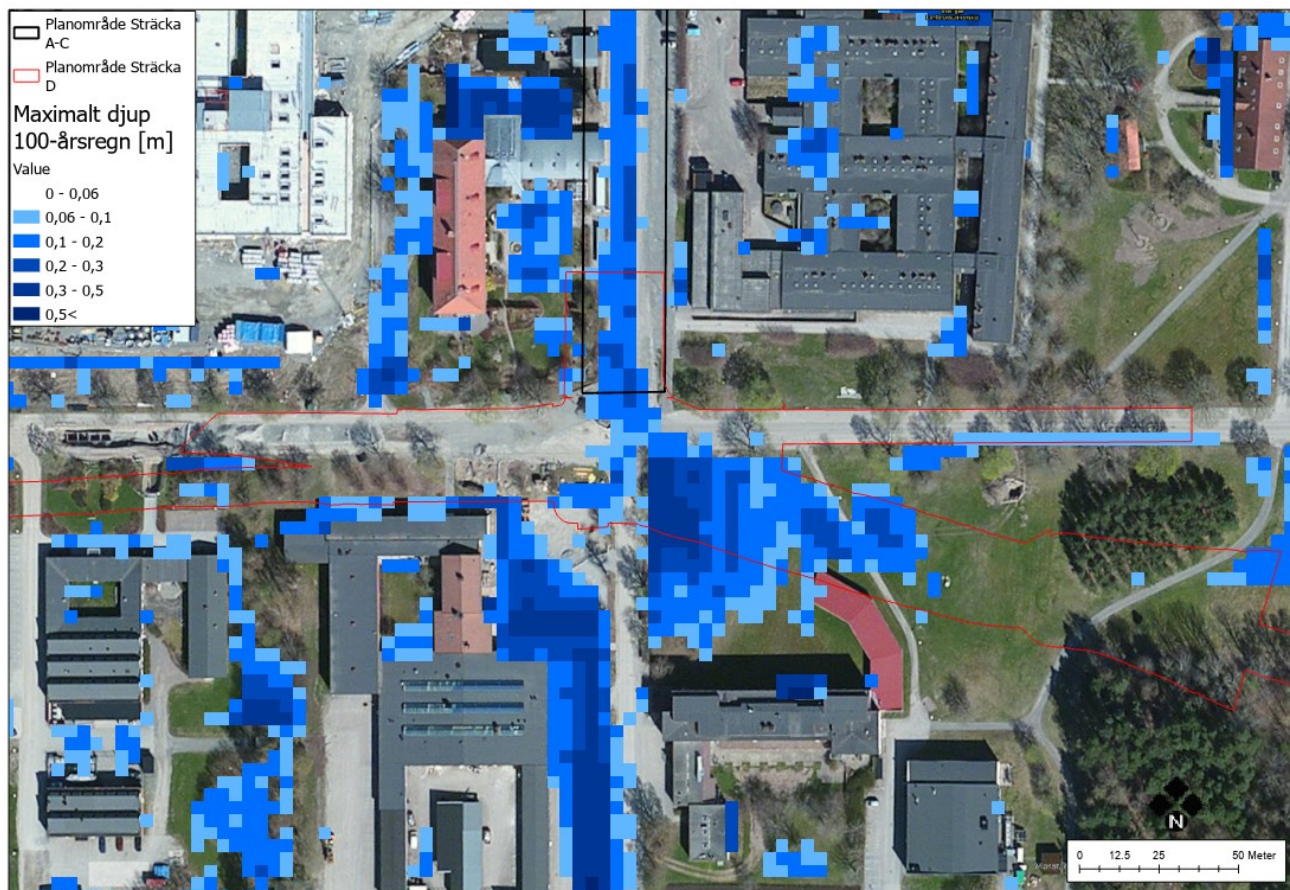


Figur 5-3. Beräknade maximala vattendjup för befintlig situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.3 Område 3 – korsning Ultunaallén – Ulls väg

Ett större område vid korsningen Ultunaallén – Ulls väg riskerar att översvämmas, se Figur 5-4. En orsak till detta är att marken lutar åt öster vilket gör att stora flöden rinner längs spårvägen och Ultunaallén

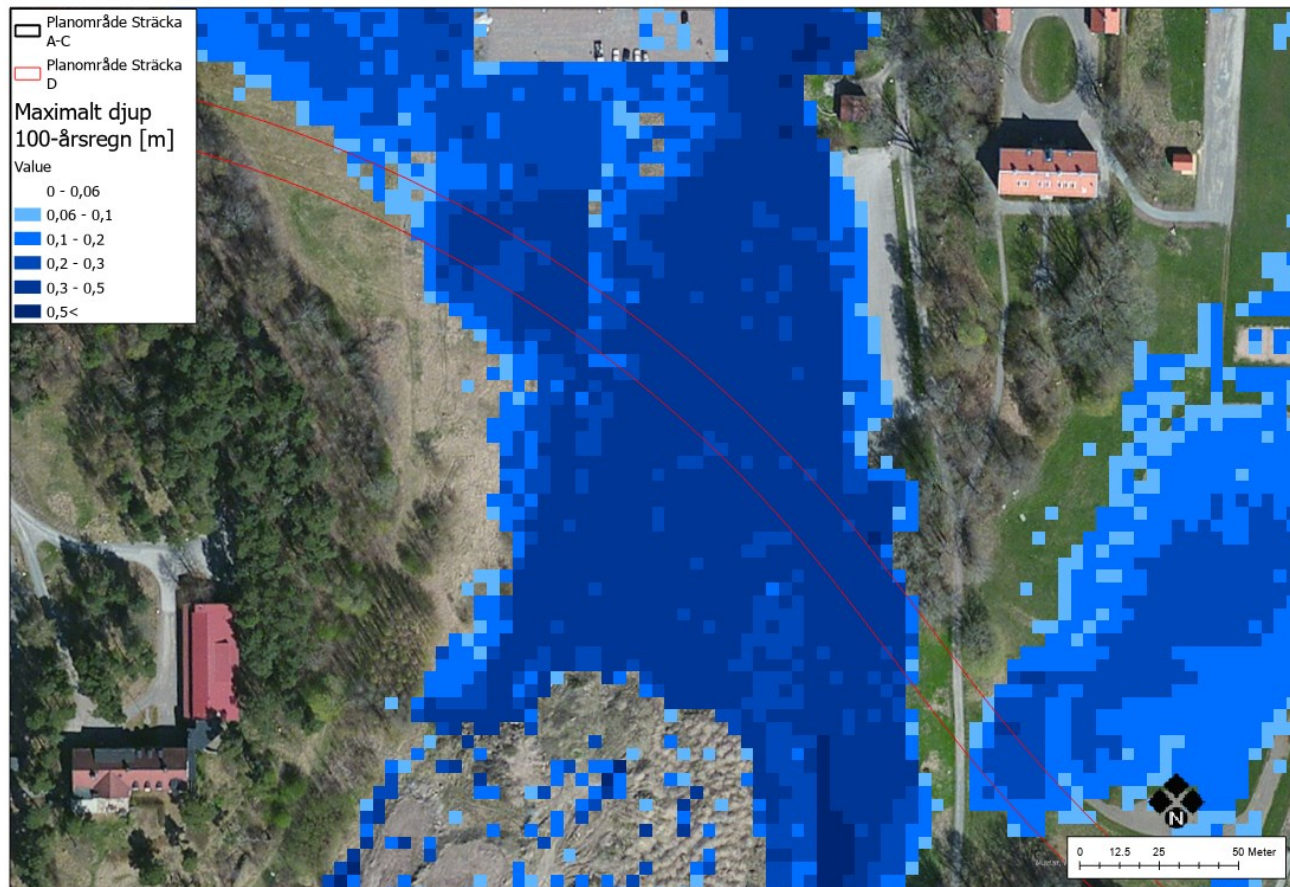


Figur 5-4. Beräknade maximala vattendjup för befintlig situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.4 Område 4 – Åkermark

I Figur 5-5 ses att maximala vattendjup upp till 0,7 m beräknas där spårvägsbron står. Det är viktigt att brofundamenten och övrig konstruktion ej stoppar flödet. Spårvägen kommer gå på bro eller hög vall med nivåer på RUK mellan +10 och +16.

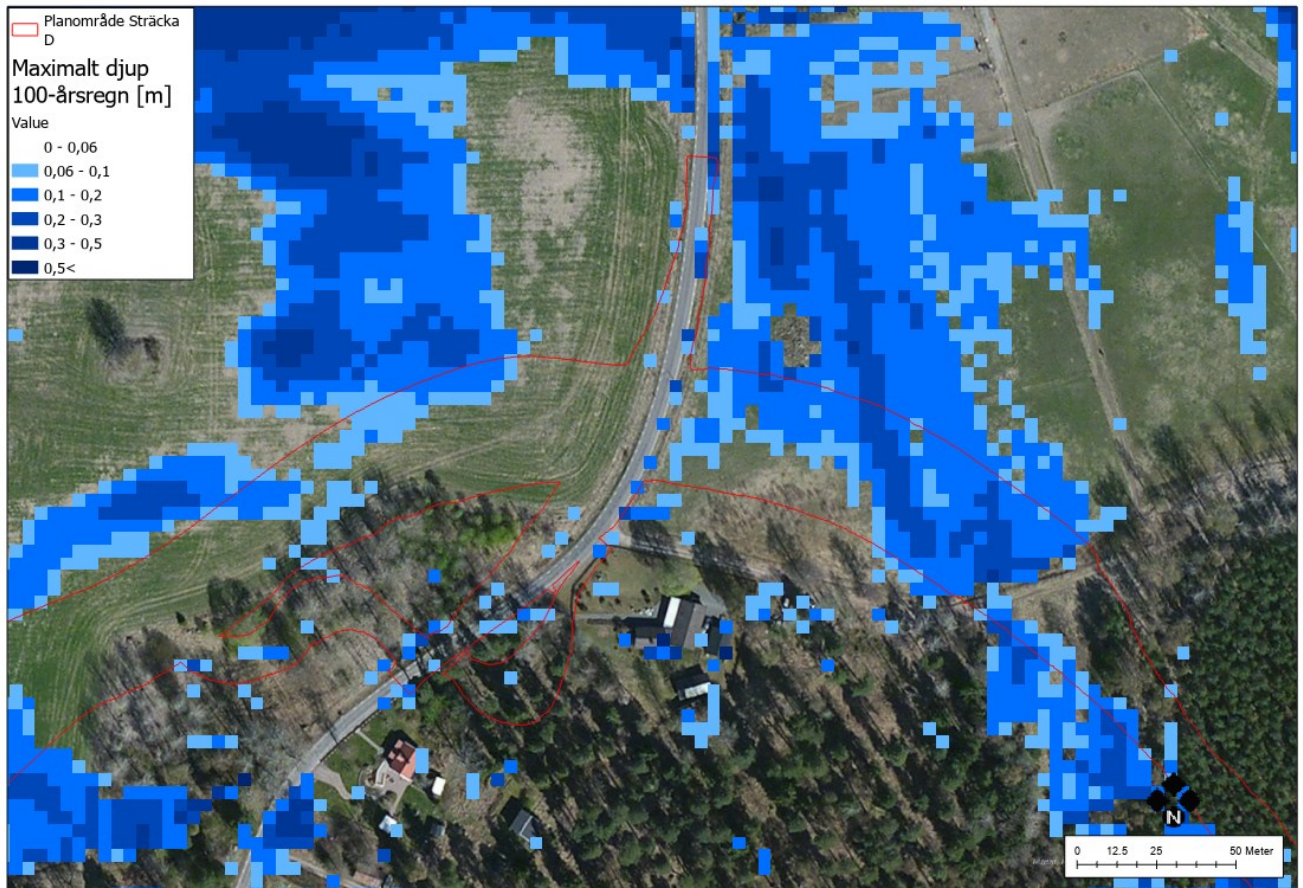


Figur 5-5. Beräknade maximala vattendjup vid planerad situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.5 Område 5 Hemslöjdsvägen

Området öster om Hemslöjdsvägen översvämmas med ett vattendjup upp till 0,5 meter, se Figur 5-6.

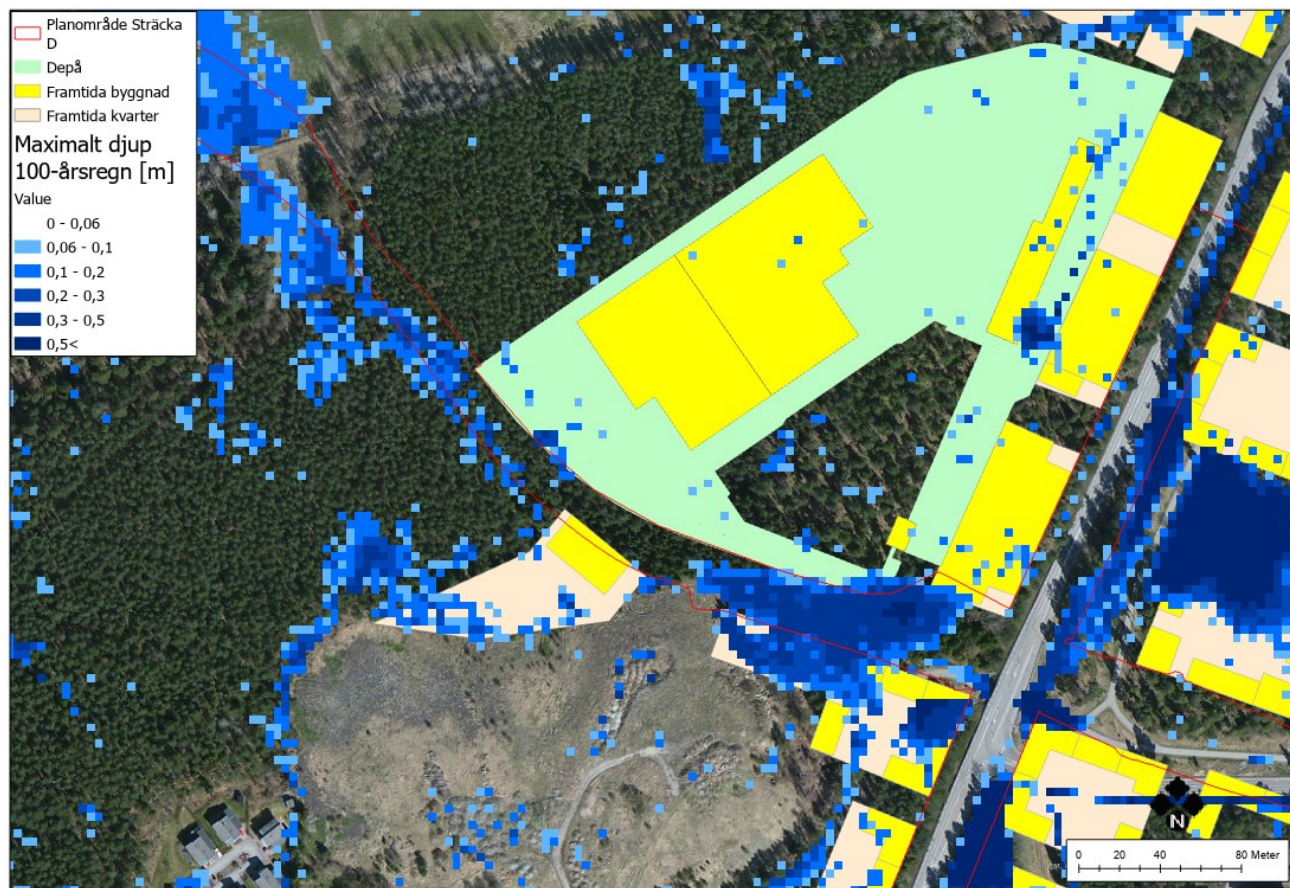


Figur 5-6. Beräknade maximala vattendjup vid befintlig situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatafaktor 1,3. Vattendjupet blir upp till 0,5 meter öster om Hemslöjdsvägen.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.6 Område 6 Depå

Där Spårvägen föreslås söder om depån finns en större lågpunkt med ett vattendjup på upp till 0,5 meter, se Figur 5-7. Där depån planeras finns en mindre lågpunkt med ett vattendjup på upp till 0,5 meter. Öster om väg 255 och norr om den föreslagna spårvägen finns en större lågpunkt med ett vattendjup på upp till 1,3 meter och lågpunkten söder om korsningen mellan spårvägen och Väg 255 får ett maximalt djup på upp till 0,2 meter.



Figur 5-7 Beräknade maximala vattendjup vid befintlig situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,3. Placering och utbredning av planerad bebyggelse kan ses i figuren men är inte inlagt i höjdmodellen för befintlig situation.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.7 Område 7, Etapp 1 och 2

Det finns flera större lågpunkter där etapp 2 planeras, se Figur 5-8. Öster om väg 255 finns en större lågpunkt med ett djup upp till 1,3 meter. Flera lågpunkter finns även vid befintlig bebyggelse i anslutning till Stenbrottshultsvägen. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.

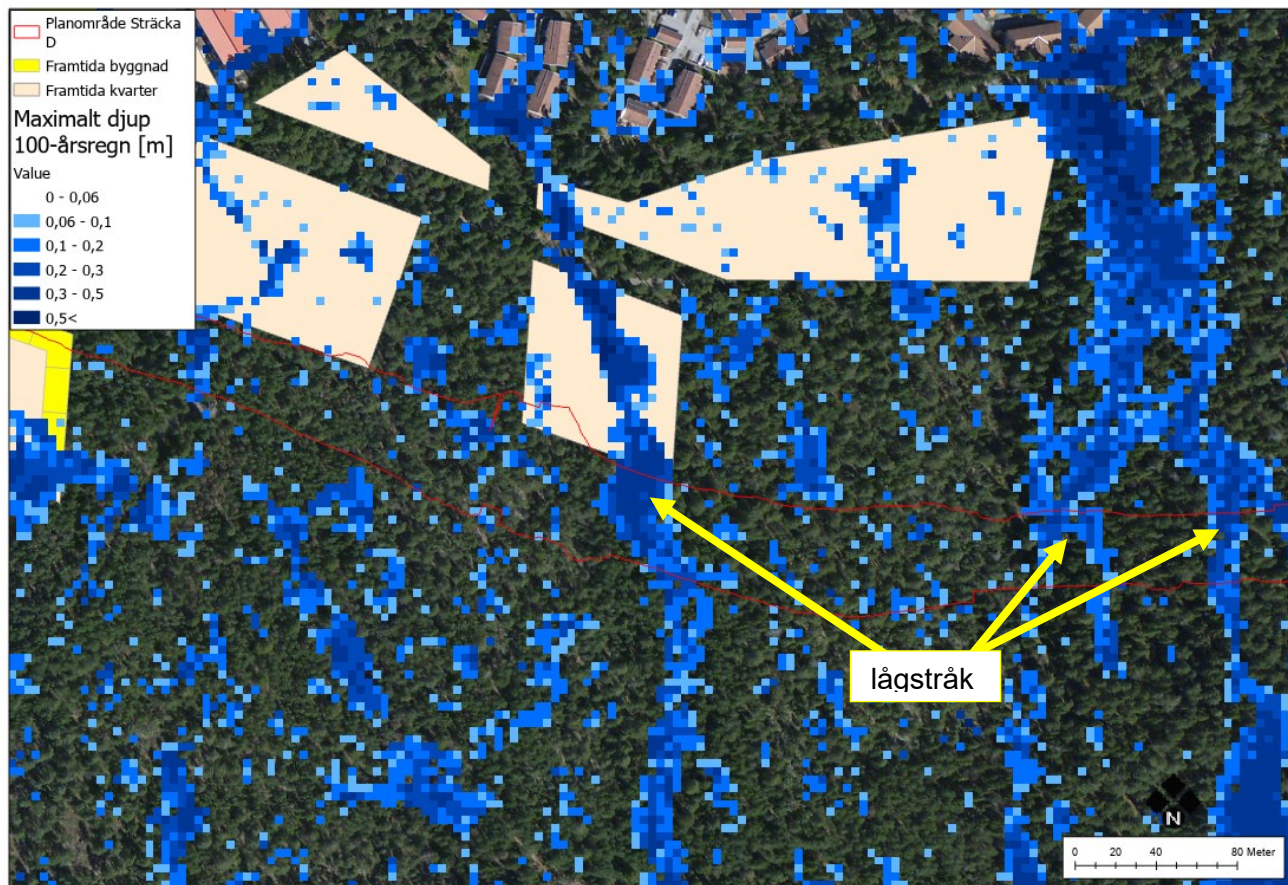


Figur 5-8. Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.8 Område 8, Söder om Sävja

Flera lågstråk finns där spårvägen föreslås, se Figur 5-9. Vatten från dessa behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.

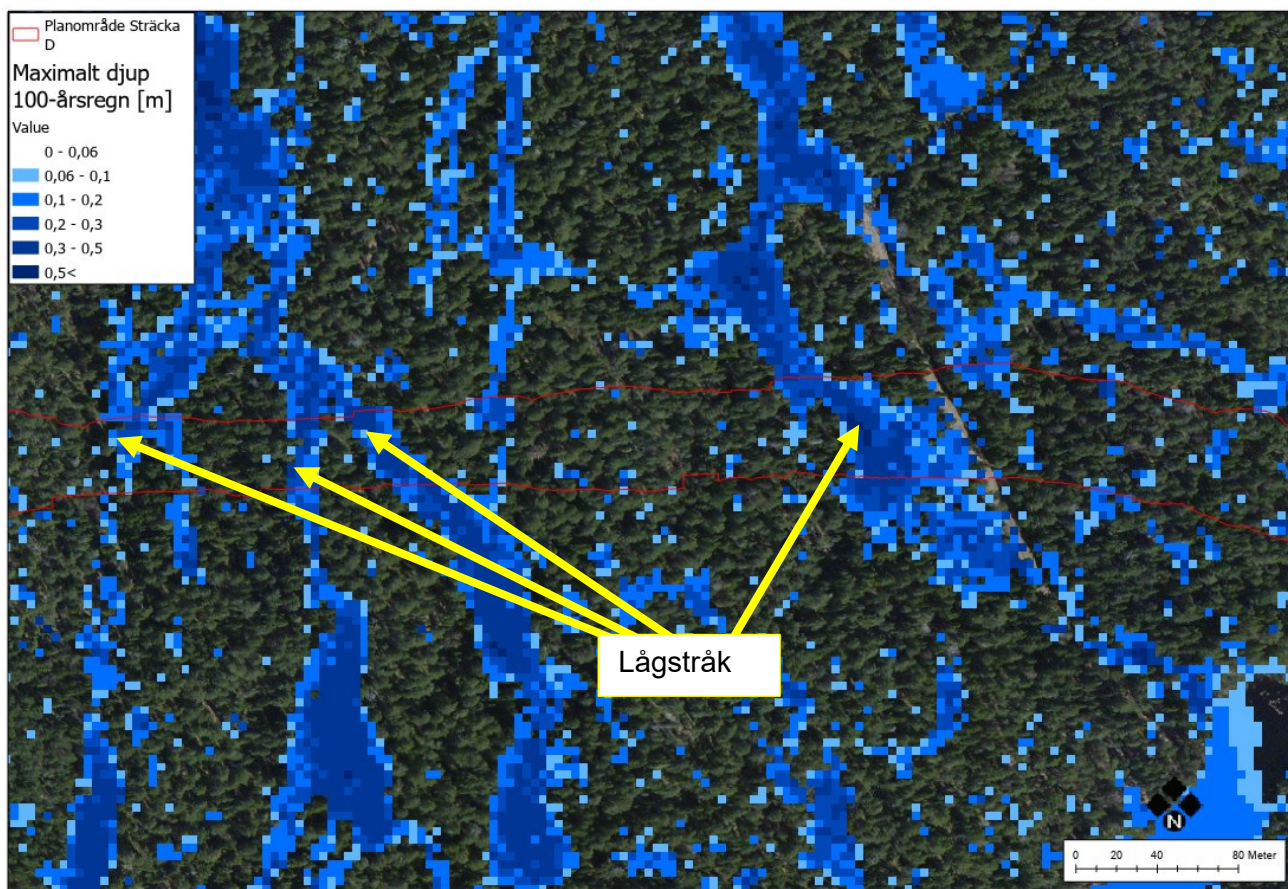


Figur 5-9. Flera lågstråk finns där spårvägen föreslås, se gulmarkerat. Vatten från dessa behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.9 Ost om Sävja

Flera lågstråk finns där spårvägen föreslås, se Figur 5-10. Vatten från dessa behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.

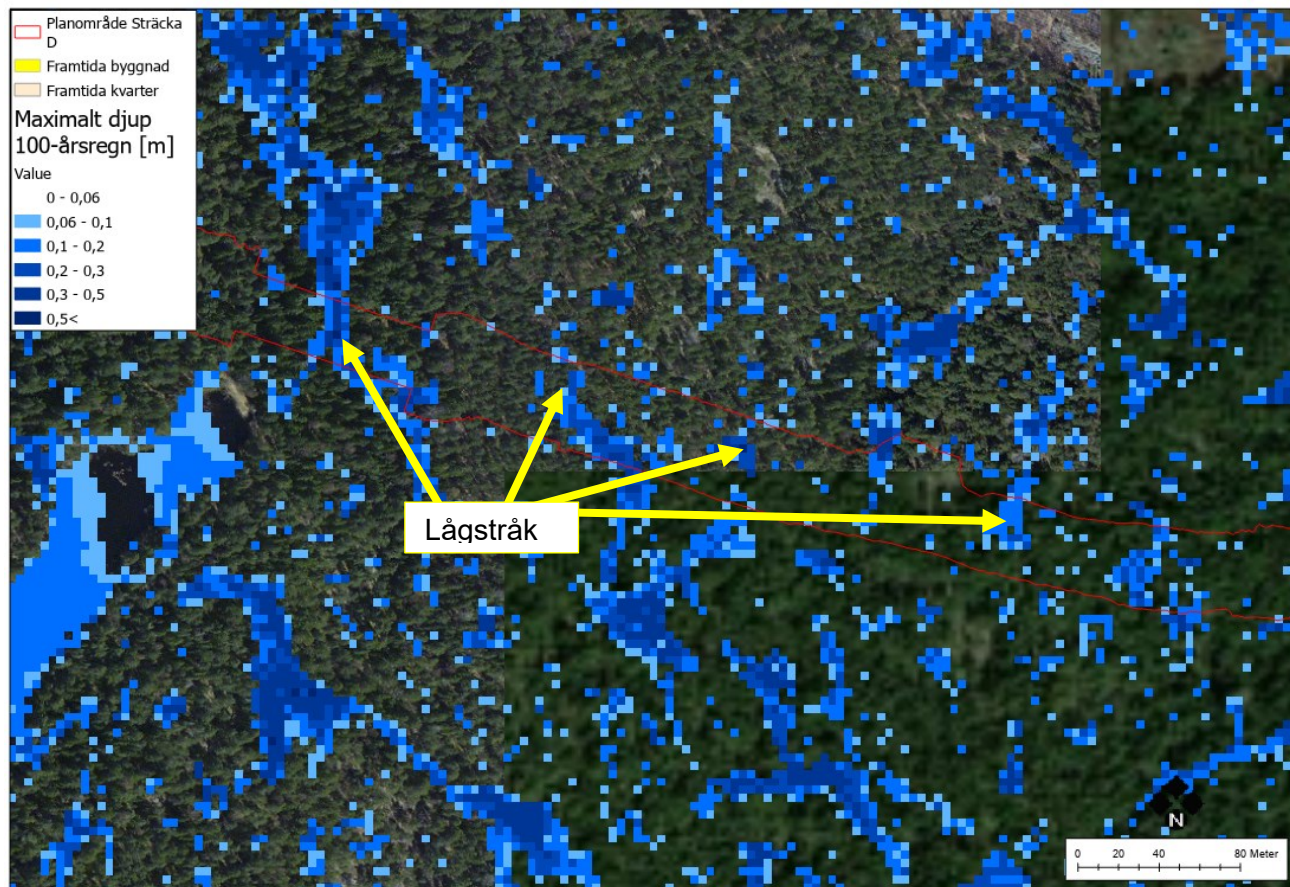


Figur 5-10. Flera lågstråk finns där spårvägen föreslås, se gulmarkerat. Vatten från dessa behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.10 Syd om Kvarnbacken

Flera lågstråk finns där spårvägen föreslås, se Figur 5-11. Vatten från dessa behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.

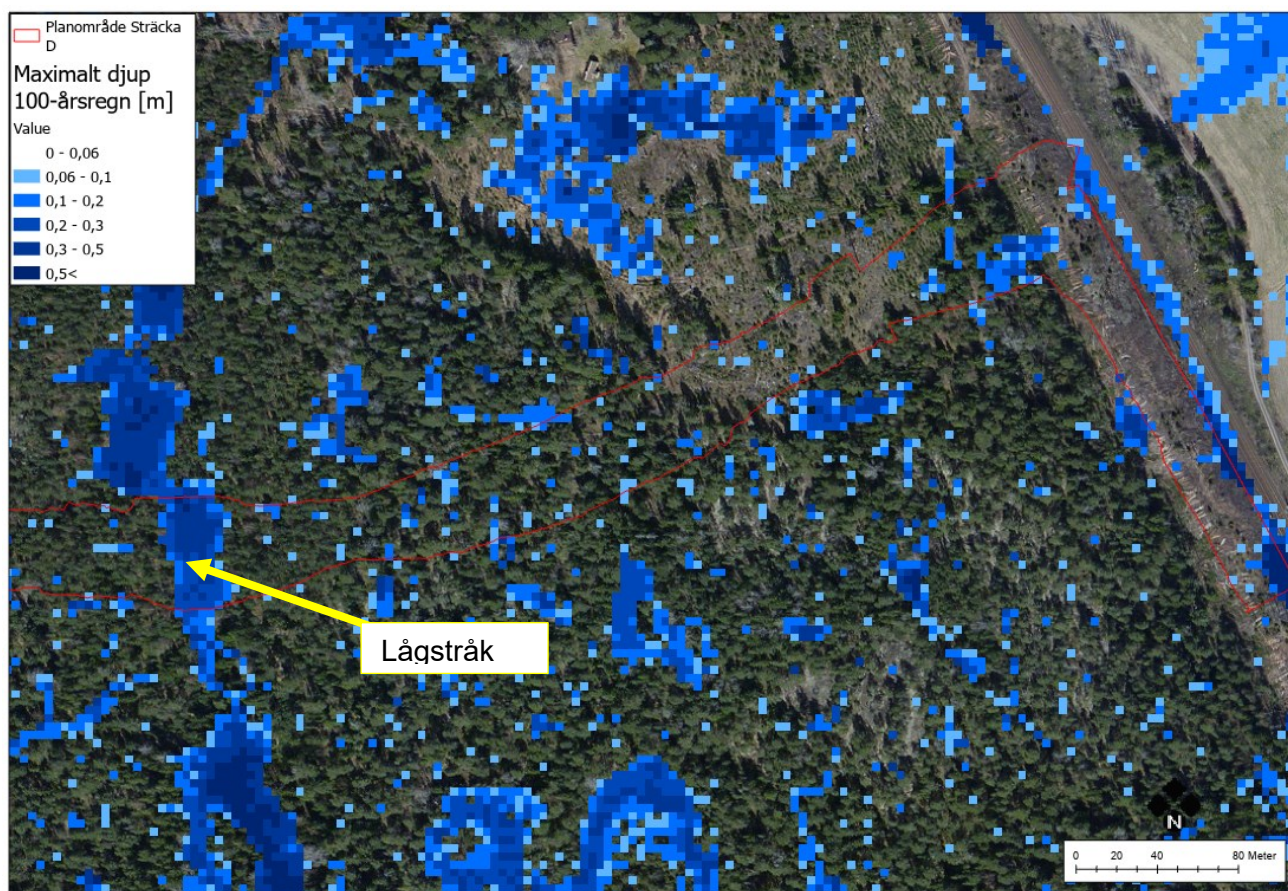


Figur 5-11. Flera lågstråk finns där spårvägen föreslås, se gulmarkerat. Vatten från dessa behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.1.11 Väst om befintlig järnväg

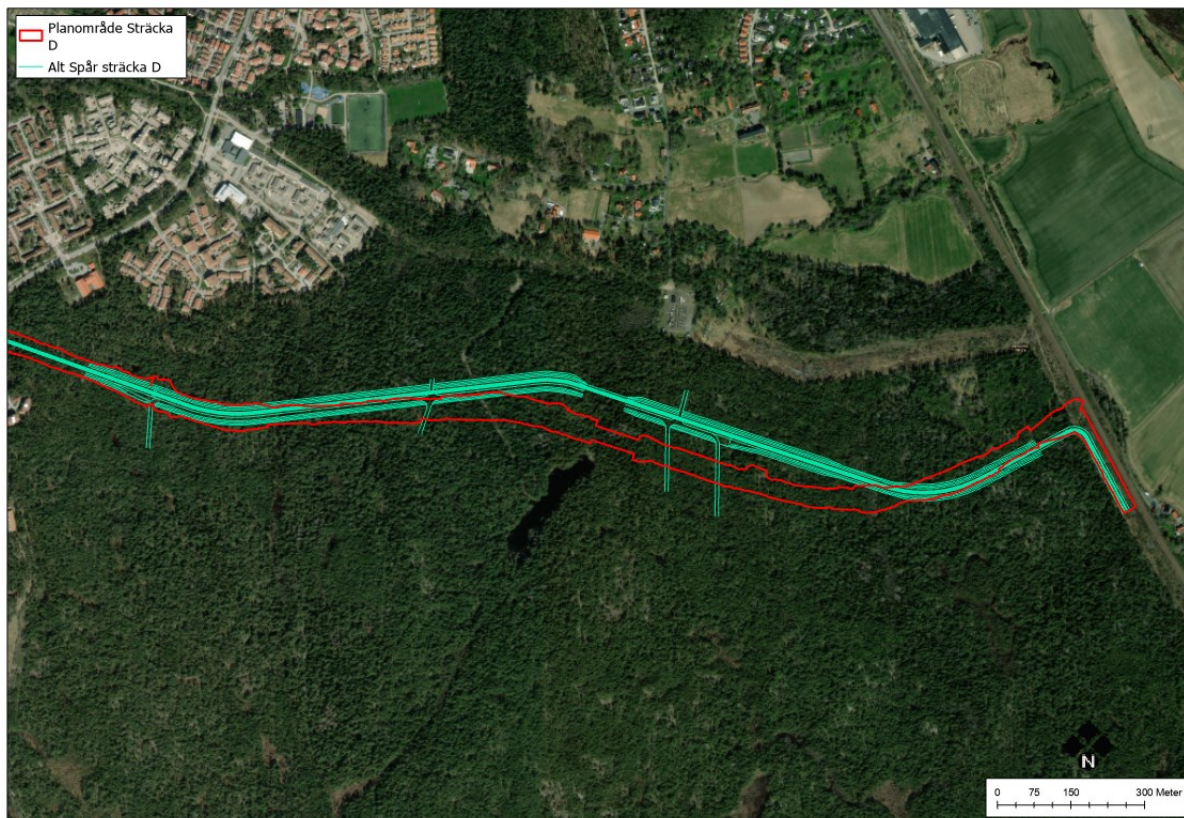
Ett lågstråk finns där spårvägen föreslås, se Figur 5-12. Vatten från dessa behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.



Figur 5-12. Ett lågstråk finns där spårvägen föreslås. Vatten från detta behöver hanteras vid anläggandet av spårvägen.

5.2 Framtida förhållanden

Nedan följer en presentation av resultatet av simuleringarna med planerad höjdsättning av spårvägen. För område 9, 10 och 11 redovisas även en alternativ sträckning norr om stordammen, se Figur 5-13.

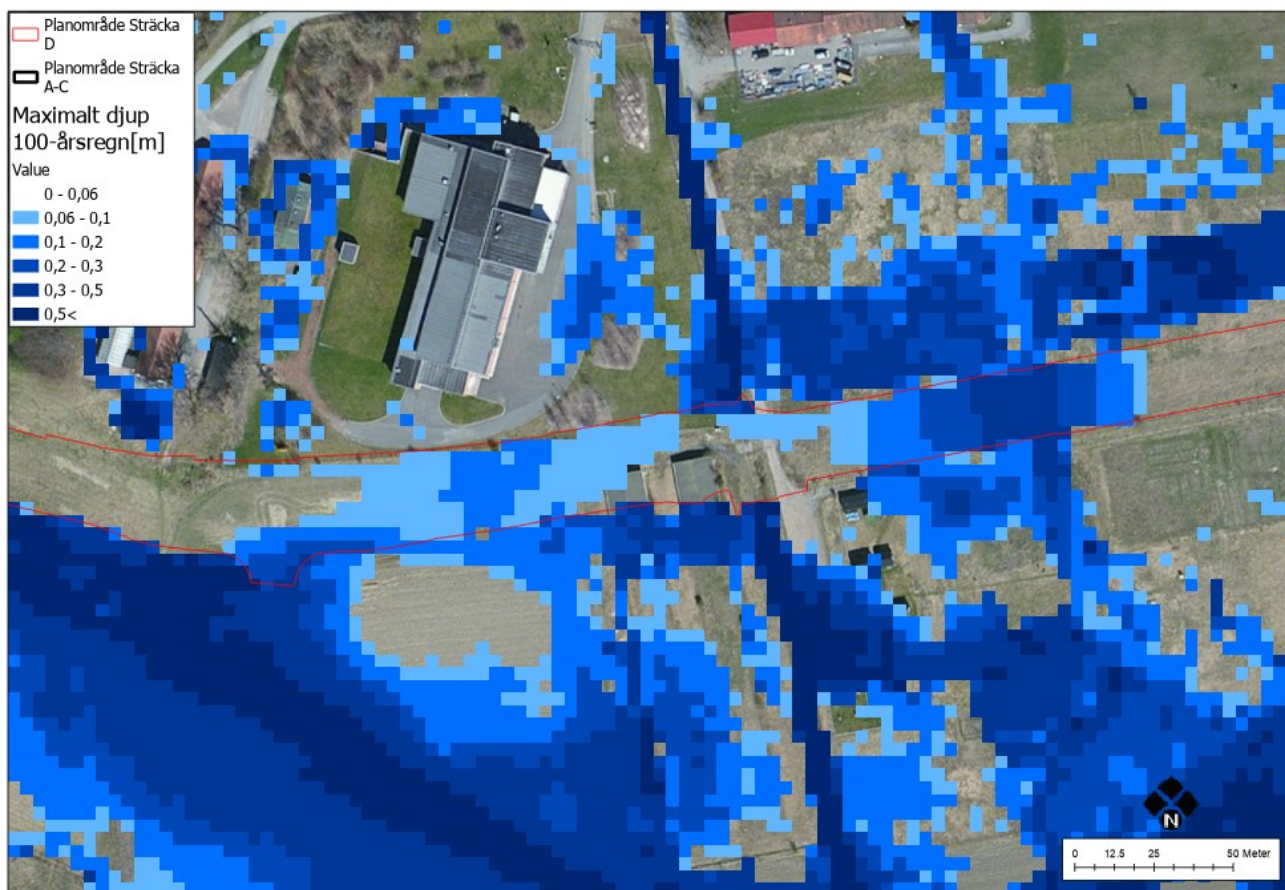


Figur 5-13. Översikt över alternativ sträckning norr om stordammen.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.1 Område 1 – Gottsunda Allé

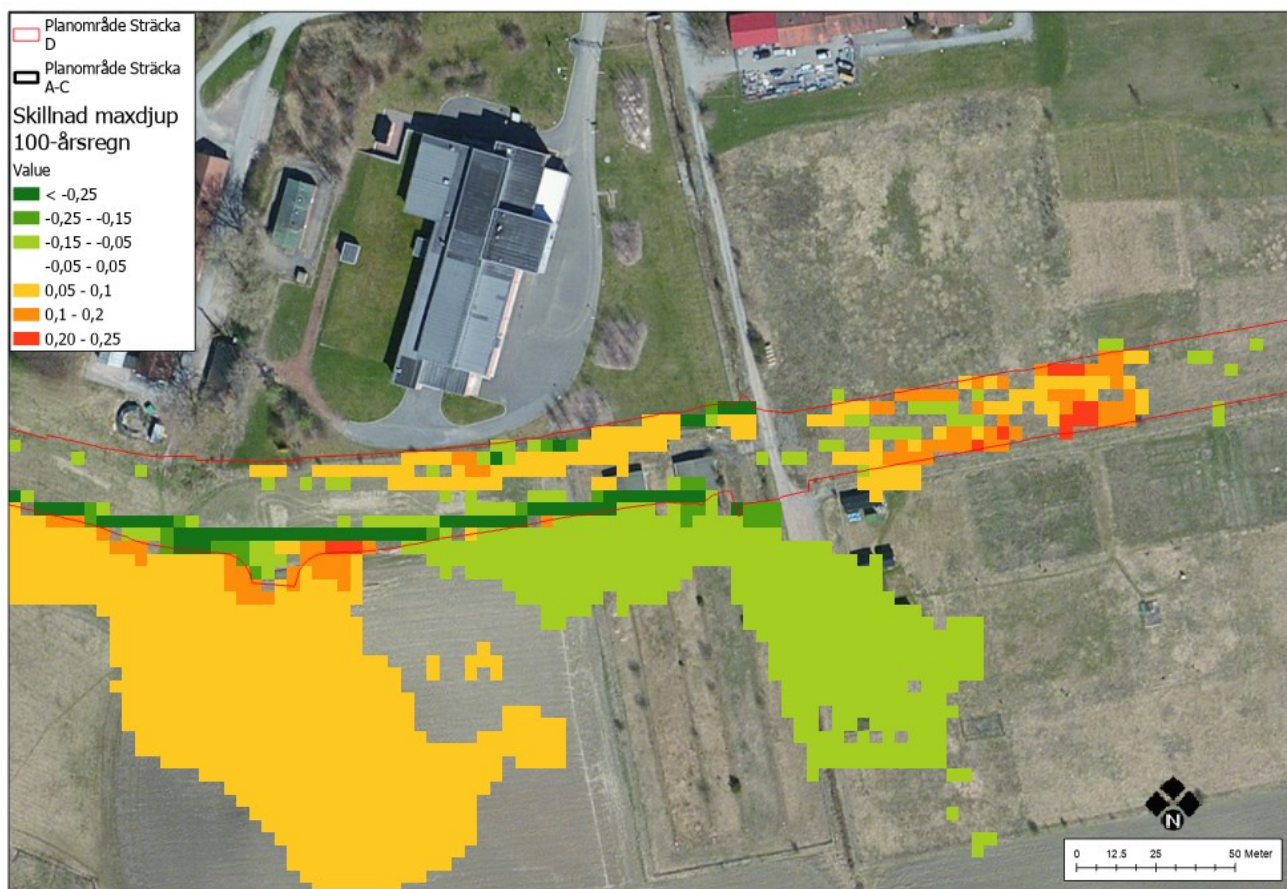
Likt vid befintlig situation visar Figur 5-14 att det vid framtida förhållanden finns en översvämningssituation vid Gottsunda Allé med maximala vattendjup som överstiger 0,3 m vid ett 100-årsregn. Lösningförslag för detta finns beskrivet i separat utredning för Bäcklösadiket (Norconsult, 2022)



Figur 5-14. Beräknade maximala vattendjup vid planerad situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatafaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

Figur 5-15 visar att planerad höjsättning av spårvägen ger upphov till en förflyttning av vattenmängder där det maximala vattendjupet söder om Gottsunda Allé beräknas öka på grund av att flödet trängs bort från spårvägen.

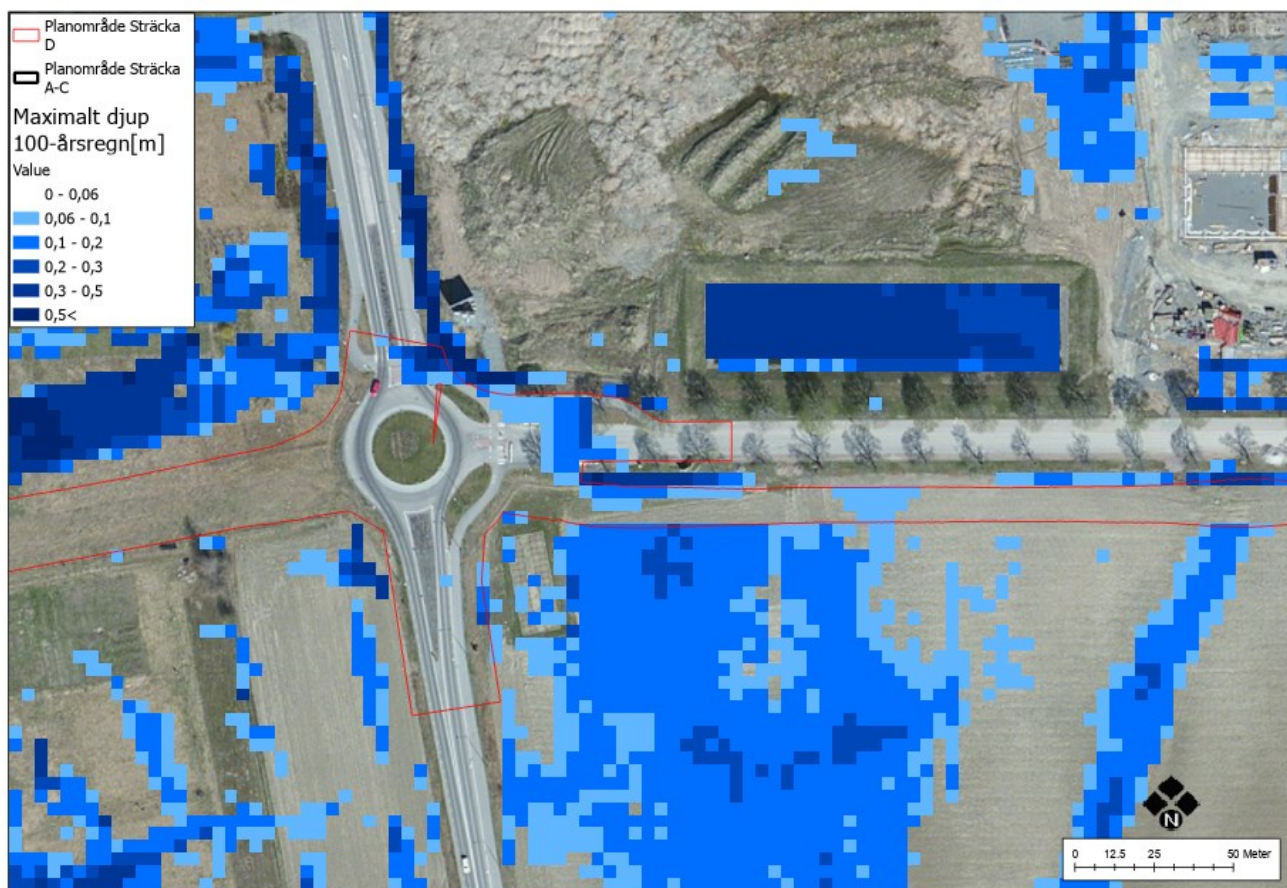


Figur 5-15. Skillnad i maximalt vattendjup mellan framtida och befintlig situation vid studerat 100-årsregn med klimatkfaktor

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.2 Område 2 – Korsning Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg

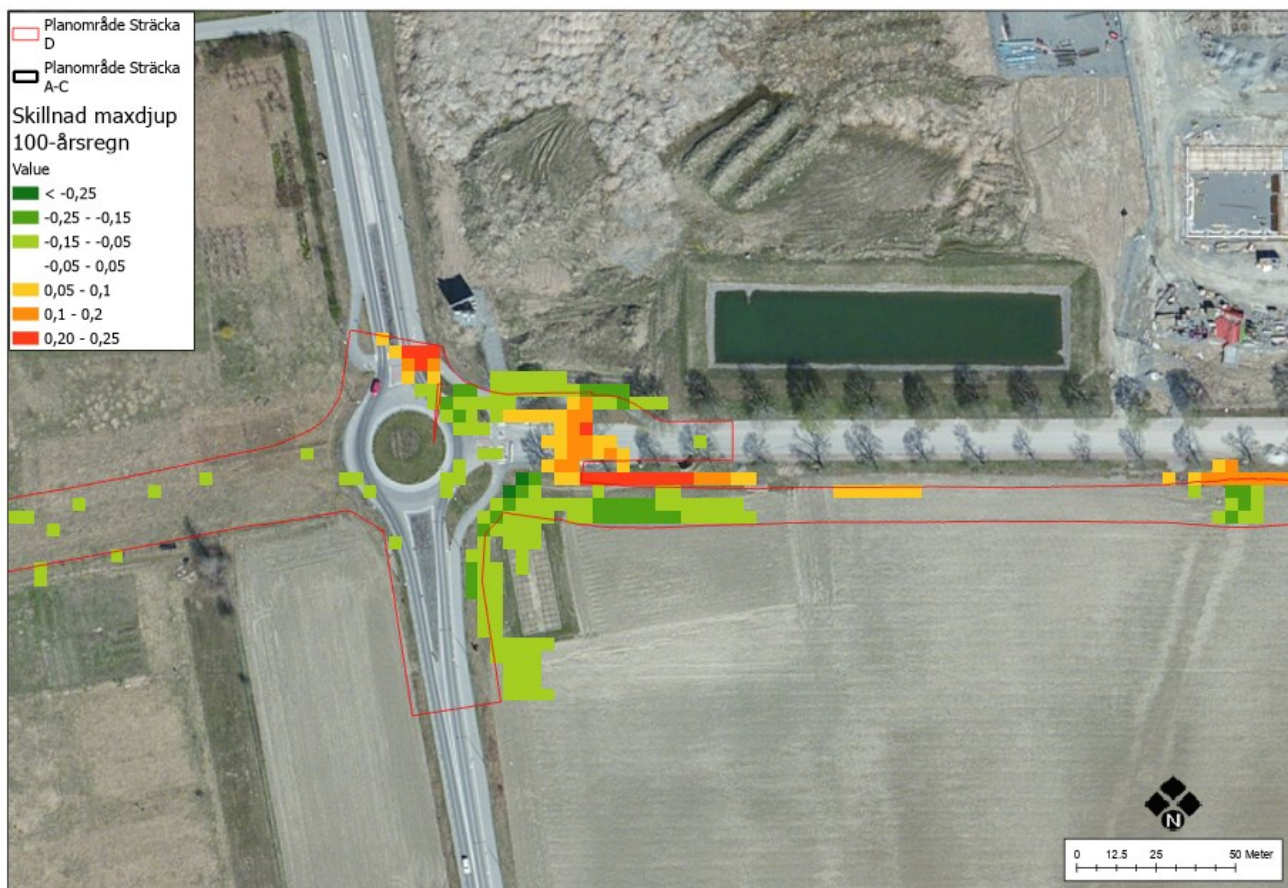
Figur 5-16 visar att spårvägens planerade höjdsättning ger upphov till stående vatten öster om korsningen Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg där ett vattendjup upp mot ca 0,2 m beräknas. Vattendjupet beror på en större flödesväg som kommer norrifrån



Figur 5-16. Beräknade maximala vattendjup vid planerad situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatkfaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

I Figur 5-17 ses att spårvägens höjdsättning ger ett ökat vattendjup på Ultunaallén men ett minskat vattendjup där spårvägen planeras.

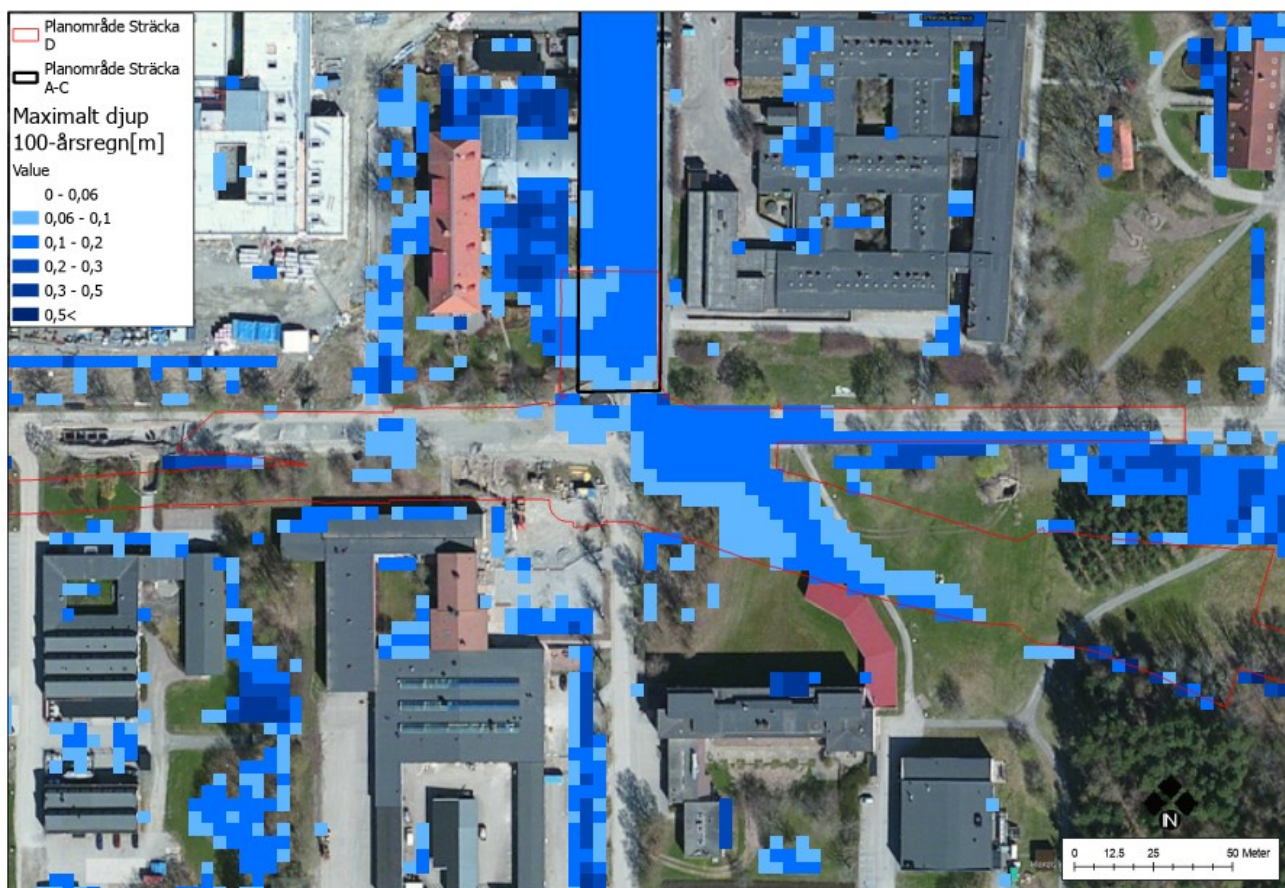


Figur 5-17. Skillnad i maximalt vattendjup mellan framtida och befintlig situation vid studerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.3 Område 3 – korsning Ultunaallén – Ulls väg

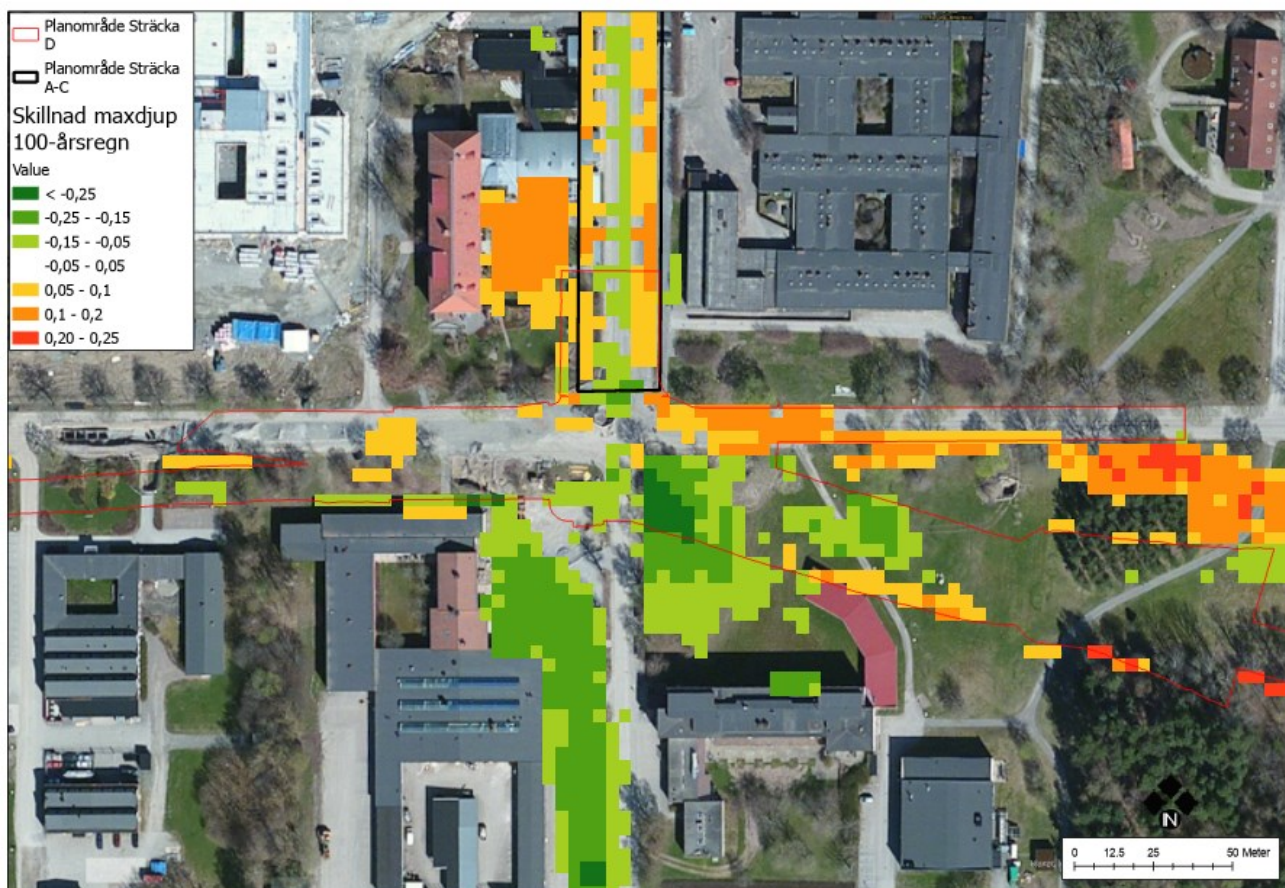
Ett större område vid korsningen Ultunaallén – Ulls väg riskerar att översvämmas, se Figur 5-18. En orsak till detta är att marken lutar åt öster vilket gör att stora flöden rinner längs spårvägen och Ultunaallén



Figur 5-18. Beräknade maximala vattendjup vid planerad situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatafaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

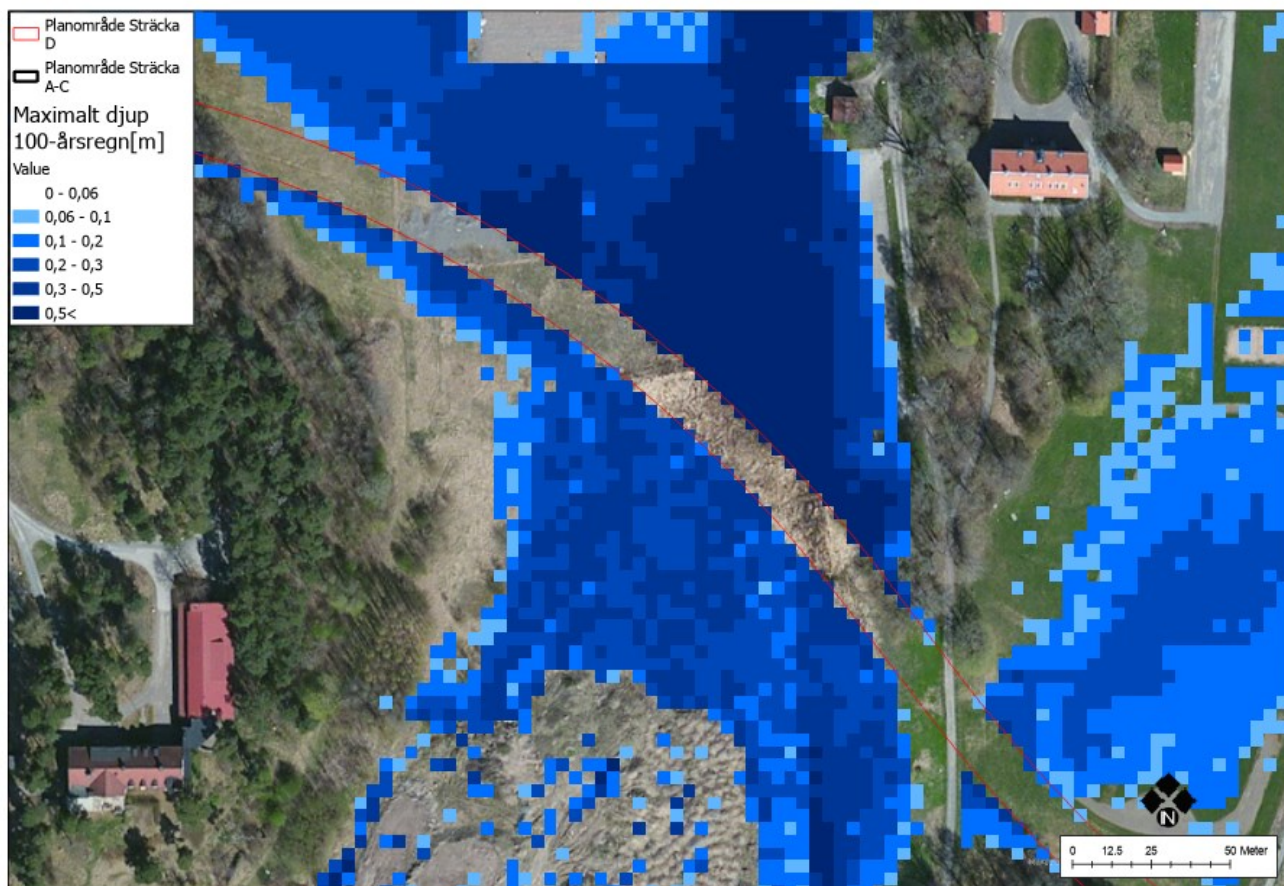
Figur 5-19 visar att vattendjupet ökar längs med Ultunaallén och minskar längs den planerade spårvägen.



Figur 5-19. Skillnad i maximalt vattendjup mellan framtida och befintlig situation vid studerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,3.

5.2.4 Område 4 – Åkermark

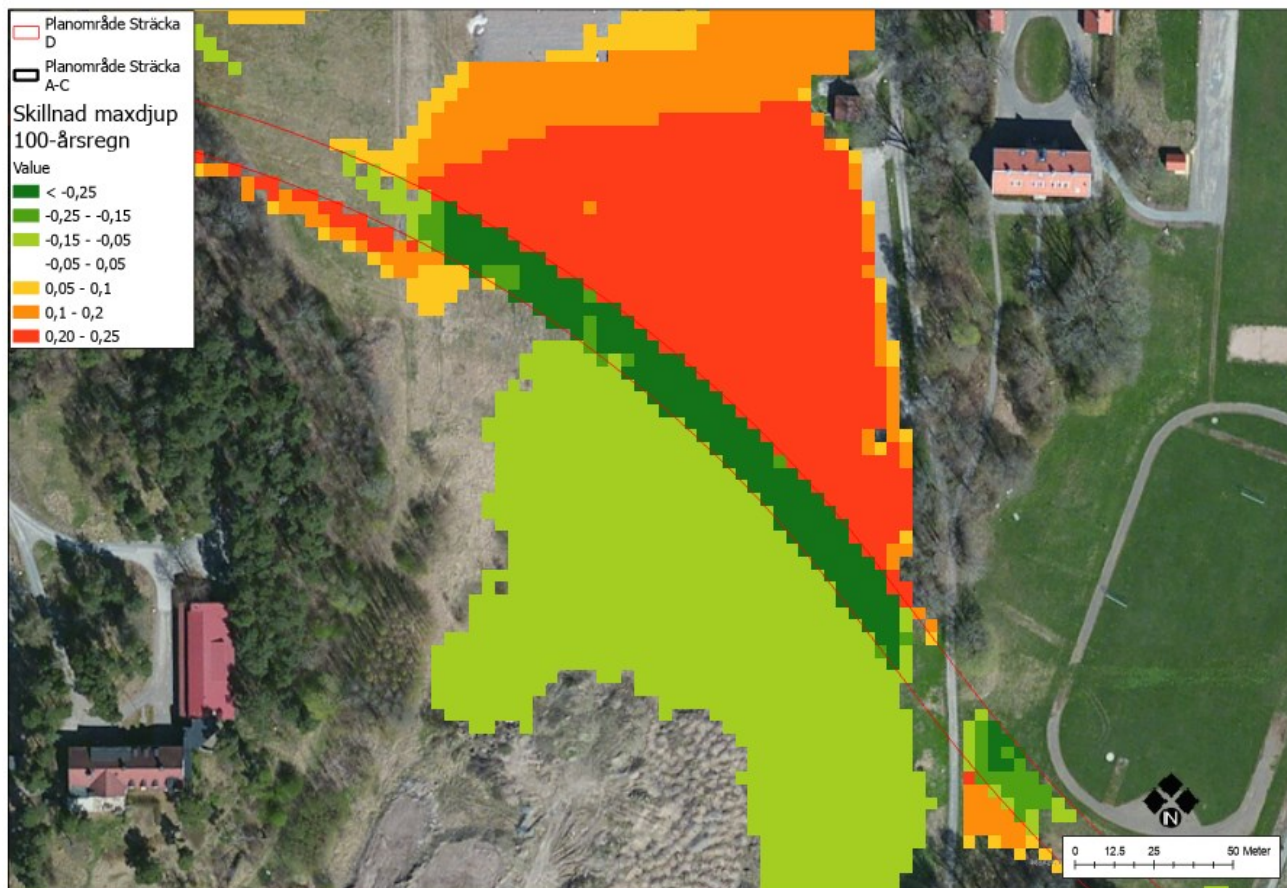
I Figur 5-20 ses att maximala vattendjup på ca 0,7 m beräknas norr om spårvägen. Inget stående vatten finns på spårvägen. På grund av att denna går på bro eller hög vall med nivåer på RUK mellan +10 och +16.



Figur 5-20. Beräknade maximala vattendjup vid framtida situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatafaktor 1,3.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

Figur 5-21 visar att spårvägens planerade upphöjning vid beräknas ge ökade maximala vattendjup norr om spårvägen. Skillnaden beror på att spårvägen blockerar flöden som kommer norr om denna.

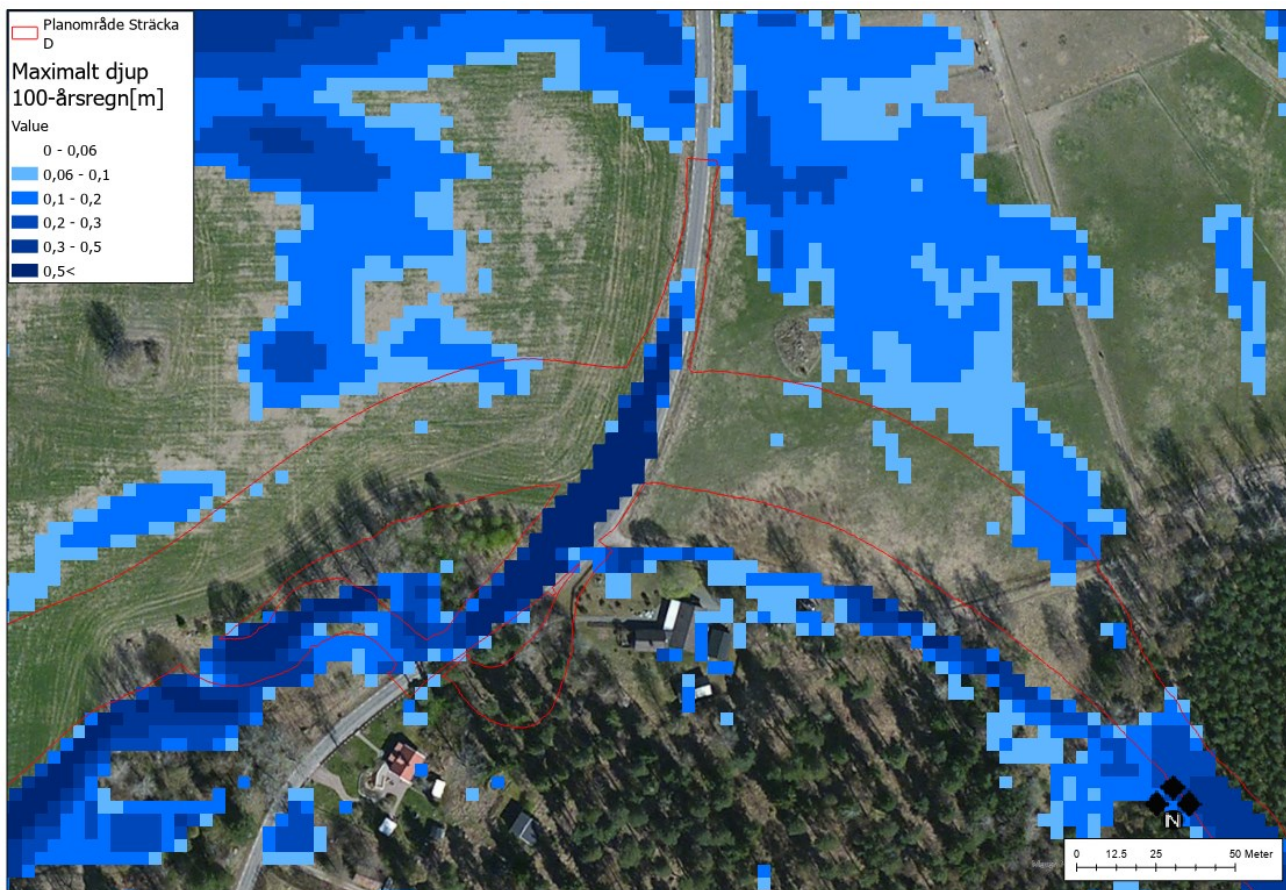


Figur 5-21. Skillnad i maximalt vattendjup mellan framtida och befintlig situation vid studerat 100-årsregn med klimatfaktor

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.5 Område 5 Hemslöjdsvägen

Underfarten för Hemslöjdsvägen påverkas med ett vattendjup på upp till 1,4 meter, se Figur 5-22.

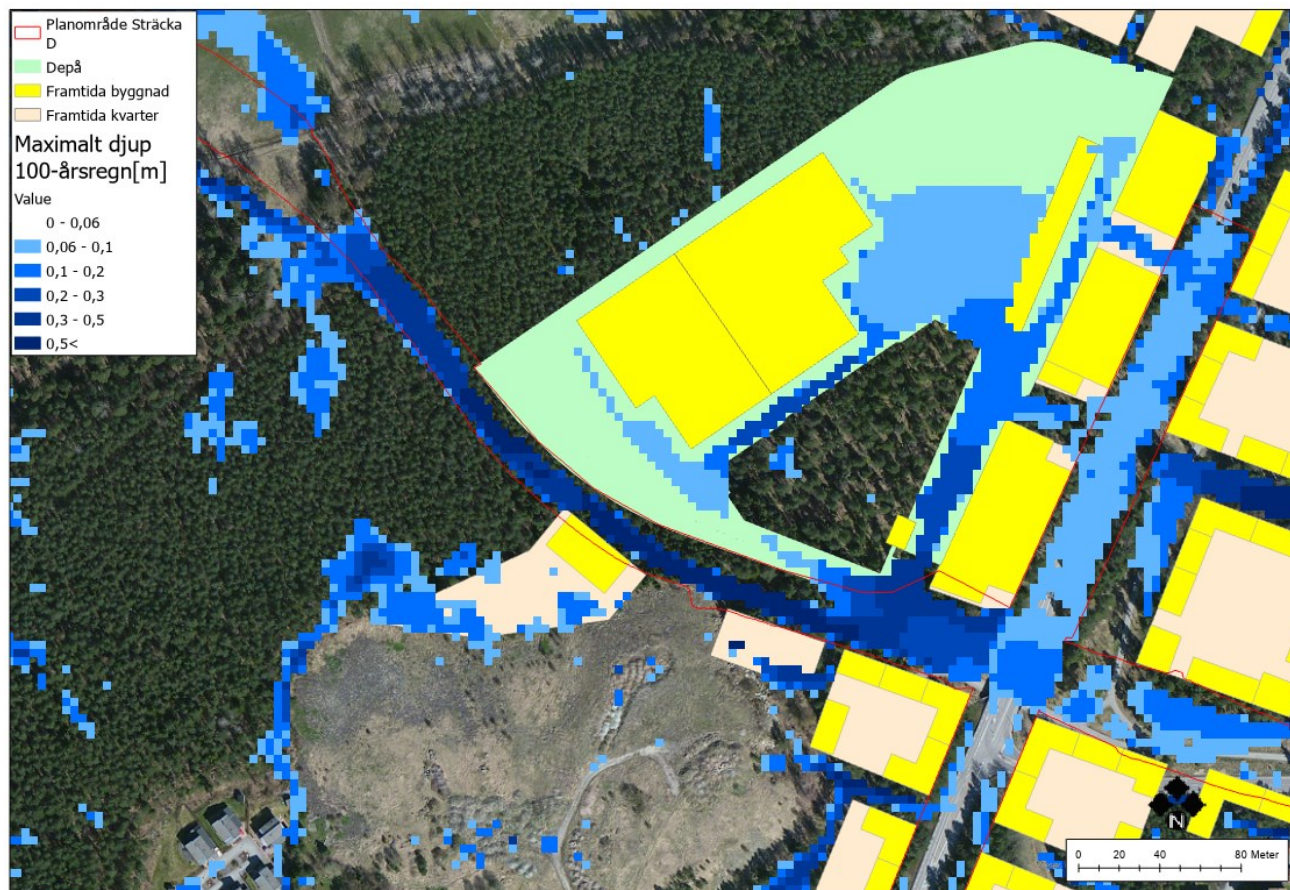


Figur 5-22. Beräknade maximala vattendjup vid planerad situation i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatafaktor 1,3. Vattendjupet blir upp till 1,4 meter för underfarten för Hemslöjdsvägen.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.6 Område 6 Depån

Spårvägen söder om depån får ett maximalt vattendjup på upp till 0,7 meter, se Figur 5-23. Depån får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Korsningen mellan spårvägen och Väg 255 får ett maximalt djup på upp till 0,2 meter.



Figur 5-23. Depån får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Korsningen mellan spårvägen och Väg 255 får ett maximalt djup på upp till 0,2 meter.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.7 Område 7, Etapp 1 och 2

Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter, se Figur 5-24. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.

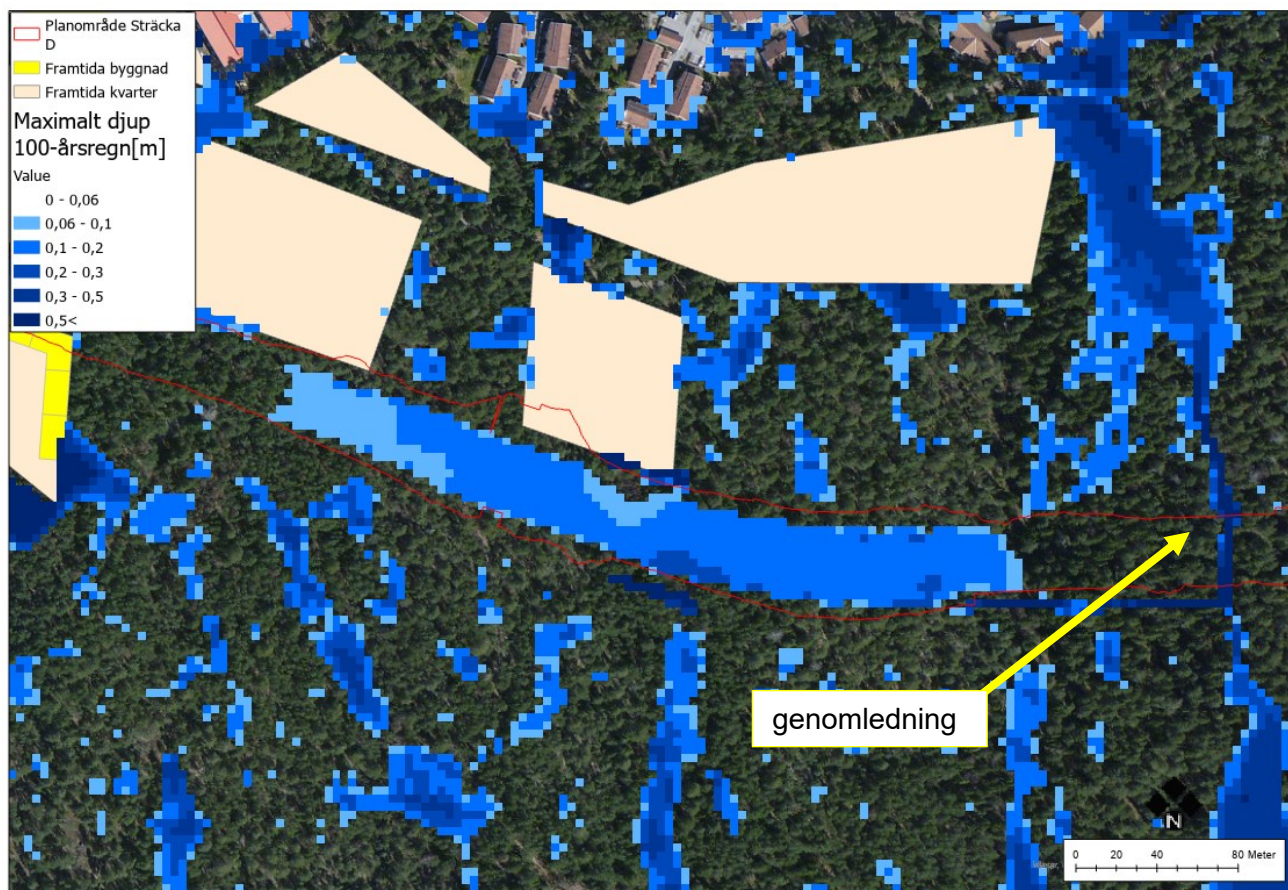


Figur 5-24. Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.8 Område 8, Söder om Sävja

Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter, se Figur 5-25. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.

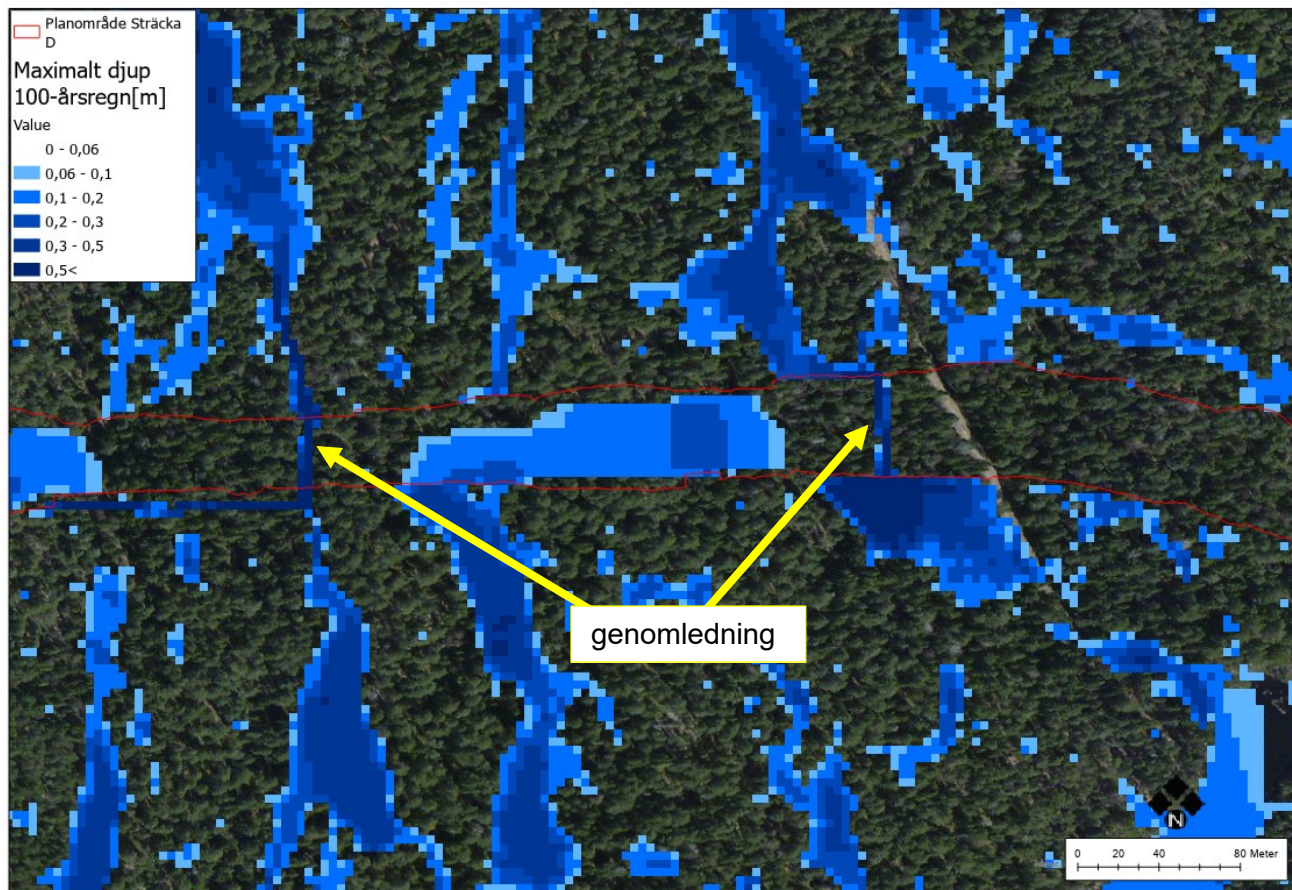


Figur 5-25. Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.9 Område 9, Ost om Sävja

Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,3 meter, se Figur 5-26. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter.

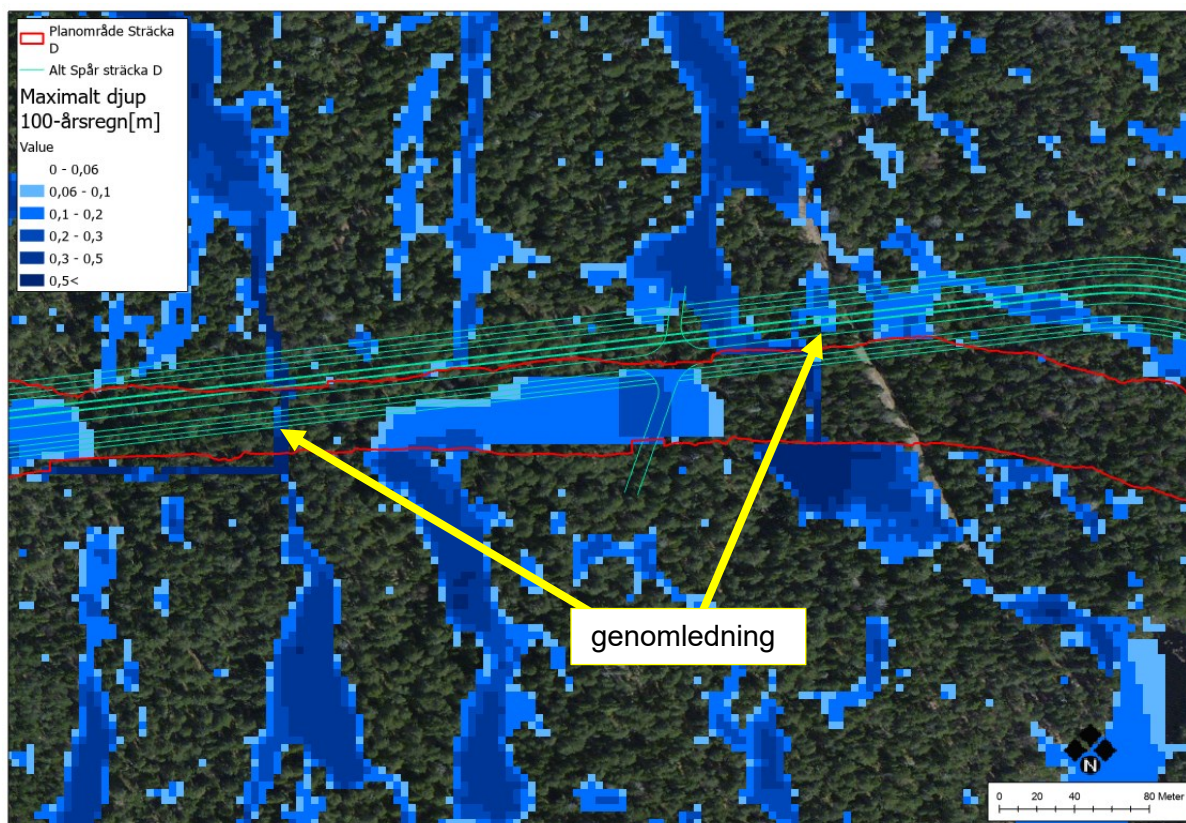


Figur 5-26. Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,3 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 100 meter.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.9.1 Alternativ sträckning

För den alternativa sträckningen behöver genomledningarna läggas på motsvarande plats som huvudalternativet, för att kunna ge en tillräcklig avvattning av området, se Figur 5-27. Även diken längs spårvägen behöver följa denna och leda vatten till genomledningarna. Alternativet har en liknande höjdsättning som huvudalternativet finns även risk att det översvämmas på motsvarande sätt

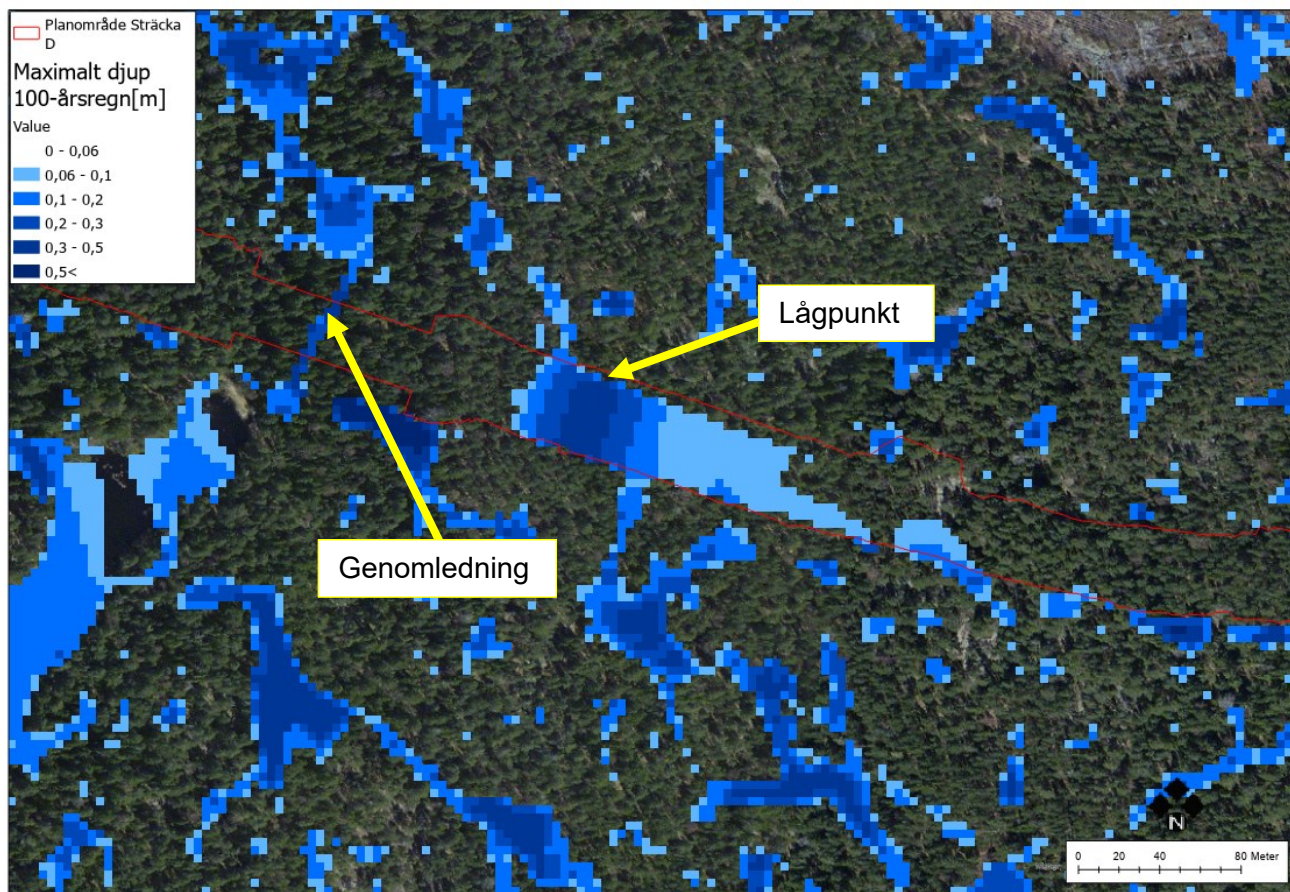


Figur 5-27. Om spårvägen har liknande höjdsättning som huvudalternativet riskerar denna att få ett maximalt vattendjup på upp till 0,3 meter. Översvämning över 0,06 meter riskerar då att ske ske på en sträcka av cirka 100 meter.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.10 Område 10, Syd om Kvarnbacken

Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter, se Figur 5-28. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 140 meter.

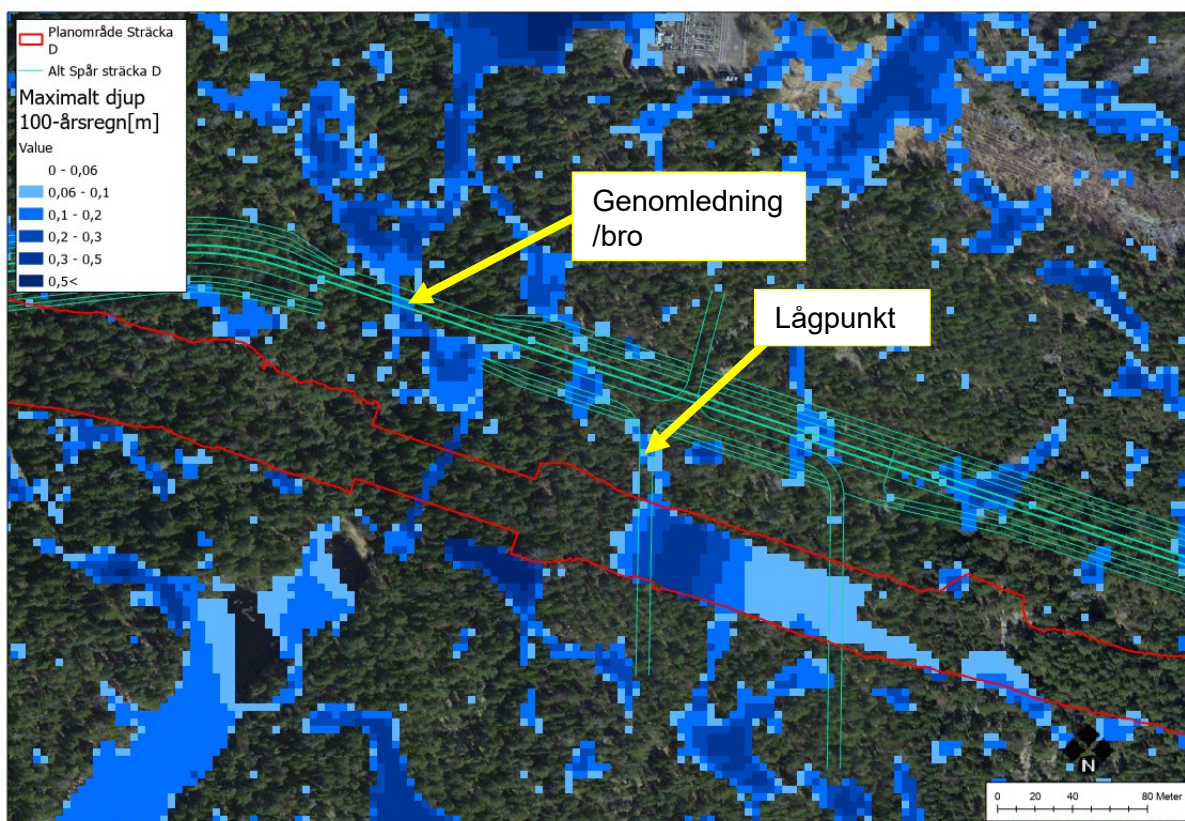


Figur 5-28. Spårvägen har en lågpunkt som får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 80 meter. För att avhjälpa detta behöver vattnet ledas med dike till genomledningen/bron

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.10.1 Alternativ sträckning

För den alternativa sträckningen behöver genomledningarna läggas på motsvarande plats som huvudalternativet, för att kunna ge en tillräcklig avvattning av området, se Figur 5-29. Även diken längs spårvägen behöver följa denna och leda vatten till genomledningen/bron. Alternativet har en liknande höjdsättning som huvudalternativet finns även risk att det översvämmas på motsvarande sätt.

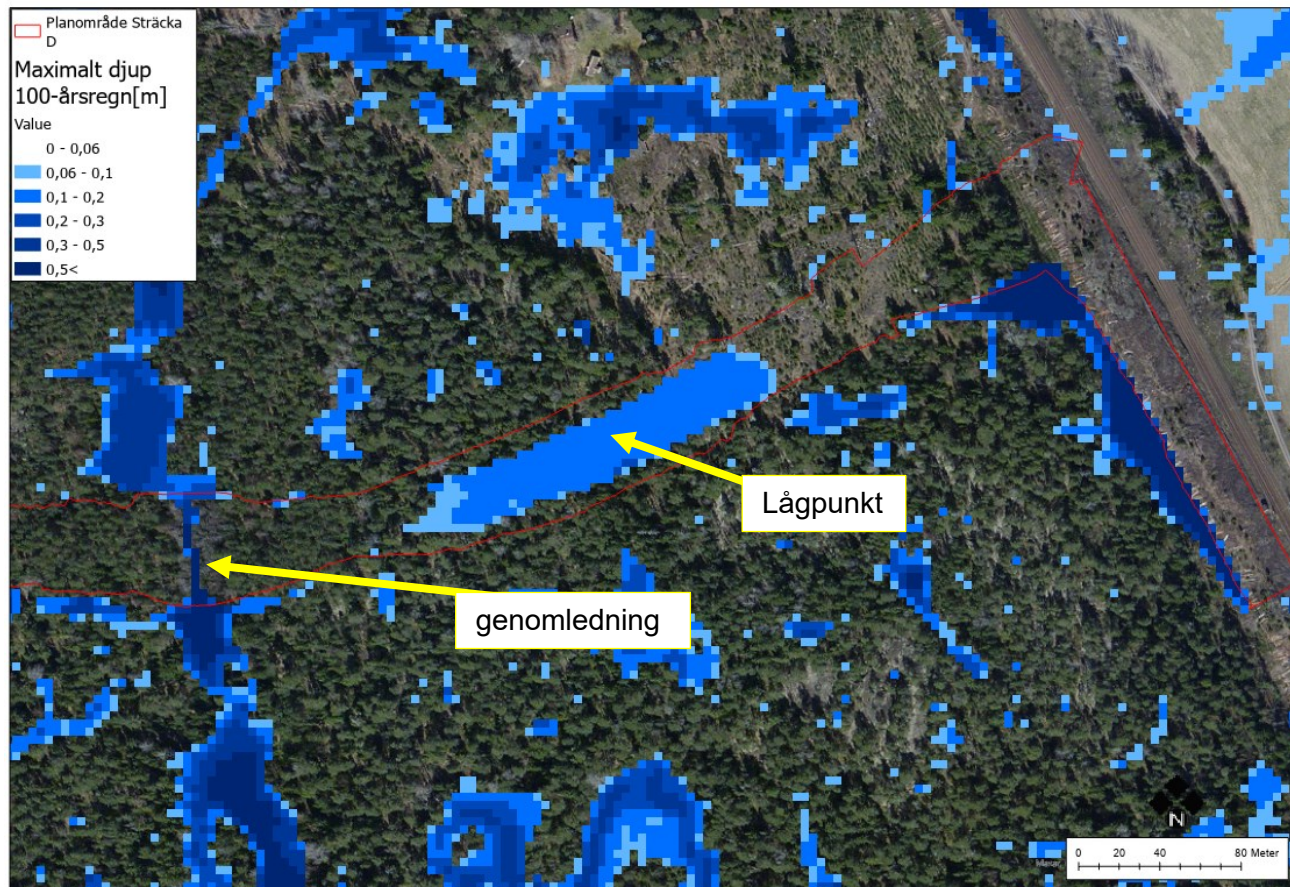


Figur 5-29. Om spårvägen har liknande höjdsättning som huvudalternativet riskerar denna att få ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Översvämning över 0,06 meter riskerar att ske på en sträcka av cirka 80 meter.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.11 Område 11, Väster om befintlig järnväg

Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter, se Figur 5-30. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter. Ett instängt område skapas söder om anslutningen mot befintlig järnväg.

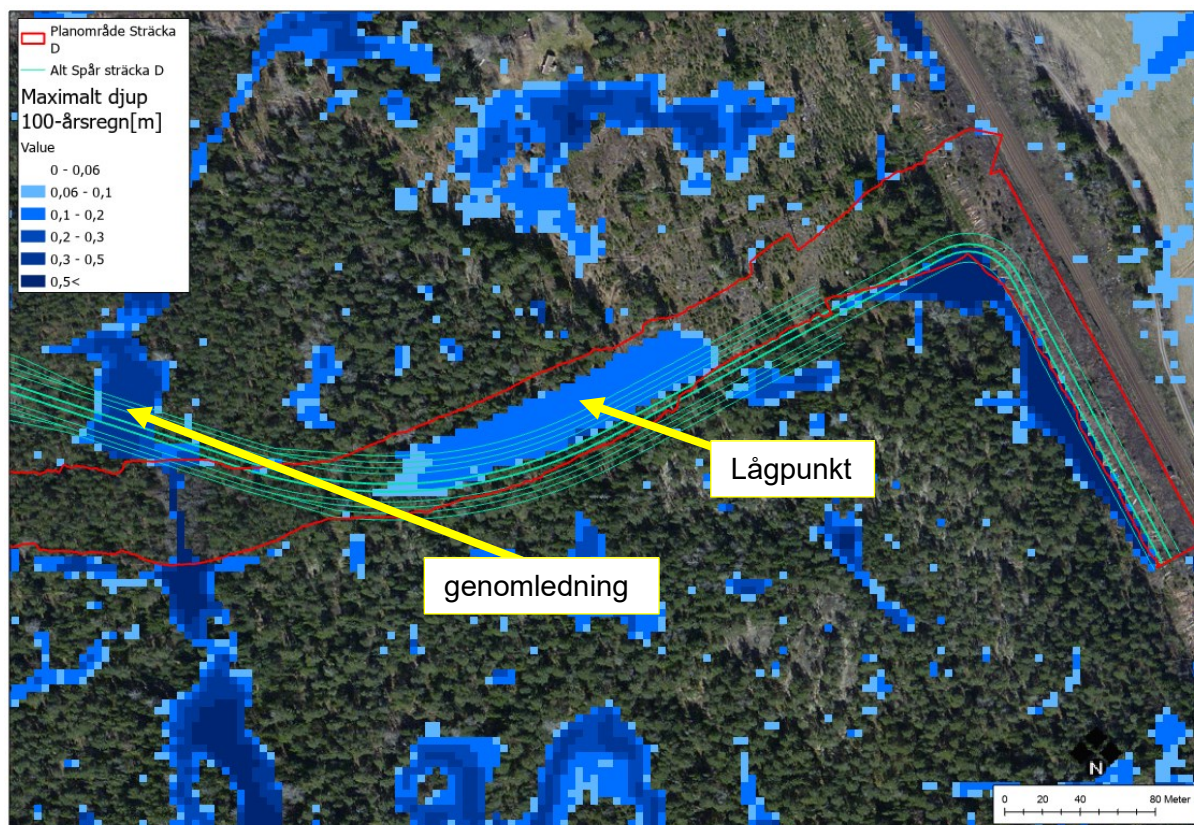


Figur 5-30. Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter. Ett instängt område skapas söder om anslutningen mot befintlig järnväg.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.2.11.1 Alternativ sträckning

För den alternativa sträckningen behöver genomledningarna läggas på motsvarande plats som huvudalternativet, för att kunna ge en tillräcklig avvattning av området, se Figur 5-31. Även diken längs spårvägen behöver följa denna och leda vatten till genomledningen. Alternativet har en liknande höjdsättning som huvudalternativet finns även risk att det översvämmas på motsvarande sätt.



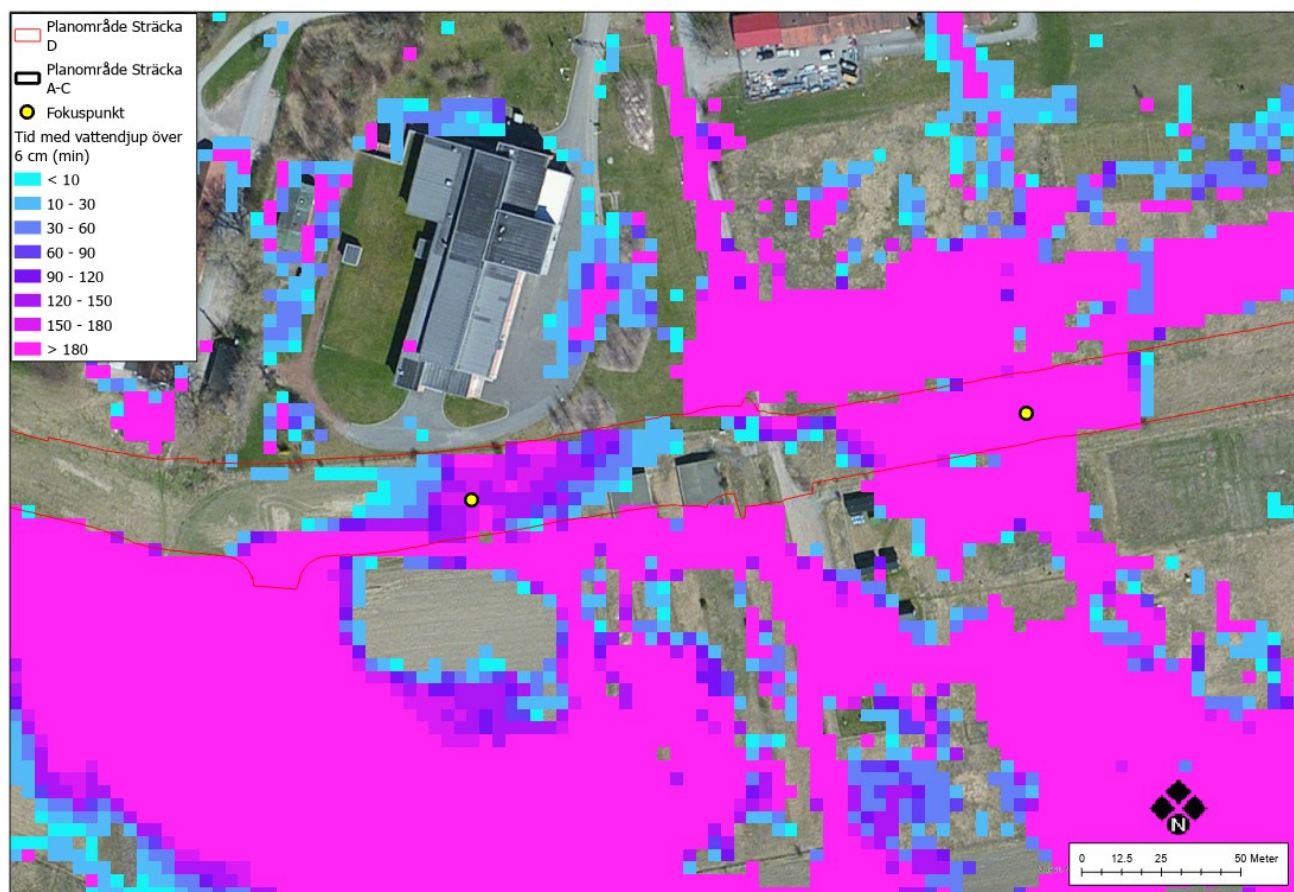
Figur 5-31. Om spårvägen har liknande höjdsättning som huvudalternativet riskerar denna att få ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter. Ett instängt område skapas söder om anslutningen mot befintlig järnväg.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

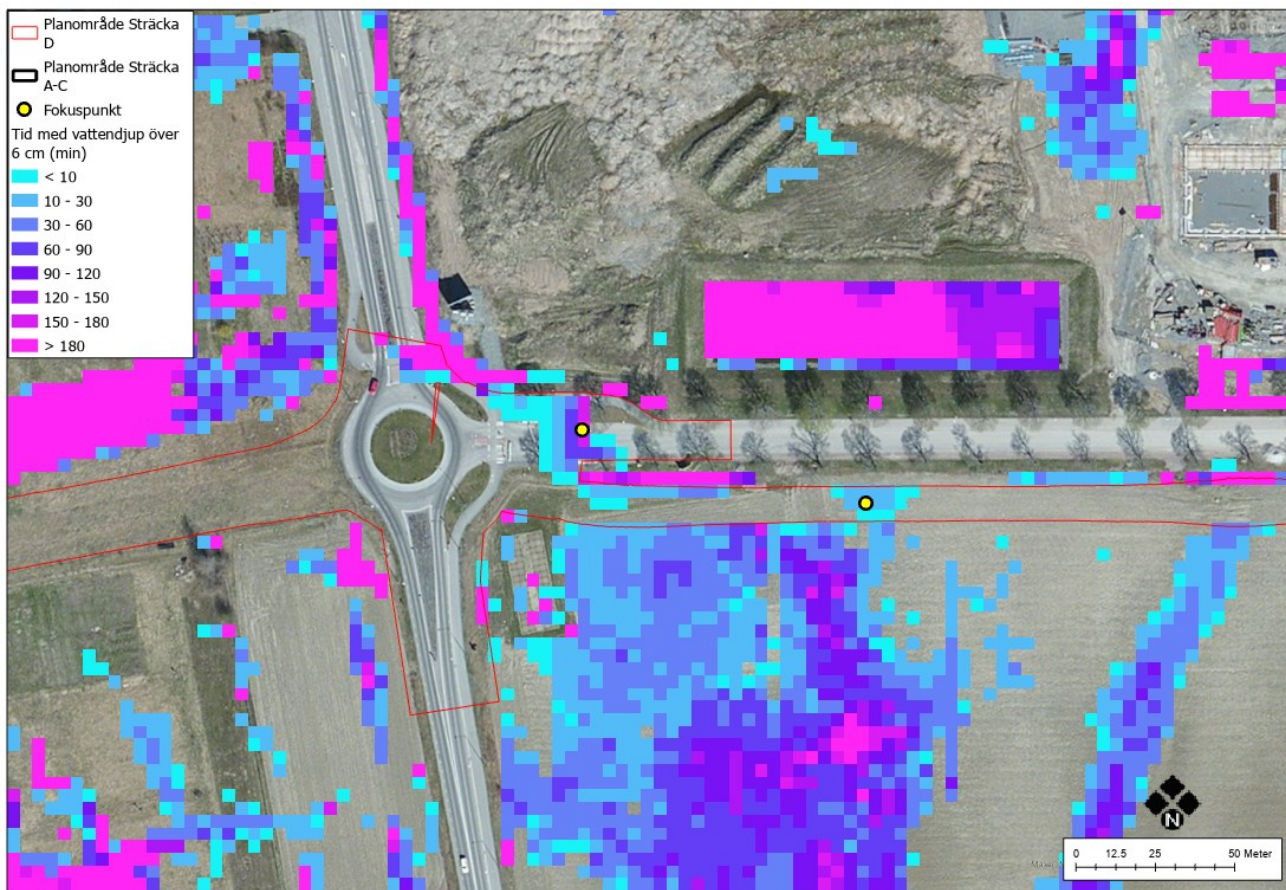
5.3 Tid med stående vatten på spår

Under följande avsnitt presenteras resultat med hur länge ett vattendjup på minst 6 cm beräknas stå på spåren vid simuleringar med 10-, 30- och 100-årsregn. Det bör poängteras att vattendjupet är ovan marknivå på höjdmodellen med upplösning 4x4 m och att inga eventuella lokala upphöjningar av spåret för en högre rälsöverkant har tagits hänsyn till i framtagandet av tiden för vattendjupet. Riktlinjen 6 cm är utifrån uppgifter från Uppsala kommun om att ett vattendjup över 6 cm över rälsöverkant innebär att trafiken stannar.

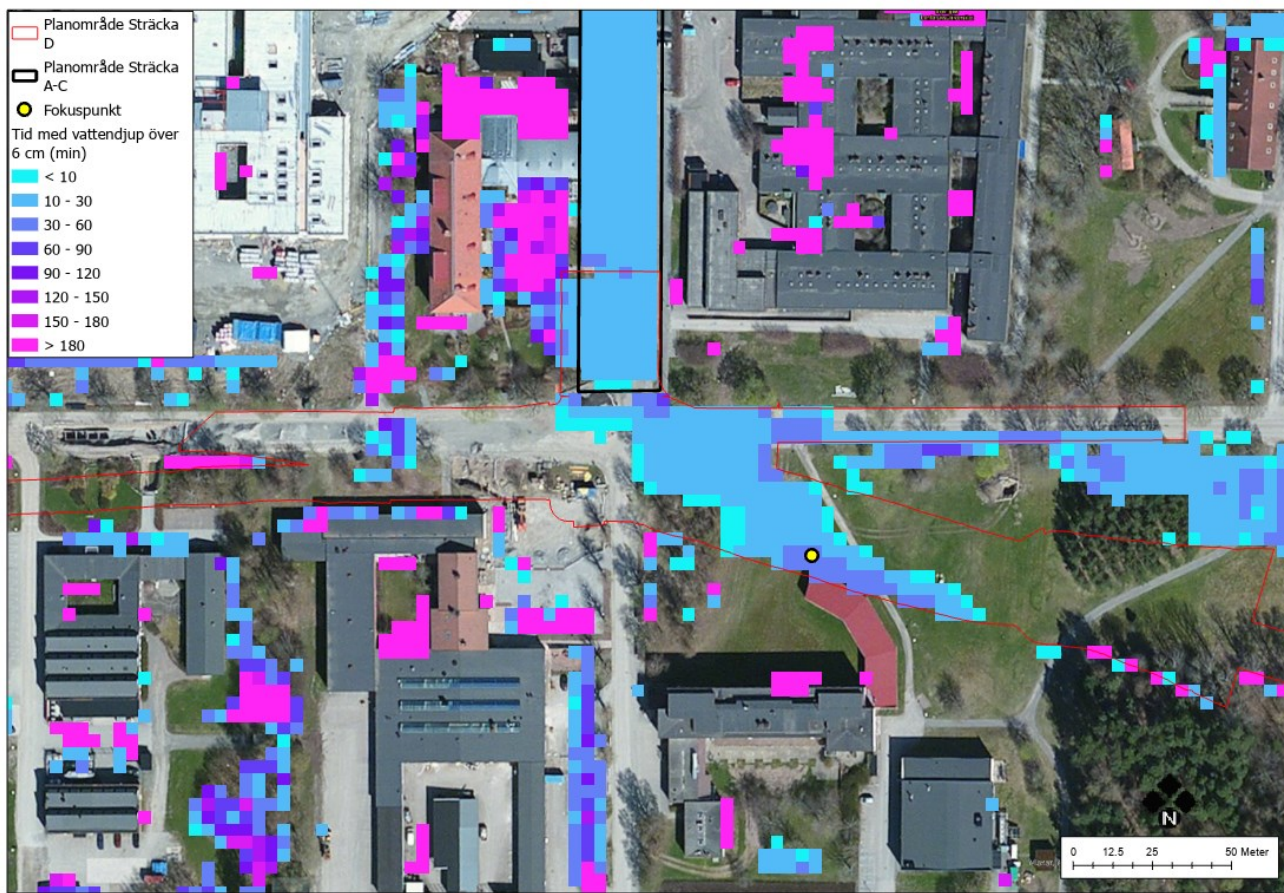
I Figur 5-32 - Figur 5-41 redovisas utvalda platser inom planområdet där vatten samlas på spåren med områden utifrån den tid som ett vattendjup över 6 cm beräknas förekomma vid ett 100-årsregn med sex timmars varaktighet och klimatfaktor 1,3. I tabell redovisas sedan tiden med stående vatten över 6 cm i en punkt inom respektive plats för ett 10-, 30- och 100-årsregn.



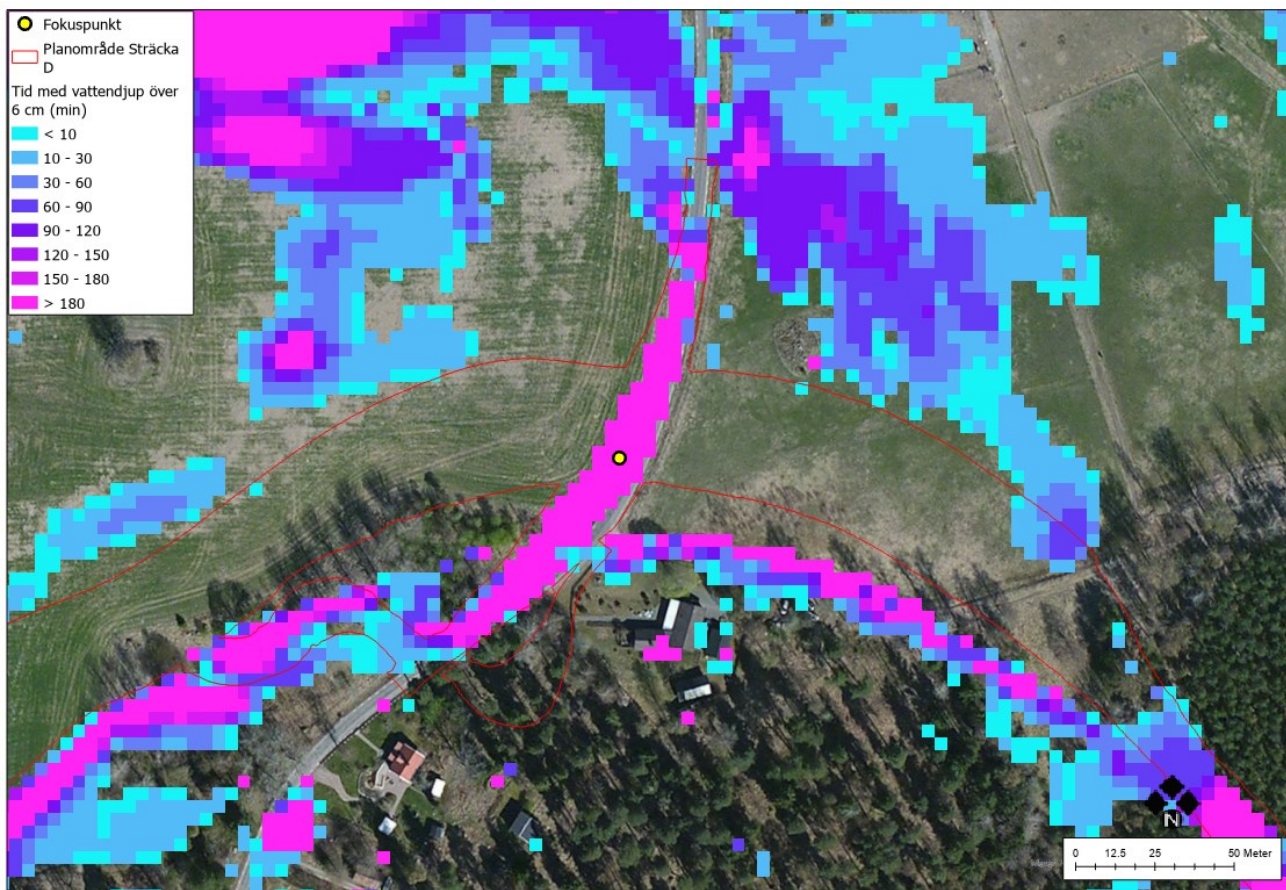
Figur 5-32. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn. Fokuspunkterna är placerade på Gottsunda Allé.



Figur 5-33. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn. Fokuspunkten är placerad på Ultunaallén.

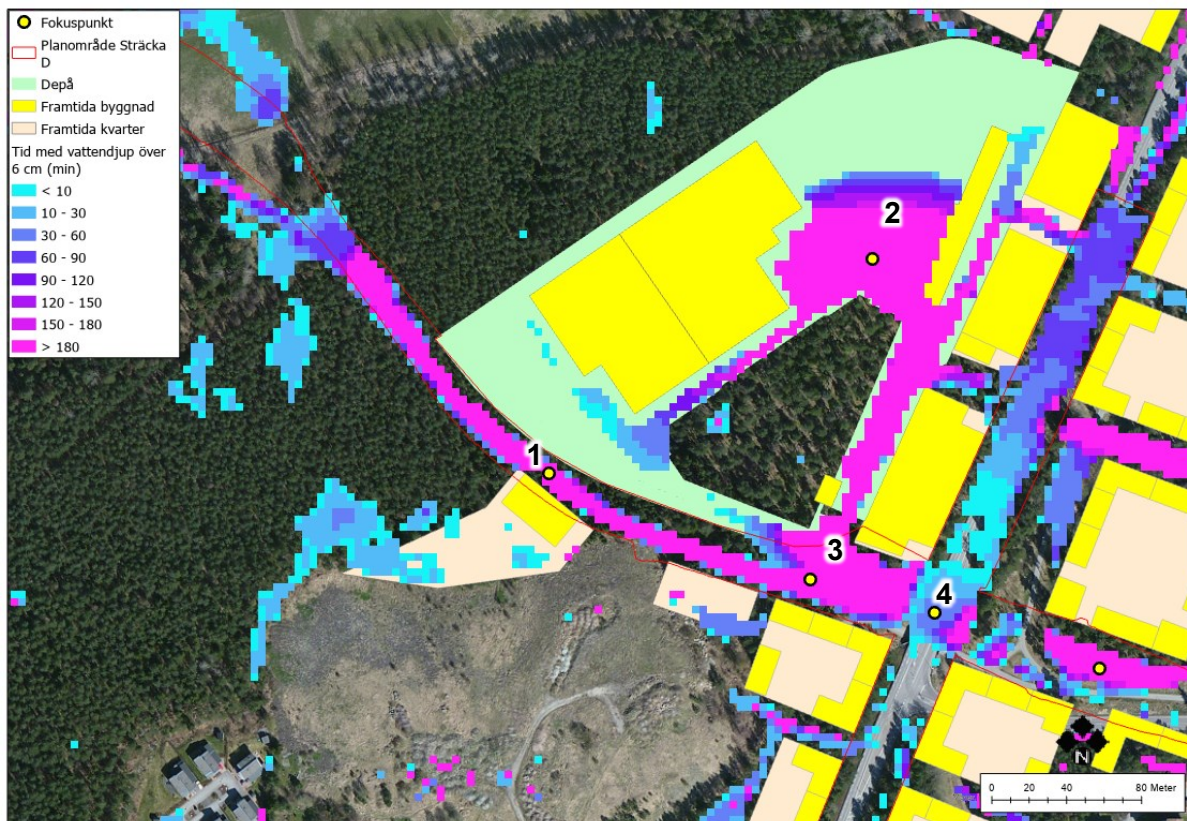


Figur 5-34. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn. Fokuspunkten är placerad på spårvägen, söder om Ultunallen.



Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

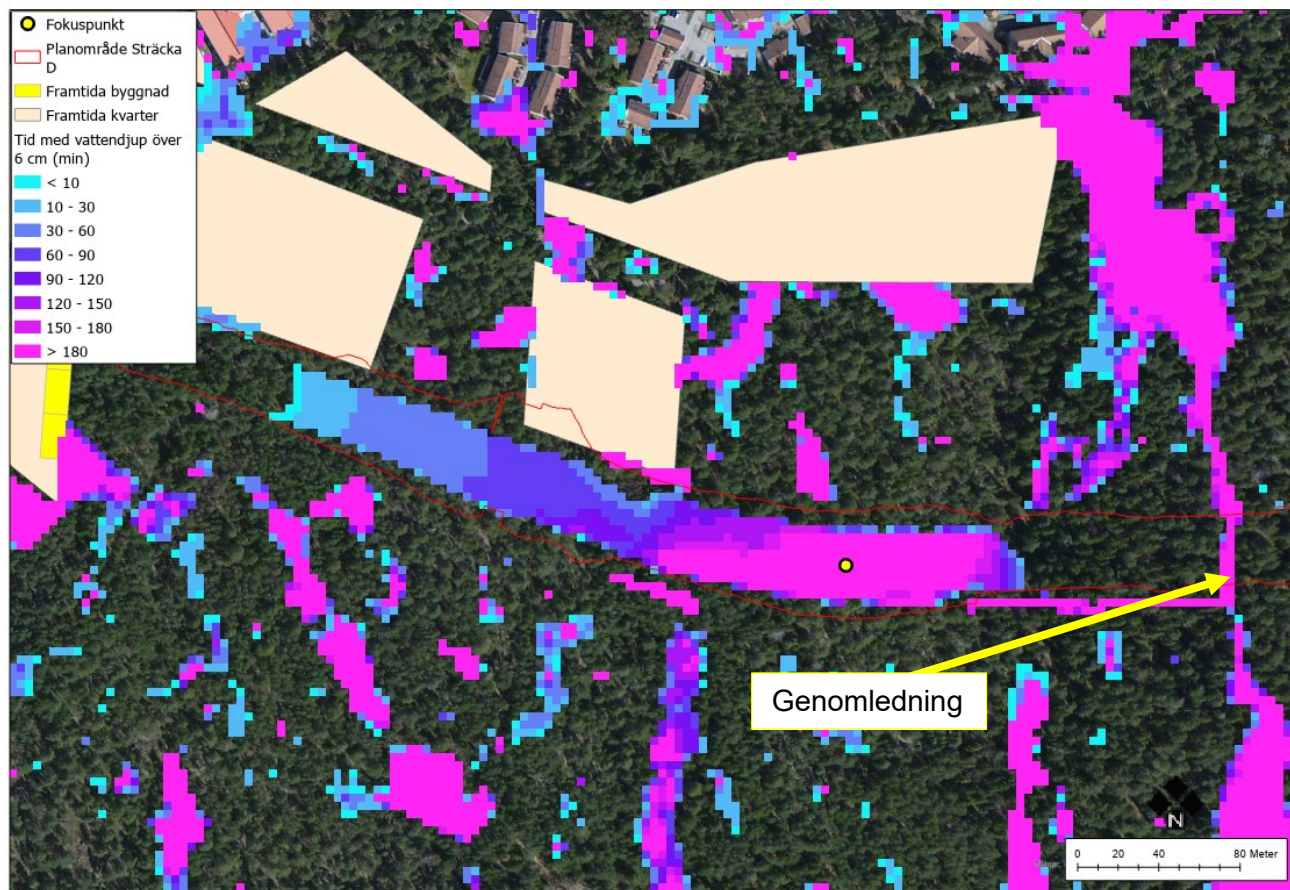
Figur 5-35. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn. Fokuspunkten är placerad mitt på vägunderfarten under spårvägen.



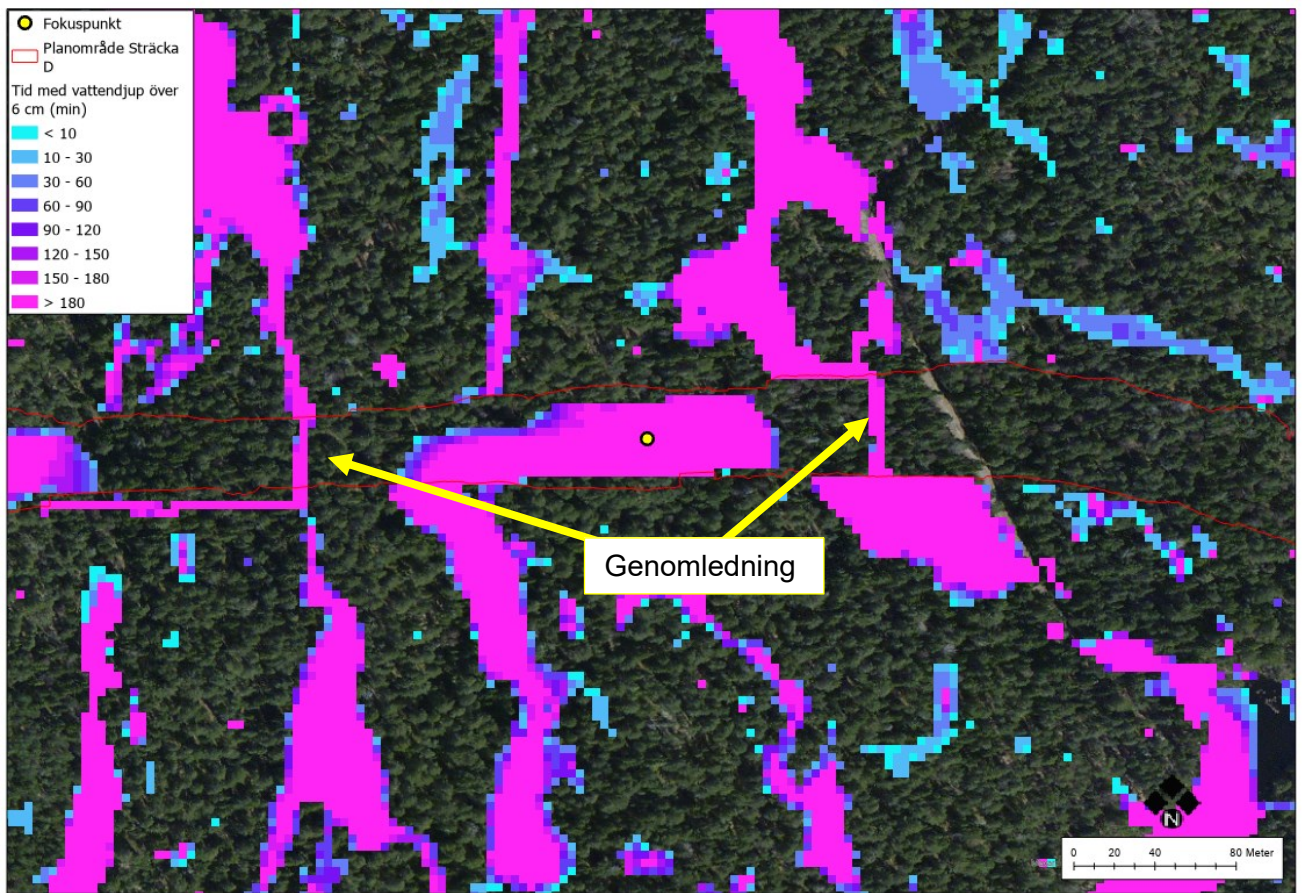
Figur 5-36. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn för området i anslutning till depå. Fokuspunkterna är placerade på spårvägen, depån och väg 255.



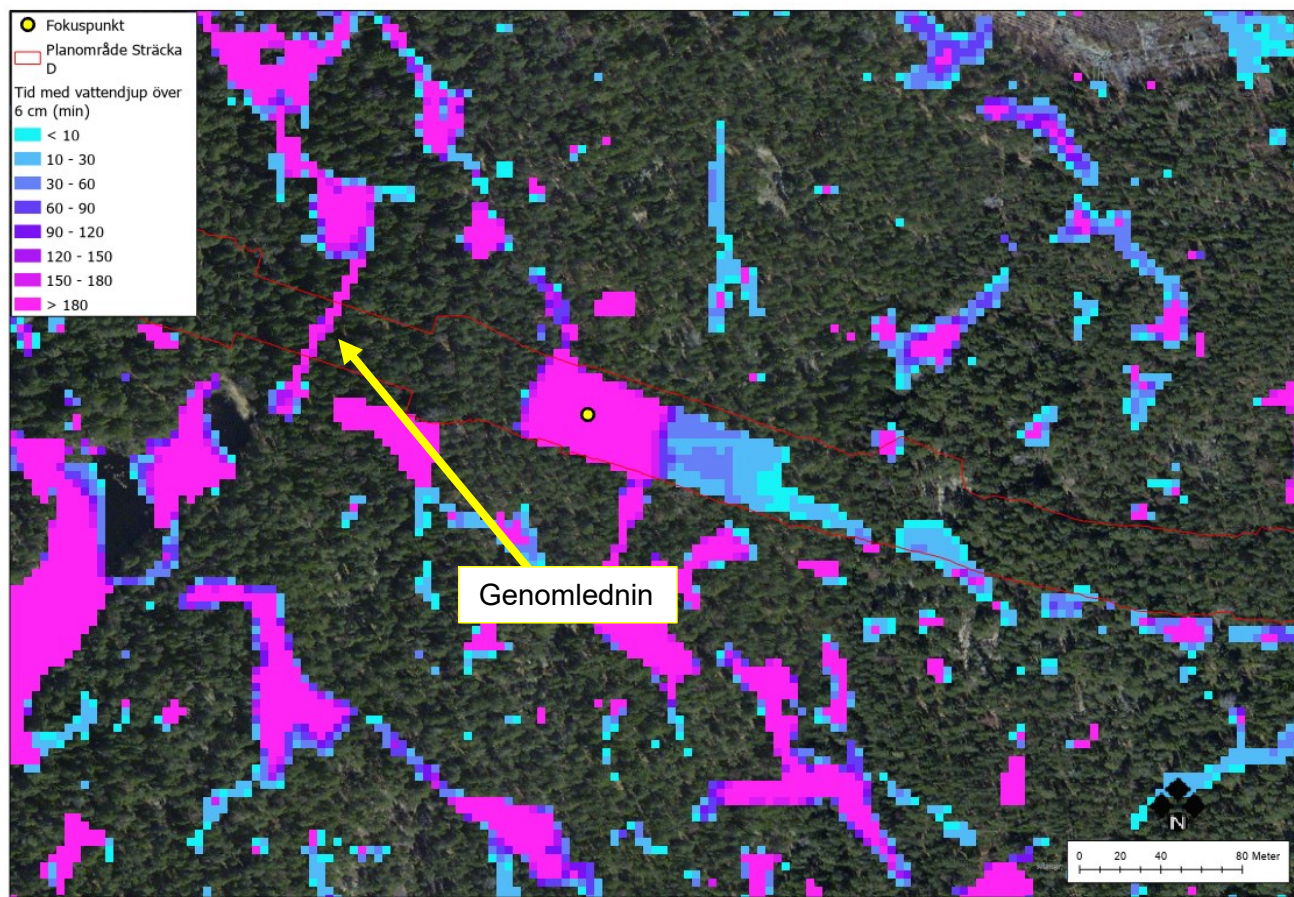
Figur 5-37 Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn för området för etapp 1 och 2 som inte är i direkt anslutning till depån. Fokuspunkterna är placerade på spårvägen och ny väg vid framtida bebyggelse.



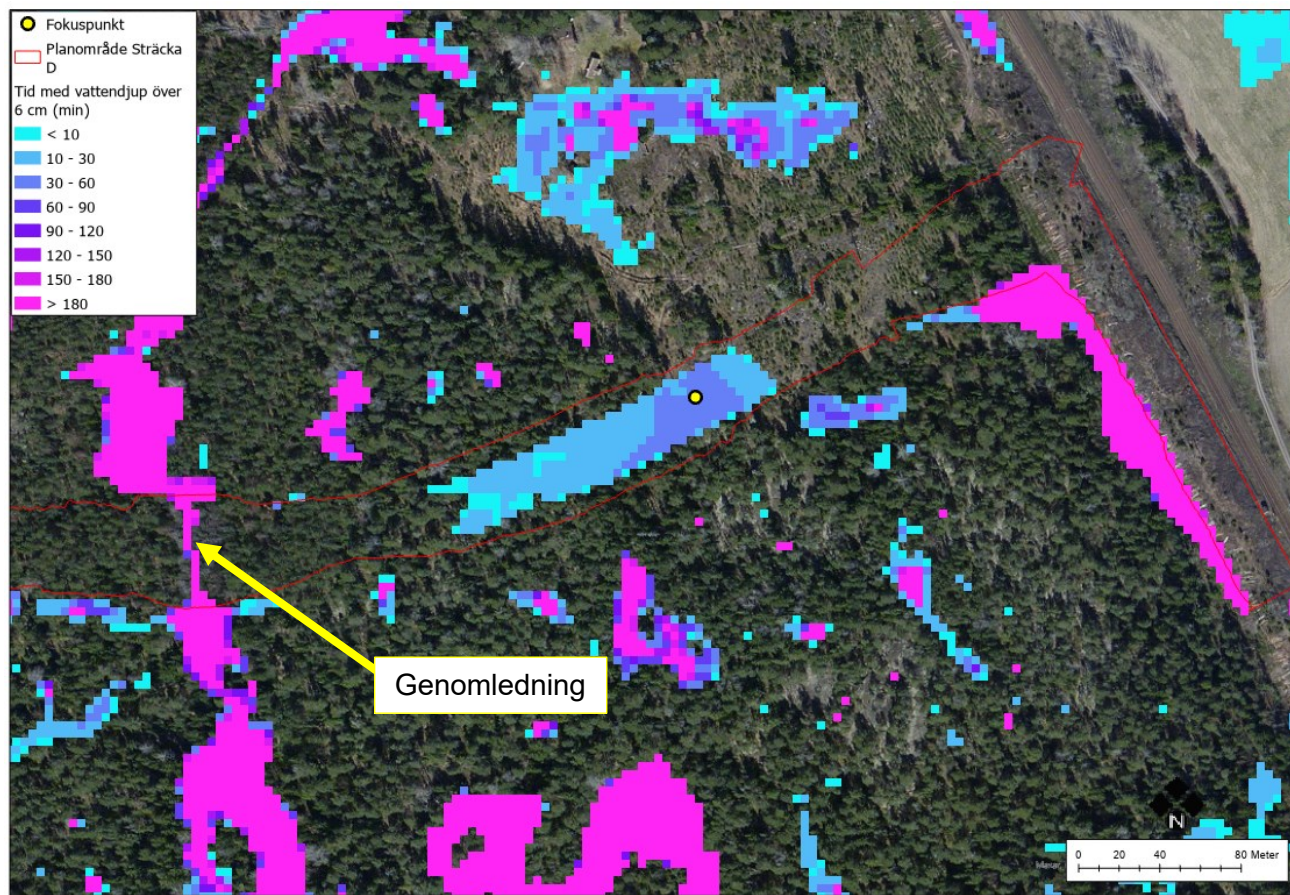
Figur 5-38. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn för området söder om Sävja. Fokuspunkten är placerad på spårvägen.



Figur 5-39. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn för området ost om Sävja. Fokuspunkten är placerad på spårvägen. Genomledning som krävs för att hantera vatten i lågstråk i terrängen är markerade.



Figur 5-40. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn för området syd om Kvarnbacken. Fokuspunkten är placerad på spårvägen. Genomledning som krävs för att hantera vatten i lågstråk i terrängen är markerade.



Figur 5-41. Tid då det beräknas stå vatten med ett vattendjup på minst 6 cm vid studerat 100-årsregn för området väst om befintlig järnväg Fokuspunkten är placerad på spårvägen. Genomledningar som krävs för att hantera vatten i lågstråk i terrängen är markerade.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

Tabell 2. Tid med vattendjup över 6 cm i samband med 10-, 30- och 100-årsregn.

Plats	10-årsregn [min]	30-årsregn [min]	100-årsregn [min]	Plats
Gottsunda Allé (1)	0	0	159 (~2h39min)	Gottsunda Allé (1)
Gottsunda Allé (2)	0	0	715 (~12h)	Gottsunda Allé (2)
Gottsunda Allé – dag Hammar skjöldsväg (1)	0	0	188 (~3 timmar)	Gottsunda Allé – dag Hammar skjöldsväg (1)
Gottsunda Allé – dag Hammar skjöldsväg (2)	0	0	15	Gottsunda Allé – dag Hammar skjöldsväg (2)
Ultunaallén – Ulls väg	0	0	34	Ultunaallén – Ulls väg
Hemslöjdsvägen	>12 h	>12 h	>12 h	Hemslöjdsvägen
Depå (1)	0	310 (~5h10min)	417 (~8 timmar)	Depå (1)
Depå (2)	0	0	293 (~5 timmar)	Depå (2)
Depå (3)	0	100 (~1h40min)	417 (~8 timmar)	Depå (3)
Depå (4)	0	10	35	Depå (4)
Etapp 1 och 2 (1)	0	0	268 (~4 timmar 30 min)	Etapp 1 och 2 (1)
Etapp 1 och 2 (2)	0	80 (~1h20min)	228 (~3 timmar 50 min)	Etapp 1 och 2 (2)
Söder om Sävja	0	135 (~2h15min)	218 (~3 timmar 40 min)	Söder om Sävja
Ost om Sävja	0	360 (~6h)	412 (~7 timmar)	Ost om Sävja

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.4 Åtgärdsförslag

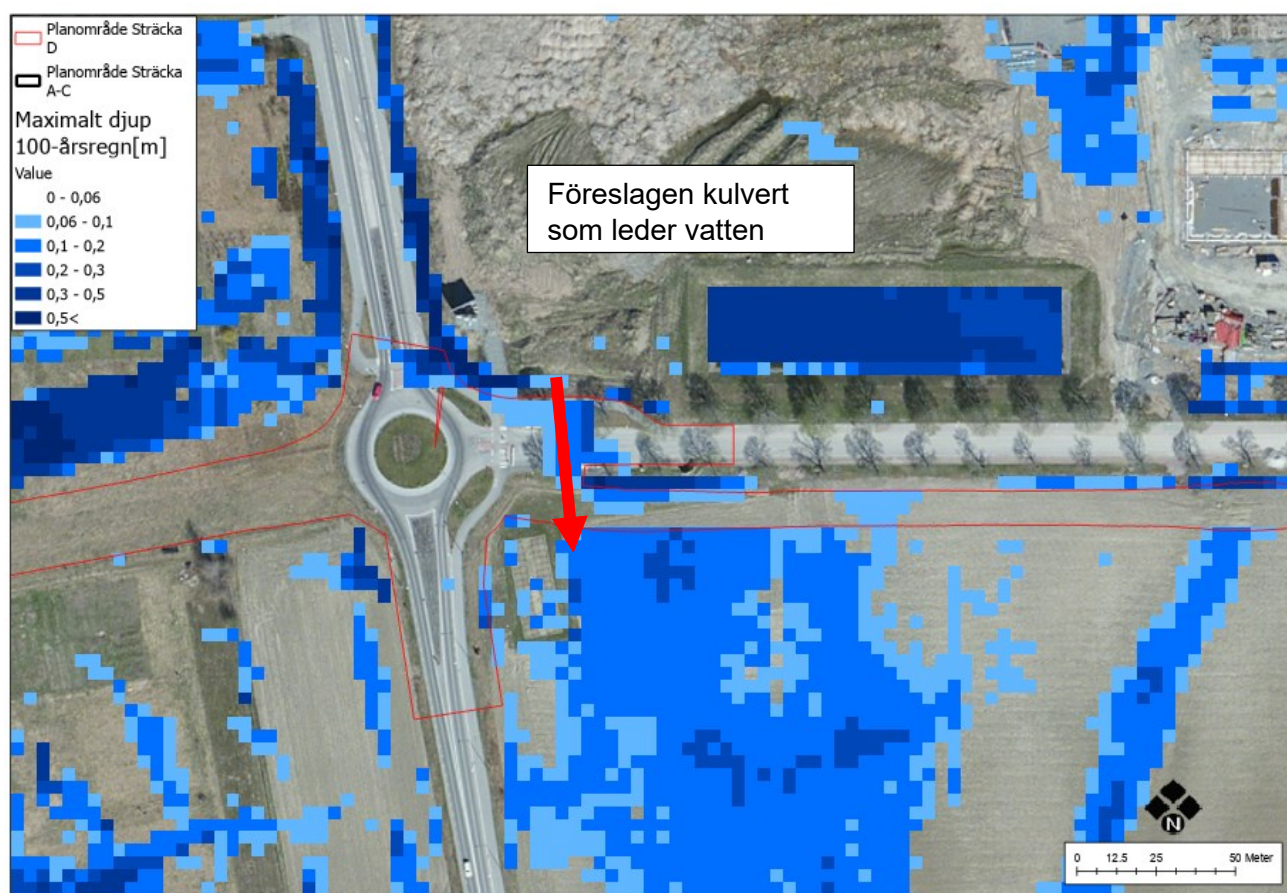
Åtgärder och rekommendationer för att hantera den översvämningssituation som har presenterats i avsnitt 5.2 och 5.3 redovisas i följande avsnitt. Åtgärdsförslag för område 9, 10 och 11 är även relevanta för den alternativa sträckningen norr om stordammen.

5.4.1 Område 1 – Gottsunda Allé

Lösningförslag som innebär utvidgning av Bäcklösadiket samt byte av kulvertar redovisas i (Norconsult, 2022)

5.4.2 Område 2 – Korsning Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg

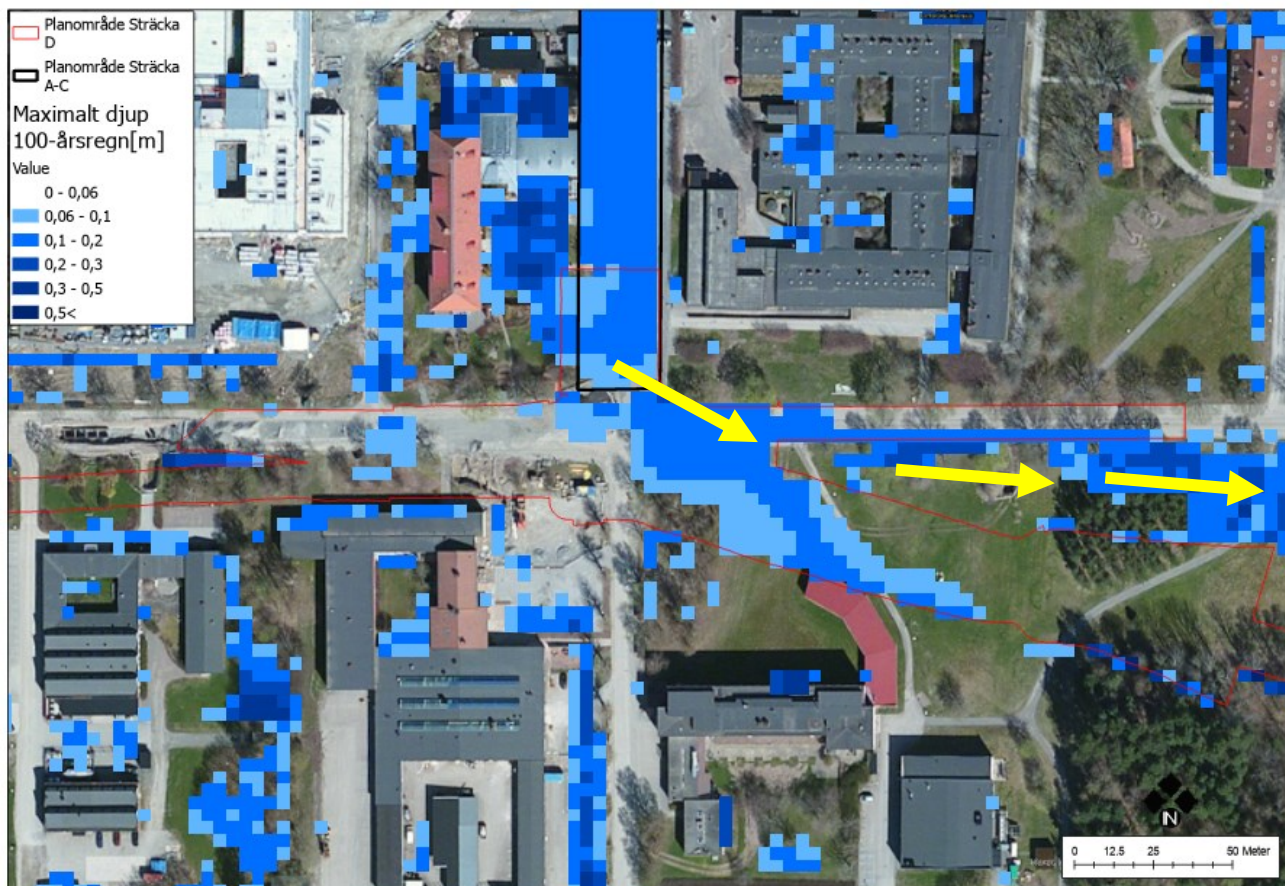
Eftersom en större flödesväg rinner över spårvägen föreslås vatten ledas under spårvägen med en kulvert, se Figur 5-42.



Figur 5-42. Föreslagen åtgärd för område 2. Föreslagen kulvert som leder vatten söderut är markerat med röd pil.

5.4.3 Område 3 – korsning Ultunaallén – Ulls väg

Eftersom en större flödesväg går genom korsningen så föreslås vatten ledas längs Ultunaallén och/eller mellan Ultunaallén och spårvägen, se Figur 5-43.



Figur 5-43. Föreslagen åtgärd för område 3. Föreslagen flödesväg åt ost är markerat med röd pil.

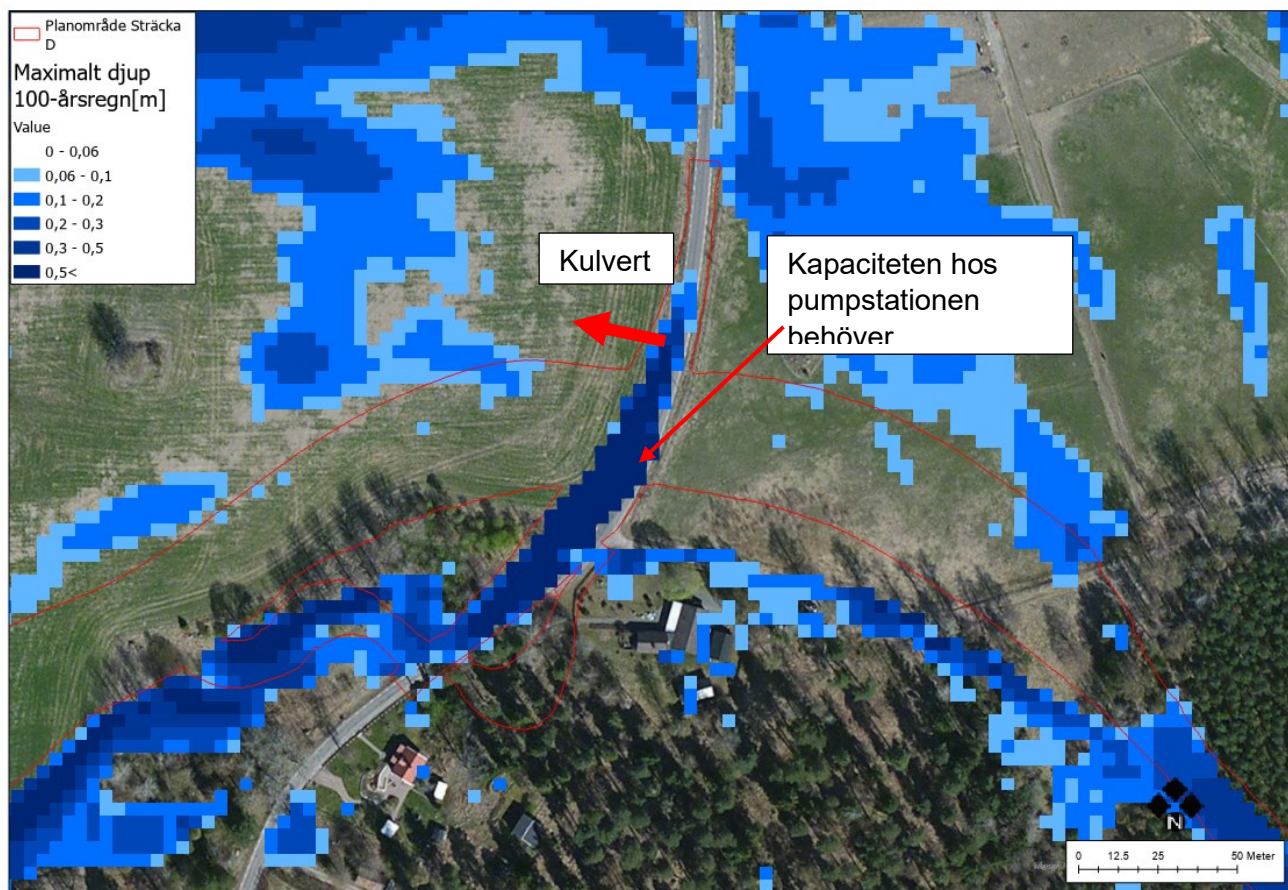
5.4.4 Område 4 – Åkermark

För att inte öka översvämningsrisken uppströms föreslås en eller flera kulvertar anläggas så att vatten kan rinna genom spårvägsvallen. Om spårvägen anläggs på bro behöver brofundamenten klara stående vatten

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.4.5 Område 5 Hemslöjdsvägen

Om underfarten har en pumpstation så bör kapaciteten på denna kontrolleras för att säkerställa att vatten inte står där under en längre tid, se Figur 5-44. För att leda bort vatten vid extrema regn föreslås det även att kulvert leder vatten genom slänten till underfarten mot Fyrisån.

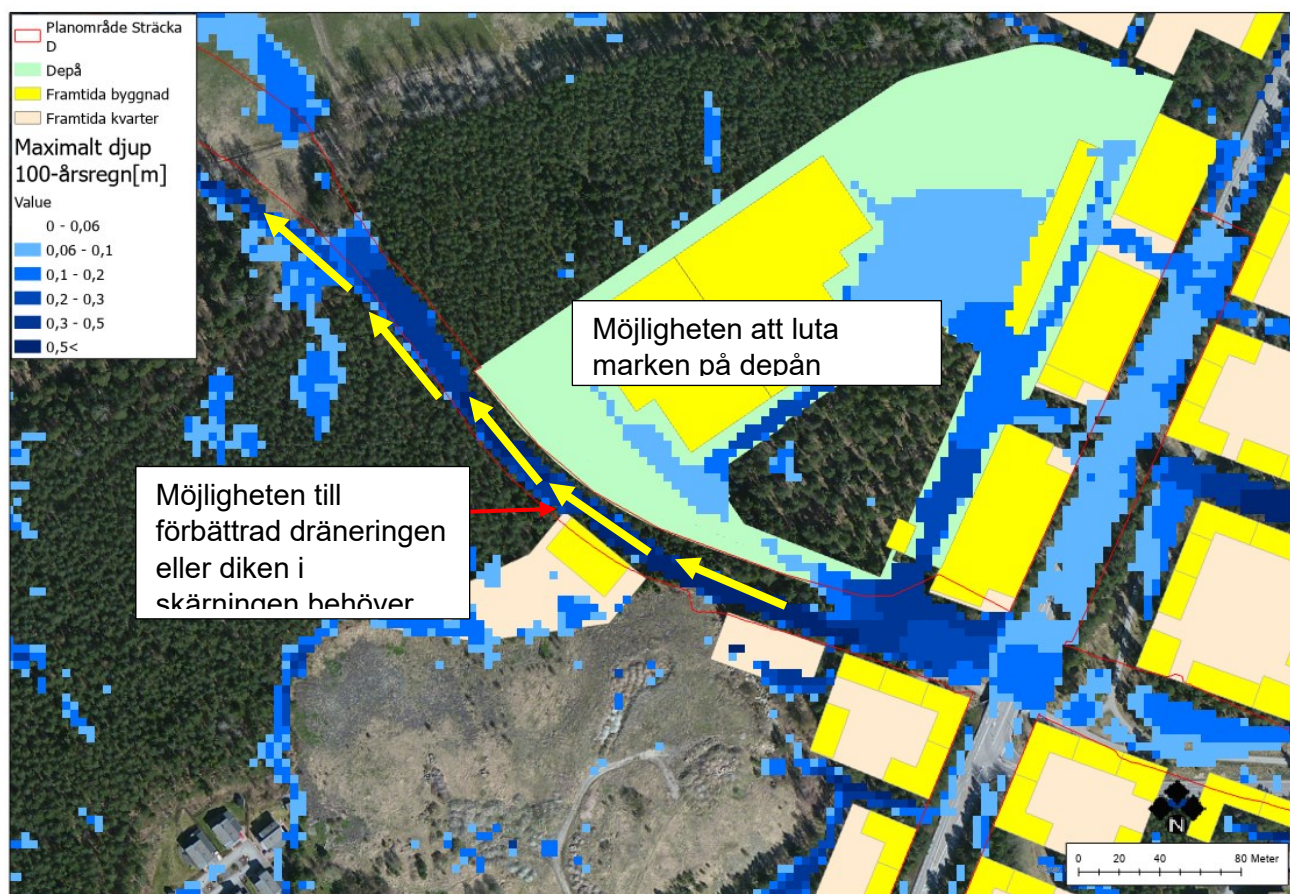


Figur 5-44. Kapaciteten hos pumpstationen för Hemslöjdsvägen behöver kontrolleras så att inte vatten kan stå där under en längre tid. För att leda bort vatten vid extrema regn föreslås det även att kulvert leder vatten genom slänten till underfarten mot Fyrisån.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.4.6 Område 6 Depån

Eftersom ett större avrinningsområde rinner mot spårvägens anslutning till depån, fokuspunkt 1 och 3, så bör dräneringen av spårvägen kontrolleras för att se till att en del av vattnet kan dräneras bort, alternativt att diken kan anläggas i skärningen. Om tiden som vatten står på själva depån, fokuspunkt 2, ska minska behöver möjligheten att luta marken på depån på något ses över. För fokuspunkt 4 står vatten endast en kortare tid varför ingen åtgärd föreslås.

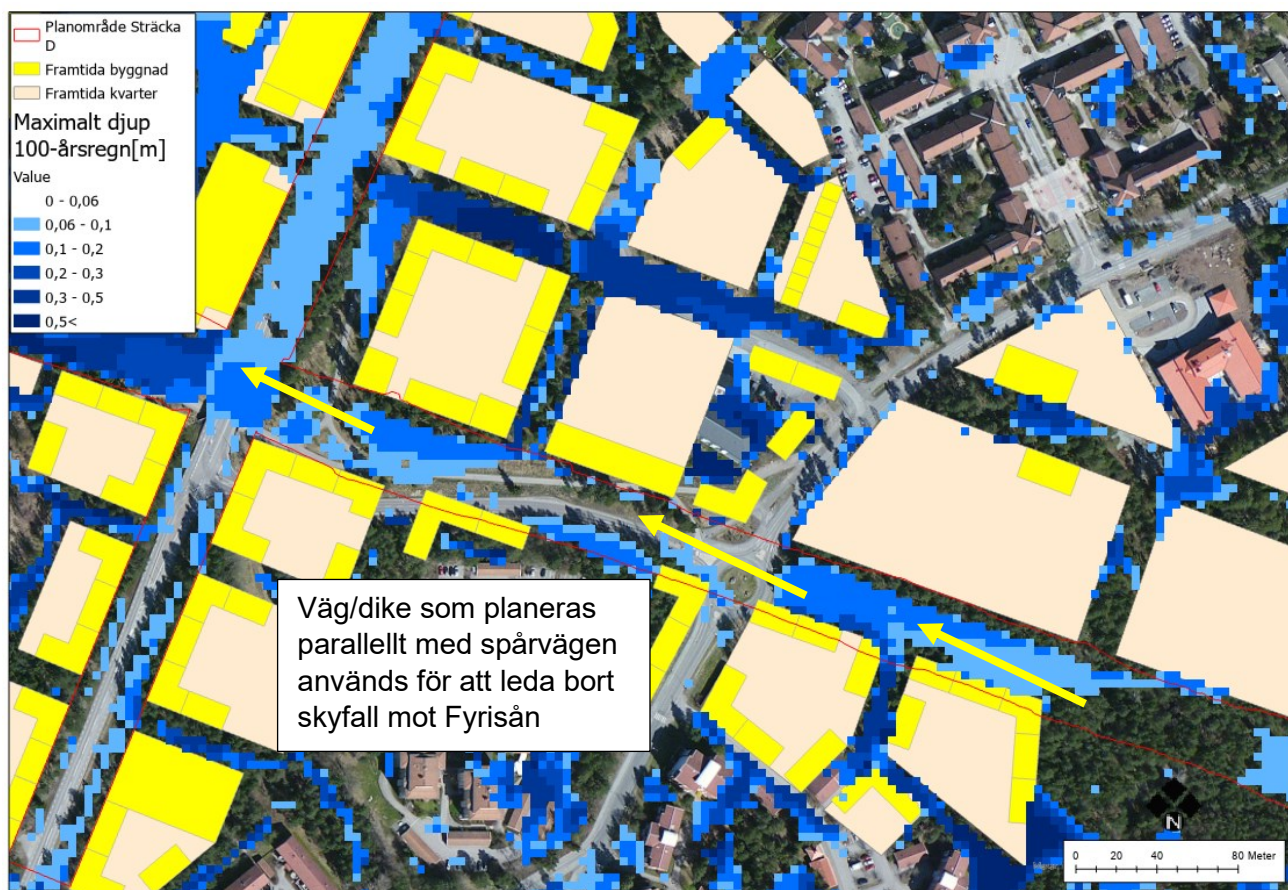


Figur 5-45. Möjligheten till förbättrad dräneringen eller diken i skärningen behöver undersökas. Väst om den största skärningen föreslås vatten ledas i diken mot Fyrisån. För att förbättra situationen i depån Möjligheten att luta marken på depån behöver ses över.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.4.7 Område 7, Etapp 1 och 2

I området i anslutning till etapp 1 och 2 som inte är i direkt anslutning till depån finns två punkter som riskerar översvämning under cirka 4 timmar. På dessa delar föreslås att den väg som planeras parallellt med spårvägen användas för att leda bort vatten vid ett skyfall, se Figur 5-46. Innan vägen anläggs bör ett dike användas för att leda bort vatten.

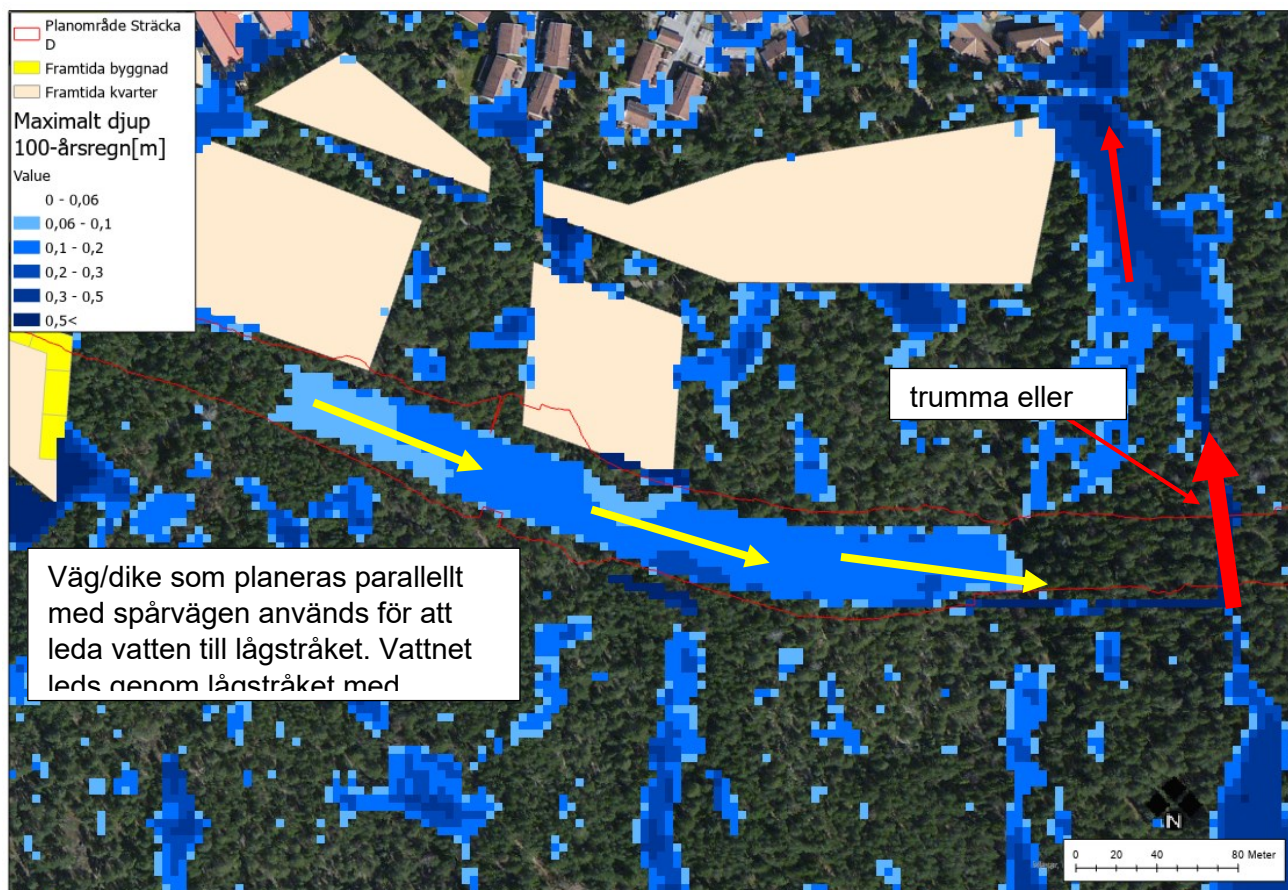


Figur 5-46. Väg som går parallellt spårväg används för att leda bort skyfall mot Fyrisån. Innan vägen anläggs bör ett dike användas för att leda bort vatten.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.4.8 Område 8, Söder om Sävja

Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr, se Figur 5-47. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.

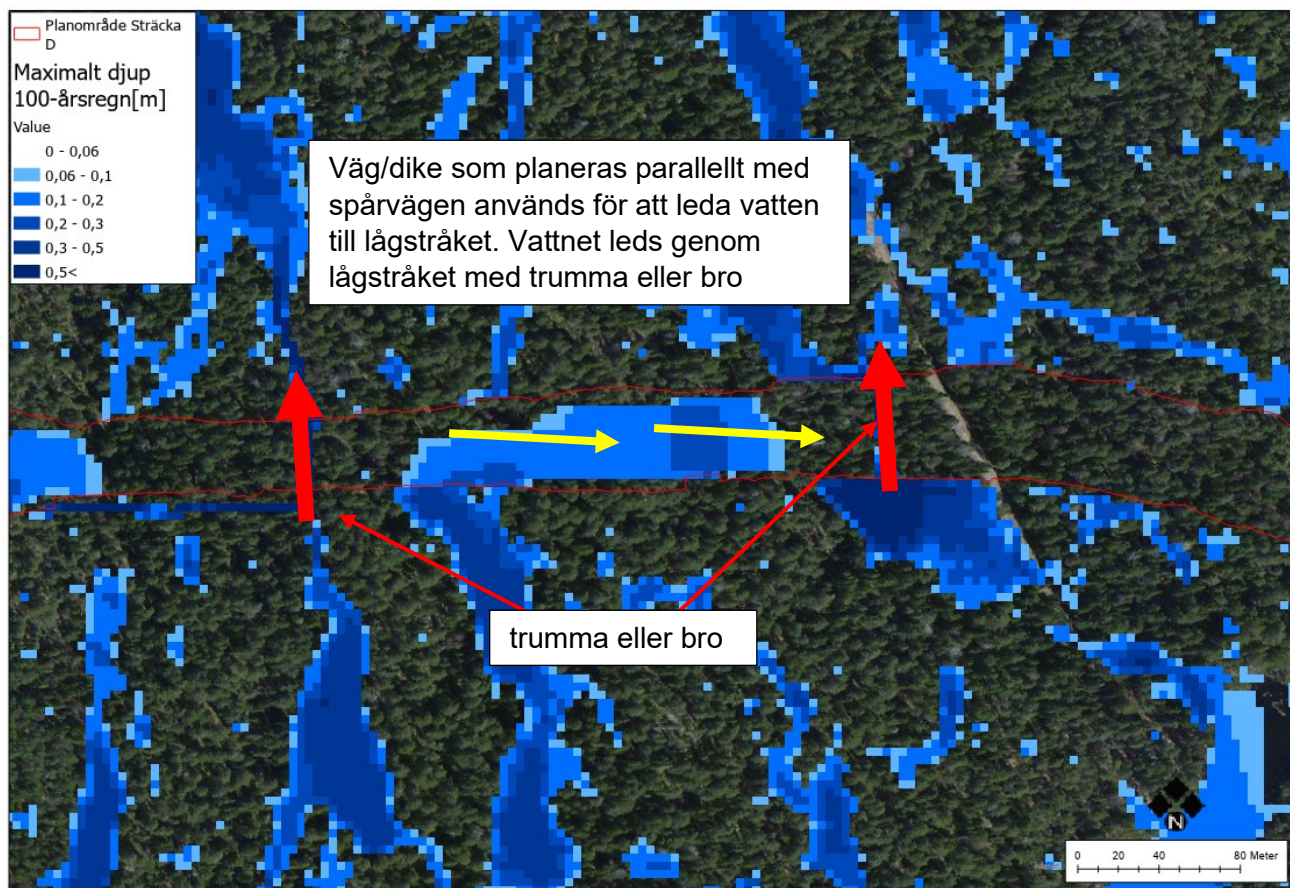


Figur 5-47. Väg som planeras parallellt med spårvägen används för att leda vatten till lågstråket. Vattnet leds genom lågstråket med trumma eller bro. Innan vägen anläggs behöver ett dike anläggas för att leda bort vatten.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.4.9 Område 9, Öster om Sävja

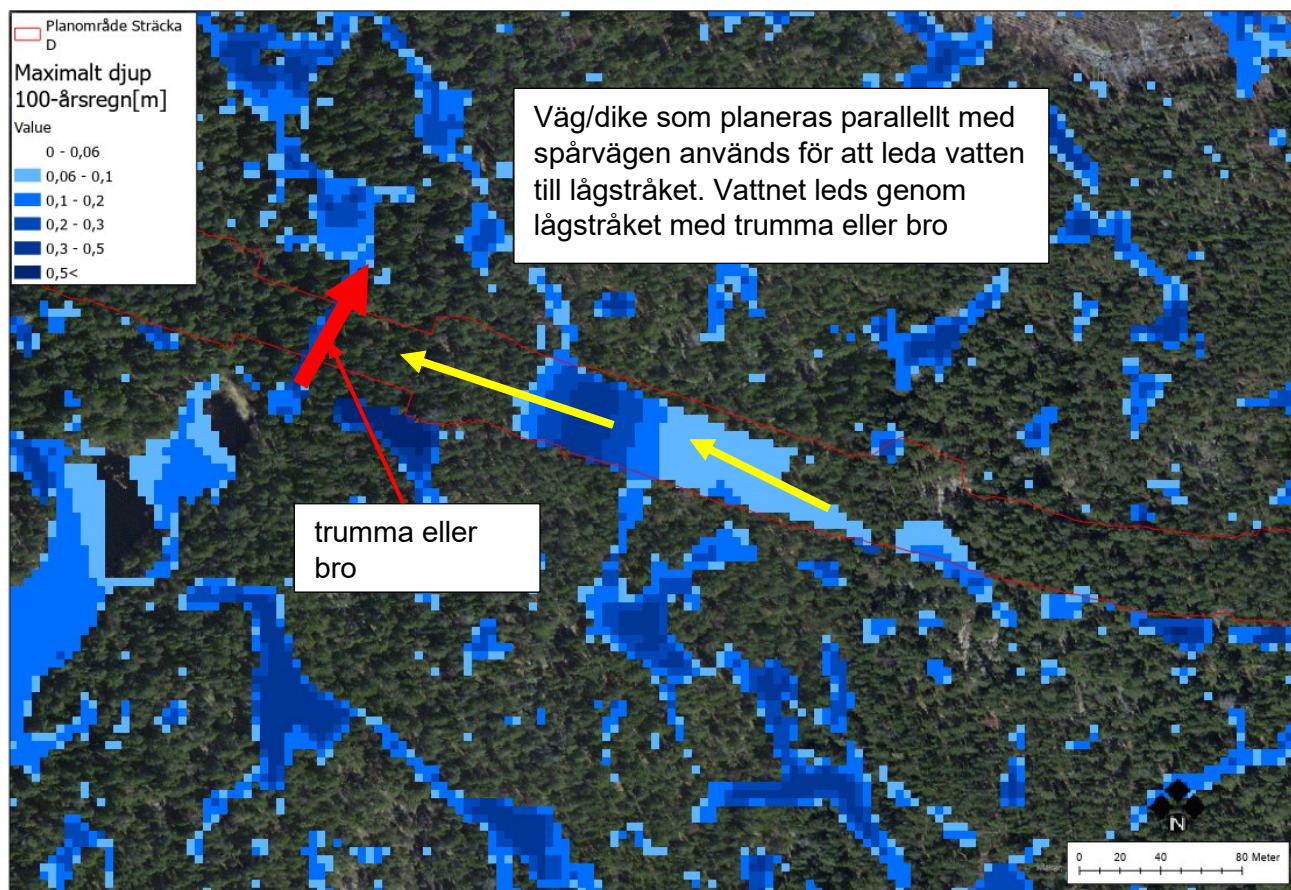
Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut eller västerut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr, se Figur 5-48. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.



Figur 5-48. Väg som planeras parallellt med spårvägen används för att leda vatten till lågstråket. Vattnet leds genom lågstråket med trumma eller bro. Innan vägen anläggs behöver ett dike anläggas för att leda bort vatten.

5.4.10 Område 10, Syd om Kvarnbacken

Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas västerut till lågstråket i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr, se Figur 5-49. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.

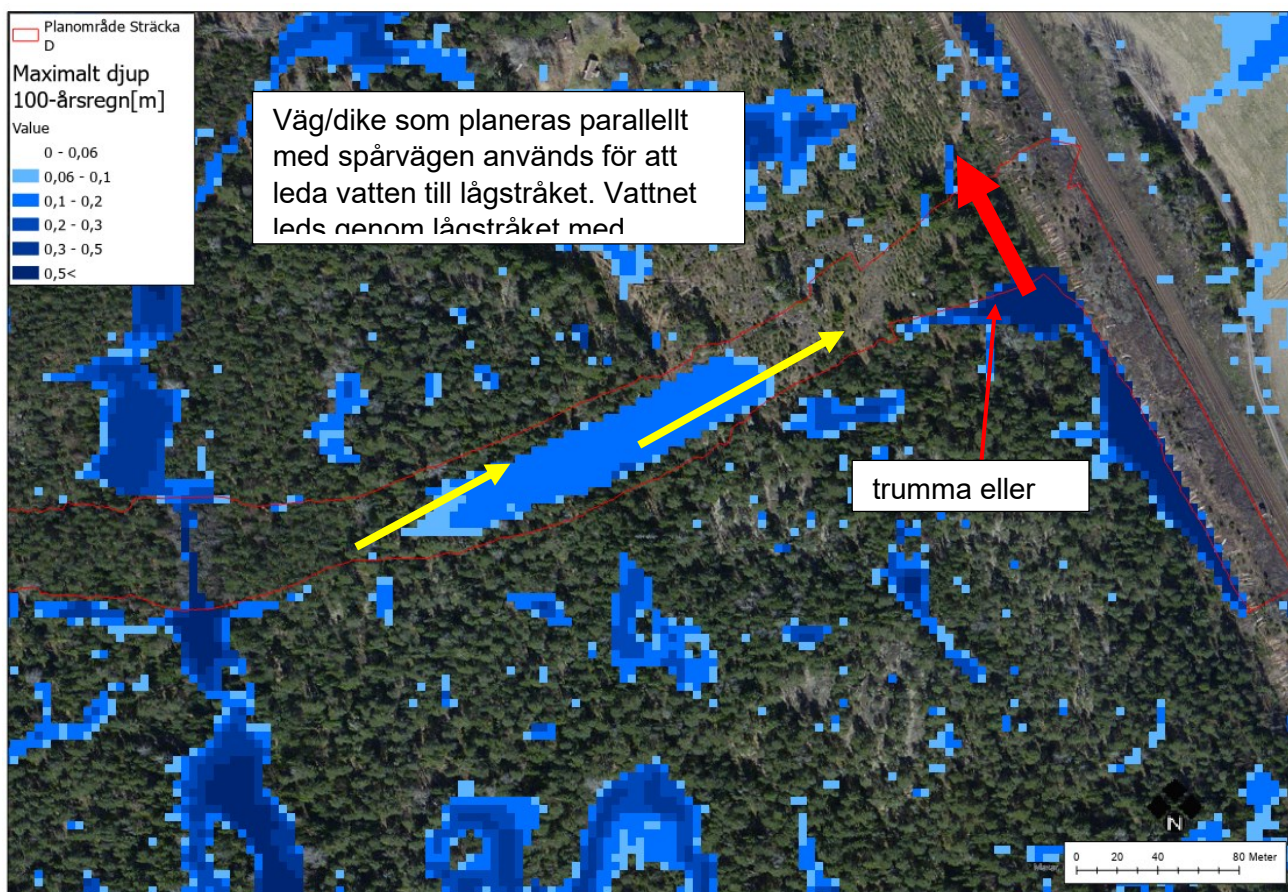


Figur 5-49. Väg som planeras parallellt med spårvägen används för att leda vatten till lågstråket. Vattnet leds genom lågstråket med trumma eller bro. Innan vägen anläggs behöver ett dike anläggas för att leda bort vatten.

Uppdragsnr.: 108 25 76 Version: 1.0

5.4.11 Område 11, Väst om befintlig järnväg

Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut eller västerut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. Det instängda området som skapas i anslutningen mot befintlig järnväg behöver åtgärdas med en trumma. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.



Figur 5-50. Väg som planeras parallellt med spårvägen används för att leda vatten till lågstråket. Vattnet leds genom lågstråket med trumma eller bro. Innan vägen anläggs behöver ett dike anläggas för att leda bort vatten.

6 Dagvattenhantering

Översiktlig placering av dammar och magasin för sträcka D redovisas i Bilaga D6

7 Slutsatser

Merparten av den planerade spårvägen översvämmas inte vid ett 100-årsregn. 11 platser som översvämmas under upp till några timmar har identifierats. Lösningförslag i form av kulvertar eller bortledning med diken eller ändrad höjdsättning har föreslagits. Med dessa föreslagna lösningar bedöms översvämningsrisken inom området kunna motverkas. På grund av modellens upplösning på 4x4 m bör resultat och detaljer som kantstenars upphöjning tolkas med försiktighet. Dessa slutsatser är även relevanta för alternativ sträckning norr om stordammen för område 9, 10 och 11. Områden som kräver åtgärder är följande områden:

- Område 1 – Gottsunda Allé
 - Likt vid befintlig situation finns det en översvämningsproblematik vid Gottsunda Allé med maximala vattendjup som överstiger 0,3 m vid ett 100-årsregn.
 - Lösningförslag för detta finns beskrivet i (Norconsult, 2022)
- Område 2 – Korsning Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg
 - Spårvägens planerade höjdsättning ger upphov översvämning till öster om korsningen Gottsunda Allé – Dag Hammarskjölds väg där ett vattendjup upp mot ca 0,2 m beräknas. Vattendjupet beror på en större flödesväg som kommer norrifrån.
 - Eftersom en större flödesväg rinner över spårvägen föreslås vatten ledas under spårvägen med en kulvert.
- Område 3 – korsning Ultunaallén – Ulls väg
 - Ett större område vid korsningen Ultunaallén – Ulls väg riskerar att översvämmas. En orsak till detta är att marken lutar åt öster vilket gör att stora flöden rinner längs spårvägen och Ultunaallén.
 - Eftersom en större flödesväg går genom korsningen så föreslås vatten ledas längs Ultunaallén och/eller mellan Ultunaallén och spårvägen.
- Område 4 – Åkermark
 - Maximala vattendjup på ca 0,7 m beräknas norr om spårvägen. Inget stående vatten finns på spårvägen. På grund av att denna går på bro eller hög vall med nivåer på RUK mellan +10 och +16.
 - För att inte öka översvämningsrisken uppströms föreslås en eller flera kulvertar anläggas så att vatten kan rinna genom spårvägsvallen.
- Område 5 Hemslöjdsvägen
 - Underfarten för Hemslöjdsvägen påverkas med ett vattendjup på upp till 1,4 meter.
 - Om underfarten har en pumpstation så bör kapaciteten på denna kontrolleras för att säkerställa att vatten inte står där under en längre tid.
- Område 6 Depå
 - Spårvägen söder om depån får ett maximalt vattendjup på upp till 0,7 meter. Depån får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Korsningen mellan spårvägen och Väg 255 får ett maximalt djup på upp till 0,2 meter.

- Eftersom ett större avrinningsområde rinner mot spårvägens anslutning till depån bör dräneringen av spårvägen kontrolleras för att se till att en del av vattnet kan dräneras bort, alternativt att diken kan anläggas i skärningen. Om tiden som vatten står på själva depån, ska minska behöver möjligheten att luta marken på depån något ses över.
- Område 7, Etapp 1 och 2
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.
 - I området i anslutning till etapp 1 och 2 som inte är i direkt anslutning till depån finns två punkter som riskerar översvämning under cirka 4 timmar. På dessa delar föreslås att den väg som planeras parallellt med spårvägen användas för att leda bort vatten vid ett skyfall.
- Område 8, Söder om Sävja
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Vägen i anslutning till den föreslagna bebyggelsen får ett maximalt djup på upp till 0,6 meter.
 - Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.
- Område 9, Ost om Sävja
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,3 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter.
 - Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut eller västerut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under järnvägen åt norr. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.
- Område 10, Syd om Kvarnbacken
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,5 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 140 meter.
 - Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas västerut till lågstråket i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.
- Område 11, Väst om befintlig järnväg
 - Spårvägen får ett maximalt vattendjup på upp till 0,2 meter. Översvämning över 0,06 meter sker på en sträcka av cirka 180 meter. Ett instängt område skapas söder om anslutningen mot befintlig järnväg.

Uppdragsnr.: **108 25 76** Version: **1.0**

- Här går den planerade spårvägen i skärning och för att leda bort vatten vid skyfall föreslås vattnet att ledas österut eller västerut till ett av lågstråken i terrängen där vattnet kan ledas under spårvägen åt norr. Alternativt kan en ny genomledning skapas som leder vatten åt norr. Det instängda området som skapas i anslutningen mot befintlig järnväg behöver åtgärdas med en trumma. När den nya bebyggelsen planeras i etapp 3 så behöver flödesvägar tas hänsyn till i planeringen.

8 Referenser

DHI. (2021). *Skyfallskartering Uppsala tätort*.

Länsstyrelserna. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall. Rapport nummer: Fakta 2018:5*.

Malmö stad. (2017). *Skyfallsplan i Malmö*. Tillgänglig:
https://malmo.se/download/18.95a01bd15de660cf0d95e3/1503646540675/Skyfallsplanen_antagen_20170301.pdf#search='skyfallsplan'.

MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering – tips för genomförande och exempel på användning*. Rapport nummer: MSB1121 – augusti 2017.

MSB. (2022). *Översvämningskartering utmed Fyrisån*.

Norconsult. (2022). *Bäcklösadiket Uppsala Södra*. Uppsala kommun.

Svenskt Vatten. (2011). *Svenskt Vatten publikation P104 - Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*.

Svenskt Vatten. (2018). *Skyfallens ABC*. . Tillgänglig:
https://www.svensktvatten.se/globalassets/romat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf [2019-08-19].

Uppsala kommun. (2021). *Fördjupad översiktsplan för de Sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna*. Uppsala kommun.

VA SYD. (2018). *Skyfallshantering i Malmö*. Tillgänglig:
<https://platsforvattnet.vasyd.se/karta/>.