

PM Klimatsäkring och översvämningsanalys

Fyra spår Uppsala länsgränsen Stockholm/Uppsala – söder Bergsbrunna

Sigtuna, Knivsta och Uppsala kommuner,
Stockholms och Uppsala län

Järnvägsplan, 2026-10-07



Trafikverket

Postadress: Trafikverket Ärendemottagningen, Fyra spår Uppsala, Box 810, 781 28
Borlänge

E-post: investeringsprojekt@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: PM Klimatsäkring och översvämningsanalys

Författare: WSP Sverige AB

Dokumentdatum: 2026-10-07

Ärendenummer: 2020/132366

Kontaktperson: Trafikverket, projektledare, Jenny Bergh

Innehåll

1 Inledning.....	5
1.1 Bakgrund och syfte.....	5
1.2 Styrande dokument	6
2 Analyismetod.....	9
3 Förutsättningar	12
3.1 Topografi	12
3.2 Vattendrag.....	12
3.3 Avrinningsområden.....	15
3.4 Jordartsförhållanden	15
3.5 Befintligt dagvattennät	15
3.6 Markavvattningsföretag	15
4 Nuläge	19
4.1 Skyfallsmodellering.....	19
Delsträcka Odensala	22
Delsträcka Forsby.....	22
Delsträcka Söder om Knivsta.....	23
Delsträcka Knivsta tätort.....	24
Delsträcka Trunsta	29
Delsträcka Alsike tätort	30
Delsträcka Norr om Alsike	32
4.2 Vattendragsmodellering.....	33
Delsträcka Odensala	33
Delsträcka Forsby.....	33
Delsträcka Söder om Knivsta.....	33
Delsträcka Knivsta tätort.....	33
Delsträcka Trunsta	35
Delsträcka Alsike tätort	36
Delsträcka Norr om Alsike	37
5 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått	38
5.1 Söder om Knivsta och Knivsta tätort.....	38
5.2 Trunsta	39

5.3 Alsike tätort och norr om Alsike	39
6 Framtida situation med åtgärder och försiktighetsmått	42
6.1 Skyfallsmodellering.....	42
Delsträcka Odensala	45
Delsträcka Forsby.....	45
Delsträcka Söder om Knivsta.....	45
Delsträcka Knivsta tätort.....	47
Delsträcka Trunsta	53
Delsträcka Alsike tätort	53
Delsträcka Norr om Alsike	56
6.2 Vattendragsmodellering.....	57
Delsträcka Odensala	57
Delsträcka Forsby.....	57
Delsträcka Söder om Knivsta.....	57
Delsträcka Knivsta tätort.....	57
Delsträcka Trunsta	58
Delsträcka Alsike tätort.....	58
Delsträcka Norr om Alsike	58
7 Avsteg	59
8 Referenser	60

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Projekt Fyra spår Uppsala ska öka kapaciteten, tillgängligheten och robustheten på Ostkustbanan mellan Stockholm och Uppsala. Projektet innebär en utbyggnad från två till fyra järnvägsspår mellan länsgränsen Stockholm/Uppsala och Uppsala Centralstation samt två nya tågstationer på sträckan, en i Bergsbrunna och en i Alsike.

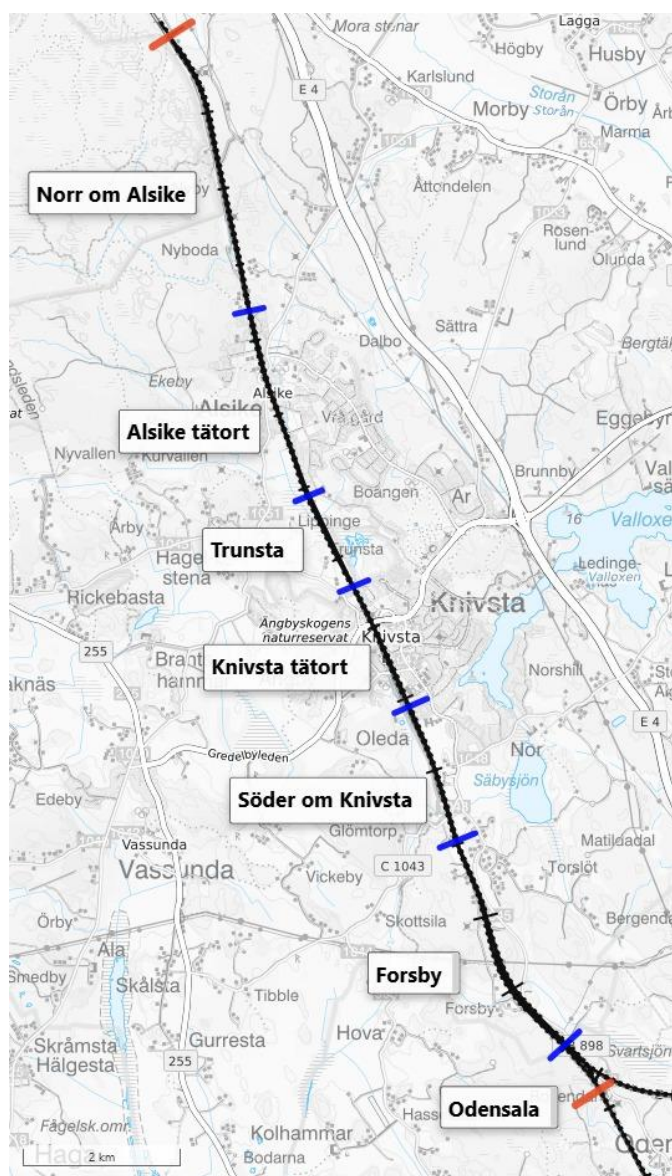
Projekt Fyra spår Uppsala har delats upp i två delsträckor; länsgränsen Stockholm/Uppsala - söder Bergsbrunna och söder Bergsbrunna - Uppsala Centralstation. Järnvägsplaner tas fram för respektive delsträcka. Detta PM berör delsträckan från länsgränsen Stockholm/Uppsala till söder Bergsbrunna.

Inom framtagande av planförslaget har översvämningsrisker utretts utifrån modelleringar som genomförts av befintlig och framtida situation för skyfall och höga flöden och vattennivåer i vattendrag. Analysen har kompletterats med tidigare genomförda modelleringar samt lågpunktsanalys i Scalgo Live. Åtgärder för att förebygga att genomförandet av planförslaget försämrar befintlig eller ger upphov till ny översvämningsproblematik har tagits fram. I följande PM beskrivs resultatet från analysen och förebyggande åtgärder. Analysen har delats in i delområden längs sträckan, vilka redovisas i Figur 1.

En miljökonsekvensbeskrivning (MKB) har upprättats inom ramen för projekt Fyra spår Uppsala. PM Klimatsäkring fungerar som underlag till avsnitt om Klimatanpassning i MKB:n och ger en mer detaljerad redogörelse för översvämningsrisker och planerade åtgärder.

Dokumentet är i en samrådsversion och kommer att vidareutvecklas till granskningen av järnvägsplanen eftersom utredning fortfarande pågår.

Delsträckor i analysen



Figur 1. Analysen har delats in efter delområdena som visas i de vita rutorna i bilden. Blå sträck visar gränsen mellan delsträckorna och röda plangränserna i norr och söder.

1.2 Styrande dokument

Projektets dimensionering av trummor och utformning av avvattningssystem har utgått från *Trafikverkets krav för avvattning – Dimensionering och utformning (TRVINFRA-00231)*. Dokumentet anger de övergripande principerna för avvattning inom Trafikverkets infrastrukturregelverk, inklusive krav på dimensioneringsförutsättningar och klimathänsyn.

I enlighet med Trafikverkets rekommendationer har riktlinjen att vattennivån vid ett klimatjusterat 100-årsregn ska ligga 1 meter under RUK (Räls underkant) tillämpats.

1.3 Underlag

Analysen av översvämningsrisker baseras på två huvudsakliga typer av modelleringsunderlag: skyfallsmodellering och modellering av höga flöden i vattendrag. Dessa kompletterar varandra genom att beskriva olika typer av översvämningsförlopp. Skyfallsmodellering används för att analysera konsekvenserna av intensiva och kortvariga regnhändelser, där stora mängder vatten faller på kort tid och främst ger upphov till ytvavrinning och översvämning i lokala instängda lågpunkter. Modellering av höga flöden avser i stället uppdämningar och vattennivåhöjningar i vattendrag, som uppstår vid längre perioder av nederbörd, snösmältning eller kombinationer av flera hydrologiska faktorer.

Skyfallsmodellering Knivsta och Alsike (WSP, 2026)

WSP har inom utredningen av planförslaget tagit fram skyfallsmodeller för Knivsta tätort och kritiska områden i Alsike för befintlig och framtida situation som används som underlag till bedömningen av översvämningsrisker i detta PM. Modellen har byggts i programmet MIKE+, som är ett digitalt verktyg för att simulera hur vatten rinner och samlas vid mycket kraftiga regn. Beräkningarna har gjorts för regn med återkomsttider på 100 och 500 år, och intensiteten har justerats med en klimatfaktor för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar. Inmätta trummor har inkluderats i modellen.

Skyfallskartering för Knivsta kommun (WSP, 2024)

WSP tog 2024 fram en skyfallsmodell som används som underlag till bedömningen av översvämningsrisker i detta PM. Skyfallsmodellen omfattar den del av järnvägssträckan som ligger inom Knivsta kommun. Den används som ett komplement till de hydrauliska modelleringar som tagits fram inom utredningen av planförslaget. Modellen har byggts i programmet MIKE+, som är ett digitalt verktyg för att simulera hur vatten rinner och samlas vid mycket kraftiga regn. Beräkningarna har gjorts för regn med återkomsttider på 100 och 500 år, och intensiteten har justerats med en klimatfaktor för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar. Det är viktigt att notera att skyfallsmodellen har vissa begränsningar, bland annat att trummor under järnvägen inte är inkluderade. Detta innebär att översvämningsrisker kan vara överskattade i resultatet.

Scalgo Live – modelleringsverktyg för ytvattenavrinning

För de delar av sträckan som ligger utanför skyfallsmodellering för Knivsta kommun har analysen kompletterats med hjälp av SCALGO Live. Det är en webbaserad plattform som används för att arbeta med översvämnings- och dagvattenfrågor. Programmet bygger på detaljerade höjddata och gör det möjligt att simulera hur vatten rinner över markytan och var det riskerar att samlas vid skyfall eller höga flöden.

Verktyget ger en god helhetsbild av ytvavrinningen, men gör inte lika detaljerade beräkningar som de modeller som tagits fram inom utredningen av planförslaget. Trots begränsningar är SCALGO Live väl lämpat för att komplettera de mer avancerade modellerna, eftersom det ger en bred översikt över avrinningsvägar och instängda lågpunkter längs de delar av järnvägssträckan som inte omfattas av skyfallsmodellen för Knivsta kommun. På så sätt säkerställs att hela sträckan beaktas i bedömningen av översvämningsrisker.

Vattendragsmodellering (WSP, 2025)

WSP har inom utredningen av planförslaget tagit fram en hydraulisk modell som används som underlag till bedömningen av översvämningsrisker i detta PM. Modellen är ett digitalt verktyg som beräknar hur vattennivåer förändras i vattendrag vid olika flöden och regnhändelser. Genom att kombinera information om terrängen, vattendragens form och broarnas dimensioner kan modellen visa var vatten riskerar att stiga och om det kan komma nära järnvägsanläggningen. Beräkningarna omfattar flöden från medelflöde (MQ) till höga flöden med en återkomsttid på 50 (HQ50), 100 (HQ100) och 200 år (HQ200).

Totalt har sex olika modeller tagits fram för de vattendrag som korsar järnvägen. Dessa modeller täcker de mest kritiska punkterna längs sträckan, men de omfattar inte hela vattendragssträckan längsmed järnvägsspåret. Det innebär att resultaten främst visar förhållandena vid broar och särskilt utsatta delområden.

2 Analyismetod

I denna utredning har översvämningsrisker längs den aktuella järnvägssträckningen analyserats med utgångspunkt i skyfallsmodellering och vattendragsmodellering. Analysen avser ett klimatjusterat 100-årsregn, och syftar till att identifiera områden där järnvägsanläggningen och/eller omgivningen riskerar att påverkas av översvämning.

Som komplement till analyserna för 100-årsregn genomförs även en översiktlig känslighetsanalys utifrån ett 200-årsregn. Denna analys pågår fortfarande.

Analys av påverkan på järnvägsanläggningen

Bedömningen av översvämningsrisk för järnvägsanläggningen utgår från vattennivåns relation till rälsens underkant (RUK). Enligt tillämpat råd bör vattennivån vid dimensionerande regn ligga minst 1 meter under RUK. I de områden där denna nivå uppfylls bedöms ingen påverkan på anläggning eller tågtrafik uppstå. I områden där vattennivån överskrider detta riktvärde finns en risk för påverkan på anläggningens funktion.

För befintlig situation identifieras och redovisas dessa områden utan vidare värdering. För framtida situation görs en bedömning att vattennivå i konstruktion inte är så hög att stadga, beständighet och bärighet försämras eller risken för driftstörning är oacceptabel.

Bedömningen av påverkan på järnvägsanläggningens stadga, beständighet och bärighet har gjorts utifrån flera samverkande faktorer:

- En geoteknisk bedömning ligger till grund för analysen av anläggningens stabilitet, där hänsyn har tagits till förstärkningsåtgärder och markens förutsättningar vid vattenpåverkan.
- Risk för erosion har analyserats utifrån beräknade flödes hastigheter i relation till kornstorleken på materialen i ballasten, där samband mellan flödes hastighet och materialtransport utifrån Hjulströms diagram (Hjulström, 1935) har tillämpats.
- Översvämningens varaktighet har beaktats, eftersom långvarig vattenpåverkan kan påverka markens egenskaper och anläggningens beständighet.

Bedömningen av påverkan på tågtrafiken baseras även på översvämningens varaktighet. Kortvariga översvämningar där vattennivån ligger nära eller tillfälligt över RUK bedöms kunna accepteras, medan mer långvariga förhållanden kan innebära oacceptabla driftstörningar.

Även orsaken till översvämningsrisken analyseras för att tydliggöra om åtgärdsbehovet ligger inom järnvägsanläggningen eller hos andra aktörer.

Analys av påverkan på omgivningen

Analysen av översvämningsrisk för omgivningen avser konsekvenser för bebyggelse, jordbruksmark och vägar. Utöver konsekvenser analyseras även orsaken till översvämningen. Detta innefattar en bedömning av:

- om järnvägsanläggningen begränsar flödet, exempelvis genom underdimensionerade trummor eller avsaknad av genomledning,
- eller om översvämningsrisken huvudsakligen drivs av uppströms avrinningsförhållanden, såsom stora avrinningsområden eller hög andel hårdgjorda ytor i tätorter.

För befintlig situation redovisas både konsekvenser och bakomliggande orsaker. För framtida situation utgår analysen från att den nya järnvägsanläggningen inte får försämra översvämningssituationen för omgivningen. Detta innebär att planförslaget inte ska leda till högre vattennivåer eller större översvämningssutbredning jämfört med nuläget. Om en försämring identifieras analyseras orsaken, och det tydliggörs om denna är kopplad till järnvägsanläggningen eller till andra faktorer utanför projektets rådighet.

För bebyggelse utgår analysen från faktorer som översvämningens utbredning, vattendjup och byggnaders exponering är avgörande.

Jordbruksmark påverkas främst av hur länge vatten blir stående, vilket är avgörande för syrebrist och skador på markstruktur. Analysen baseras därför på översvämningens varaktighet snarare än enbart vattendjup. Vid extrema regn antas översvämningen vara kortvarig, och om det finns naturliga rinnvägar från platsen bedöms risken som låg. Vid höga flöden i vattendrag antas översvämningen vara under en längre tid.

För gator har analysen gjorts utifrån framkomlighet för vägtrafik. Analysen baseras på VTI rapport 1023, där vägtrafikens framkomlighet klassats utifrån kombinationer av vattendjup och vattenhastighet. Klassningen som används i analysen redovisas i Tabell 1. I analysen tas även hänsyn till tidsförloppet och utbredningen av översvämningen. Om det bara är vatten på ett körfält bedöms trafiken kunna passera.

Tabell 1. Påverkan på fordonstrafik vid olika översvämningdjup och vattenhastigheter. DV = Vattendjup x Vattenhastighet. D = Vattendjup. Källa: (VTI, 2019).

Klasser	Vattendjup och hastighet	Beskrivning påverkan
Klass 1	DV <0,3 m ² /s och D <0,1 meter	Ingen eller ringa påverkan på framkomlighet
Klass 2	DV <0,3 m ² /s och D <0,2 meter	Mindre fordon och ambulans kan ta sig fram med begränsad hastighet (som lägst s.k. vadarhastighet). Ingen eller ringa påverkan på räddningstjänstfordon eller andra större fyrhjulsdrivna fordon.
Klass 3	DV <0,3–0,6 m ² /s och D <0,2 meter	Räddningstjänstfordon och större 4-hjulsdrivna fordon kan ta sig fram med relativt god hastighet. Framkomligheten kan dock minska även för räddningstjänst, godstransporter och andra större fordon till följd av att vanliga persontransporter har fastnat.
Klass 4	DV <0,6 m ² /s och D 0,2–0,5 meter	Räddningstjänstfordon och större 4-hjulsdrivna fordon kan ta sig fram men med reducerad hastighet. Godstransporter påverkas. Personbilar kan inte ta sig fram. Även om tillfället varar mindre än ett dygn bedöms återställningstiden vara ett dygn eller mer.
Klass 5	DV <0,6 m ² /s och D >0,5 meter	Normala räddningstjänstens insatsfordon kan inte ta sig fram.

3 Förutsättningar

Detta kapitel beskriver de grundläggande fysiska och hydrologiska förhållanden som påverkar översvämningsrisker inom utredningsområdet. Topografi, vattendrag, avrinningsområden och jordartsförhållanden utgör centrala faktorer för hur vatten rör sig och samlas i landskapet, samtidigt som befintligt dagvattennät och eventuella markavvattningsföretag påverkar områdets dräneringsförmåga.

3.1 Topografi

Stora delar av spårlinjen är belägen i en dalgång, se Figur 2. Marknivåerna längs sträckan varierar till största del mellan +10 meter och +30 meter men i norra delarna uppgår marknivåerna till +50 meter. Terrängen längs spårlinjen domineras av skogs- och åkermark med undantag för tätorterna Alsike och Knivsta där bebyggelsen dominerar. Längs sträckan finns lågområden såsom Trunsta träsk och områden söder om Knivsta tätort.

3.2 Vattendrag

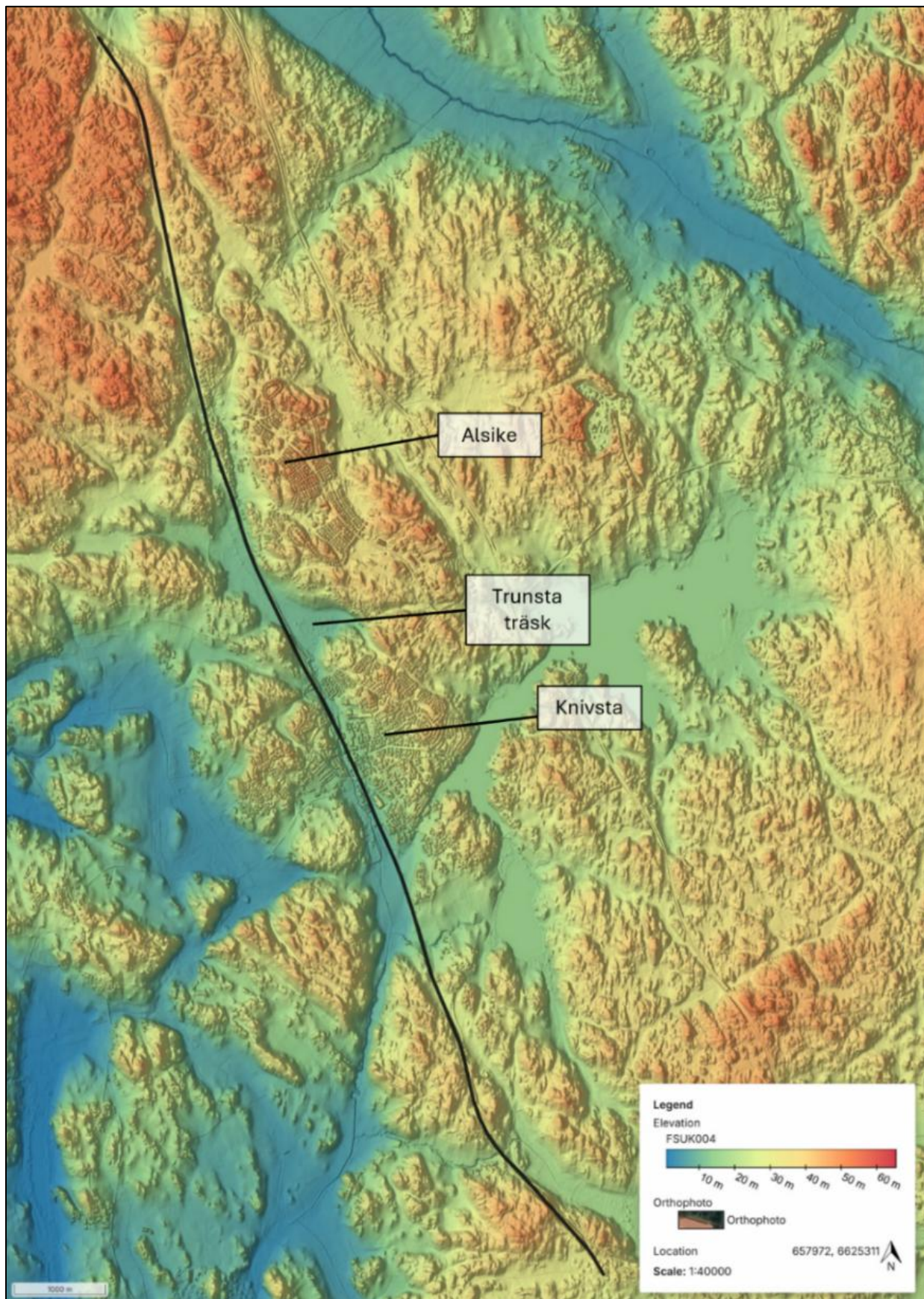
Figur 3 visar vattendrag i järnvägens närområde. Norr om Alsike rinner Pinglaström söderut parallellt med järnvägens västra sida. Vid Alsike tätort passerar vattendraget under järnvägen till den östra sidan. Strax norr om Trunsta träsk korsar vattendraget återigen järnvägen till västra sidan, där ett dike ansluter och där Pinglaström övergår i Knivstaån. Vattendraget leds därefter in i Trunsta träsk, där det passerar järnvägen till den östra sidan. Efter att ha lämnat Trunsta träsk rinner Knivstaån vidare söderut in mot Knivsta och passerar då under järnvägen till västra sidan.

Söder om Knivsta passerar Lövstaån järnvägen från östra till västra sidan innan Knivstaån ansluter till Lövstaån, som fortsätter vidare söderut. Vid Forsby passerar Forsbyån järnvägen från östra till västra sidan och ansluter därefter till Lövstaån, som slutligen mynnar i Garnsviken i Mälaren.

Vid kraftiga regn kan höga nivåer i vattendragen skapa översvämningsrisker som berör järnvägen. Vattennivåer i ån har beaktats vid utformning och lokalisering av den nya anläggningen.

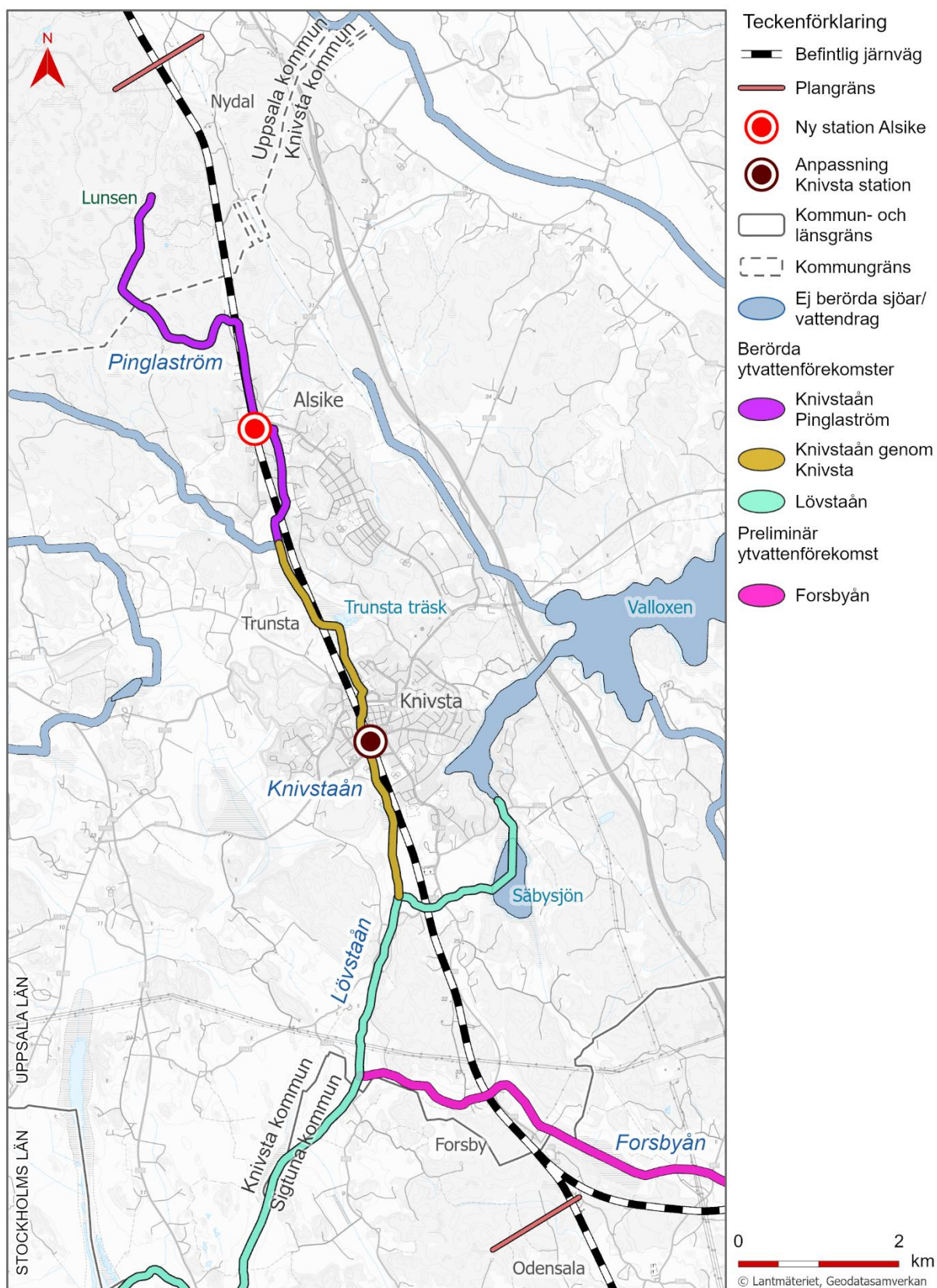
Längs sträckan finns även våtmarken Trunsta träsk. I passagen förbi Trunsta träsk har de befintliga järnvägsspåren under lång tid haft problem med grundläggning och översvämning vilket bland annat lett till hastighetsnedsättningar för tågtrafiken. I området är det mycket dåliga geotekniska förhållanden och ett antal förstärkningsåtgärder har genom åren gjorts i området, bland annat tryckbankar, trä- och stålspons. Det befintliga järnvägsspåret ligger i en lågpunkt i landskapet med mycket höga grundvattennivåer.

Topografi



Figur 2. Topografi i järnvägens närområde (Scalco Live, 2026).

Vattendrag



Figur 3. Vattendrag i järnvägens närområde.

3.3 Avrinningsområden

Figur 4 visar avrinningsområdena där vatten rinner mot järnvägsspåret. Avrinningen sker mot vattendragen som löper längsmed järnvägen. Därav rinner vattnet mot järnvägsspåret på motsatt sida av vad vattendragen är belägna. I Knivsta tätort och söder om Knivsta är det stora avrinningsområden med hög andel hårdgjorda ytor på östra sidan av järnvägen där topografin bidrar till att ytlig avrinning i hög grad sker mot järnvägen.

Utöver de naturliga avrinningsområden som leder vatten mot järnvägsanläggningen finns även dagvattennätverk och tekniska avrinningssystem inom Knivsta tätort. Dessa system är dimensionerade för att hantera mindre regn med återkomsttider på 2–5 år, men vid kraftiga regnhändelser, såsom ett 100-årsregn, kommer kapaciteten att överskridas. När dagvattennätverket blir överbelastat kan vatten inte längre ledas bort via de tekniska systemen, utan rinner i stället ytligt över markytan. Detta innebär att vattenflödena i praktiken följer topografin och kan sprida sig utanför de planerade ledningsstråken.

3.4 Jordartsförhållanden

Stora delar av marken längs järnvägssträckan består av lera med varierande mäktighet (Figur 5), ofta med mycket lös beskaffenhet. I kombination med höga grundvattennivåer och inslag av berg i dagen innebär detta att infiltration av regnvatten är begränsad. Vatten har därför svårt att tränga ner i marken och riskerar i stället att samlas på ytan, vilket ökar översvämningens risk. För att hantera detta krävs effektiv avledning, främst genom öppna diken eller dräneringsledningar enligt gällande riktlinjer, eftersom infiltrationsanläggningar inte bedöms vara lämpliga längs sträckan.

3.5 Befintligt dagvattennät

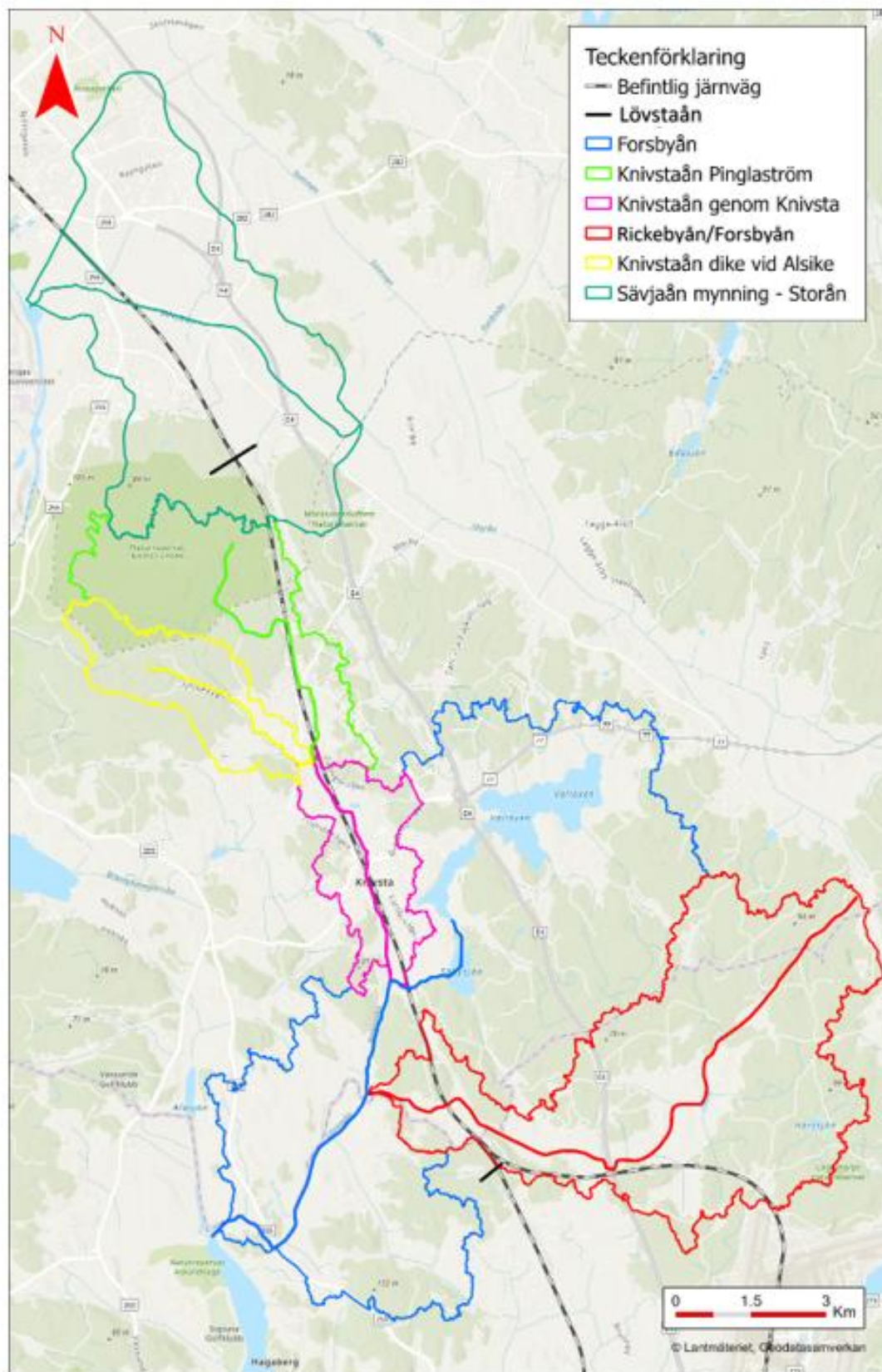
Kommunala dagvattenledningar i anslutning till järnvägsanläggningen förekommer främst i och strax utanför Knivsta tätort, enligt underlag från Roslagsvatten (2023). Det är sannolikt att delar av Trafikverkets interna dagvattenledningar är kopplade till det kommunala nätet.

Dagvattennätverket leder bort vatten från Knivsta tätort, som till största delen ligger öster om järnvägsanläggningen, och avvattnar det vidare till Knivstaån som är belägen väster om anläggningen.

3.6 Markavvattningsföretag

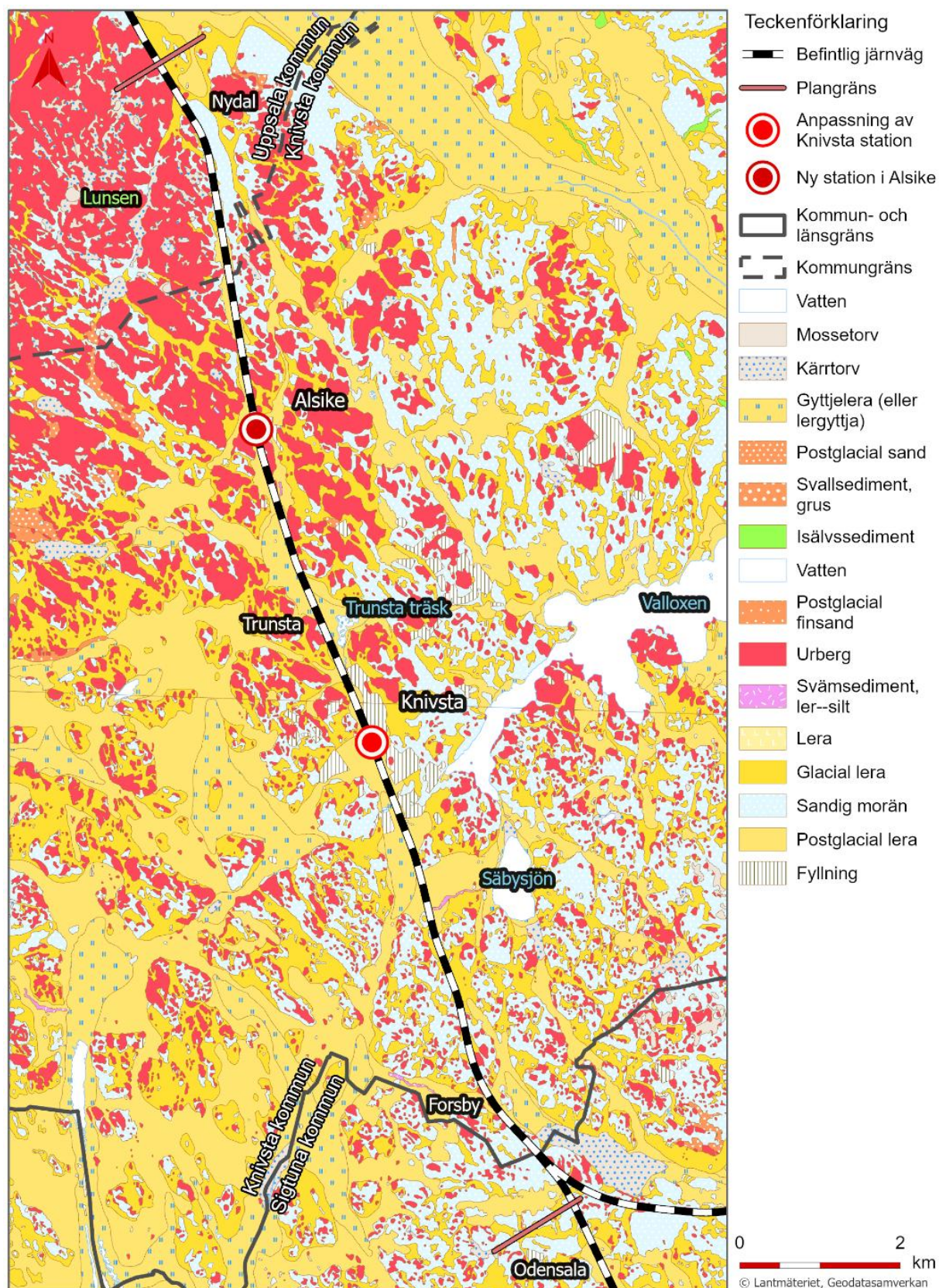
Figur 6 visar markavvattningsföretag i järnvägens närområde. Markavvattningsföretag är ofta etablerade i områden med historisk översvämningssituation, där särskilda åtgärder har vidtagits för att reglera vattennivåer och förbättra dränering. Deras anläggningar, såsom diken, kulvertar och pumpstationer, påverkar vattenflöden och markens förmåga att hantera nederbörd och höga flöden. Vid planering av nya järnvägsspår är det därför viktigt att beakta dessa företag, eftersom förändringar i markanvändning eller vattenvägar kan påverka deras funktion och därmed öka risken för översvämning både på järnvägsanläggningen och i angränsande områden.

Avrinningsområden



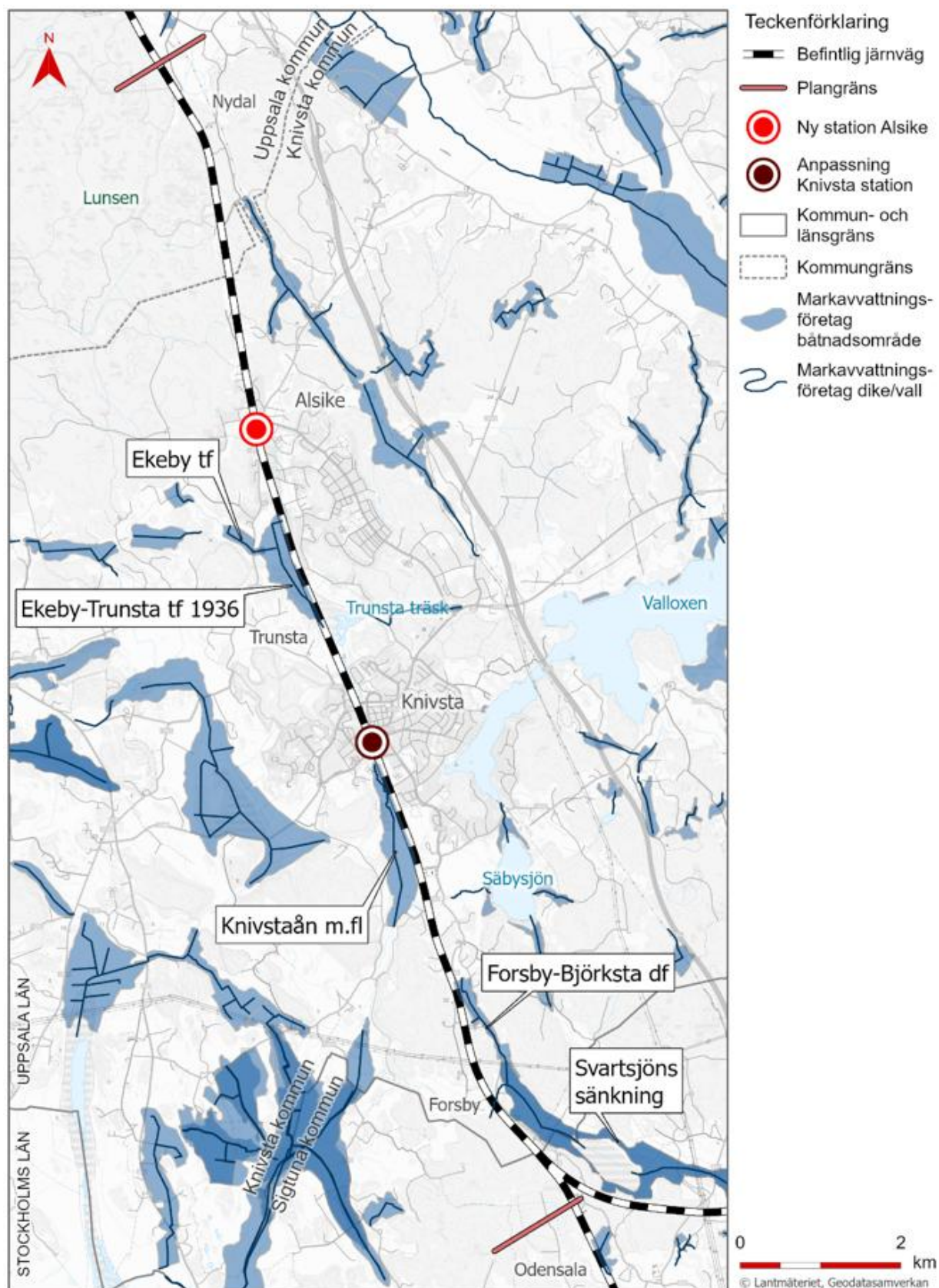
Figur 4. Karta som visar avrinningsområden till vattendragen där stor del av avrinningen behöver passera järnvägen.

Jordartsförhållanden



Figur 5. Jordartskarta över järnvägens närområde.

Markavvattningsföretag



Figur 6. Markavvattningsföretag i järnvägens närområde.

4 Nuläge

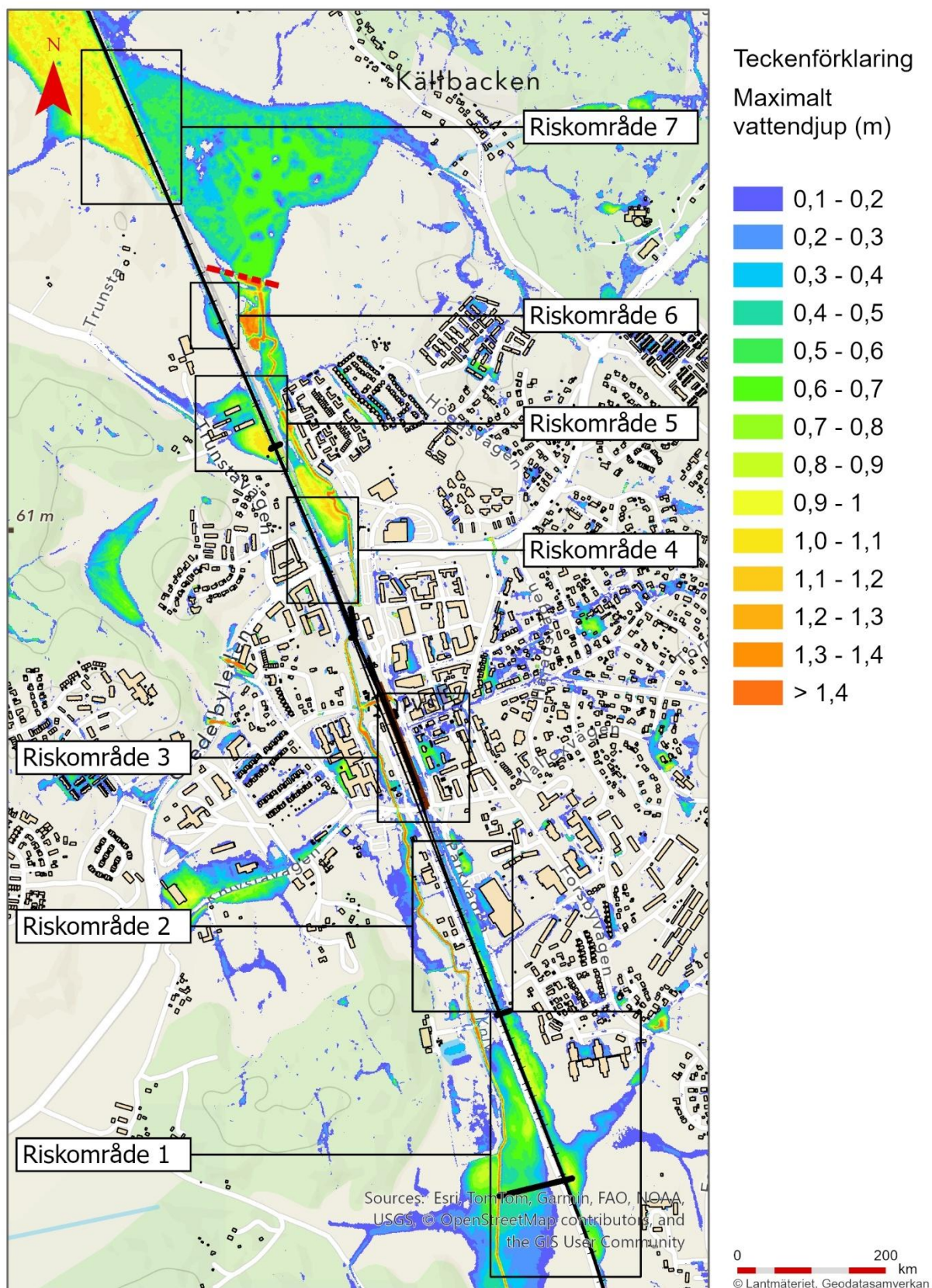
Detta kapitel beskriver nuvarande översvämningsrisker längs det befintliga spårområdet. Bedömningen av nulägets risker baseras på två kompletterande analyser: skyfallsmodelleringen, som belyser översvämnningar vid 100-årsregn, samt vattendragsmodelleringen, som visar påverkan från höga flöden i närliggande vattendrag. För att tydligt redovisa respektive process och dess betydelse för riskbilden presenteras resultaten i två separata avsnitt.

4.1 Skyfallsmodellering

Detta avsnitt redovisar resultaten från skyfallsmodelleringen. Analysen fokuserar både på risken för påverkan på anläggningens funktion och på konsekvenser för omgivande mark. För befintlig situation har ingen vidare analys av påverkan på anläggningen gjorts eftersom flera av riskerna byggs bort i den nya anläggningen. De identifierade riskområdena sammanfattas i Tabell 2. Figur 7 och Figur 8 visar var riskområdena är belägna. Angivna KM-tal för riskområdena är ungefärliga.

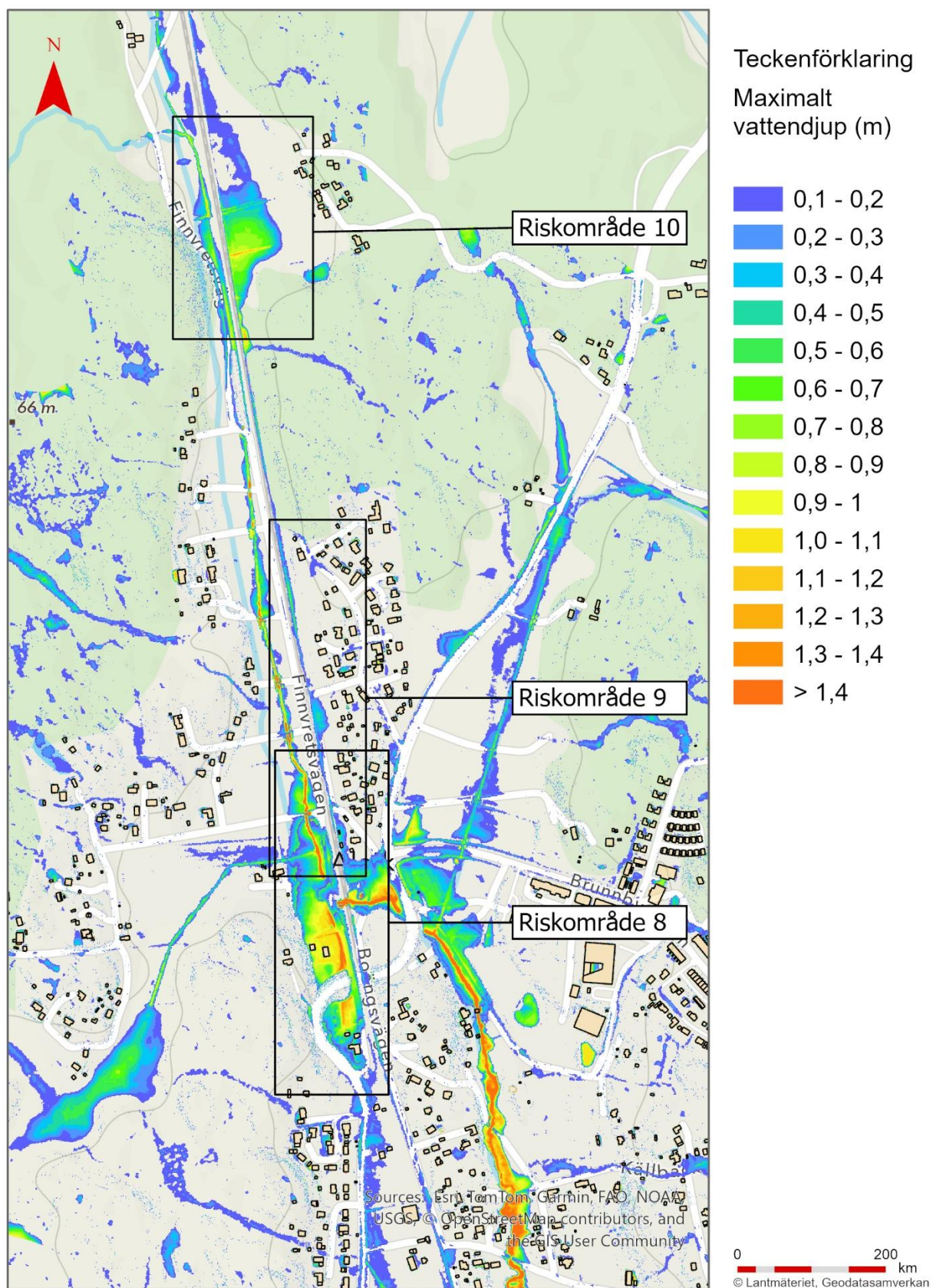
Röd streckad linje i Figur 7 visar uppdelningen mellan resultat från två olika modeller. Norr om linjen visar resultat från den modell som togs fram över hela Knivsta kommun (WSP, 2024) och söder om gränsen visas resultat för modelleringen som har utförts för utbyggnaden av järnvägsanläggningen och denna utredning. Vattendjupen norr och söder om linjen skiljer sig åt då modellerna är uppbyggda med olika parametrar och med olika syften. Resultaten i gränsen bör därför inte användas för att analysera situationen lokalt.

Lokalisering riskområde 1–7



Figur 7. Riskområde 1–7 för nuläget med maximalt vattendjup vid 100-årsregn söder om Knivsta, Knivsta tätort och Trunsta. Röd streckad linje visar modellgränsen.

Lokalisering riskområde 8–10



Figur 8. Riskområde 8–10 för nuläget med maximalt vattendjup vid 100-årsregn i Alsike tätort och norr om Alsike.

Tabell 2. Resultat från analys av nuläget gällande översvämningsrisker vid 100-årsregn för befintlig anläggning och omgivning.

Risk- område	Järnvägsanläggningen	Omgivningen
1	Vattennivå är över RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att jordbruksmark översvämmas.
2	Vattennivå är över RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att framkomlighet på gata påverkas av översvämningen.
3	Vattennivå är över RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att bebyggelse påverkas av översvämningen.
4	Vattennivå är över RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att bebyggelse påverkas av översvämningen. Risk för att jordbruksmark översvämmas.
5	Vattennivå är inom 1 m under RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att jordbruksmark översvämmas.
6	Vattennivå är över RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Ingen risk för omgivningen.
7	Vattennivå är över RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att bebyggelse påverkas av översvämningen.
8	Vattennivå är inom 1 m under RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att bebyggelse påverkas av översvämningen.
9	Vattennivå är över RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Ingen risk för omgivningen.
10	Vattennivå är inom 1 m under RUK. Eventuell risk för påverkan på anläggningens funktion.	Risk för att jordbruksmark översvämmas.

Delsträcka Odensala

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada.

Delsträcka Forsby

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada.

Delsträcka Söder om Knivsta

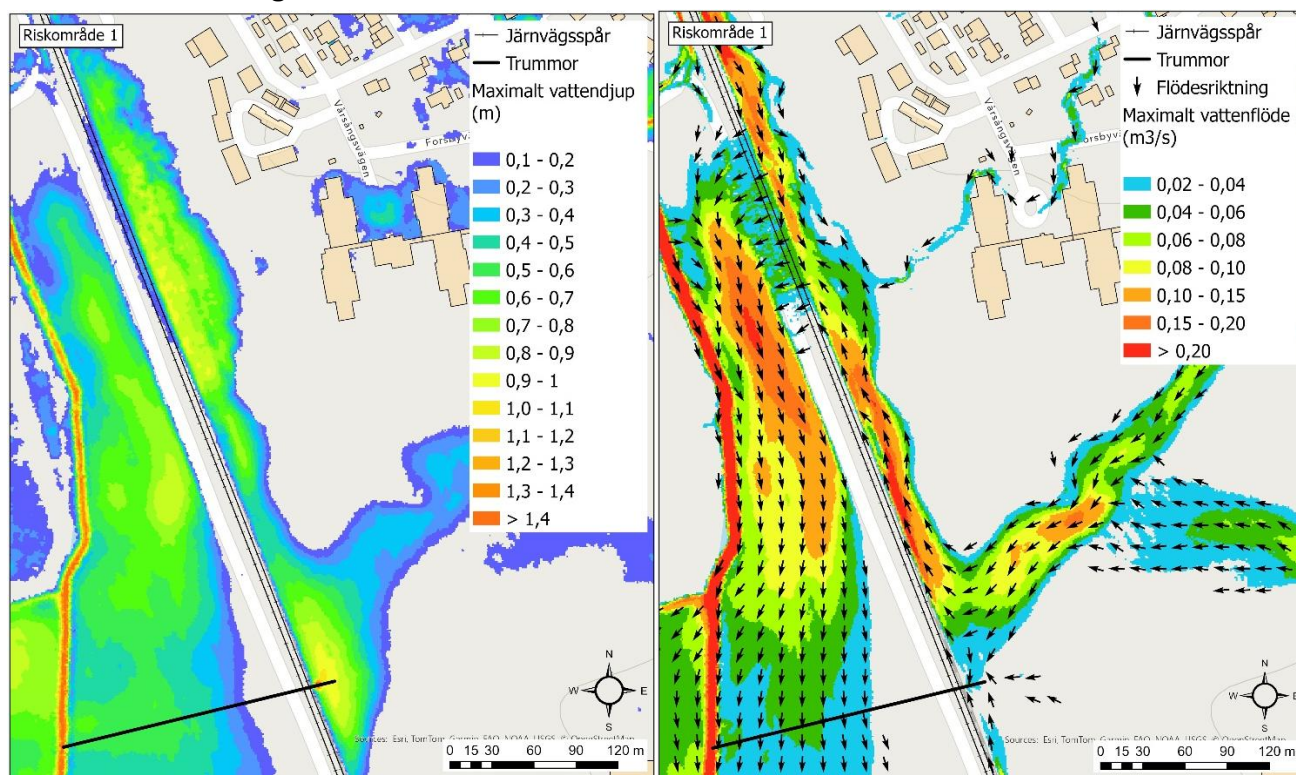
Riskområde 1 (KM47+200 - KM47+800)

Översvämning uppstår på jordbruksmarken öster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 9). Orsaken är en kombination av stora avrinningsområden uppströms, där delar utgörs av hårdgjorda ytor i tätorten, samt begränsad avledningskapacitet under järnvägen. Vattnet rinner från uppströms liggande områden till jordbruksmarken öster om järnvägen och vidare mot en trumma som leder vatten till västra sidan. När trummans kapacitet överskrids uppstår ett översvämmat område vid inloppet. Begränsningen förstärks av att utloppet är kopplat till dagvattenledningar (tillhörande Roslagsvatten) som leder vattnet vidare till Knivstaån. Vid dessa förhållanden stiger vattennivån i stället längs järnvägsspåret tills det når en lågpunkt där vattnet flödar över järnvägen.

Den maximala vattennivån ligger strax under RUK längs stora delar av dikessträckan och över RUK i de områden där vatten rinner över. Spåren översvämmas med vattendjup på upp till cirka 30 cm. Detta innebär att det finns en risk för påverkan på anläggningens funktion.

Stora områden av jordbruksmark riskerar att översvämmas, med vattendjup som lokalt kan överstiga 1 meter. Vattnet blir dock inte stående under någon längre tid utan rinner vidare genom genomledningarna under järnvägen. Därför bedöms risken för bestående skador på jordbruksmarken vara begränsad.

Riskområde 1 nuläge



Figur 9. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatafaktor 1,3 i riskområde 1 för befintlig situation.

Delsträcka Knivsta tätort

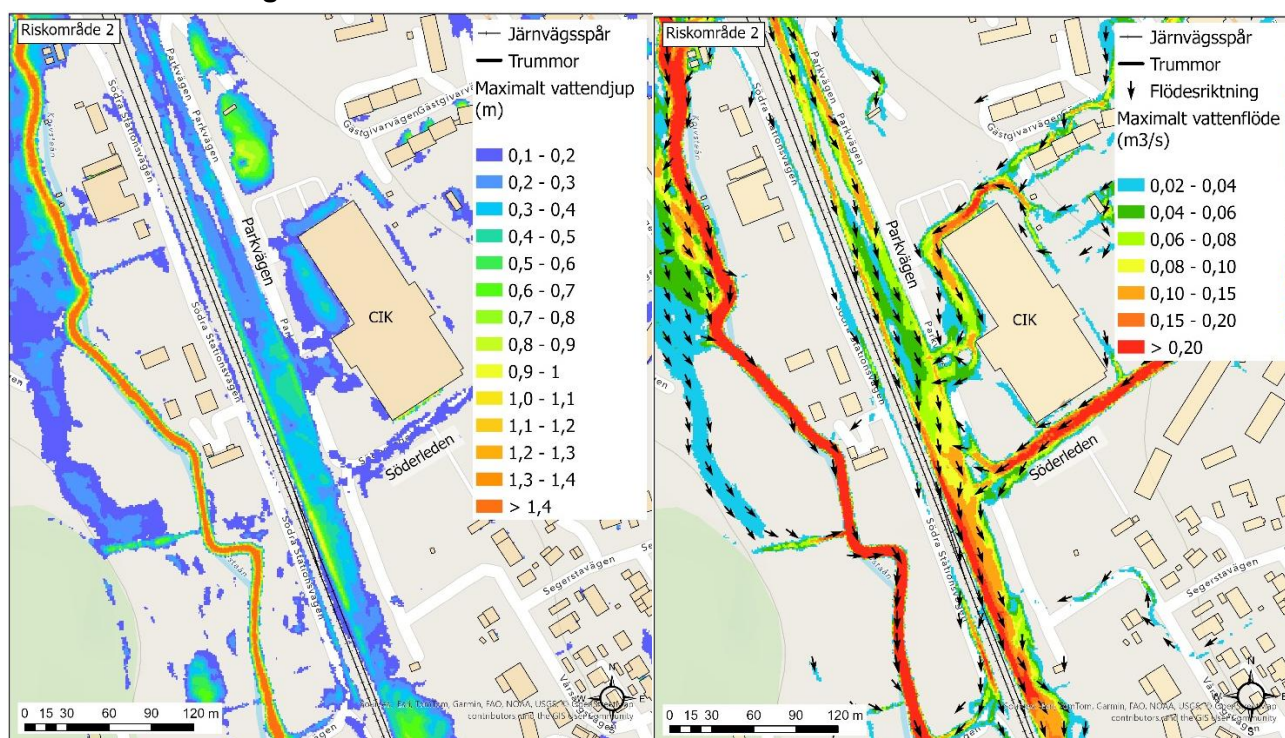
Riskområde 2 (KM47+800 - KM48+300)

I södra Knivsta uppstår översvämning på och kring järnvägsspåren på östra sidan då stora flöden rinner mot järnvägen via Södervägen, CIK:s parkering samt järnvägsdikena i norr (Figur 10). Att översvämningar uppstår på östra sidan beror dels på att avrinningsområdena öster om järnvägsspåret är relativt stora och med hög hårdgöringsgrad, dels på grund av topografin i relation till järnvägen. Vattnet rinner till samma lågpunkt som i riskområde 1 och bräddar över järnvägsspåren.

Den maximala vattennivån är över RUK, vilket innebär att anläggningens funktion kan påverkas. Spåren översvämmas med vattendjup på upp till cirka 30 cm.

Parkvägen som löper parallellt med järnvägsspåret översvämmas. Vatten med djup över 20 cm blir stående på vägen i cirka 1 timme och 20 min. Det innebär att översvämningen stoppar personbilar och godstransporter, men att räddningstjänsten kan ta sig förbi med reducerad hastighet.

Riskområde 2 nuläge



Figur 10. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 2 för befintlig situation.

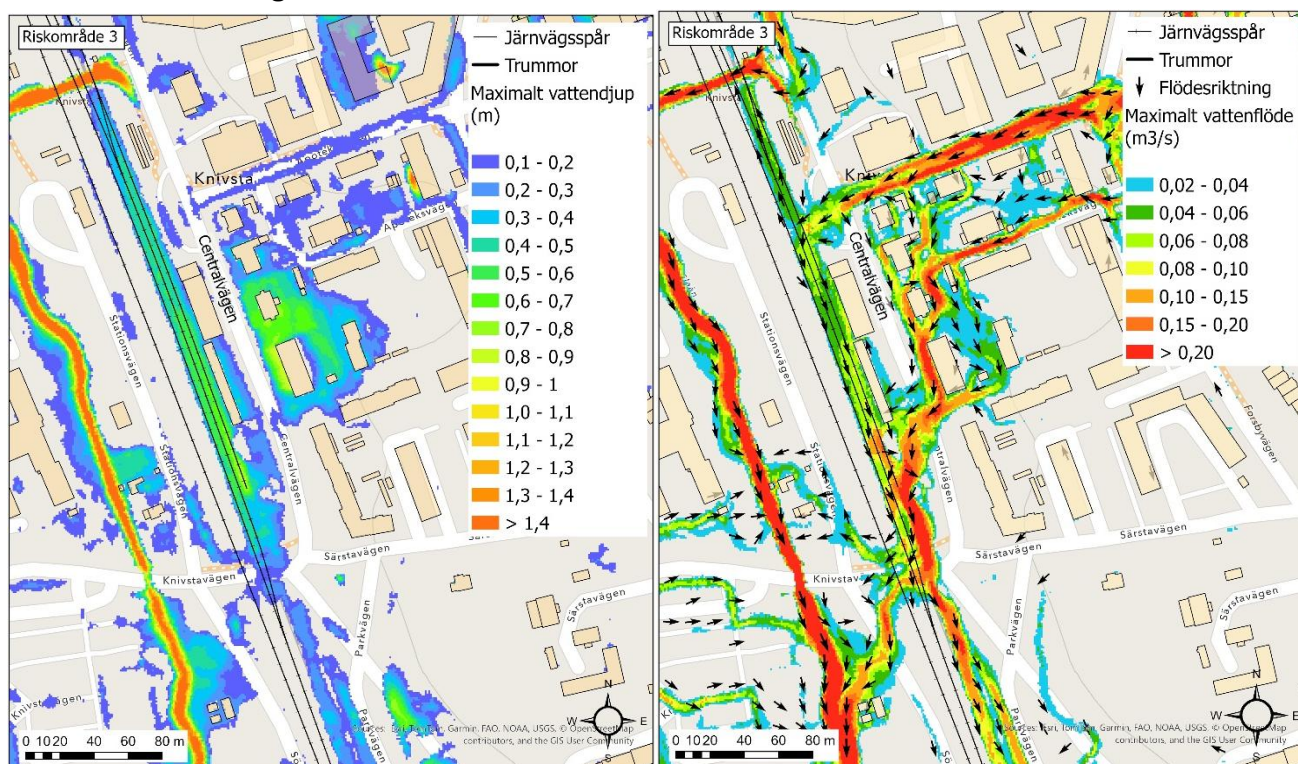
Riskområde 3 (KM48+300 - KM48+700)

Översvämning uppstår i området vid Knivsta station till följd av ett stort avrinningsområde på den östra sidan av järnvägen, där en hög andel hårdgjorda ytor i Knivsta tätort medför omfattande avrinning vid skyfallshändelser. Topografin bidrar till att vattnet behöver passera järnvägen innan det vidare avleds mot Knivstaån väster om stationen (Figur 11). Detta innebär att stora vattenflöden koncentreras till området kring järnvägen. Vattnet rinner vidare från stationsområdet, över plankorsningen i Särstavägen och vidare mot Knivstaån. Gång- och cykelpassagen översvämmas till nivåer som gör den obrukbar.

Järnvägsspåren vid Knivsta station har låg lutning, vilket resulterar i att det tar tid för vattnet att rinna bort så att vatten blir stående där. Översvämningen påverkar plattformsanslutningen i befintlig GC-port. Maximala vattennivån är över RUK, vilket innebär att anläggningens funktion kan påverkas. Spåren översvämmas med vattendjup över 50 cm.

Magasinbyggnaden som ligger nära spåret riskerar att översvämmas med vattendjup mellan 0,3–0,4 meter intill fasaden. Bebyggelse på andra sidan Centralvägen riskerar att översvämmas med vattendjup över 0,5 meter.

Riskområde 3 nuläge



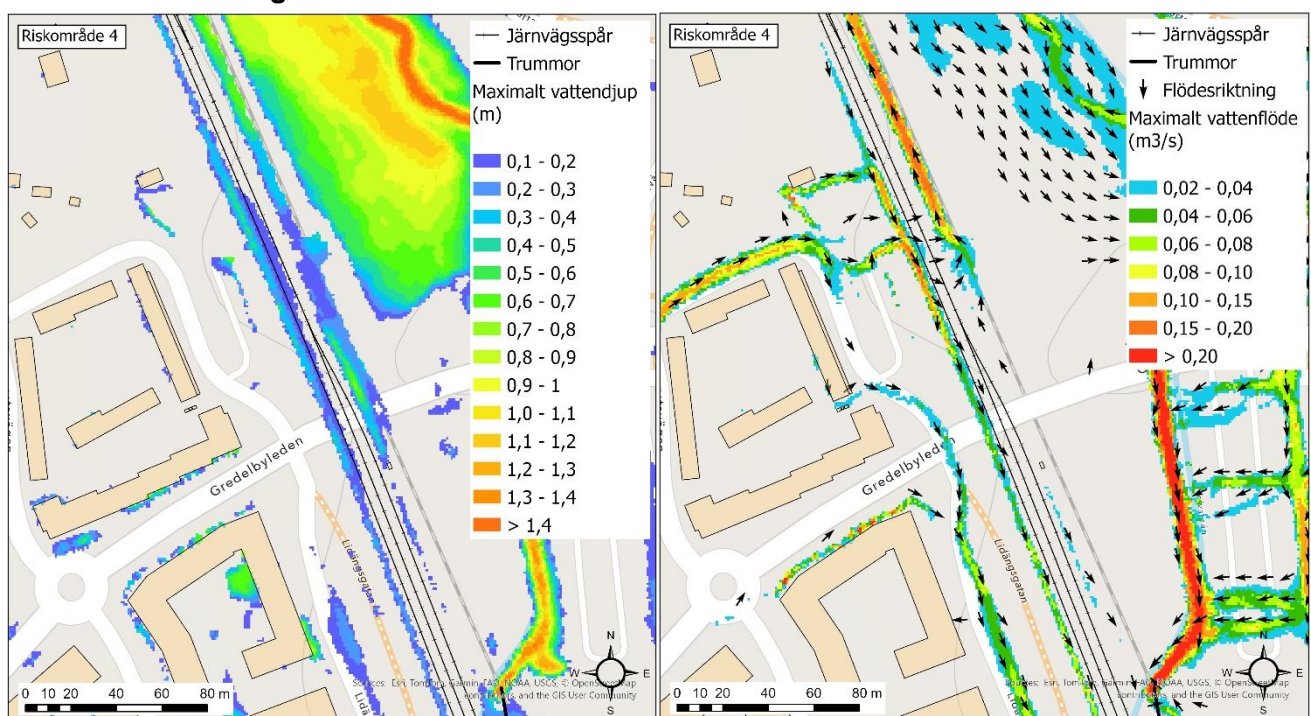
Figur 11. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 3 för befintlig situation.

Riskområde 4 (KM48+900 - KM49+200)

Översvämning uppstår väster om järnvägen vid ett 100-årsregn, då vatten från ett bostadsområde rinner mot järnvägen där järnvägsdiket är grunt. Detta leder till att vattnet i diket dämmer upp på spåret. Förekomsten av vatten på spåret är dock kortvarig, eftersom vattnet inte blir stående utan rinner över spåren och längs en befintlig bullerskärm på östra sidan för att sedan rinna av från anläggningen. Eftersom den maximala vattennivån är över RUK finns det en risk att anläggningens funktion påverkas.

Översvämningen på östra sidan av järnvägsanläggningen ligger mer än 1 meter under RUK. Spåren översvämmas med vattendjup på upp till cirka 20 cm.

Riskområde 4 nuläge



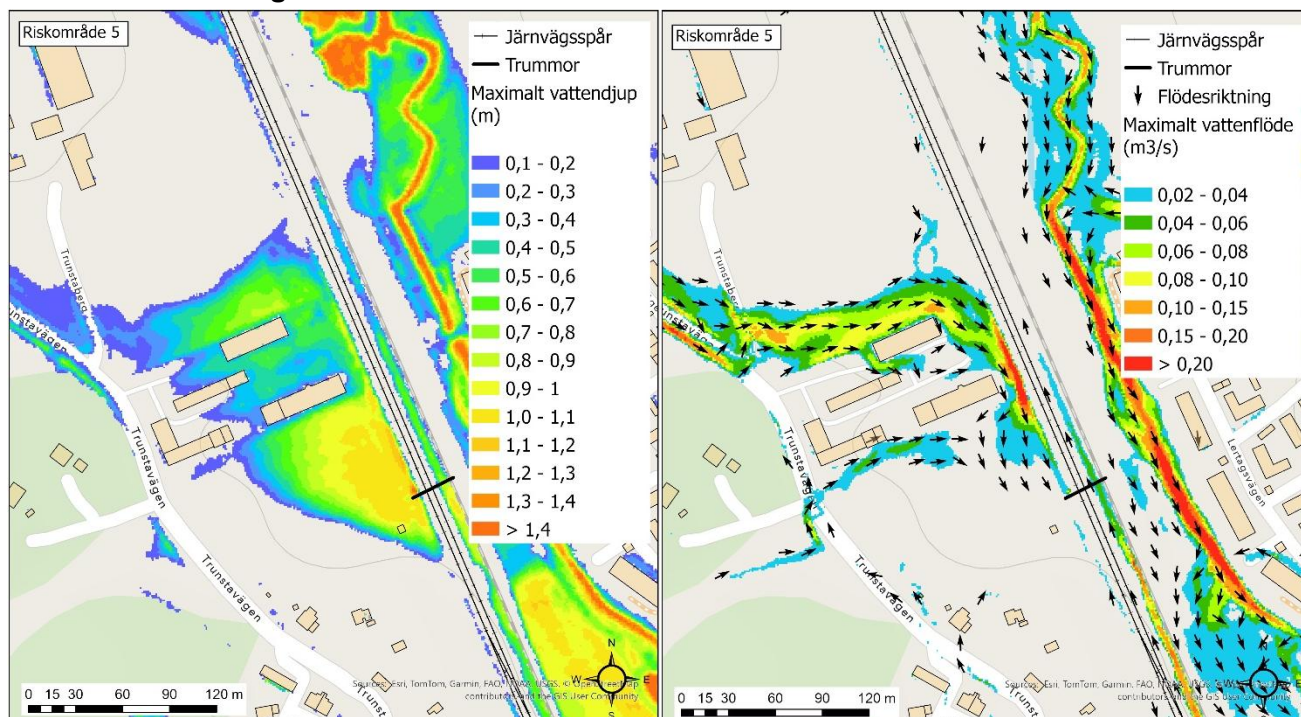
Figur 12. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 4 för befintlig situation.

Riskområde 5 (KM49+400 - KM49+600)

Översvämning uppstår väster om järnvägen vid ett 100-årsregn. I lågpunkten finns en befintlig trumma, vilken har begränsad kapacitet till följd av underdimensionering samt dåligt skick. Maximala vattennivån är inom 1 m under RUK, vilket innebär att det finns en risk för att anläggningens funktion påverkas (Figur 13).

Bebyggelse riskerar att påverkas av översvämningen med vattendjup på över 0,3 meter. Delar av jordbruksmarken riskerar att påverkas av översvämningen med vattendjup som på platser kan överstiga 0,8 meter.

Riskområde 5 nuläge

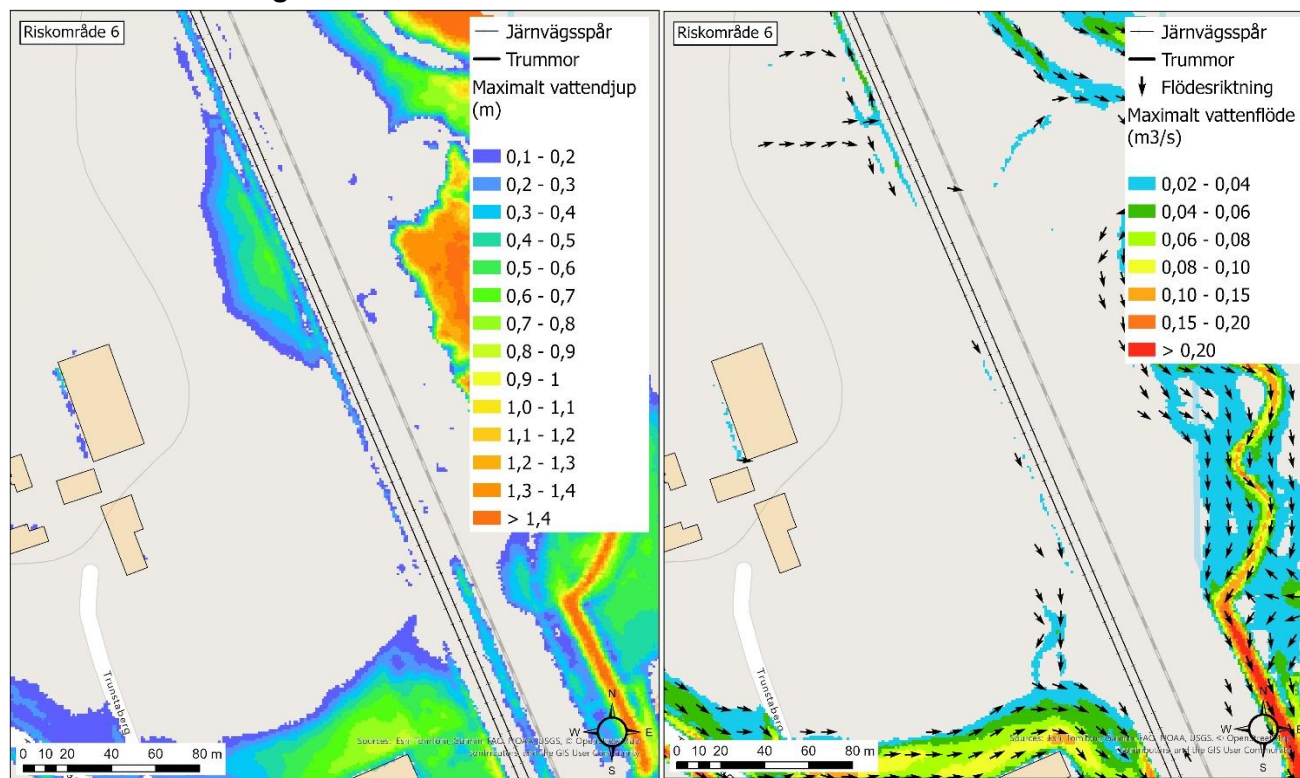


Figur 13. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 5 för befintlig situation.

Riskområde 6 (KM49+700 - KM49+900)

Översvämning uppstår väster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 14), då området utgör en lågpunkt intill järnvägen. Den maximala vattennivån är i nivå med RUK, vilket innebär att vatten riskerar att dämna upp på järnvägsspåret. Det finns en risk att anläggningens funktion påverkas.

Riskområde 6 nuläge



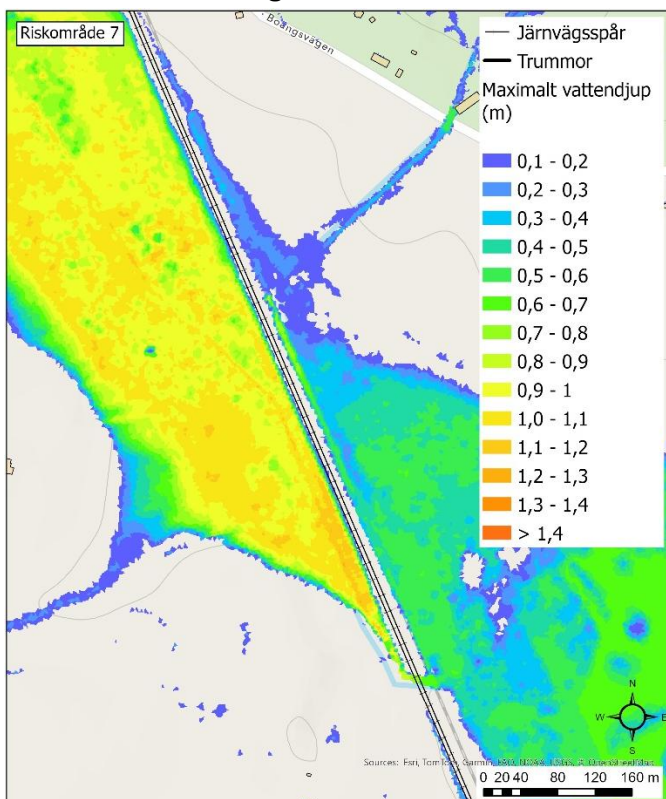
Figur 14. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,3 i riskområde 6 för befintlig situation.

Delsträcka Trunsta

Riskområde 7 (KM50+300 - KM50+700)

Översvämning uppstår i våtmarken väster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 15). Den maximala vattennivån ligger ungefär i samma nivå som RUK och på två platser riskerar det att dämna upp på järnvägsspåret. Det saknas trummor och detaljerade höjdnivåer i vattendraget i skyfallsmodelleringen. Därav är risken svårbedömd, men det har varit översvämningssproblematik i området. Vattendragsmodelleringen ger en bättre bild av risken i området (se riskområde 1 under 4.2 Vattendragsmodellering).

Riskområde 7 nuläge



Figur 15. Maximalt vattendjup vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 7. Flöde har inte modellerats i området för befintlig situation.

Delsträcka Alsike tätort

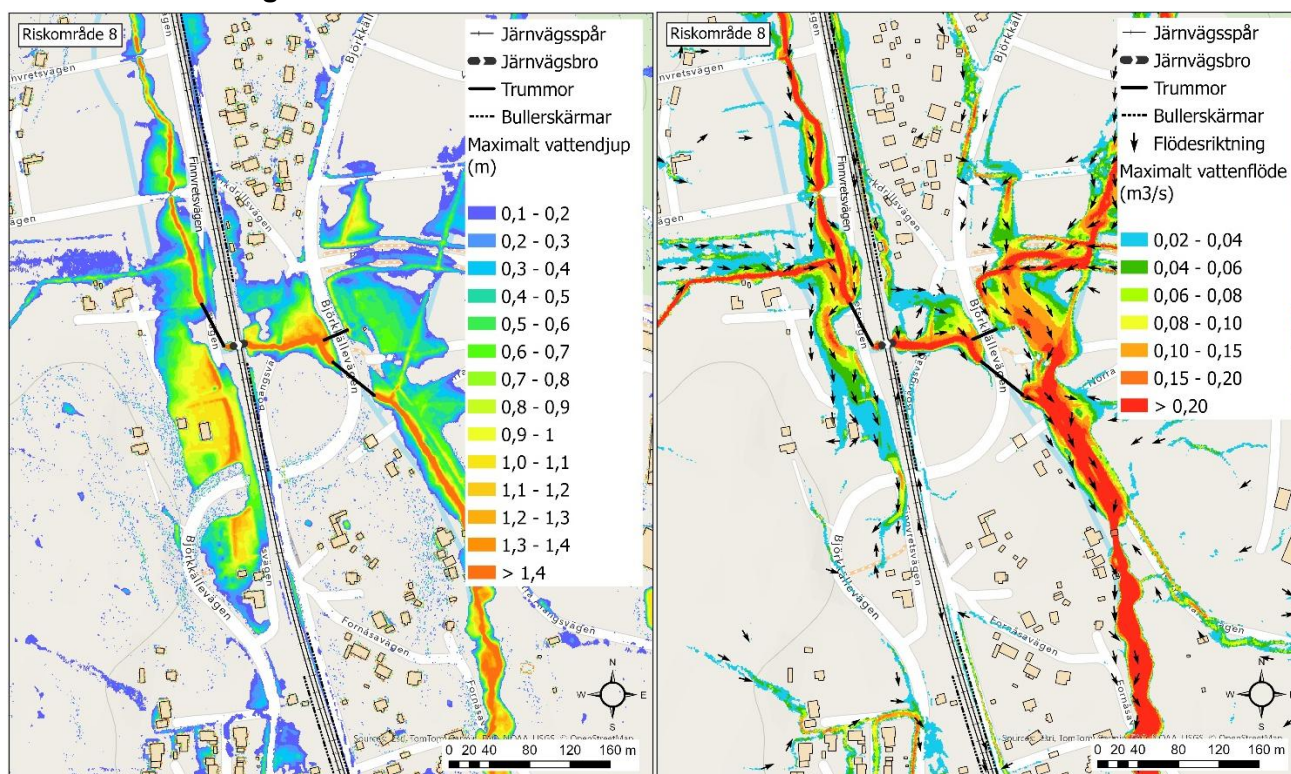
Riskområde 8 (KM52+500 - KM52+900)

Översvämning uppstår väster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 16). De höga vattennivåerna beror på stora flöden från avrinningsområdet för Pinglaström i norr och ett dike från uppströms liggande naturmarksområden i väster. Resultatet visar att vattnet i Pinglaström bräddar upp i järnvägsdiket och under Björkkällevägens vägbro. Här är maximala vattennivån inom 1 m under RUK, vilket innebär att det finns en risk att anläggningens funktion påverkas.

Bebyggelse riskerar att påverkas av översvämningen med vattendjup upptill 1 meter. Vattnet fortsätter flöda söderut längs med västra sidan av spåret och översvämningen breder ut sig i ett instängt område där ytterligare bebyggelse riskerar att påverkas med vattendjup över 0,5 meter.

Finnvretsvägen översvämmas med vattendjup över 0,5 meter. Det innebär att räddningstjänstens insatsfordon inte kan ta sig fram.

Riskområde 8 nuläge

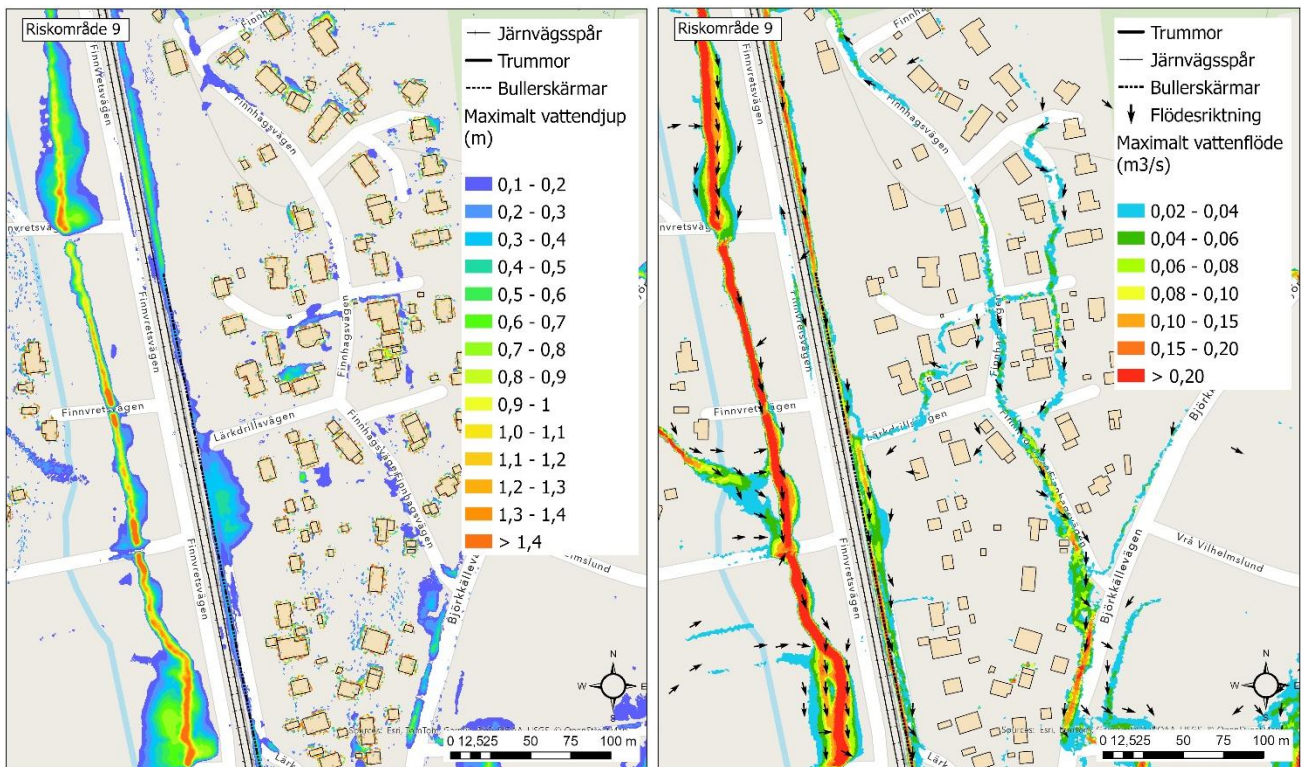


Figur 16. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 8 för befintlig situation.

Riskområde 9 (KM52+900 – KM53+400)

Översvämning uppstår öster om järnvägen i järnvägsdiket vid ett 100-årsregn (Figur 16). De höga vattennivåerna beror på flöden norrifrån som rinner in i diket som ligger innanför bullerskärmen. När dikets kapacitet överskrids rinner vatten över spåret på två plaster där maximala vattennivån är strax över RUK (cirka 10 cm), vilket innebär att det finns en risk att anläggningens funktion påverkas.

Riskområde 9 nuläge



Figur 17. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 9 för befintlig situation.

Delsträcka Norr om Alsike

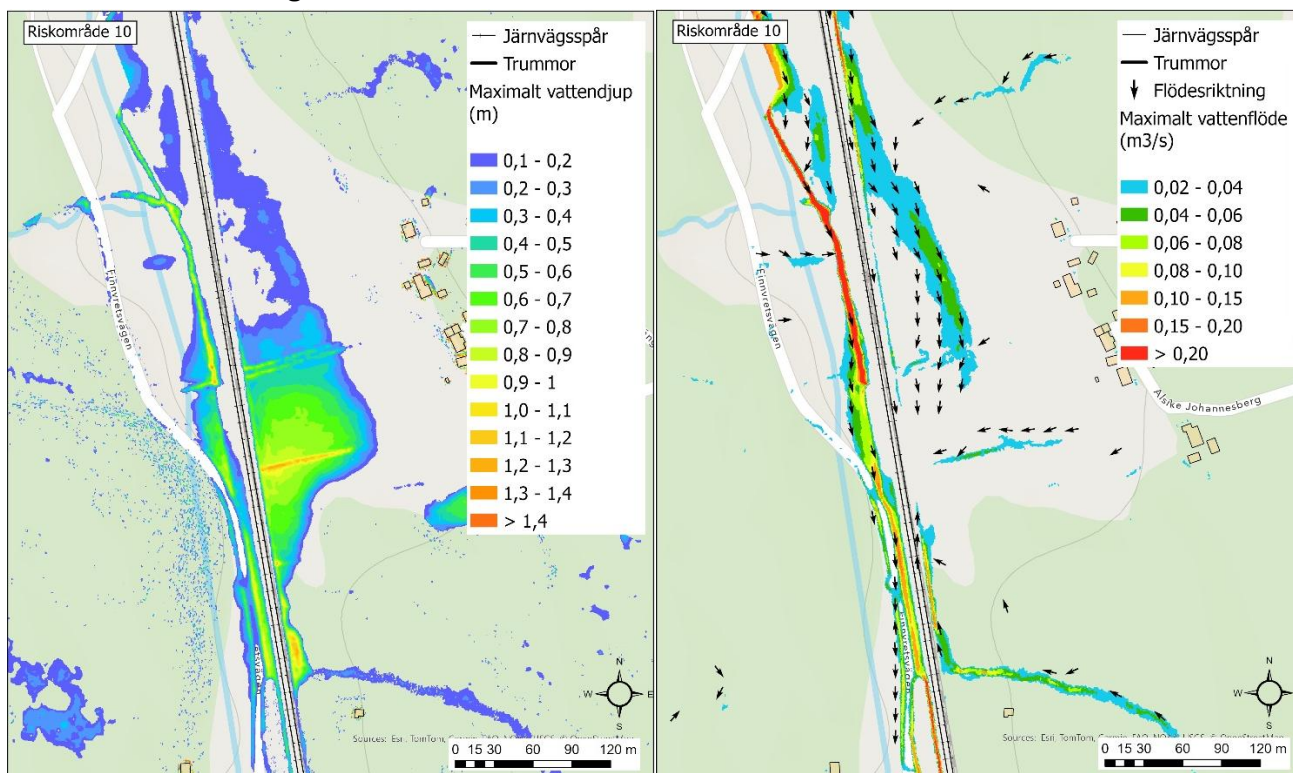
Riskområde 10 (KM53+700 - KM54+100)

Översvämning uppstår på jordbruksmarken öster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 18), då ett större avrinningsområde bestående av naturmark avvattas till platsen, som utgör en lågpunkt intill spåret. Vattnet rinner vidare i järnvägsdiket, men på grund av den stora volymen blir det stående på jordbruksmarken under en längre tid. Den maximala vattennivån ligger inom 1 meter under RUK, vilket innebär att det finns en risk för påverkan på anläggningens funktion.

Jordbruksmarken riskerar att påverkas av översvämningen med vattendjup mellan 0,8–0,9 meter. Det saknas trummor nedströms diket i skyfallsmodellen, men på östra sidan är det nedstigningsbrunn. Därför antas vattnet inte avledas till västra sidan.

Översvämningarna på västra sidan i Figur 18 ligger mer än 1 m under RUK.

Riskområde 10 nuläge



Figur 18. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 10 för befintlig situation.

4.2 Vattendragsmodellering

Detta avsnitt redovisar resultaten från vattendragsmodelleringen. Analysen fokuserar både på risken för påverkan på själva anläggningen och på konsekvenser för omgivande mark. De identifierade riskområdena sammanfattas i Tabell 3, där varje område har en samlad bedömning baserad på risknivå för anläggningen och risknivå för omgivningen. Tabell 3 visar var riskområdena är belägna.

Tabell 3. Resultat från analys av översvämningsrisker vid höga flöden i vattendrag för befintlig anläggning och omgivning.

Riskområde	Järnvägsanläggningen	Omgivningen
1	Hög risk för påverkan på järnvägen. Vattennivå ligger över RUK.	Låg risk för påverkan på omgivningen.
2	Potentiell risk* för påverkan på järnvägen. Vattennivå riskerar att ligga över RUK.	Potentiell risk* för påverkan på omgivningen.
3	Medel risk för påverkan på järnvägen. Vattennivå ligger inom 1 meter under RUK.	Medel risk för påverkan på omgivningen. Jordbruksmarken översvämmas.

* Modelleringsresultat saknas, men utifrån utredning av risken har en bedömning gjorts att det finns en potentiell risk.

Delsträcka Odensala

Ingen modell har tagits fram för området eftersom vattendraget varken bedöms påverka eller påverkas av järnvägsanläggningen. Detta beror på att vattendraget ligger på tillräckligt avstånd från järnvägen och inte passerar under anläggningen.

Delsträcka Forsby

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

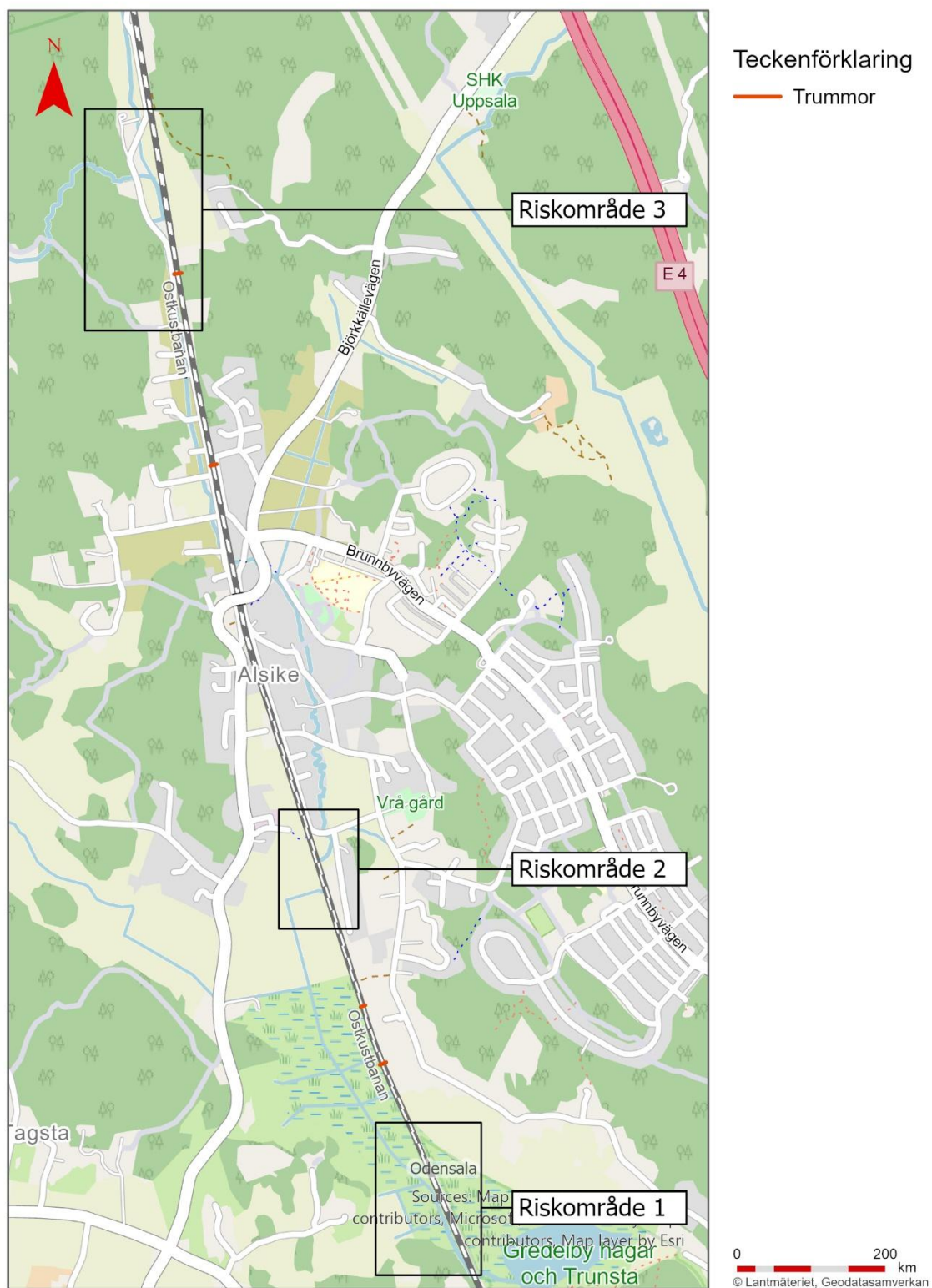
Delsträcka Söder om Knivsta

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

Delsträcka Knivsta tätort

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

Lokalisering riskområden för vattendragsmodelleringen



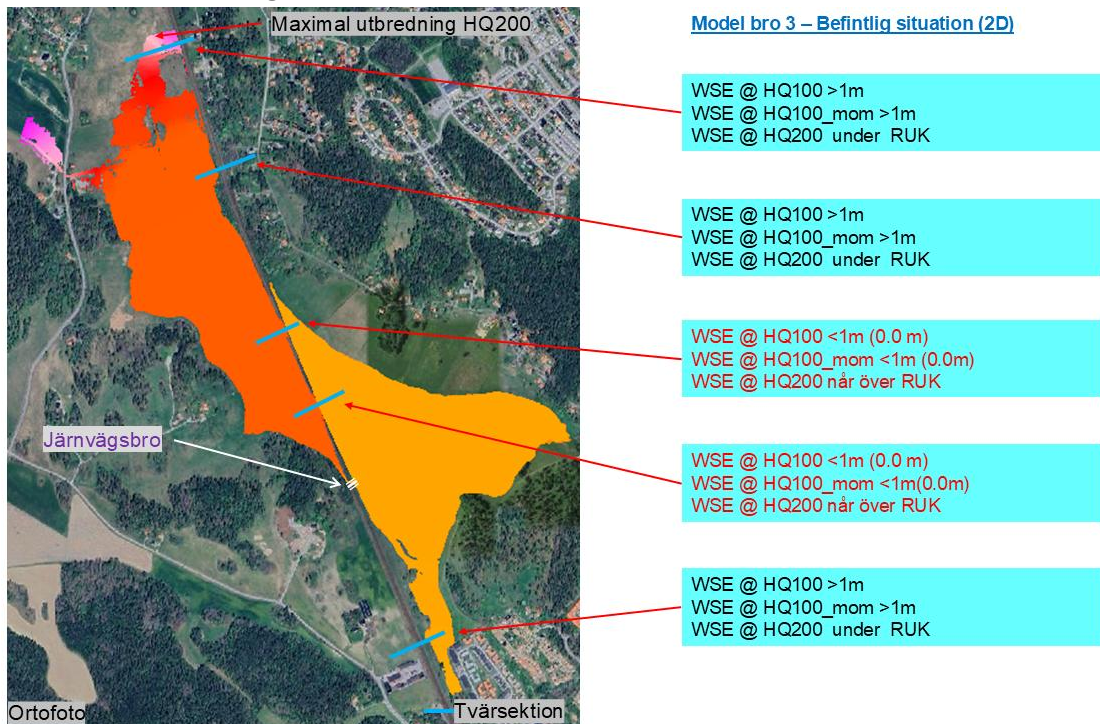
Figur 19. Riskområde 1–3 från Tabell 3 och Tabell 5.

Delsträcka Trunsta

Riskområde 1

Översvämning uppstår i våtmarken väster om järnvägen vid ett 100-flöde där Pinglaström som övergått i Knivstaån leder vatten till järnvägsbron (Figur 20). Den maximala vattennivån ligger över rälsen och dämmer över järnvägen vid två lågpunkter.

Riskområde 1 nuläge



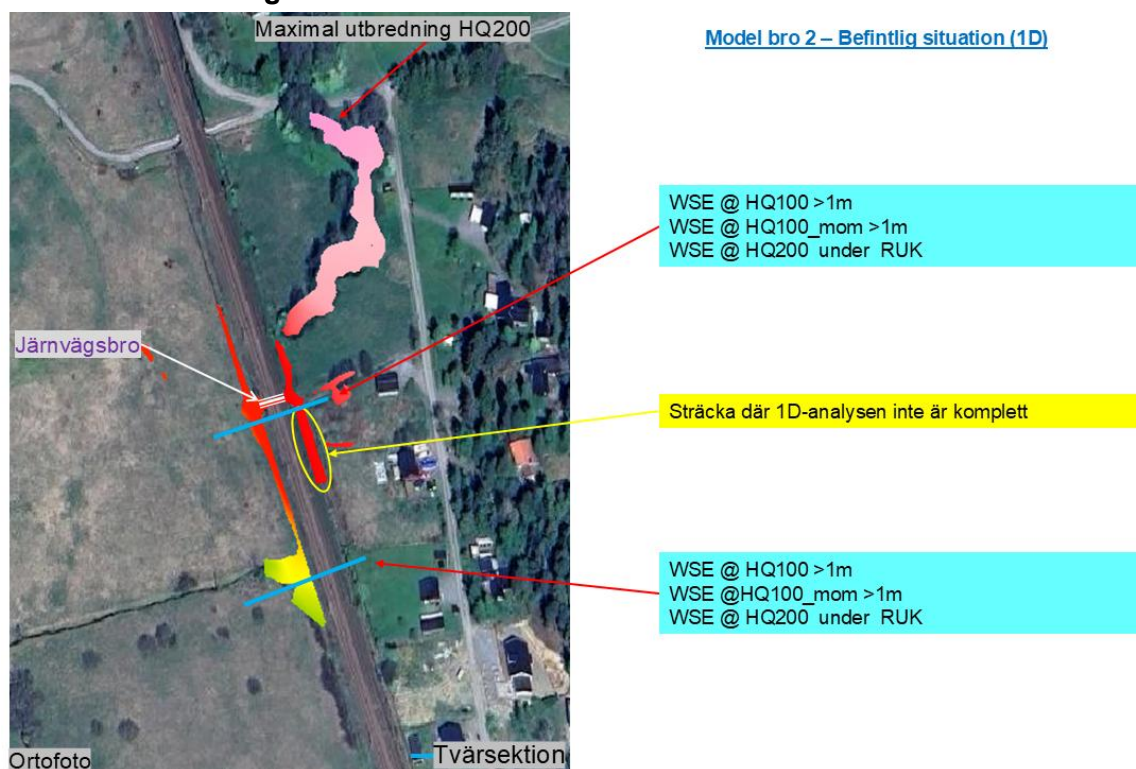
Figur 20. Maximal utbredning samt analys av maximal vattennivå i relation till RUK för modell 3 2D. Beskrivning markeras med röd text i de fall där kraven inte uppfylls.

Riskområde 2

Översvämning riskerar att ske på östra sidan söder om inloppet till järnvägsbron eftersom en del av vattnet rinner vidare parallellt med järnvägen via ett dike (Figur 21). Denna sträcka har inte representerats i vattendragsmodelleringen, men en preliminär granskning tyder på att vattennivån längre nedströms i diket kan ligga mindre än 1 meter under RUK.

Det finns bebyggelse i järnvägens närområde, vilket innebär att det finns en potentiell risk för att bebyggelse drabbas av översvämning.

Riskområde 2 nuläge



Figur 21. Maximal utbredning samt analys av maximal vattennivå i relation till RUK för modell 2 1D. Inga platser med RUK < 1 m identifierades. Ett område med ofullständiga resultat från 1D-modellen har däremot identifierats (markerat med gult).

Delsträcka Alsike tätort

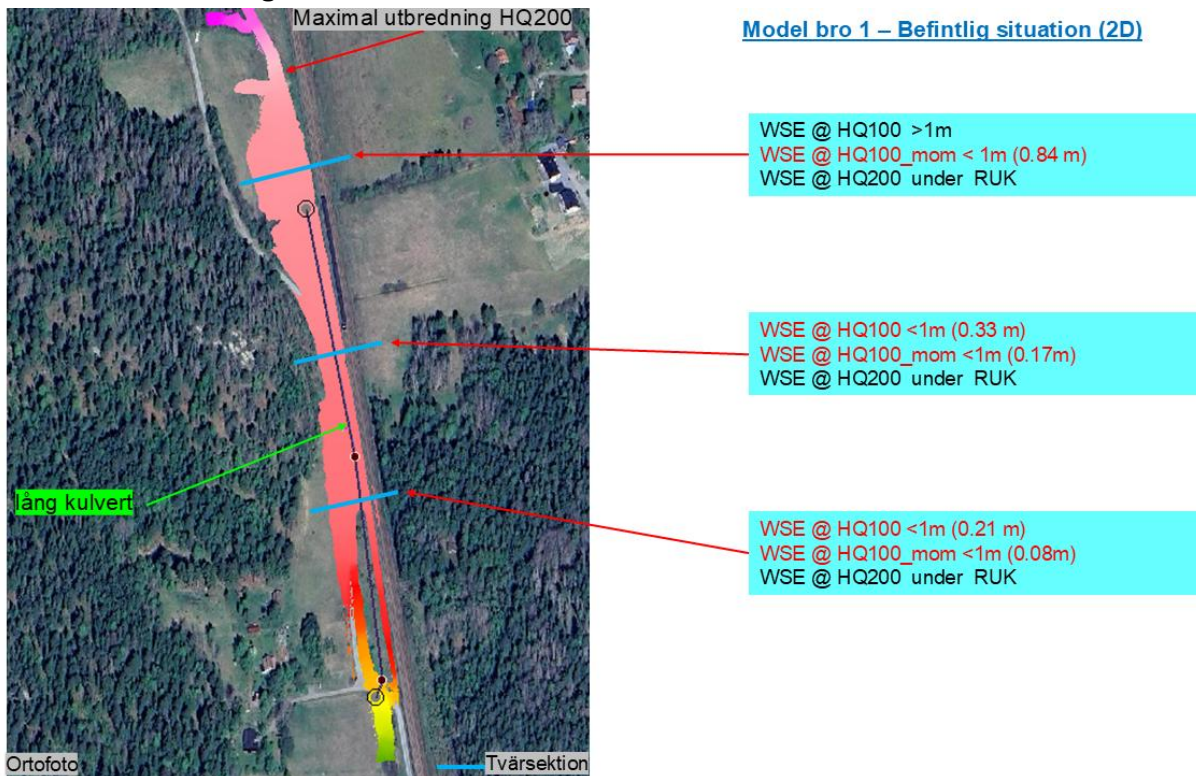
Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

Delsträcka Norr om Alsike

Riskområde 3

Översvämning uppstår på omgivande mark runt Pinglaström väster om järnvägen innan vattendraget övergår till kulverterat längs en sträcka (Figur 22). Kulvertens begränsade kapacitet orsakar att vattnet dämmer upp och rinner ytligt genom en smal passage mellan järnvägen och berget väster om järnvägen. Maximal vattennivå är mindre än 1 meter under rälsen.

Riskområde 3 nuläge



Figur 22. Maximal utbredning samt analys av maximal vattennivå i relation till RUK för modell 1 2D. Text markeras med rött i de fall där kraven inte uppfylls.

5 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Detta kapitel beskriver de åtgärder som tagits fram utifrån resultaten från både skyfallsmodelleringen och vattendragsmodelleringen. Genom dessa analyser har riskområden identifierats, och åtgärdsförslag har utformats för att förebygga att översvämningssituationen förvärras samt att den nya anläggningen uppfyller gällande krav på funktion och beständighet. Åtgärderna presenteras områdesvis i de följande avsnitten.

5.1 Söder om Knivsta och Knivsta tätort

I samband med anläggningen av de nya järnvägsspåren i Knivsta tätort och söder om Knivsta föreslås åtgärder i form av nya och kompletterande genomledningar och trummor, i syfte att säkerställa att översvämningssrisken inte förvärras jämfört med befintlig situation samt att den nya anläggningen uppfyller gällande krav på funktion och beständighet. Åtgärderna syftar till att förbättra möjligheterna för vatten att passera järnvägsanläggningen och därigenom begränsa påverkan på såväl anläggningen som omgivande bebyggelse och mark.

I de södra delarna av Knivsta tätort och söder om Knivsta (Riskområde 1–3 skyfall) finns en etablerad översvämningssituation kopplad till stora avrinningsområden öster om järnvägen, där en hög andel hårdgjorda ytor i tätorten ger upphov till betydande avrinning vid kraftiga regn. För att möjliggöra avledning av detta vatten föreslås tre nya skyfallsgenomledningar samt en ny trumma under banvallen. Genomledningarna skapar bättre förutsättningar för att leda vatten från östra sidan av järnvägen mot Knivstaån på den västra sidan och bidrar till att upprätthålla tvärgående flöden och begränsa uppdamning mot spårområdet. Ytterligare en skyfallsgenomledning har planerats i riskområde 4 för att avleda vatten från västra järnvägsdiket till östra sidan för att förebygga översvämning i diket.

Järnvägsdiket har under en del av sträckan i södra Knivsta dimensionerats med ökad kapacitet för att kunna hantera ett 100-årsregn, så att de stora tillrinnande flödena kan avledas på ett säkert sätt mot skyfallsgenomledningarna.

Höjdsättningen av marken vid hisschaktet (riskområde 3) vid Knivsta Station har utformats med hänsyn till passerande flödesstråk för att säkerställa att skyfallsavrinning inte påverkar anläggningens funktion.

Vid riskområdena 4 och 5 (skyfall) föreslås nya trummor som avleder vatten från järnvägens västra sida mot Knivstaån på den östra sidan.

Skyddsåtgärdernas lokalisering visas i Figur 23. Mer detaljerad information om hur respektive åtgärd påverkar översvämningssrisken för både anläggning och omgivning redovisas i beskrivningen av de identifierade riskområdena.

För de områden där målsättningen om 1 meter mellan RUK (Riskområde 1, 2 och 4) och beräknad vattennivå inte uppnås pågår fortsatt utredning av kompletterande åtgärder.

5.2 Trunsta

I Trunsta (riskområde 7) höjdsätts samtliga fyra spår högre än dagens spårnivåer. De befintliga spåren utgår och ersätts av nya spår med en högre höjdsättning, vilket minskar järnvägsanläggningens exponering för översvämning. Denna åtgärd innebär att den identifierade översvämningsrisken elimineras i framtida situation.

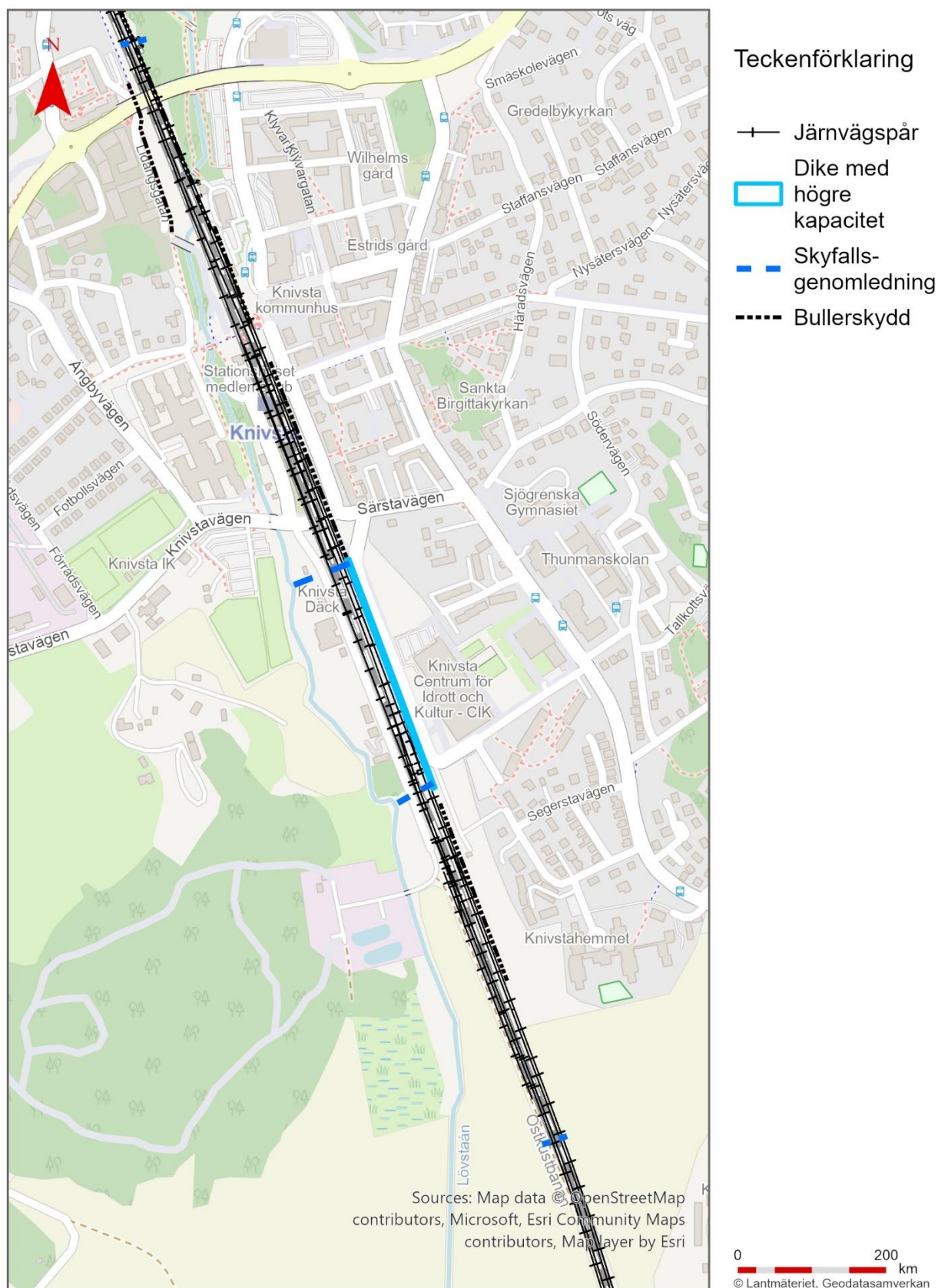
5.3 Alsike tätort och norr om Alsike

I norra Alsike föreslås kapacitetshöjande åtgärder på den västra sidan av järnvägen för att förbättra avvattningen och minska risken för uppdämning i området. En ny kulvert anläggs parallellt med en befintlig kulvert för att öka den totala genomströmningsskapaciteten vid höga flöden. Genom kombinationen av ökad kulvertkapacitet och öppna ytflöden förbättras avledningsförmågan i området, vilket minskar risken för att vatten dämmer upp vid inloppet och påverkar järnvägsanläggningen eller omgivande mark. Ökad kapacitet och genomledning av vatten har inte negativ påverkan på översvämningsrisk nedströms.

Skyddsåtgärdernas lokalisering visas i Figur 24. Mer detaljerad information om hur åtgärderna påverkar översvämningsrisken i området redovisas i beskrivningen av de identifierade riskområdena.

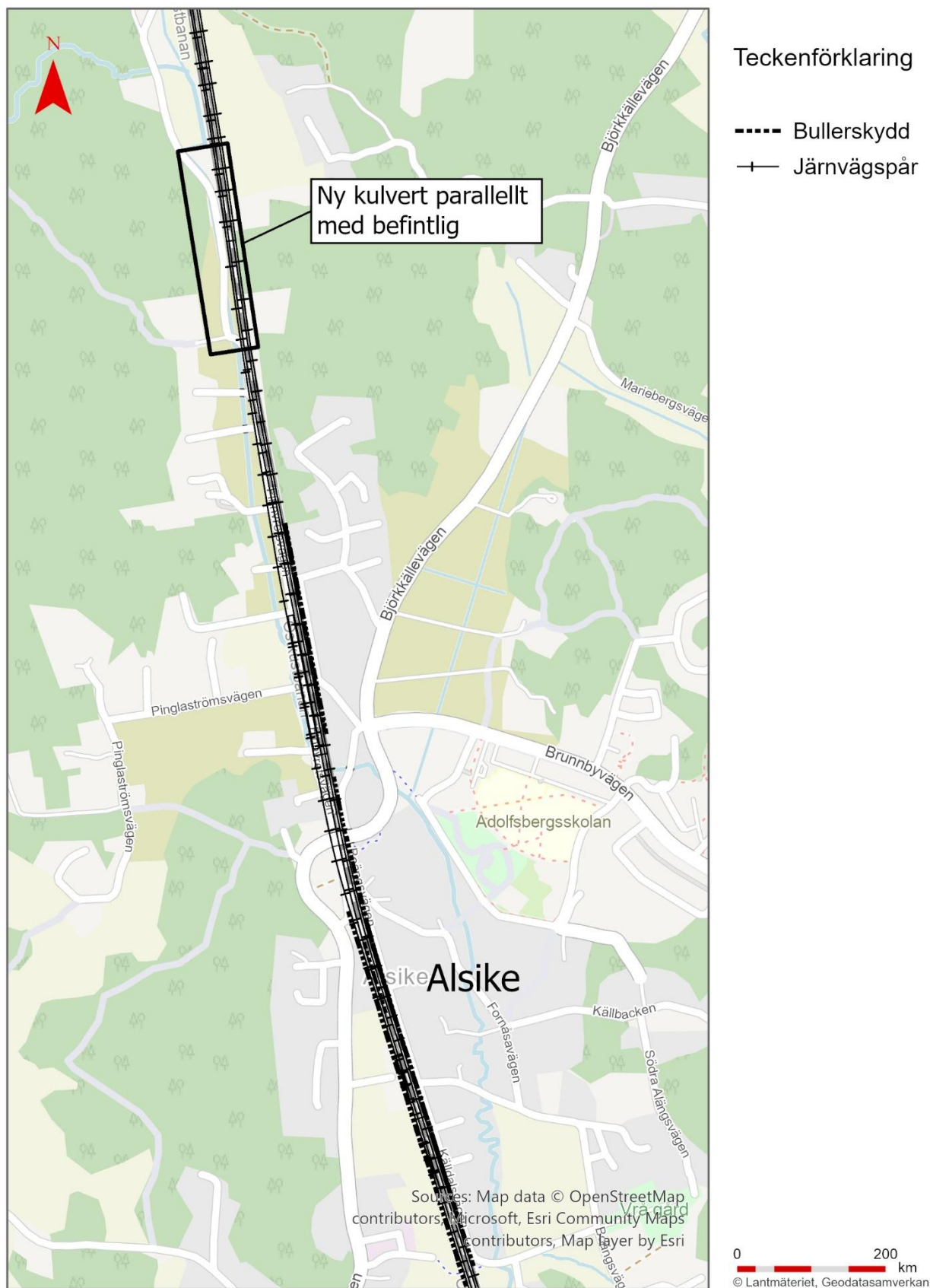
För riskområde 9 där målsättningen om 1 meter mellan RUK och beräknad vattennivå inte uppnås pågår fortsatt utredning av kompletterande åtgärder.

Skyddsåtgärder Knivsta



Figur 23. Lokalisering av skyddsåtgärder i form av trummor, skyfallsgenomledningar och skyfallsstråk i Knivsta.

Skyddsåtgärder Alsike



Figur 24. Lokalisering av skyddsåtgärder i form av trummor och kulvert i Alsike.

6 Framtida situation med åtgärder och försiktighetsmått

Detta kapitel beskriver de förväntade översvämningsförhållandena längs den planerade järnvägssträckningen efter att föreslagna åtgärder har implementerats. Bedömningen av nuläget risker baseras på två kompletterande analyser: skyfallsmodelleringen, som belyser översvämningar vid 100-årsregn, samt vattendragsmodelleringen, som visar påverkan från höga flöden i närliggande vattendrag. För att tydligt redovisa respektive process och dess betydelse för riskbilden presenteras resultaten i två separata avsnitt.

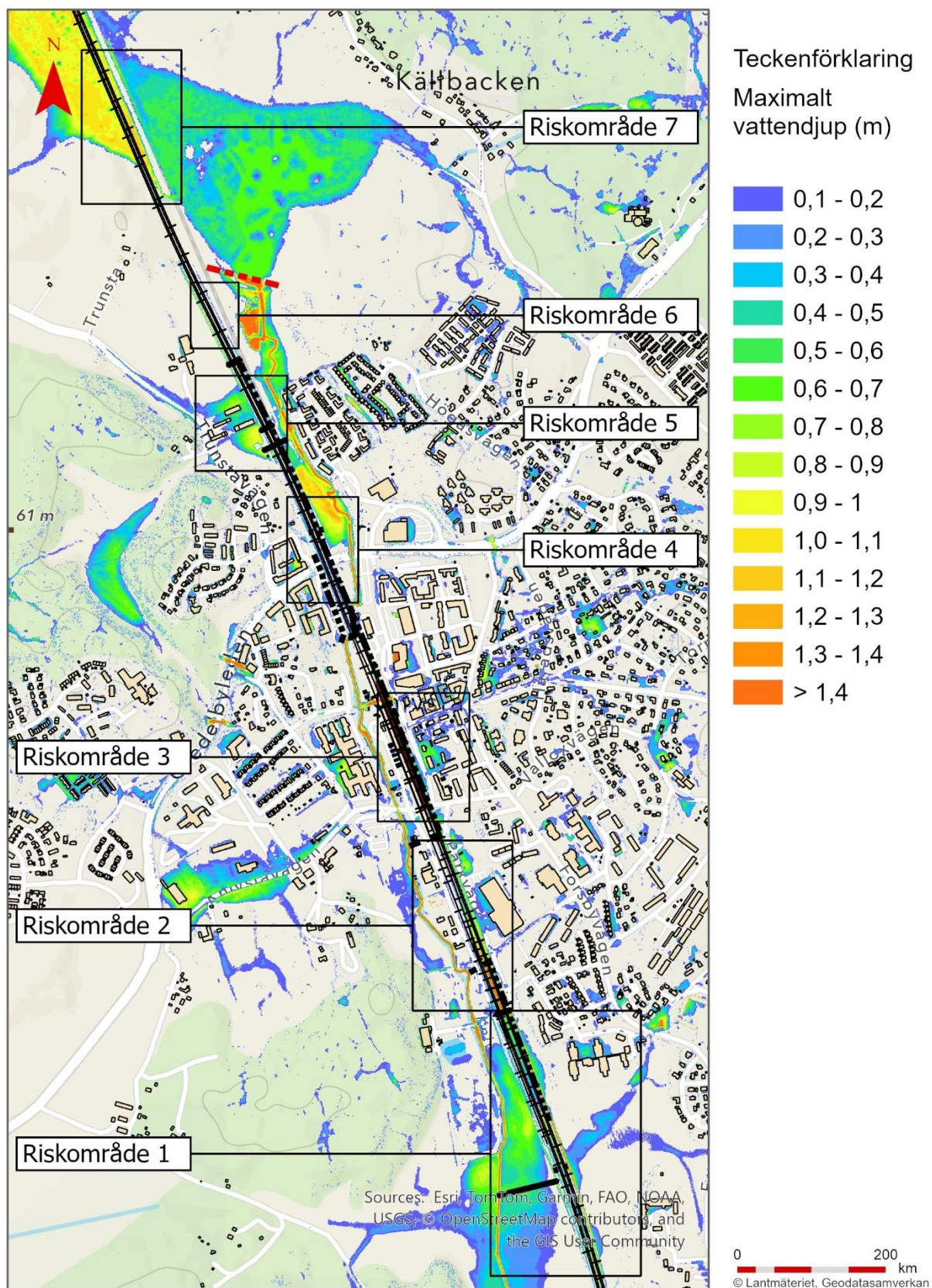
6.1 Skyfallsmodellering

Detta avsnitt redovisar resultaten från skyfallsmodelleringen. Analysen fokuserar både på risken för påverkan på anläggningens funktion och på konsekvenser för omgivande mark. De identifierade riskområdena sammanfattas i Tabell 4. Figur 25 och Figur 26 visar var riskområdena är belägna. Angivna KM-tal för riskområdena är ungefärliga. Liksom i befintlig situation markerar den röda linjen i Figur 25 gränsen mellan två modeller.

Tabell 4. Resultat från analys av översvämningsrisker vid 100-årsregn för planerad anläggning och omgivning.

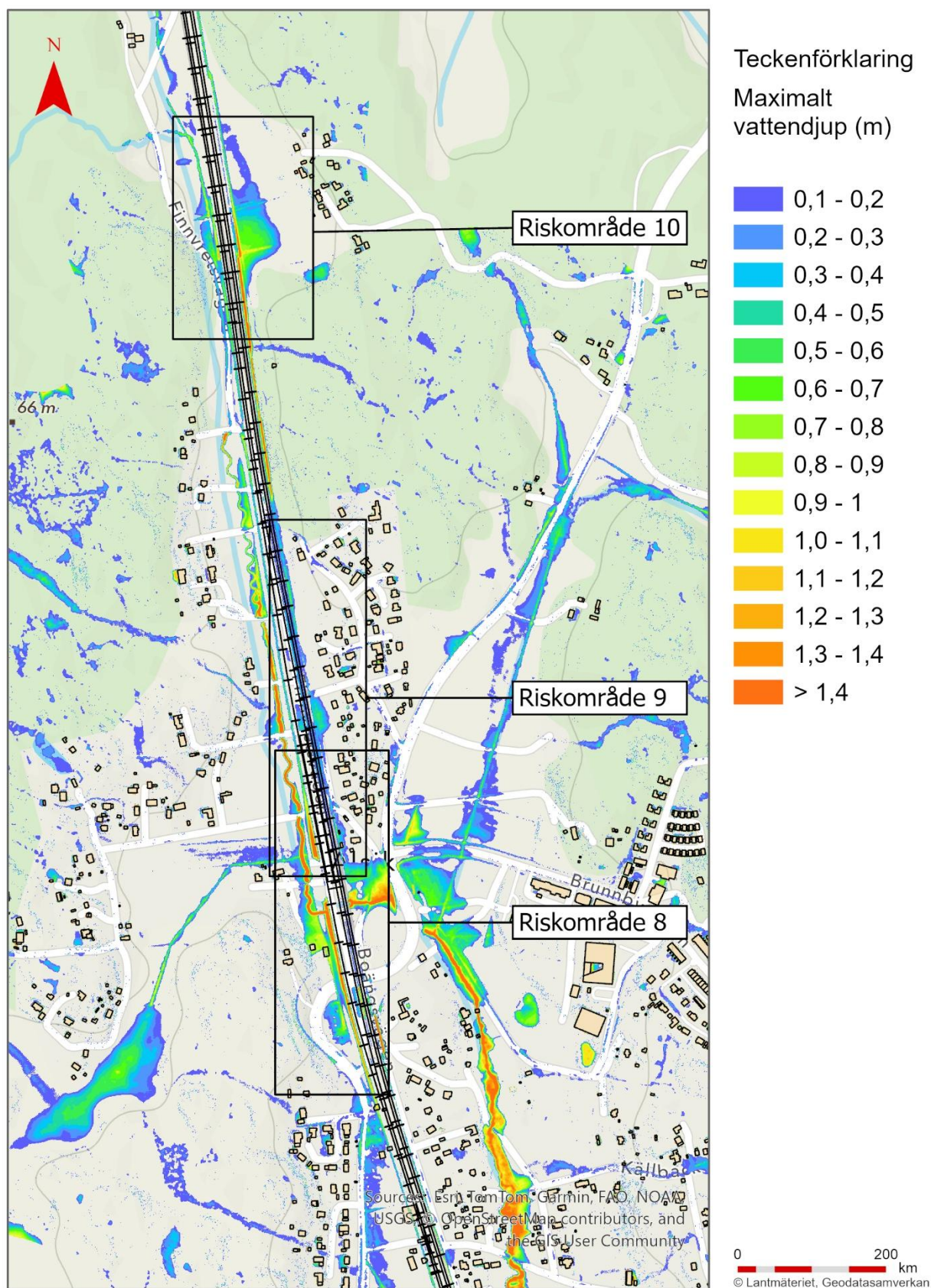
Risk- område	Järnvägsanläggningen	Omgivningen
1	Vattennivå är mindre än 1 m under RUK och påverkan på anläggningens funktion utreds.	Förbättring jämfört med befintlig situation.
2	Vattennivån är över RUK och påverkan på anläggningens funktion utreds.	Förbättring jämfört med befintlig situation.
3	Bullerplanket hindrar vatten från att rinna in på järnvägsspåren.	Försämring jämfört med befintlig situation. Fortsatt under utredning
4	Vattennivå är på samma nivå som RUK och påverkan på anläggningens funktion utreds.	Förbättring jämfört med befintlig situation.
5	Vattennivå är 1 meter under RUK.	Förbättring jämfört med befintlig situation.
6	Vattennivå är 1 meter under RUK.	Förbättring jämfört med befintlig situation.
7	Vattennivå är 1 meter under RUK.	Förbättring jämfört med befintlig situation.
8	Vattennivå ligger 1 meter under RUK.	Förbättring jämfört med befintlig situation.
9	Vattennivån är över RUK och påverkan på anläggningens funktion utreds.	Oförändrad från befintlig situation.
10	Vattennivå är 1 meter under RUK.	Förbättring jämfört med befintlig situation.

Lokalisering riskområde 1–7



Figur 25. Riskområde 1–7 för planerad situation med maximalt vattendjup vid 100-årsregn söder om Knivsta, Knivsta tätort och Trunsta. Röd streckad linje visar modellgränsen.

Lokalisering riskområde 8–9



Figur 26. Riskområde 8–9 för planerad situation med maximalt vattendjup vid 100-årsregn i Alsike tätort och norr om Alsike.

Delsträcka Odensala

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada.

Delsträcka Forsby

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada.

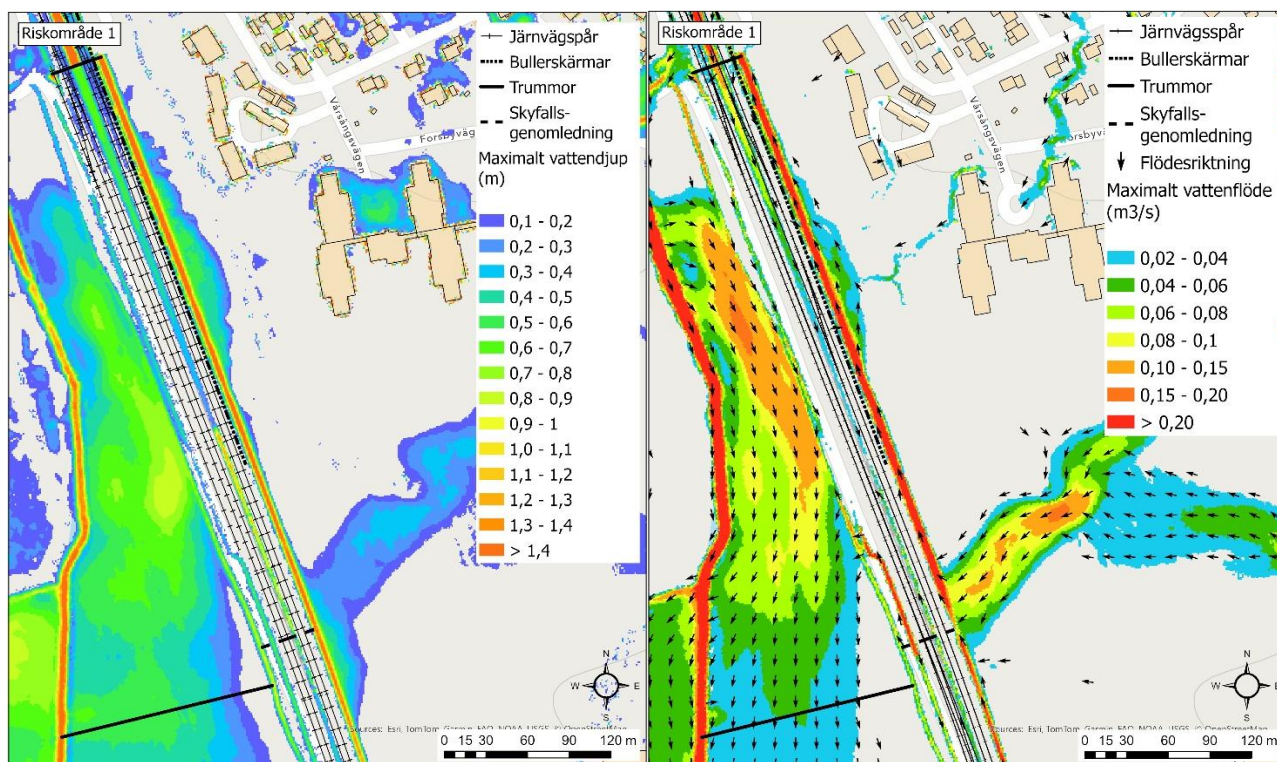
Delsträcka Söder om Knivsta

Riskområde 1 (KM47+200 - KM47+800)

Likt i nulägesituation uppstår översvämning öster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 27) då stora avrinningsområden med delvis hårdgjorda ytor uppströms avvattnas mot järnvägsanläggningen. Vattnet rinner till järnvägsdiket och leds vidare norrut. Den lågpunkt som i befintlig situation fanns vid trumman vid jordbruksmarken har, till följd av det nya spåret, förflyttats norrut, och genomledning av flödet sker i en trumma i slutet av diket.

En skyfallsgenomledning är placerad i anslutning till den tidigare lågpunktens läge. När vattennivån stiger i det östra järnvägsdiket, till följd av att trumman i slutet av diket inte kan avleda hela flödet, kan vatten även passera genom via skyfallsgenomledningen. Genomledningen föreslås anläggas högre upp i banvallen, så att vatten endast leds genom den vid höga flöden. Den kan utformas som en öppen trumma med utlopp i det västra järnvägsdiket.

Riskområde 1 framtida situation



Figur 27. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 1 för planerad situation.

Maximal vattennivå i järnvägsdiket på östra sidan av järnvägsanläggningen har förbättrats jämfört med befintlig situation. Vattnet når inte längre upp på järnvägsspåren, vilket innebär att riskområde 1 inte längre bidrar till översvämningen på järnvägsspåren vid riskområde 2.

Vattennivån ligger dock fortsatt inom 1 meter under RUK. Detta innebär att en bedömning behöver göras av eventuell påverkan på anläggningens funktion:

- Förstärkningsåtgärder har projekterats i den planerade anläggningen i Knivsta för att säkerställa slänternas stabilitet. Utifrån detta har en geoteknisk bedömning gjorts att de aktuella vattennivåerna inte förväntas påverka anläggningens stabilitet eller därmed dess stadga och bärighet. Översvämningen är begränsad till den sida av järnvägen där den nya, förstärkta anläggningen anläggs, medan slänten på den motsatta sidan (vid befintliga spår) inte påverkas.
- Flödeshastigheterna understiger 1 m/s, vilket enligt Hjulströms diagram motsvarar nivåer där endast finare material (fingrus, ca 2–6 mm) kan sättas i rörelse. Eftersom ballastmaterialet består av betydligt grövre material bör det inte finnas erosionsrisk och därmed inte heller en påverkan på anläggningens bärighet eller beständighet till följd av materialförlust.
- Översvämningens varaktighet har också beaktats, då långvarig vattenpåverkan kan påverka anläggningens beständighet. I aktuellt fall är vattenpåverkan kortvarig och skyfallsvattnet avleds vidare genom trumman under järnvägen. Med hänsyn till att händelsen dessutom motsvarar ett sällsynt 100-årsregn bedöms anläggningen inte utsättas för varaktig belastning.
- Vattennivån beräknas som högst nå cirka 0,65 m under RUK, vilket innebär att vatten inte når upp till ballastlagret. Även om detta talar för en begränsad direkt påverkan på spåranläggningen är marginalen mindre än de säkerhetsmarginaler som ibland tillämpas för att undvika framtida drift- och underhållsproblem. Frågan om eventuella driftstörningar och underhållsbehov till följd av översvämningen är därför under fortsatt utredning.

Sammantaget bedöms, utifrån genomförda analyser av stabilitet, erosionsrisk och översvämningens varaktighet, att översvämningen inte medför någon oacceptabel påverkan på anläggningens stadga, bärighet och beständighet. Frågan om eventuella driftstörningar och underhållsbehov till följd av översvämningshändelser utreds vidare.

Delar av jordbruksmark riskerar fortfarande att påverkas av översvämningen, men med en mindre utbredning och vattendjup upptill 0,3 meter. Jämfört med nuläggessituationen innebär detta en minskad risk.

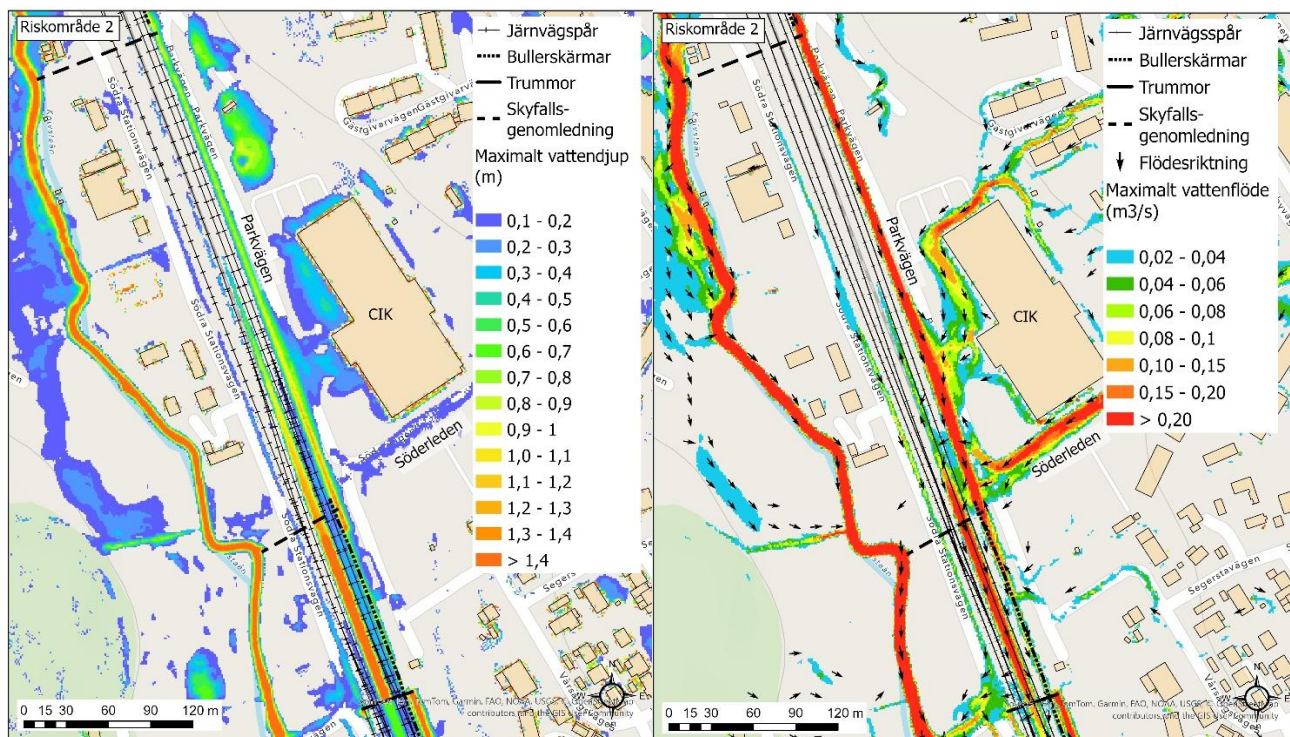
Delsträcka Knivsta tätort

Riskområde 2 (KM47+800 - KM48+300)

Likt nuläggssituation uppstår översvämningar kring och på järnvägsanläggningen i södra Knivsta då stora flöden rinner mot järnvägen via Södervägen, CIK:s parkering samt järnvägsdikena i norr (Figur 28). Att översvämningar uppstår på östra sidan beror dels på att avrinningsområdena öster om järnvägsspåren är relativt stora och med hög hårdgöringsgrad, dels på grund av topografin i relation till järnvägen. Marknivåerna öster om järnvägen är generellt högre än järnvägen, med undantag för järnvägsdikena, vilket innebär att när dikena fylls så flödar vattnet över järnvägen.

För att avhjälpa situationen har ett dike med ökad kapacitet för skyfall föreslagits längs med järnvägen samt en skyfallsgenomledning i slutet av diket. En genomledning har även placerats i början av skyfallsdiket för vattnet från riskområde 3. Trots åtgärder är den maximala vattennivån, likt befintlig situation, ca 30 cm över RUK, men vattnet flödar över spåren under en kortare period av skyfallet. I befintlig situation sker det under 4 timmar och i framtida i endast cirka 1,5 timmar. Därmed minskar risken jämfört med befintlig situation.

Riskområde 2 framtida situation



Figur 28. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,3 i riskområde 2 för planerad situation.

Modellresultaten påverkas av en felaktighet i höjdmodellen som innebär att området mellan spåren blir djupare än avsett, vilket medför att vatten ansamlas där. Detta kommer att korrigeras i det fortsatta arbetet. En ny bro planeras över järnvägen i anslutning till Söderleden. I den projekteringen av bron behöver det säkerställas att höjdsättningen och utformningen av bron inte medför att flödesvägar leds mot CIK:s fastighet.

Eftersom vattennivån ligger över RUK behöver en bedömning göras av eventuell påverkan på anläggningens funktion:

- Likt riskområde 1 har förstärkningsåtgärder projekterats i den planerade anläggningen för att säkerställa slänternas stabilitet, och utifrån detta har en geoteknisk bedömning gjorts att de aktuella vattennivåerna inte förväntas påverka anläggningens stadga eller bärighet.
- Flödeshastigheterna i området bedöms i huvudsak understiga nivåer som krävs för att initiera erosion av materialet i ballasten (understiger 1 m/s). Därmed förväntas erosionsrisk generellt inte påverka anläggningens bärighet eller beständighet. Lokalt, i inledningen av diket med högre kapacitet där vattnet koncentreras och leds ned, uppstår dock högre flödeshastigheter. I detta område behöver hänsyn tas till erosionsrisk vid utformning av diket, exempelvis genom lämpliga erosionsskyddsåtgärder, för att säkerställa att anläggningens bärighet och beständighet inte påverkas.
- Skyfallsvattnet avleds vidare genom skyfallsledningen under järnvägen, vilket innebär att vattenpåverkan är kortvarig. Då händelsen motsvarar ett sällsynt 100-årsregn bedöms beständigheten inte påverkas.
- Vattennivån kan under en begränsad period överstiga RUK, vilket innebär att vatten når upp i ballastlagret och att tågtrafiken kan påverkas. Översvämningen är relativt kortvarig, med en varaktighet på cirka 1,5 timmar, men de potentiella konsekvenserna för drift och underhåll behöver utredas vidare.

Sammantaget bedöms, utifrån analyser av stabilitet, erosionsrisk och översvämningens varaktighet, att översvämningen inte innebär någon oacceptabel risk för påverkan på anläggningens stadga, bärighet och beständighet. Eventuella konsekvenser för drift och underhåll är under fortsatt utredning.

Parkvägen som löper parallellt med järnvägsspåret översvämmas likt nulägesituation vid ett 100-årsregn. Vatten med djup över 20 cm blir stående på vägen i cirka 1 timme. Det innebär att översvämningen stoppar personbilar och godstransporter, men att räddningstjänsten kan ta sig förbi med reducerad hastighet.

I nuläget kan vatten brädda över spåren och avledas vidare västerut. I den framtida situationen koncentreras flödet till det nya järnvägsdiket samtidigt som tillrinningen från norr ökar. Om diket bräddar sker detta mot CIK:s fastighet, vilket kan medföra en något större översvämningsutbredning än i nuläget. Fortsatt utredning pågår för att säkerställa att planförslaget inte medför en försämrad översvämningsituation för fastigheten.

Översvämningsrisken i området påverkas i stor utsträckning av uppströms avrinningsförhållanden, där hårdgjorda ytor i tätorten ger upphov till snabba och omfattande flöden vid kraftig nederbörd. För att hantera dessa flöden krävs att vatten från tätorten kan ledas mot de föreslagna genomledningarna under järnvägen. Ett skyfallsstråk har därför placerats längs bullerplanket uppströms anläggningens skyfallsdike, i syfte att samla upp och avleda vatten, bland annat från riskområde 3, till Trafikverkets dike med ökad kapacitet.

Järnvägsanläggningen påverkar lokalt hur vattnet avleds, men utgör inte den huvudsakliga orsaken till översvämningsproblematiken. Området utreds vidare för att identifiera åtgärder som

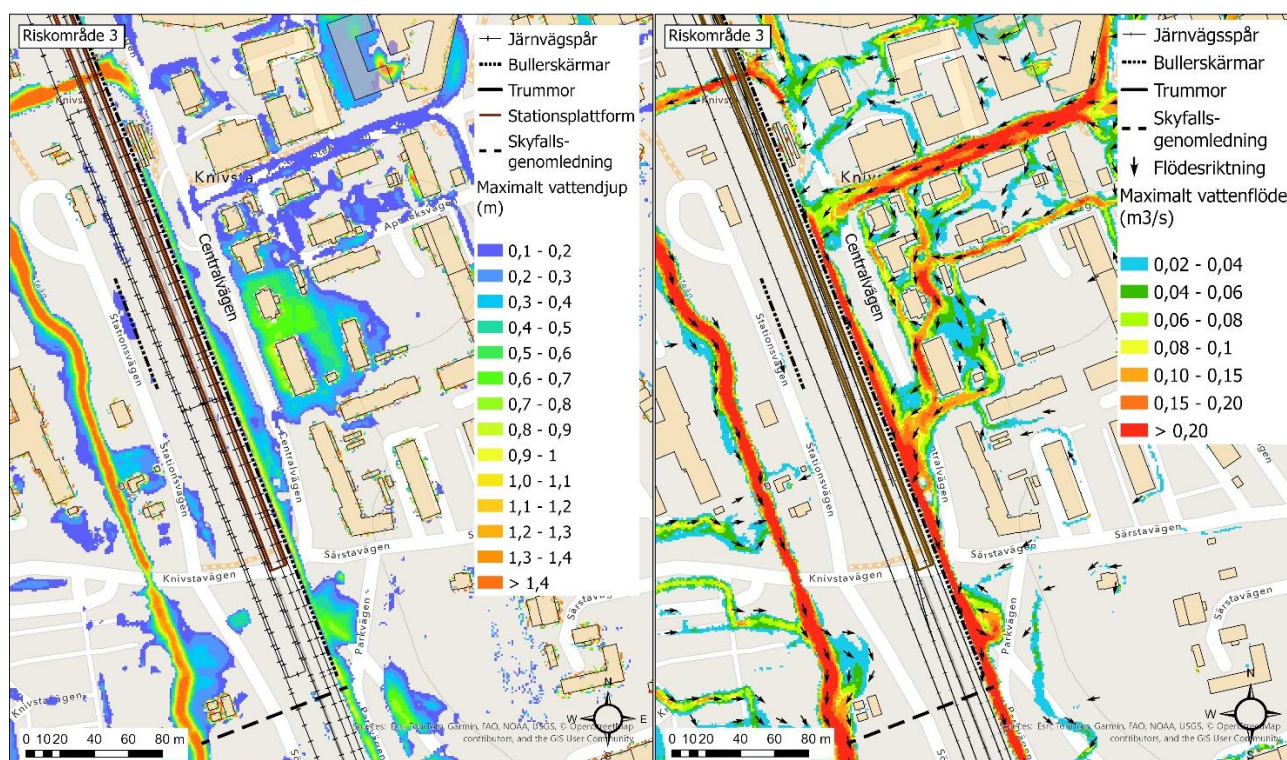
kan sänka vattennivåerna till 1 m under RUK och samtidigt minska påverkan på omgivningen. Då översvämningssproblematiken i hög grad är kopplad till uppströms tillrinning kan åtgärder även behövas utanför järnvägsanläggningen och därmed utanför Trafikverkets rådighet.

Riskområde 3 (KM48+300 - KM48+700)

Likt nuläggessituation avrinner vatten från Knivsta tätort, öster om järnvägen, till Knivsta station (Figur 29). I och med anläggningen av de nya spåren kommer nya bullerskydd att byggas, vilket kommer att stoppa det vatten som i nuläget rinner längs Apoteksvägen och ut på spåren på stationsområdet. Det innebär att risken för järnvägsanläggningen byggs bort. Vattnet kommer i stället att ansamlas mellan Centralvägen och järnvägen. Magasinbyggnaden som ligger i spårets närområde kommer inte att stå kvar i och med anläggning av det nya spåret. Därmed byggs risken för att byggnaden drabbas bort. Det kommer öppnas upp en flödesväg längs bullerskyddet, så att översvämningen i korsningen Apoteksvägen/Centralvägen minskar. Gång- och cykelpassagen översvämmas likt i befintlig situation till en nivå som gör en obrukbar vid ett 100-årsregn.

I nuläget rinner vattnet vidare från stationsområdet, över plankorsningen i Särstavägen och vidare mot Knivstaån. I en framtida situation kommer plankorsningen tas bort och vattnet kommer därför fortsätta flöda på östra sidan av järnvägen. Som nämndes under riskområde 2 har ett skyfallsstråk placerats här, som avleder vattnet längs bullerplanket till järnvägsanläggningens dike med ökad kapacitet och genomledningarna för skyfall. Två skyfallsgenomledningar anläggs i diket, en i början och en i slutet på diket.

Riskområde 3 framtida situation



Figur 29. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 3 för planerad situation.

Skyfallsstråket söderut passerar i anslutning till det planerade hissläget. Hisschaktets placering har därför justerats i projekteringen för att förebygga att vattenflödet längs järnvägen påverkar stationsfunktioner.

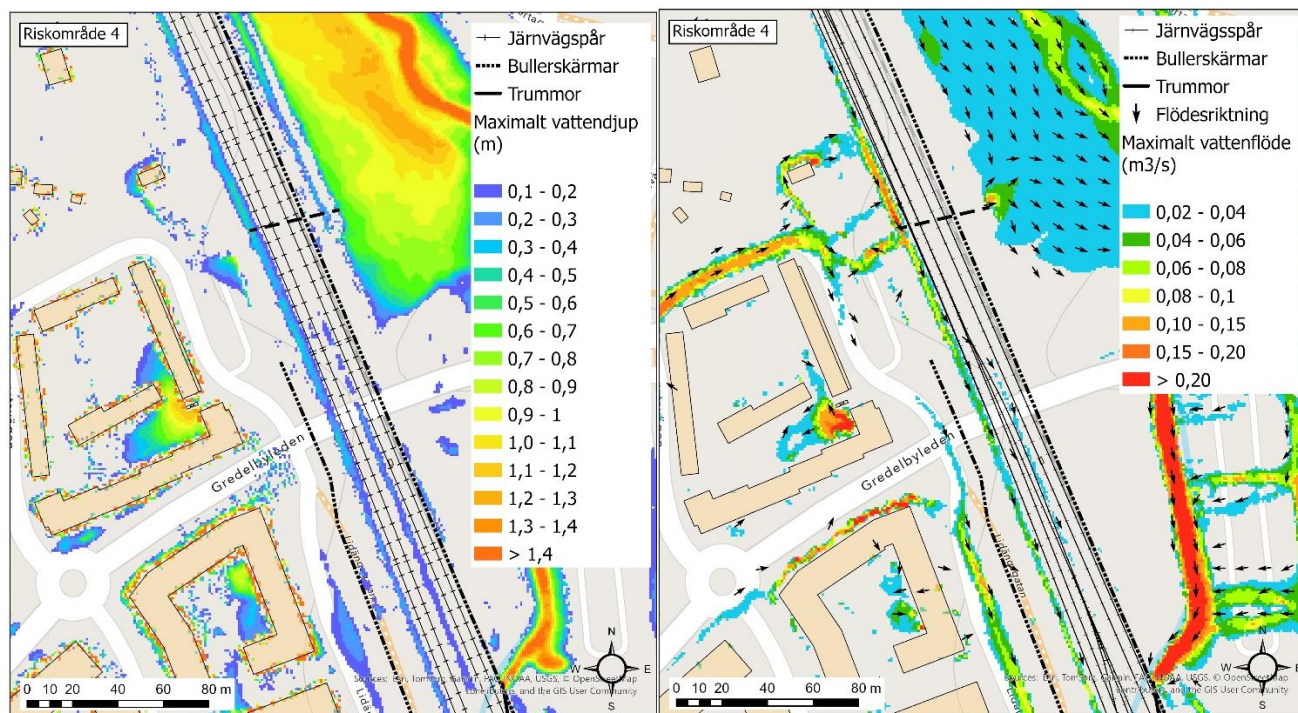
Risken för översvämning av bebyggelsen på andra sidan Centralvägen bedöms i huvudsak vara oförändrad jämfört med nuläget. Däremot påverkas Centralvägen i något större utsträckning i den framtida situationen, där vattennivåer lokalt kan överstiga 20 cm. Påverkan är dock begränsad till ett mindre parti av gatan och varar under en kort tidsperiod om cirka 10 minuter, vilket innebär att framkomlighet på vägen i huvudsak kan upprätthållas.

Likt i riskområde 2 drivs översvämningssituationen i huvudsak av stora flöden från uppströms liggande delar av tätorten. För att minska risken krävs därför åtgärder i avrinningsområdet, exempelvis uppströms fördröjning eller avledning av vatten. Ansvar för sådana åtgärder ligger utanför järnvägsprojektet och ligger hos andra aktörer, som Knivsta kommun.

Riskområde 4 (KM48+900 - KM49+200)

Likt befintlig situation uppstår en översvämning väster om järnvägen vid ett 100-årsregn, då vatten från ett bostadsområde rinner mot järnvägen. Järnvägsdiket är fortsatt grunt och kan inte ta emot hela flödet. För att förebygga att vattnet dämmer upp på spåret föreslås en skyfallsgenomledning som avleder en del av vattnet till östra sidan. Resterande rinner i diket söderut.

Riskområde 4 framtida situation



Figur 30. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 4 för planerad situation.

Den maximala vattennivån hamnar i nivå med RUK, vilket innebär att en bedömning av risken för påverkan på anläggningens funktion behöver göras:

- På aktuell plats förekommer inga slänter som kan påverkas av vattenpåverkan, vilket innebär att någon risk för erosion som kan försämra anläggningens stadga eller bärighet inte bedöms föreligga.
- Flödeshastigheterna bedöms vara för låga för att initiera erosion av materialet i ballasten (understiger 1 m/s), vilket innebär att erosionsprocesser inte förväntas påverka anläggningens bärighet eller beständighet.
- Vattnet avleds vidare genom skyfallsgenomledningen under järnvägen, vilket innebär att vattenpåverkan är kortvarig. Med hänsyn till att händelsen motsvarar ett sällsynt 100-årsregn bedöms anläggningen inte utsättas för varaktig belastning och beständigheten förväntas därför inte påverkas.
- Vattennivån kan vid ett 100-årsregn nå upp till RUK, men endast under en begränsad tidsperiod. Det innebär att vatten når upp i ballastlagret och att tågtrafiken kan påverkas. De potentiella konsekvenserna för drift och underhåll behöver utredas vidare.

Sammantaget bedöms, utifrån analyser av stabilitet, erosionsrisk och översvämningens varaktighet, att översvämningen inte innebär någon oacceptabel risk för påverkan på anläggningens stadga, bärighet och beständighet. Eventuella konsekvenser för drift och underhåll är under fortsatt utredning.

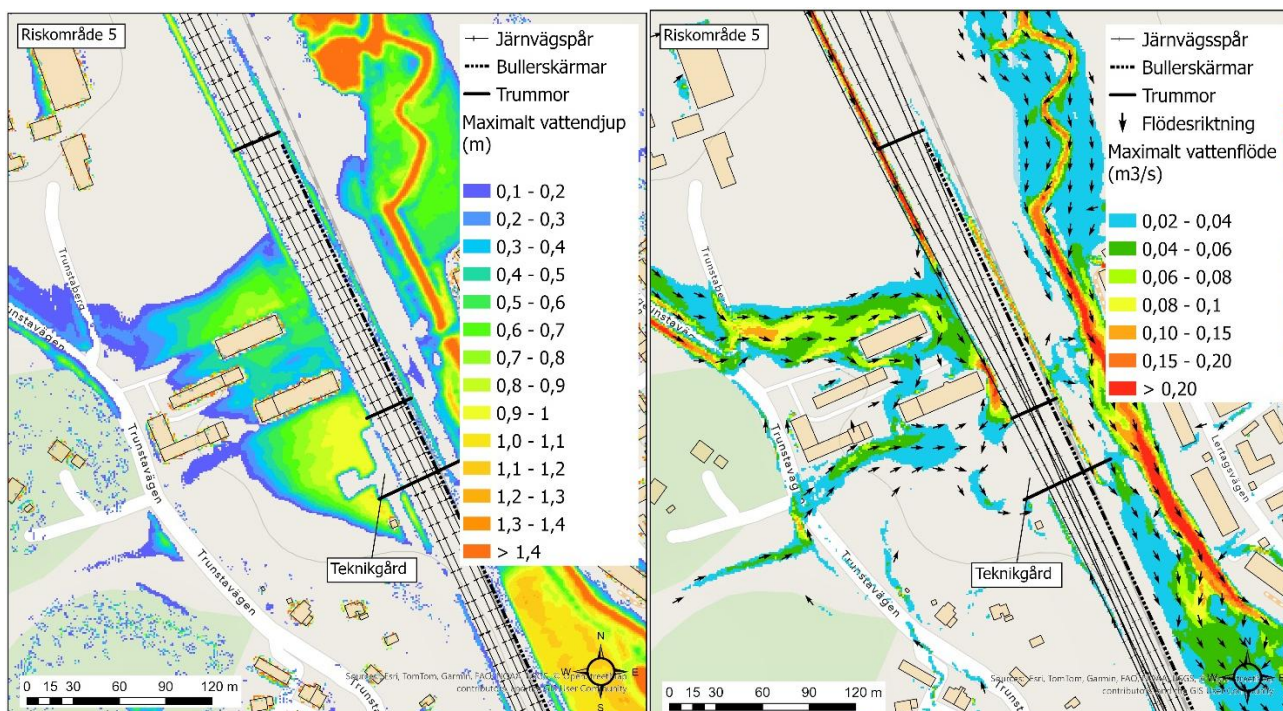
Riskområde 5 (KM49+400 - KM49+600)

Likt i nuläggessituation uppstår översvämning väster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 31). Maximala vattennivån är mer än 1 meter under RUK för det nya järnvägsspåret som byggs väster om det befintliga. Det innebär att risken för järnvägsanläggningen byggs bort.

Eftersom det nya järnvägsspåret anläggs väster om det befintliga, i en lågpunkt där vatten ansamlas, skulle vattennivån utan åtgärder bli högre än i nuläget, vilket skulle öka risken för påverkan på närliggande bebyggelse och jordbruksmark.

Vid den befintliga trummans inlopp anläggs en teknikgård, vilken begränsar flödet till trumman. Uppdimensionering eller rensning av den befintliga trumman bedöms därför inte vara tillräcklig för att öka avledningen av vatten från lågpunkten. Två nya trummor har därför planerats, en norr om teknikgården och en norr om fastigheten, för att leda naturmarksflöden och avvattning från järnvägen till Knivstaån öster om järnvägen. Resultatet från modellen visar att översvämningssituationen motsvarar befintlig situation. Åtgärden innebär därmed att översvämningssrisken för omgivningen inte förvärras.

Riskområde 5 framtida situation

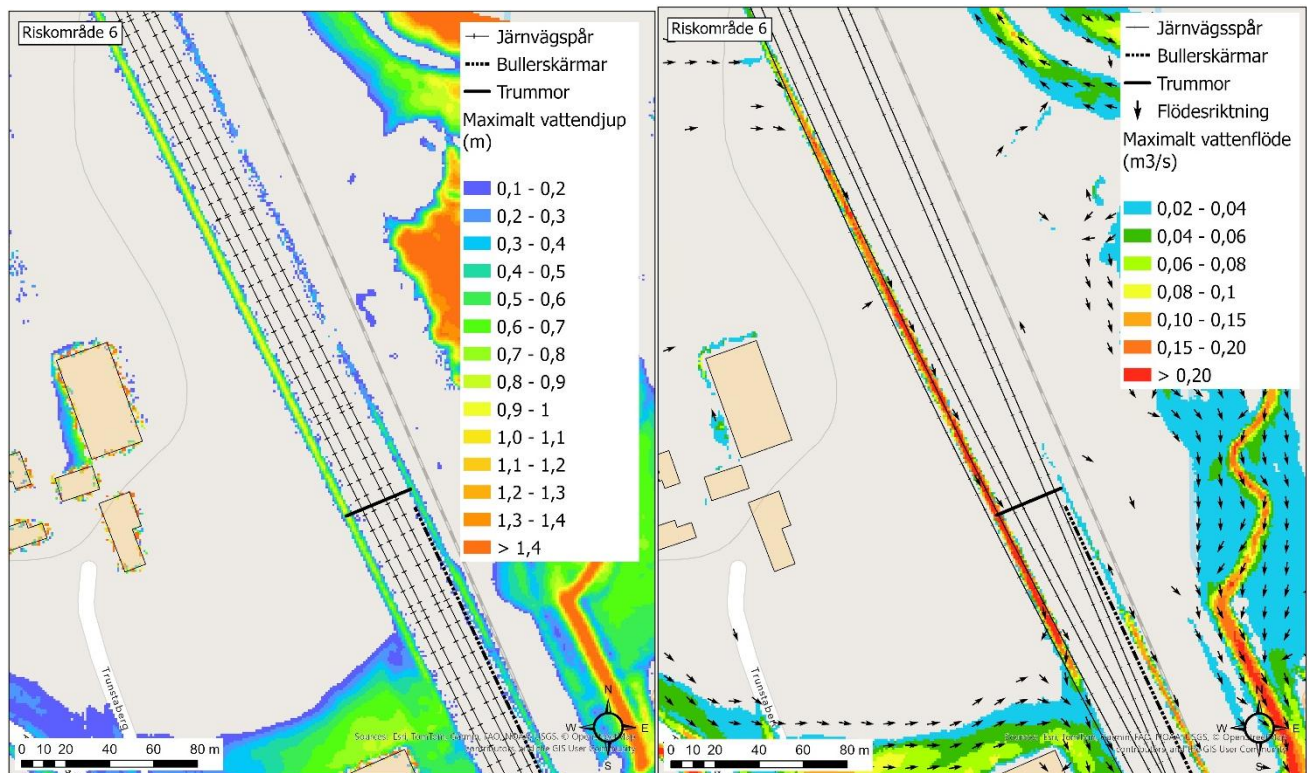


Figur 31. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,3 i riskområde 5 för planerad situation.

Riskområde 6 (KM49+700 - KM49+900)

För detta riskområde byggs risken bort, eftersom hela anläggningen, fyra nya spår, byggs väster om befintliga spår och järnvägsdikena får kapacitet att leda bort 100-årsregnet (Figur 32).

Riskområde 6 framtida situation



Figur 32. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 6 för planerad situation.

Delsträcka Trunsta

Riskområde 7 (KM50+300 - KM50+700)

Risken byggs bort i och med att alla fyra spår anläggs med en högre profil väster om befintliga spår. Nya järnvägsspåren planeras högre än maximal vattennivå vid 100-årsregn. Området har inte inkluderats i skyfallsmodelleringen, utan bedöms utifrån vattendragsmodelleringen (se riskområde 1 under 6.2 Vattendragsmodellering).

Delsträcka Alsike tätort

Riskområde 8 (väst) (KM52+500 - KM52+900)

Likt nuläggessituation uppstår översvämning på omgivande mark runt Knivstaån Pinglaström väster om järnvägen vid ett 100-årsregn där nya stationen planeras (Figur 33). De höga vattennivåerna beror på stora flöden från avrinningsområdet för Pinglaström i norr, ett dike från uppströms liggande naturmarksområden i väster samt flödet som rinner norrifrån i

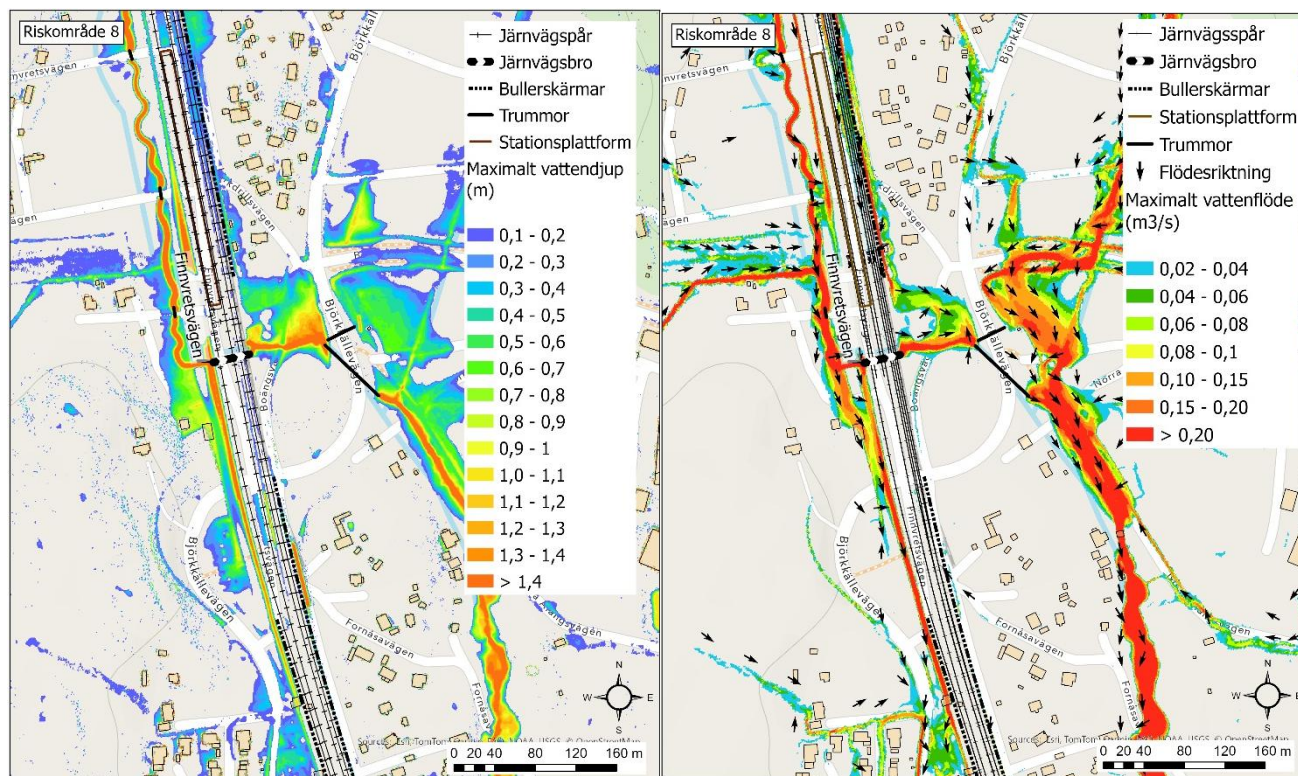
järnvägsdiket. När järnvägsbron, som leder vattendraget från västra till östra sidan, går full bräddar vattnet söderut i det nya järnvägsdiket. Befintlig bros dimension behålls för att förebygga översvämningrisk för nedströms bebyggelse på östra sidan av järnvägen. Vattennivån är cirka 1 meter under RUK både vid översvämningen norr och söder om järnvägsbron.

Bebyggelse i området riskerar att översvämmas med vattendjup upptill 0,7 meter. Detta innebär en förbättring för omgivningen jämfört med befintlig situation. Anledningen är delvis att det nya järnvägsdiket avleder mer vatten söderut. Byggnaderna söder om järnvägsbron som i befintlig situation påverkades kommer rivas i och med anläggningen av nya spåret.

Finnvretsvägen översvämmas likt i nuläggessituation med vattendjup över 0,5 meter. Det innebär att normala räddningstjänstens insatsfordon inte kan ta sig fram.

Hisschaktet för den planerade stationsplattformen bedöms inte påverkas av översvämningen eftersom det kommer att placeras på en marknivå högre än vattennivån.

Riskområde 8 framtida situation

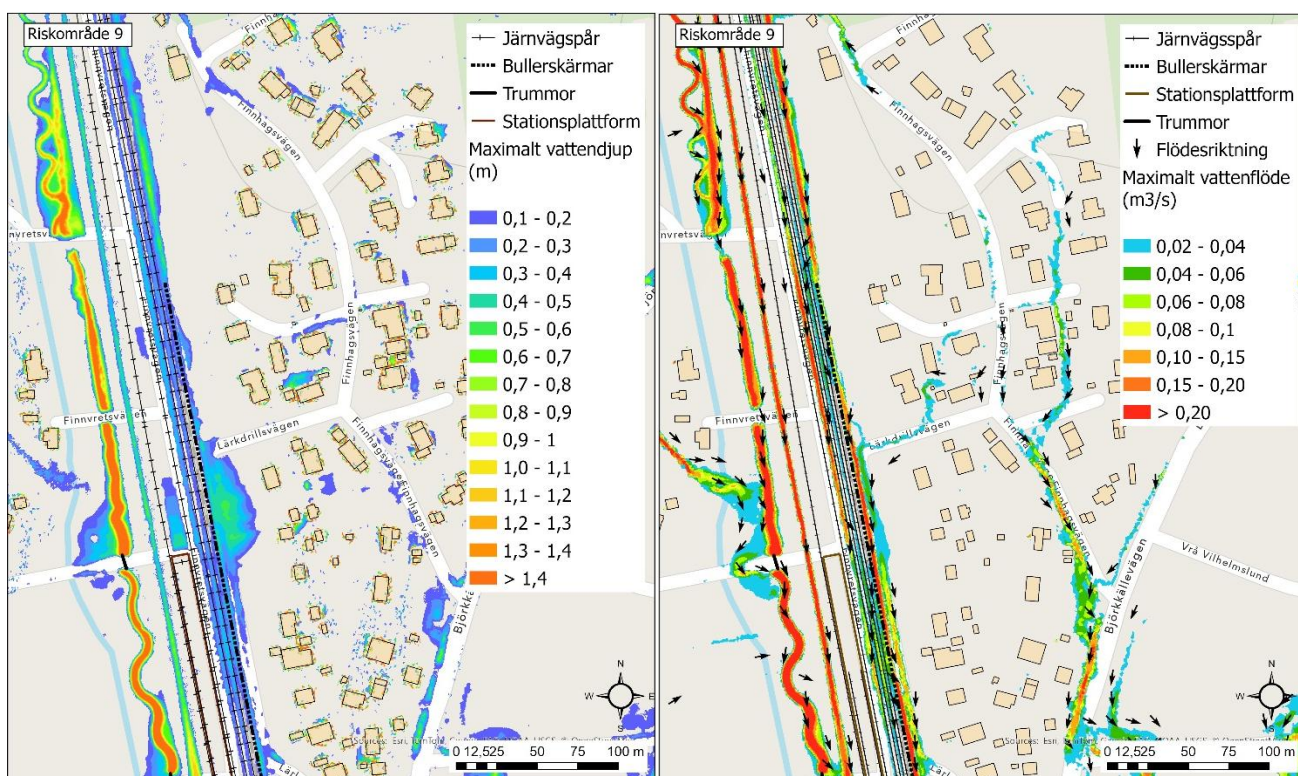


Figur 33. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 8 för planerad situation.

Riskområde 9 (KM52+900 – KM53+400)

Likt i nuläggessituation uppstår översvämning öster om järnvägen i järnvägsdiket innanför bullerskärmen vid ett 100-årsregn (Figur 34). I den framtida situationen anläggs ett djupare järnvägsdike uppströms, vilket medför ökade tillrinnande flöden från norr. Diket medför att vatten från riskområde 10 rinner vidare mot riskområde 9. Detta leder till en ökad belastning på järnvägsdiket och därmed en ökad risk för översvämning innanför bullerskärmen. Maximala vattendjupet på spåret når fortsatt cirka 10 cm, men utbredningen är större. Åtgärder för att minska tillrinningen från uppströms områden utreds vidare.

Riskområde 9 framtida situation



Figur 34. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 9 för planerad situation.

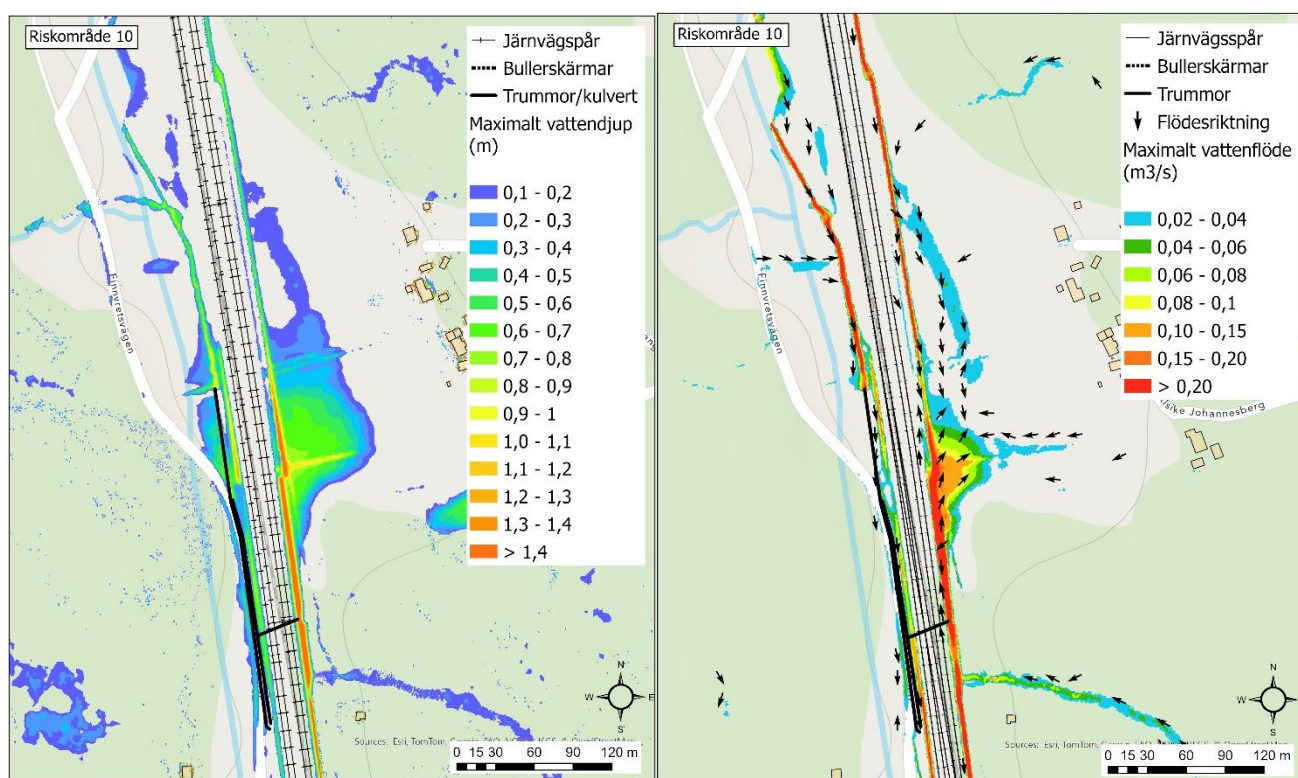
Delsträcka Norr om Alsike

Riskområde 10 (KM53+700 - KM54+100)

Likt i nuläggessituation uppstår översvämning öster om järnvägen vid ett 100-årsregn (Figur 35). I och med anläggningen av de nya järnvägsspåren anläggs nya djupare järnvägsdiken som avleder vattnet från lågpunkten söderut. Det innebär att vattennivån är lägre jämfört med befintlig situation. Vattennivån är 1 meter under RUK.

Jordbruksmarken översvämmas med vattendjup mellan 0,5–0,6 meter. Detta innebär en minskad risk för omgivningen.

Riskområde 10 framtida situation



Figur 35. Maximalt vattendjup (till vänster) och maximalt vattenflöde (till höger) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 i riskområde 10 för planerad situation.

6.2 Vattendragsmodellering

Detta avsnitt redovisar resultaten från vattendragsmodelleringen. Analysen fokuserar både på risken för påverkan på själva anläggningen och på konsekvenser för omgivande mark. De identifierade riskområdena sammanfattas i Tabell 5, där varje område har en samlad bedömning baserad på risknivå för anläggningen och risknivå för omgivningen. Figur 18 visar var riskområdena är belägna.

Tabell 5. Resultat från analys av översvämningsrisker vid höga flöden i vattendrag för planerad anläggning och omgivning.

Riskområde	Risk järnvägs-anläggningen	Risk omgivningen
1	Låg risk för påverkan på järnvägen. Risken åtgärdas.	Låg risk för påverkan på omgivningen.
2	Låg risk för påverkan på järnvägen. Risken åtgärdas.	Låg risk för påverkan på omgivningen.
3	Låg risk för påverkan på järnvägen. Risken åtgärdas.	Låg risk för påverkan på omgivningen.

Delsträcka Odensala

Ingen modell har tagits fram för området eftersom vattendraget varken bedöms påverka eller påverkas av järnvägsanläggningen. Detta beror på att vattendraget ligger på tillräckligt avstånd från järnvägen och inte passerar under anläggningen.

Delsträcka Forsby

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

Delsträcka Söder om Knivsta

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

Delsträcka Knivsta tätort

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

Delsträcka Trunsta

Riskområde 1

I Trunsta föreslås att järnvägen korsar våtmarken på påldäck. Det befintliga järnvägsspåret tas därmed ur bruk, men både spåret och bron föreslås ligga kvar för att undvika en ökning av flödet nedströms mot Trunsta träsk. Eftersom de nya spåren ligger högre än befintliga är den maximala vattennivån mer än 1 meter under RUK. Vattennivån i våtmarken är i princip oförändrad från befintlig situation.

Riskområde 2

Järnvägsbron flyttas cirka 30 meter uppströms och förlängs. I den befintliga situationen rinner en del av vattnet söderut i järnvägsdiket vid höga flöden. Detta medför risker för bebyggelse. Vid anläggning av det nya inloppet till bron föreslås en åtgärd som förhindrar att vatten fortsätter söderut i järnvägsdiket och i stället leder vattnet direkt in under bron. Åtgärden kan exempelvis bestå av en mindre vall, en låg tröskel eller en lokal höjdsättning i diket, utformad så att flödet inte längre kan fortsätta söderut vid högre vattennivåer. Om åtgärden implementeras byggs risken bort.

Delsträcka Alsike tätort

Inget att anmärka på. Inga översvämmade områden intill spår som riskerar att ge skada inom delen av vattendraget som omfattas av modellen.

Delsträcka Norr om Alsike

Riskområde 3

En sträcka av vattendraget kommer att flyttas vid platsen i och med den nya järnvägsanläggningen. Trummor under vägar flyttas därmed tillsammans med vattendraget.

En parallell kulvert anläggs intill den befintliga. Åtgärderna förbättrar kapaciteten, vilket innebär att vattennivån sjunker och hamnar mer än 1 meter under RUK.

7 Avsteg

Vid utformningen och höjdsättningen av den nya järnvägsanläggningen har rådet tillämpats att RUK bör ligga minst en meter över vattennivån vid ett beräknat 100-årsregn. Rådet syftar till att skapa en robust anläggning med god marginal mot översvämning och risken för driftstörningar.

I vissa delar av sträckan uppnås inte målsättningen om en meter mellan RUK och beräknad vattennivå. I dessa områden genomförs en fördjupad analys av översvämningens påverkan på anläggningens funktion. Avsteg från rådet kan accepteras om det kan visas att översvämningen inte medför oacceptabel påverkan på anläggningens stadga, bärighet, eller beständighet samt inte medför oacceptabla driftstörningar.

För vissa riskområden pågår fortfarande utredning avseende eventuella driftstörningar och underhållsbehov. Slutlig bedömning av dessa områden kommer att fastställas inom det fortsatta arbetet.

8 Referenser

Hjulström, F. (1935). Hjulströms diagram.

Scalgo Live. (2026).

Trafikverket. (2020). *TRVINFRA-00231 Avvattning och klimatanpassning*.

VTI. (2019). *Metod och effektsamband för identifiering, bedömning och prioritering av åtgärder för klimatanpassning av vägar och järnvägar*.

Trafikverket, 781 89 Borlänge

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

[trafikverket.se](https://www.trafikverket.se)