

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Ostlänken

Annemarie Briel, Adéle Wallin

2023-04-27

-

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2019/65709

Johan Kjellin, Terese Renström

1(90)

_.5

Godkänt av (Leverantör)

Henrik Tham



TRAFIKVERKET

OSTLÄNKEN

OLP4 SÖDERTÄLJE - TROSA

GERSTABERG - LÅNGSJÖN

Bandel 506, KM 0+000 - 14+700

Bilaga C, Teknisk beskrivning Vattenverksamhet 4.1

Bilaga C.4, PM Beräkningar ytvatten

Ansökan om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken

MILJÖPRÖVNING

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
1 Inledning och Syfte	6
2 Metod.....	6
2.1 Flödesberäkning	6
2.1.1 Avrinningsområden mindre än 0,5 km ²	6
2.1.2 Avrinningsområden större än 0,5 km ² men mindre än 10 km ²	6
2.1.3 Avrinningsområden större än 10 km ² men mindre än 20 km ²	6
2.1.4 Avrinningsområden större än 20 km ²	6
2.1.5 Osäkerheter och antaganden	7
2.2 Konsekvensklass och konsekvensutredning	7
Konsekvensklass 1.....	8
Konsekvensklass 2	8
Konsekvensklass 3	9
2.3 Modellering	10
2.3.1 Inmätningar	10
2.3.2 Framtagande av avrinningsområden	10
2.3.3 Programvara	10
3 Vattendrag	12
3.1 Dike Gerstaberger, Km 0+386	12
3.1.1 Geografiska förutsättningar	12
3.1.2 Tekniska förutsättningar	14
3.1.3 Modelleringsförutsättningar	15
3.1.4 Resultat	16
3.1.5 Konsekvensutredning Dike Gerstaberger.....	19
3.1.6 Slutsats	21
3.2 Sankmark, km 1+700	22
3.2.1 Geografiska förutsättningar	22
3.2.2 Tekniska förutsättningar	24
3.2.3 Modelleringsförutsättningar	25
3.2.4 Resultat	27
3.2.5 Konsekvensutredning Sankmark km 1+700.....	28
3.2.6 Slutsats	30
3.3 Sankmark, km 2+053 – 2+260	31

3.3.1	Geografiska förutsättningar	31
3.3.2	Tekniska förutsättningar	32
3.3.3	Modelleringsförutsättningar	33
3.3.4	Resultat	35
3.3.5	Konsekvensutredning Sankmark km 2+200	35
3.3.6	Slutsats	38
3.4	Moraån, km 4+550	39
3.4.1	Geografiska förutsättningar	39
3.4.2	Tekniska förutsättningar	41
3.4.3	Modelleringsförutsättningar	43
3.4.4	Resultat	44
3.4.5	Konsekvensutredning Moraån.....	46
3.4.6	Byggskede.....	48
3.4.7	Slutsats	48
3.5	Södra Tunnelpåslag E4, km 5+800	49
3.6	Skillebyån, km 9+600	50
3.6.1	Geografiska förutsättningar	50
3.6.2	Tekniska förutsättningar	51
3.6.3	Modelleringsförutsättningar	53
3.6.4	Resultat	54
3.6.5	Konsekvensutredning Skillebyån	56
3.6.6	Slutsats	58
3.7	Dike Österby, km 12+507.....	59
3.7.1	Geografiska förutsättningar	59
3.7.2	Tekniska förutsättningar	60
3.7.3	Modelleringsförutsättningar	61
3.7.4	Resultat	63
3.7.5	Konsekvensutredning Dike Österby	65
3.7.6	Slutsats	68
3.8	Kyrksjön, km 13+400	69
3.8.1	Geografiska och hydrologiska förutsättningar	69
3.8.2	Tekniska förutsättningar	71
3.8.3	Modelleringsförutsättningar	72
3.8.4	Resultat	73
3.8.5	Konsekvensutredning Kyrksjön.....	76
3.8.6	Processvattenuttag Kyrksjön	78

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Ostlänken

Annemarie Briel, Adèle Wallin

2023-04-27

-

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2019/65709

Johan Kjellin, Terese Renström

4(90)

_.5

Godkänt av (Leverantör)

Henrik Tham



TRAFIKVERKET

3.8.7	Slutsats	79
4	Referenser	80
5	Appendix – Avrinningsområden	81
5.1	Dike Gerstaberget, Km 0+386	81
5.2	Sankmark vid km 1+700	82
5.3	Sankmark vid km 2+200	84
5.4	Moraån, km 4+550	85
5.5	Skillebyån, km 9+600	86
5.6	Dike Österby, km 12+500	87
5.7	Kyrksjön, km 13+400	88
6	Appendix - Genomledningar järnväg	89

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Ostlänken

Annemarie Briel, Adèle Wallin

2023-04-27

-

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2019/65709

Johan Kjellin, Terese Renström

5(90)

_.5

Godkänt av (Leverantör)

Henrik Tham



Sammanfattning

Denna bilaga beskriver hantering av naturflöde igenom den planerade järnvägsanläggningen gällande dimensionering av genomledningar samt konsekvensutredning av större flöden än dimensionerande.

1 Inledning och Syfte

Inom ramen för järnvägsprojektet Ostlänken, delsträcka Gerstabergr-Långsjön, har ytvattenmodellering gjorts av ett antal större och mindre vattendrag som kommer att korsas av den nya järnvägen. Vattennivåerna i dessa vattendrag har modellerats i programmet HEC-RAS med hänsyn till medelvattenföringen samt ett antal högvattenföringar för att bland annat dimensionera genomledningar samt utreda vattenutbredning, eventuella översvämningssrisker och befintliga samt framtida dämningar vid trummor och broar. Modelleringarna för järnvägstrummor som utfördes i HEC-RAS visas som enskilda kapitlen och konsekvensutredningarna för resterande järnvägstrummor i tabellformat i appendix. Bilderna och beräkningar har tagits fram under systemhandlingen.

2 Metod

Modelleringen av hydrologiska och hydrauliska förhållanden har gjorts för befintliga förhållanden utan järnvägsanläggning samt för ny situation med planerad järnvägsanläggning. Modelleringen har även innefattat berörda planerade servicevägar, räddningsvägar och omläggning av befintliga vägar.

2.1 Flödesberäkning

Flödesberäkningar har gjorts utefter i detta kapitel beskrivna metoder. Där justeringar/specificeringar av dessa metoder gjorts är det redovisat under respektive vattendrag/vattenområde. Som kontroll av högre flöden än dimensionerande har även en faktor om 1,5 gånger 50-års flödet ansatts vilket, med reservation för stora variationer, kan anse utgöra en grov schablon för ett 1000-års flöde.

2.1.1 Avrinningsområden mindre än 0,5 km²

Flöden har beräknats enligt Dahlström(2010) med varaktighet enligt uppskattad koncentrationstid.

2.1.2 Avrinningsområden större än 0,5 km² men mindre än 10 km²

Flöden har beräknats med Trafikverkets publikationer Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB 310 (TDOK 2014:0051) där stationär modellering genom överslagsberäkningar har bedömts vara rimligt, dvs. med begränsad magasineringkapacitet jämfört med flödet. En klimatfaktor om 1,05 har då använts. I områden med stora magasinvolym och där långvariga flödessituationer är dimensionerande såsom vid större sjöar och låglänta områden har transient modellering gjort och flöden/hydrografer beräknats genom skalning av tidsserier från S-HYPE. I fall med måttlig, men inte oväsentlig, magasineringkapacitet där istället skyfall bedömts vara dimensionerande har en hydrograf tagits fram genom det hydrologiska programmet HEC-HMS för att beräkna flöden utifrån aktuell regnklass. Ytavrinning har där bestämts med hjälp av infiltrationskurvor (CN curves) enligt TR 55 metoden (USDA, 1986). För konsekvensklass 3 har flöden för regnklass 3 i samtliga fall beräknats med HEC-HMS. Vid beräkning av flöden genom simulering av regntillfällena har klimatfaktorer enligt ostlänkens klimatrapporter använts.

2.1.3 Avrinningsområden större än 10 km² men mindre än 20 km²

För konsekvensklass 2 har flöden beräknats med Trafikverkets publikationer VVMB 310 Hydraulisk dimensionering (2008:61) eller Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB 310 (TDOK 2014:0051).

En områdesspecifik klimatfaktor om 1,05 har använts med utgångspunkt från beräknade klimatfaktorer i beställt flödesdata för Moraån från SMHI, 2016. Klimatfaktorn representerar medianökningen av flödet för år 2050 inom klimatscenariot RCP 8.5. Samma faktor har även använts för klimatkompensering av flöden i övriga vattendrag med avrinningsområde i samma storleksordning som Moraån längs sträckan.

2.1.4 Avrinningsområden större än 20 km²

Beställda flödesdata från SMHI har använts förutom i fall där endast översiktliga flödesberäkningar krävdes pga. att flöden inte var dimensionerande för anläggningens utformning. I de fallen har istället flödesuppskattning gjorts genom VVMB310 (TDOK 2008:61).

2.1.5 Osäkerheter och antaganden

Resultaten och slutsatserna från modelleringar beror av hur parametrar och randvillkor ansatts. Viktiga parametrar är t ex Mannings tal som beskriver flödesmotstånd och val av infiltrationshastighet såsom infiltrationskurva (CN curve). Parametrarna varierar över tid och även mellan säsongerna, bland annat beroende på växtlighet. Generellt har parametrar här ansatts något konservativt med högt flödesmotstånd och låg infiltration. Osäkerheten i modellresultaten är inte fullständigt känd, men generellt förväntas osäkerheten i modellresultaten vad gäller vattennivåer vara i storleksordningen +/-0,2 meter. Dock kan högre osäkerhet förväntas vid mycket extrema händelser såsom vid regnklass 3.

2.2 Konsekvensklass och konsekvensutredning

Anläggningsdelar har dimensionerats utifrån tre konsekvensklasser. En sammanfattning följer här:

Konsekvensklass 3 gäller vid:

- Uppenbar risk för allvarliga personskador.
- Mycket stor återställningskostnad.
- Allvarlig och bestående miljöskada.
- Allvarliga störningar av transportförsörjningen.

Konsekvensklass 3 ska alltid tillämpas för tunnel, tråg och skärning om det finns risk för stående vatten och något av de övriga kriterierna utöver "Allvarliga störningar av transportförsörjningen" enligt ovan uppfyllt. Om det finns ytterligare anläggningsdelar som uppfyller nämnda kriterier ska dessa klassas som konsekvensklass 3 i samråd med Trafikverket.

Konsekvensklass 1 gäller vid:

- Mycket låg risk för personskada.
- Mycket liten återställningskostnad.
- Tillfällig och lindrig miljöskada.
- Små störningar av transportförsörjningen.

Konsekvensklass 2, omfattar de fall som ligger mellan gränserna för konsekvensklass 1 och 3. Merparten av Ostlänkens alla delar utreds inom ramen för konsekvensklass 2. Vid konsekvensklass 2 görs en konsekvensutredning och om det krävs betydande skyddsåtgärder görs även en kostnad-nyttoanalys. Utöver de högre flöden än dimensionerande som anges i rapporten har även ett flöde om 1,5*50-års-flödet testas för att se påverkan på anläggningen. Detta flöde kan, mycket grovt uppskattat, antas motsvara storleksordningen av ett flöde med 1000 års återkomsttid.

Resultatet av konsekvensutredningen vägleder till utformningen av anläggningen i stort och kostnads-nyttoanalysen bestämmer utformningen av den specifika konstruktionsdelen. I kostnadsnyttoanalysen uppskattas positiva effekter i samhället (nyttor) och negativa effekter i samhället (kostnader) i ekonomiska termer för olika handlingsalternativ, i det här fallet olika alternativ för anläggningens utformning och nivå.

Vid konsekvensklass 3 görs en konsekvensutredning för att säkerställa att konsekvenserna av de dimensionerande händelserna är acceptabla och vid behov görs även en kostnad-nyttoanalys på motsvarande sätt som vid konsekvensklass 2. Konsekvensutredningen för konsekvensklass 3 innefattar alltid en analys av BHF (beräknad högsta flöde)/regnklass 3.

Nedan redovisas dimensioneringskriterier för konsekvensklasser gällande havsnivå (HBH = högsta beräknade havsvattenstånd), flöden (HQ = högvattenföring) och skyfall. Havsnivå har dock vid inledande utredning visat sig inte vara relevant för denna delsträcka utifrån järnvägen höga läge kontra havet. Vilken konsekvensklass som järnvägsgenomledningar får är särskilt motiverad i respektive kapitel.

Konsekvensklass 1

Klimatparameter	Byggskede	Driftskede före 2100	Driftskede efter 2100
Havsnivå	HBH, Ingen klimatkorrigering	HBH 2100, Ingen klimatkorrigering	HBH 2100, Klimatkorrigering +0,81 m
Flöde	HQ50, Ingen klimatkorrigering	HQ50, Vattendragsspecifik klimatkorrigering (Havsnivå +0,57 m)	HQ50, Vattendragsspecifik klimatkorrigering (Havsnivå +1,38 m)
Skyfall	50-årsregn, Ingen klimatkorrigering	50-årsregn, Klimatfaktor 25 %	50-årsregn, Klimatfaktor 38 %

Konsekvensklass 2

Klimatparameter		Byggskede	Driftskede före 2100	Driftskede efter 2100
	Minsta dimensionering:	HBH, Ingen klimatkorrigering	HBH 2100, Ingen klimatkorrigering	HBH 2100, Klimatkorrigering +0,81 m.
Havsnivå	Konsekvensutredning:	-	HBH 2100, Ingen klimatkorrigering. Osäkerhetsmarginal +0,5 m	HBH 2100, Klimatkorrigering +0,81 m. Osäkerhetsmarginal +1 m
	Minsta dimensionering:	HQ50, Ingen klimatkorrigering	HQ50, Vattendragsspecifik klimatkorrigering (Havsnivå +0,57 m)	HQ50, Vattendragsspecifik klimatkorrigering (Havsnivå +1,38 m)
Flöde	Konsekvensutredning:	Minst HQ100 och HQ200, Ingen klimatkorrigering	Minst HQ100 och HQ200, Vattendragsspecifik klimatkorrigering (Havsnivå +0,57 m)	Minst HQ100 och HQ200, Vattendragsspecifik klimatkorrigering. (Havsnivå +1,38 m)
Skyfall	Minsta dimensionering:	50-årsregn, Ingen klimatkorrigering	50-årsregn, Klimatfaktor 25 %	50-årsregn, Klimatfaktor 38 %

Projektnamn	Skapat av (Leverantör)	Godkänt datum	Rev Datum
Ostlänken	Annemarie Briel, Adèle Wallin	2023-04-27	-
Ärendenummer	Granskat av (Leverantör)	Sidor	Version
TRV 2019/65709	Johan Kjellin, Terese Renström	9(90)	_.5
	Godkänt av (Leverantör)		
	Henrik Tham		

Konsekvensutredning:	Minst 100- och 200-årsregn, Ingen klimat-korrigering	Minst 100- och 200-årsregn, Klimatfaktor 25 %	Minst 100- och 200-årsregn, Klimatfaktor 38 %
----------------------	--	---	---

Konsekvensklass 3

För konsekvensklass 3 ska en konsekvensutredning visa att de konsekvenser som uppstår vid BHF och regnklass 3 är acceptabla. Eventuella skyddsåtgärder dimensioneras enligt samma arbetsätt som för konsekvensklass 2.

Klimatparameter		Byggskede	Driftskede före 2100	Driftskede efter 2100
Havsnivå	Minsta dimensionering:	HBH, Ingen klimatkorrigering	HBH 2100, Ingen klimatkorrigering.	HBH 2100, Klimatkorrigering +0,81 m. Osäkerhetsmarginal +1 m
	Konsekvensutredning:	-	Osäkerhetsmarginal +0,5 m	-
Flöde	Minsta dimensionering:	Dimensioneras enligt konsekvensklass 2	Dimensioneras enligt konsekvensklass 2	Dimensioneras enligt konsekvensklass 2
	Konsekvensutredning:	BHF, Ingen klimatkorrigering	BHF, Vattendragsspecifik klimatkorrigering (HBH 2100)	BHF, Vattendragsspecifik klimatkorrigering (HBH 2100 + 0,81 cm)
Skyfall	Minsta dimensionering:	Dimensioneras enligt konsekvensklass 2	Dimensioneras enligt konsekvensklass 2	Dimensioneras enligt konsekvensklass 2
	Konsekvensutredning:	Regnklass 3, Ingen klimatkorrigering	Regnklass 3, Klimatfaktor 25 %	Regnklass 3, Klimatfaktor 38 %

Projektnamn	Skapat av (Leverantör)	Godkänt datum	Rev Datum
Ostlänken	Annemarie Briel, Adèle Wallin	2023-04-27	-
Ärendenummer	Granskat av (Leverantör)	Sidor	Version
TRV 2019/65709	Johan Kjellin, Terese Renström	10(90)	_.5
	Godkänt av (Leverantör)		
	Henrik Tham		

2.3 Modellering

2.3.1 Inmätningar

Bestämmande sektioner, broar och trummor har mätts in med RTK-GPS med en noggrannhet på 0,03 m i plan och höjd. Både fast botten och slambotten har mätts in;

- Slambotten motsvarar den nuvarande dikesbotten vid orensat tillstånd
- fast botten motsvara den nivå där lösare bottensediment övergår till fastare botten. Det tolkas som ursprunglig botten, dvs. vid rensat tillstånd.
- Skillnaden mellan vattennivåer för rensat respektive orensat tillstånd påverkar främst låga och medelhöga vattennivåer, medan påverkan vid extremflöden är mindre.

2.3.2 Framtagande av avrinningsområden

Avrinningsområden för Moraån och Skillebyån har hämtats ifrån SMHI. För resterande vattendrag och sankmarker har de beräknats från en höjddata från Lantmäteriet med upplösning på 1,04 m * 1,04 m.

2.3.3 Programvara

Hydraulisk modellering har utförts i beräkningsprogrammet HEC-RAS, som även används av bland andra SMHI. Skyfallsberäkningar har utförts i beräkningsprogrammet HEC-HMS. Avrinningsområden och annan analys av höjddata har utförts i Esri ArcMap med tillägget ArcHydro.

2.3.3.1 Hydraulisk modellering i HECRAS

Medel och medelhög vattenföringen för Dike Gerstaberg, Moraån, Skillebyån, Dike Österby och Kyrksjön har modellerats i 1D utifrån inmätningar av vattendragsbotten och dikesslänter vid bestämmande sektioner (Tyréns, 2019) kompletterat med scannade höjddata för omgivande mark (Lantmäteriets nya nationella höjddata, NNH). Högre vattenföringar för dessa vattendrag och samtliga vattenföringar för resterande vattendrag har modellerats i 2D med programmet HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers, 2010 a) utifrån NNH-data. För höga flöden ger NNH-data en acceptabel osäkerhet vid översvämning utifrån att bottennivåns exakta läge då inte påverkar kapaciteten i någon större utsträckning. Syfte med modelleringarna är att bland annat dimensionera genomledningar samt utreda vattenutbredning, eventuella översvämningrisker och befintliga samt framtida dämningar vid trummor och broar.

Mannings koefficient (Mannings n) har uppskattats utifrån fältundersökningar och foton med hjälp av Chow, V. T. (1959). Där det har varit möjligt har vattenhastigheter mätts och Mannings koefficient kalibrerats med dessa. Mannings koefficient varierar över årstiderna, och generellt har Mannings koefficient för sommarsäsongen använts som konservativt antagande.

2.3.3.2 Hydraulisk modellering i HY-8

För dimensionering av genomledningar och beräkning av vattennivåer vid genomledningar under anläggningen som inte är kopplade till tydliga befintliga vattendrag eller sankmarker har modelleringsverktyget HY-8 använts. Parametrar baserade på en uppskattad trumlängd och låga lutningar på trumma och dike nedströms har använts för kontroll av minsta dimension. Inga diken/vattendrag bedöms ha lägre lutning än nedanstående antagande. För genomledningar större än minsta dimension (ø 800) har separat längd och lutning bestämts.

Följande parametrar har använts:

- Trumlängd: 50 m
- Lutning trumma: 0,5 ‰
- Lutning på dike nedströms: 0,5 ‰
- Mannings koefficient: 0,035

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn	Skapat av (Leverantör)	Godkänt datum	Rev Datum
Ostlänken	Annemarie Briel, Adèle Wallin	2023-04-27	-
Ärendenummer	Granskat av (Leverantör)	Sidor	Version
TRV 2019/65709	Johan Kjellin, Terese Renström	11(90)	_.5
	Godkänt av (Leverantör)		
	Henrik Tham		



2.3.3.3 Hydrologisk modellering i HEC-HMS av hydrograf för konsekvensklass 3

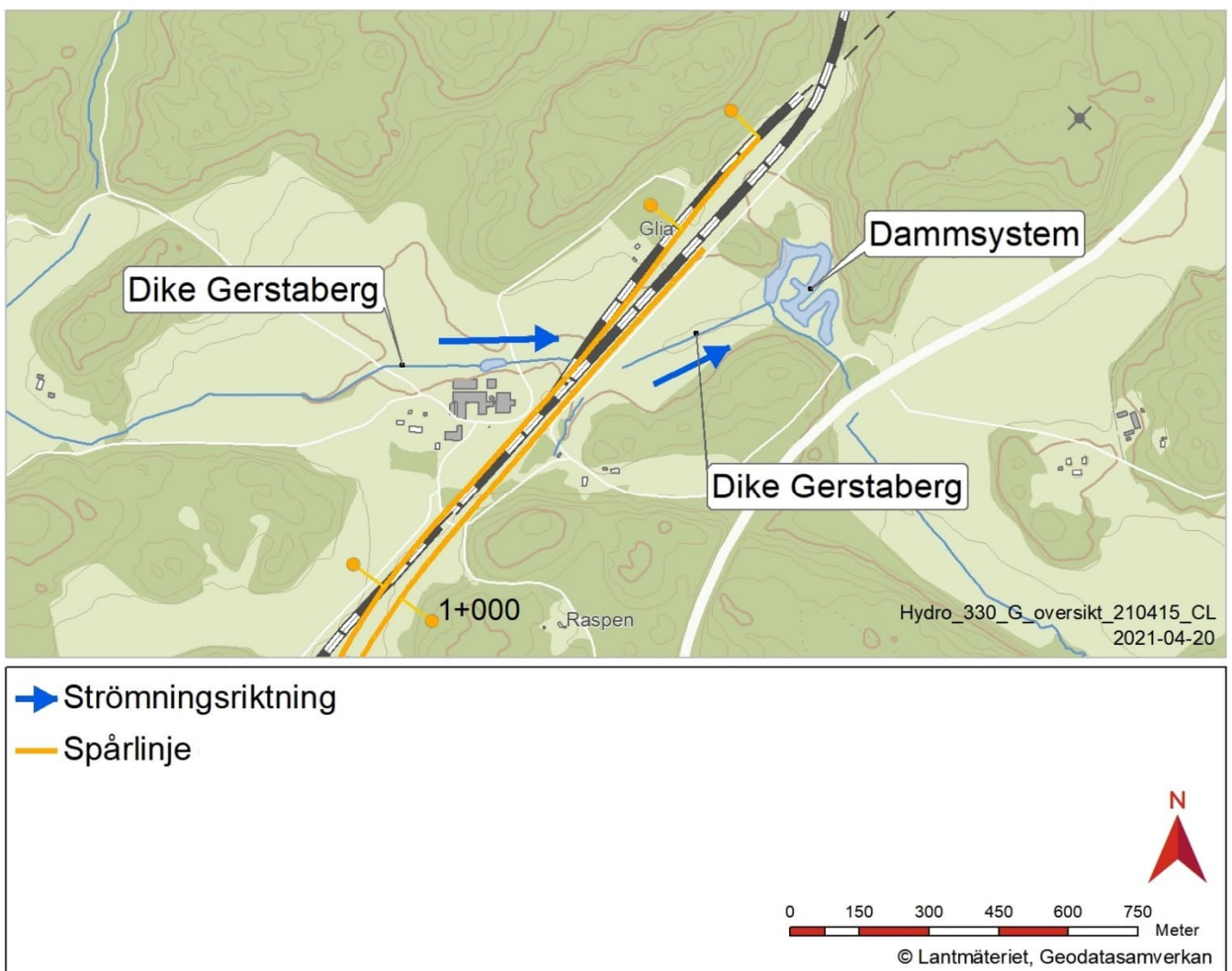
- Ett konsekvensklass 3 regn beskrivet i klimatrapporten enligt följande har antagits:
 - CDS (Chicago Design Storm)-regn med 6 timmars varaktighet
 - Ett centralt block på 10 minuter med en regnmängd på 71 mm
 - Total regnmängd på 200 mm.
- Jordarter och markanvändning har tagits från SMHI öppna data för avrinningsområden. I verkligheten kan dock markanvändningen förändras med årstiderna och över längre tidsperioder på grund av olika mänskliga aktiviteter såsom jordbruk eller utbyggnad, eller indirekt på grund av t.ex. klimatförändringar som ändrar vegetationen.
- Avdunstning under regnhändelsen har antagits vara försumbar.

3 Vattendrag

3.1 Dike Gerstaberger, Km 0+386

3.1.1 Geografiska förutsättningar

Dike Gerstaberger rinner österut och passerar befintlig järnväg vid km 0+386. Nedströms på östra sidan av stambanan finns ett dammsystem, se Figur 1. Avrinningsområdet till punkten där diket passerar järnvägen har en storlek på 6,44 km² och består mestadels av skogsmark (App. 5.1). Vid aktuell plats dominerar dock jordbruksmark. Figur 2 och Figur 3 visar två bilder av diket uppströms den befintliga genomledningen genom stambanan.



Figur 1 Topografisk karta över dike Gerstaberger (© Lantmäteriet).

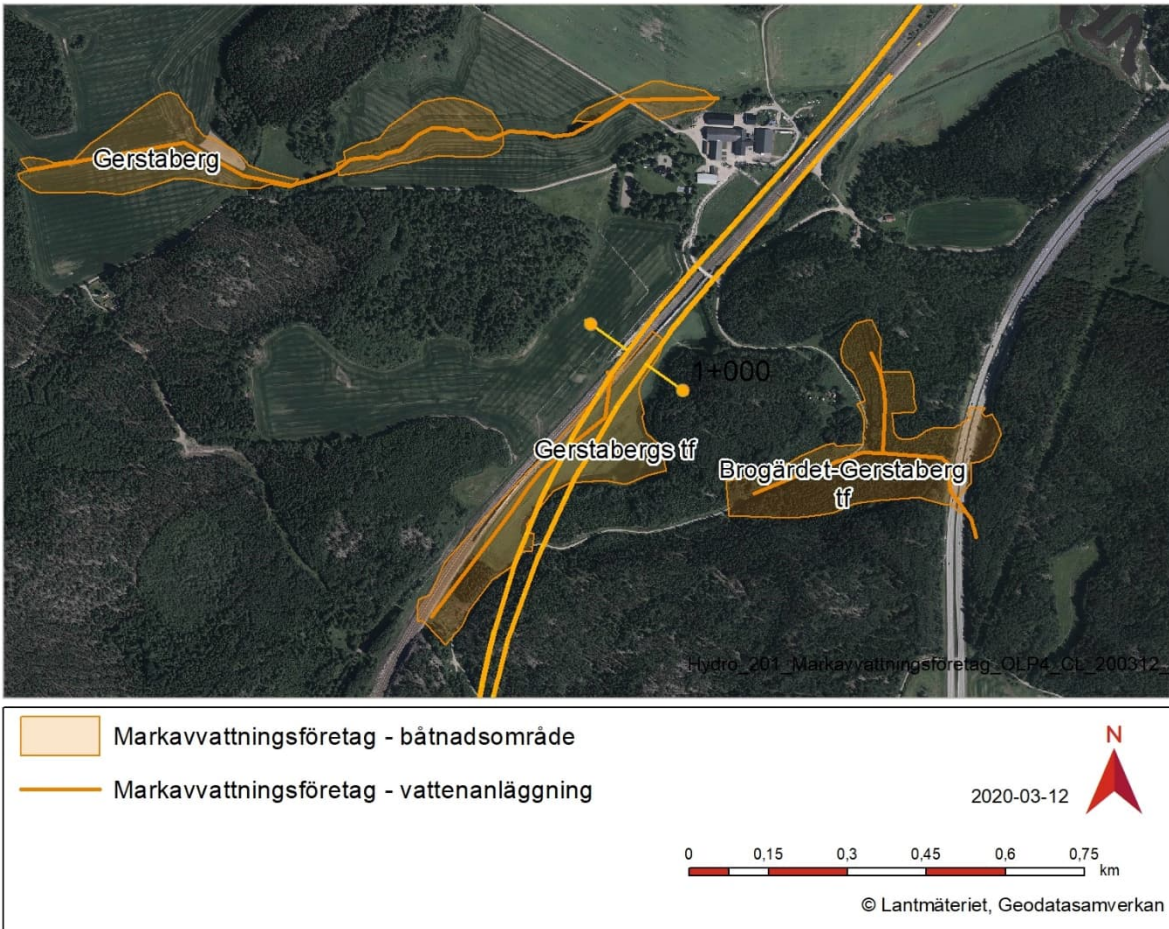


Figur 2 Bild på dike Gerstabergr uppströms befintlig järnväg. Orange pil symboliserar strömningsriktningen. I bakgrunden syns Gerstabergr gård.



Figur 3 Bild på dike Gerstabergr uppströms befintlig järnväg, trumma igenom befintlig järnvägsanläggning. Orange pil symboliserar strömningsriktningen.

Ett markavvattningsföretag, Gerstabergrs tf, ligger strax uppströms den planerade järnvägen (Figur 4). Företaget berörs inte av genomledningen under järnvägen förutsatt att inte kraftig dämning skapas.

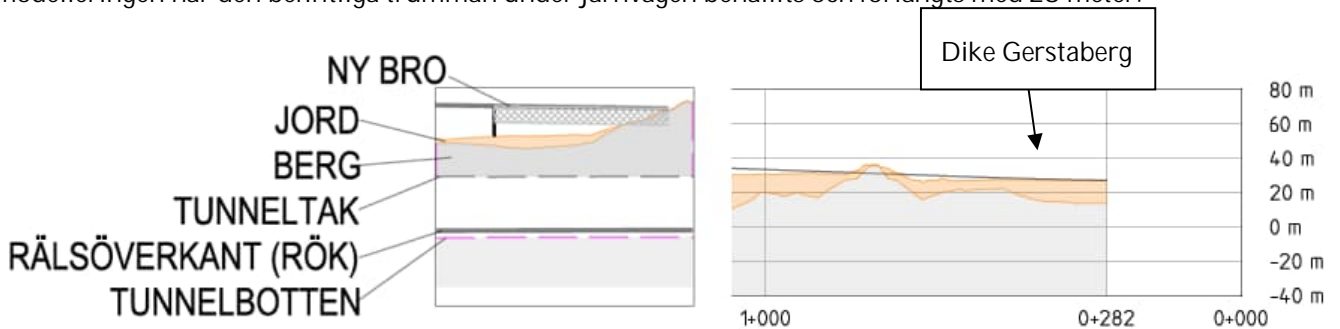


Figur 4 Markavvattningsföretag och bätnadsområden i Gerstaberget.

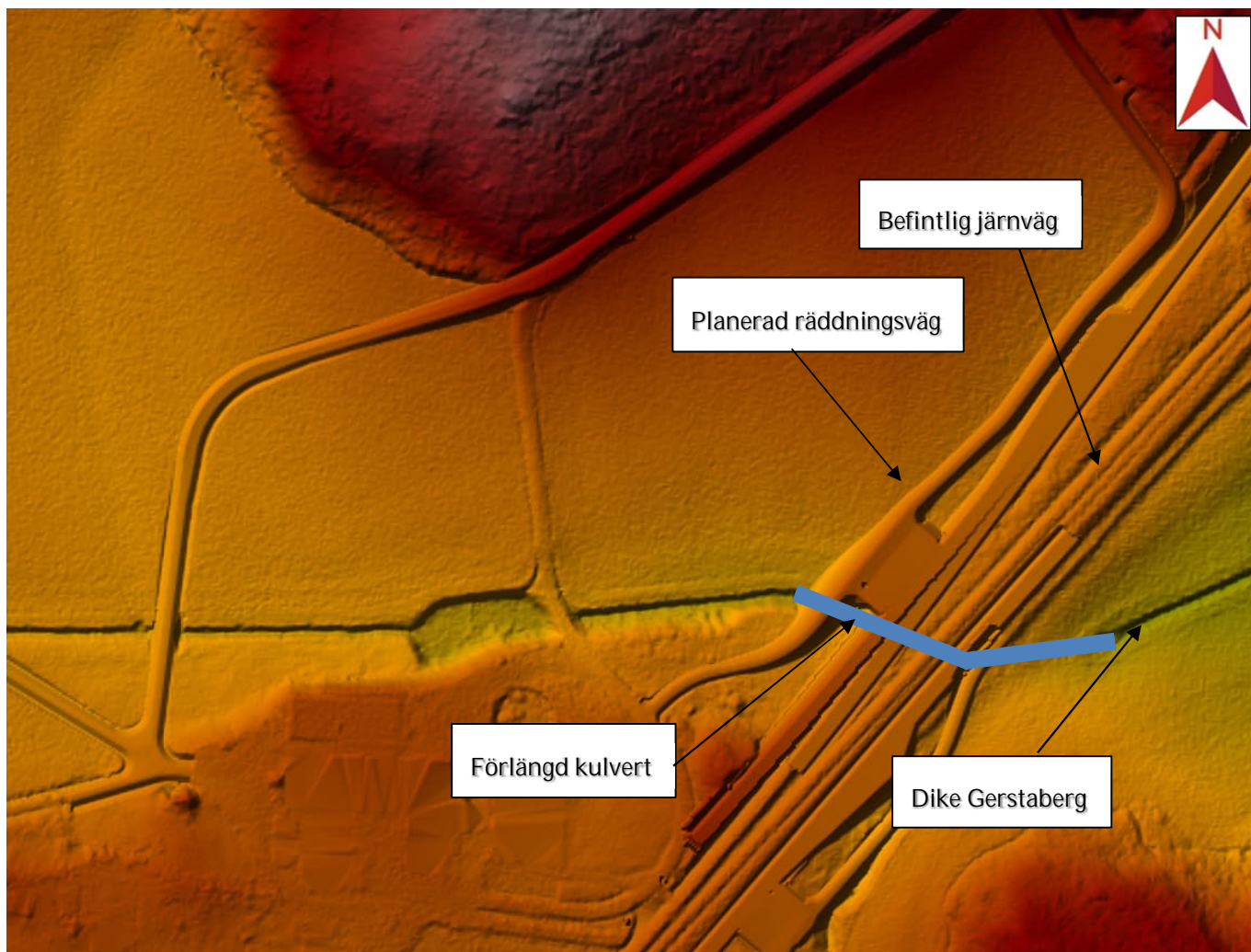
3.1.2 Tekniska förutsättningar

Dike Gerstaberget är ett grävt dike med ett dammsystem nedströms befintlig järnväg. Diket leds genom den befintliga järnvägen via en kulvert med diametern 1400 mm och längden ca 140 m. I Figur 5 visas en profil av den planerade järnvägsdragningen.

Den planerade järnvägen går i samma spår som stambanan vid km 0+386. Det som tillkommer är en räddningsväg och serviceytor väster om järnvägen och en serviceväg längre uppströms anläggningen (se Figur 6). Vid modelleringen har den befintliga trumman under järnvägen behållits och förlängts med 28 meter.



Figur 5 Profil järnvägsanläggningen vid dike Gerstaberget. I vänstra delen av figuren visas legenden.



Figur 6 Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen.

3.1.3 Modelleringsförutsättningar

Utifrån avrinningsområdet har flöden beräknats med TDOK 2014:0051 (Tabell 1). Parametrar som ingår i den beräkningen är: avrinningsområdesstorlek ca 5,5 km², sjöprocent 0 % samt specifikt medelavrinning 9 l/(s*ha). Det beräknade dimensionerande flödet med 50 års återkomsttid är 2,11 m³/s.

Modellen har körts stationärt efter att en rimlighetsbedömning utförts för att se att volymen uppströms järnvägstrumman inte är större än vad en stationär modell kan fylla upp. Randvillkoren för den hydrauliska modellen presenteras i Tabell 2. Lutning är beräknat från höjddata och Mannings koefficient (Mannings n) är bedömd utifrån platsbesök. Tabell 3 redovisar de vattengångsnivåer för trumman under järnvägen som använts i modellen.



Tabell 1 Flöden Dike Gerstabergr, beräknade med TDOK 2014:0051.

Den grå markerade raden redovisar dimensionerande flöde.

Återkomsttid flöden	Flöde [m ³ /s]
MQ	0,1
MHQ	0,7
HQ50	2,0
HQ50+5 %	2,1
HQ100	2,2
HQ100+5 %	2,3
HQ200	2,5
HQ50+50 %	3,0

Tabell 2 Randvillkor för modellen Dike Gerstabergr.

Nedströms randvillkor lutning [‰]	6
Mannings n åfåra [-]	0,035
Mannings n bank [-]	0,07

Tabell 3 Vattengångar för den i modellen inlagda trumman.

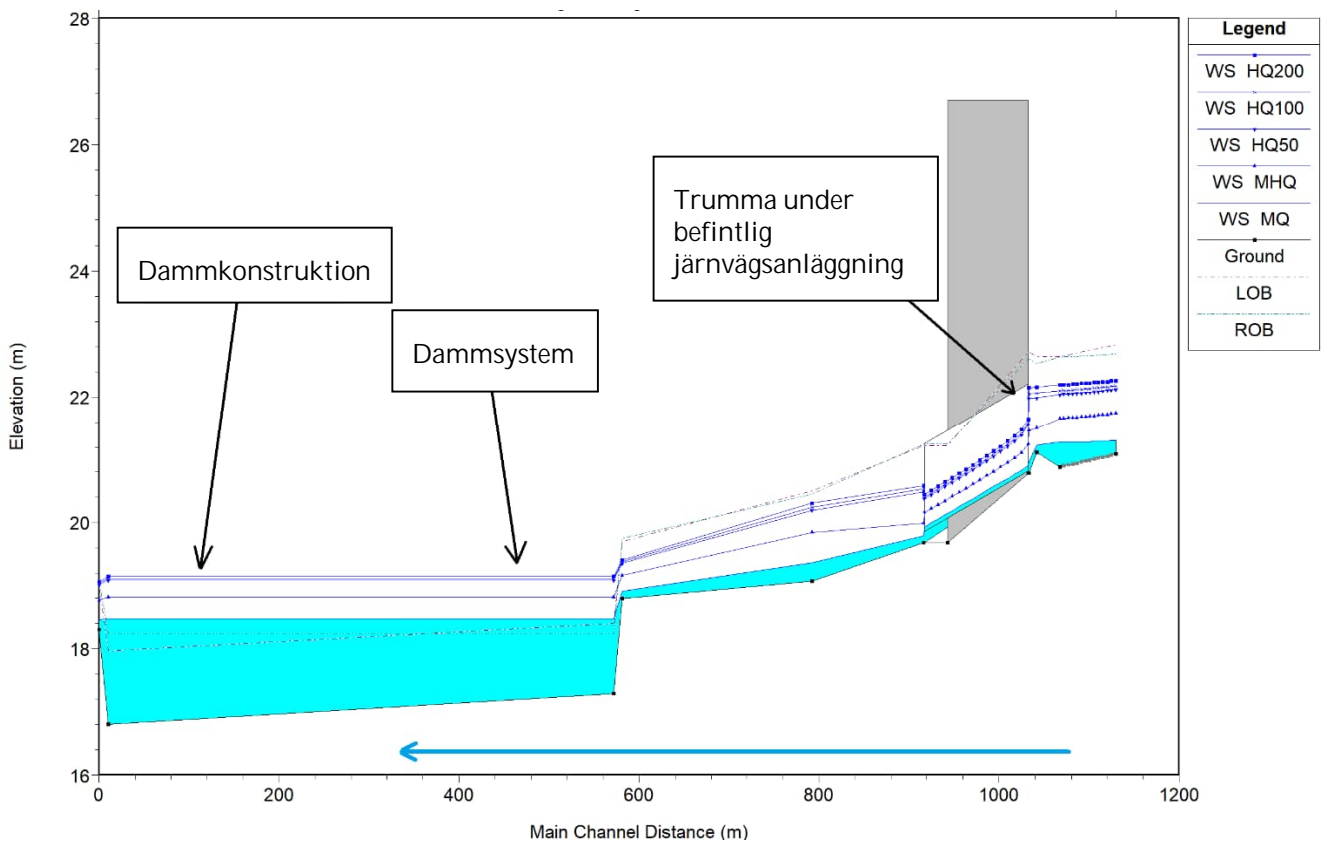
	Uppströms [m]	Nedströms [m]
Trumma under den befintliga järnvägen	+20,62	+19,49
Förlängd trumma under anläggningen	+20,58	+19,49

3.1.4 Resultat

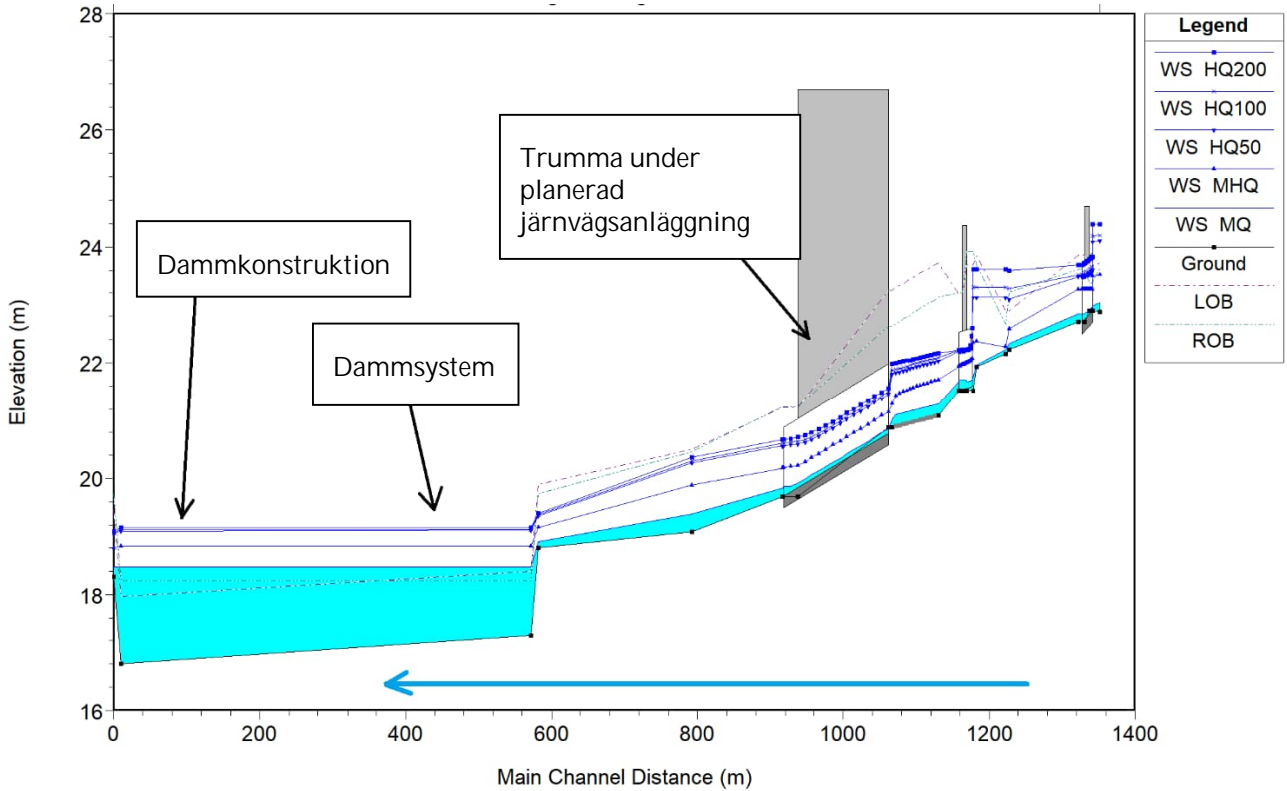
Tabell 4 visar modellerade vattenstånd och vattenhastigheter vid olika återkomsttider. En profil på vattendraget utan anläggning visas i Figur 7 och i Figur 8 visas en profil med anläggningen. En tvärsnitt på diket ca 15 m uppströms den planerade järnvägen finns presenterad i Figur 9. I figurerna redovisas modellerade vattennivåer.

Tabell 4 Modellerade vattennivåer och vattenhastigheter ca 0,5 m uppströms befintliga järnvägstrumman och ca 30 m uppströms den förlängda järnvägstrumman med planerad anläggning. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flödet.

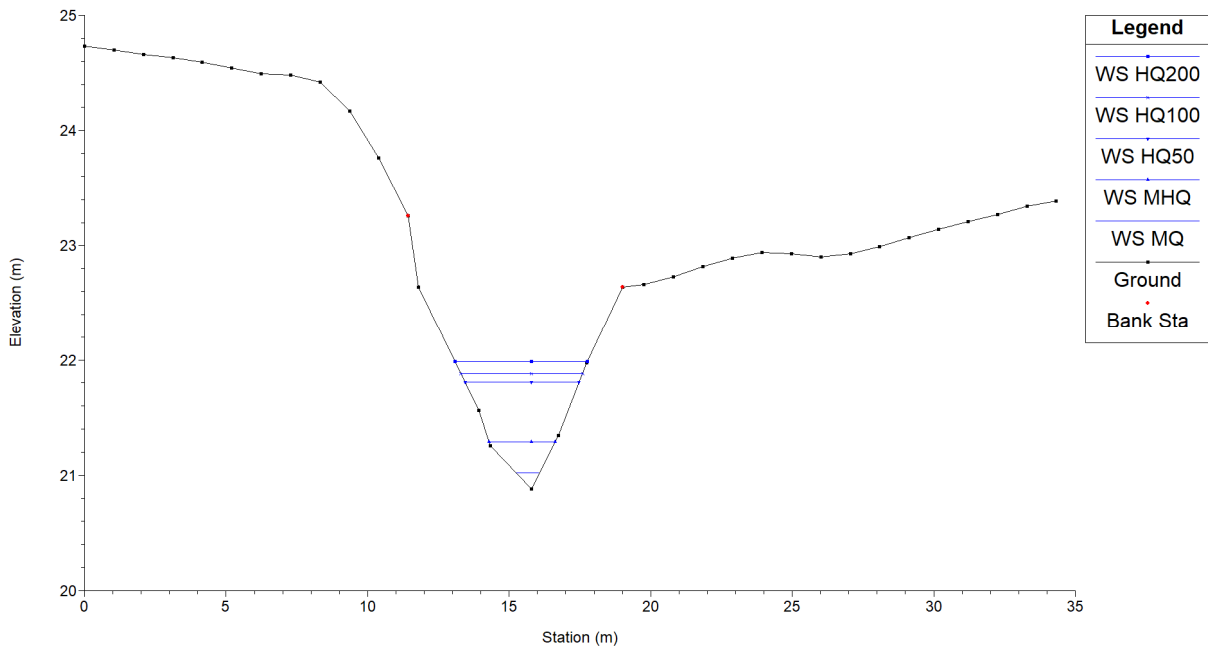
Flöde	Befintlig anläggning		Med anläggning	
	Vattenhastighet [m/s]	Vattennivå [m]	Vattenhastighet [m/s]	Vattennivå [m]
MQ	0,1	+21,3	0,4	+21,1
MHQ	0,5	+21,7	0,9	+21,4
HQ50	0,7	+22,0	1,0	+21,8
HQ50+5 %	0,7	+22,1	0,9	+21,9
HQ100	0,7	+22,1	0,9	+21,9
HQ100+5 %	0,7	+22,1	0,9	+21,9
HQ200	0,7	+22,2	0,9	+22,0
1,5*HQ50	0,6	+22,4	0,8	+22,2



Figur 7 Profil för Dike Gerstaberget, befintliga förhållanden. Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikeskrönet och gröna (ROB) det högra dikeskrönet.



Figur 8 Profil på dike Gerstaberget med alla modellerade vattennivåer med anläggning. Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikeskrönet och gröna (ROB) det högra dikeskrönet.



Figur 9 Tvärsektion med planerad anläggning ca 15 m uppströms trumman under den befintliga järnvägen.



3.1.5 Konsekvensutredning Dike Gerstabergr

3.1.5.1 Konsekvensklass

Dike Gerstabergr har bedömts vara konsekvensklass 2, med dimensionerande flöde 50 års återkomsttid, utifrån att en driftstörning kan påverka anläggningen, men inte i sådan utsträckning att det kan finnas fara för liv, mycket stor återställningskostnad, allvarlig och bestående miljökada eller allvarliga störningar av transportförsörjningen (se Kapitel 2.2).

I Tabell 5 visas en sammanfattning av konsekvensutredningen för Dike Gerstabergr.

Tabell 5 Konsekvensutredning med redovisning av modellerade vattennivåer och konsekvenser vid dike Gerstabergr, dimensionerande flöde är gråmarkerat. Bruksnivå är +27,5 m och ingen modellerad händelse överstiger bruksnivå. Utvärderingspunkt närmare anläggningen jämfört med huvudresultattabell.

Flöde naturmark Återkomst- tid	Vatten- nivå [m] (Bruks- nivå: +26,7)	Nivå över trum- hjässan [m] +22,0	Översvämning uppstår					
			Anläggningen (serviceväg, teknikgård, järnväg, växlar)	Skogs- mark	Jordbruks- mark	Byggnader	Vägar	Natur- värden
50år+5 % 2,11 m ³ /s	+21,8	-	-	-	-	-	-	-
HQ200 2,52 m ³ /s	+22,0	Vid trum- hjässan	*	*	*	*	*	*
1,5*HQ50 3,02 m ³ /s	+22,2	0,2	x	-	x	-	-	-

- ingen påverkan

* vattnet håller sig i åfåran

x påverkas

Anläggningen

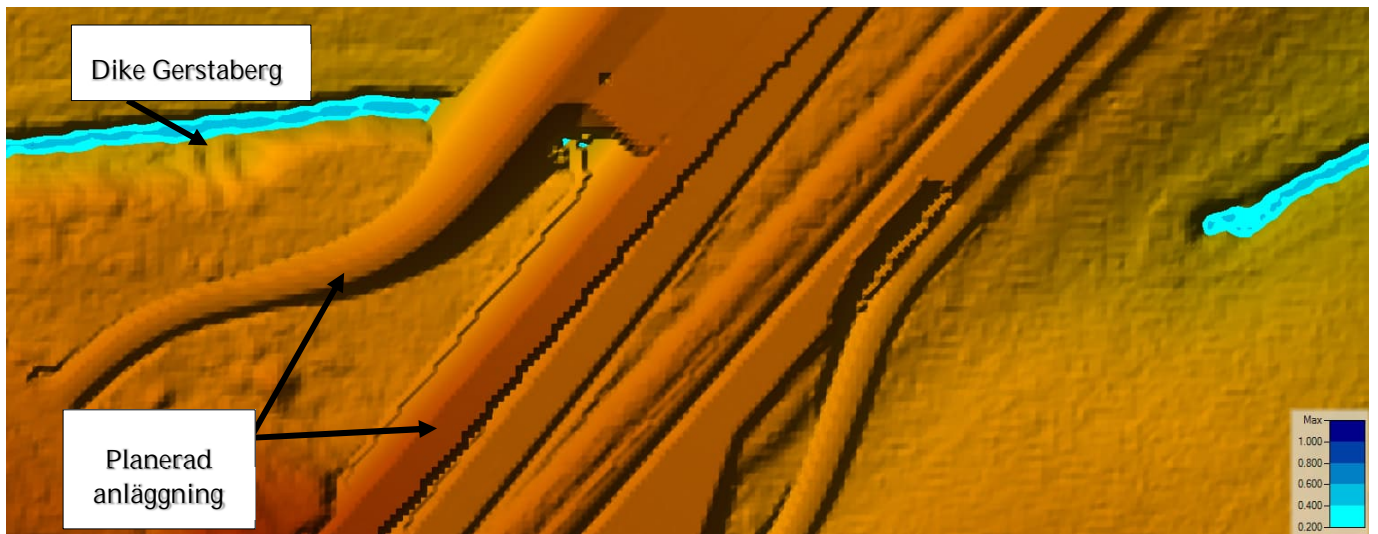
Det finns inga risker för skador på järnvägsanläggningen varken vid ett 200-årsflöde (Figur 11) eller dimensionerande flöden (Figur 10) på grund av att den går på hög bank. Vattennivån vid ett 200-års flöde ligger vid trumhjässan. Vattnet håller sig inom dikesfåran eftersom diket är djupt i förhållanden till flödena.

Vid ett 1,5*HQ50 (Figur 12) överstigs trumhjässan med ca 0,2 m och står mot banken av servicevägen. Detta anses dock som mindre påverkan eftersom vägkrönet inte nås. Bruksnivån är betydligt högre för den planerade järnvägen vid km 0+386 än modellerat vattenstånd även vid det extrema flödet HQ50*1,5.

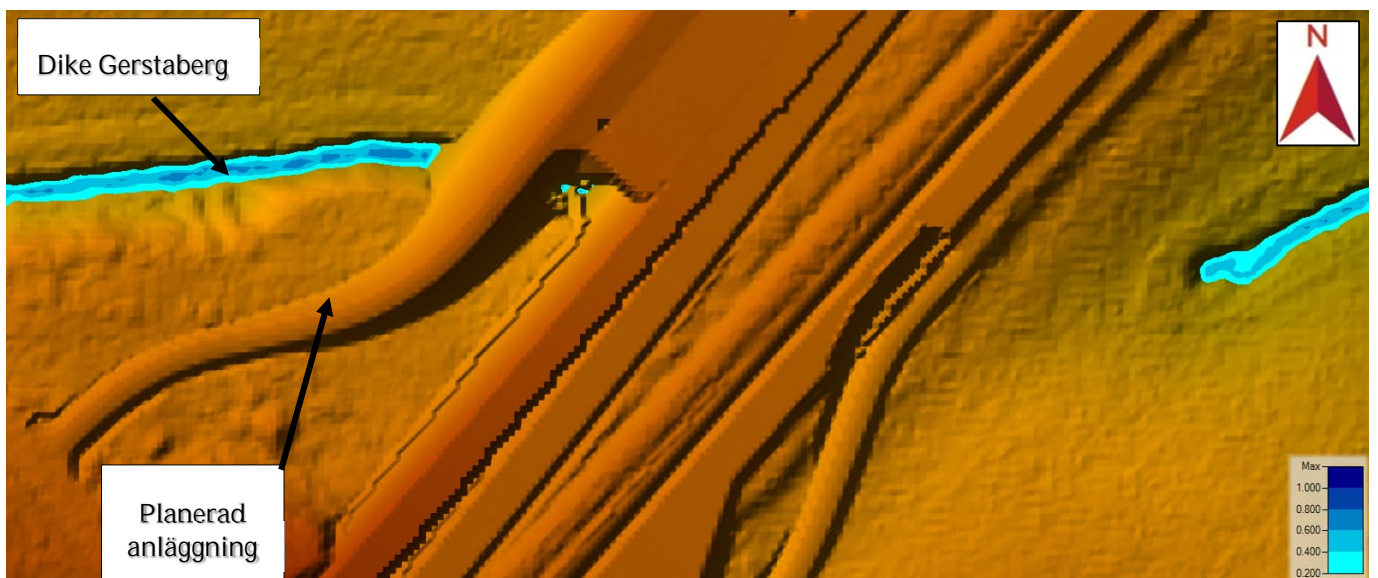
Erosionsskydd krävs runt truminloppet då vattenhastigheter vid inloppet vid uppdämning mot vägbanken kan vara höga.

Jordbruksmark

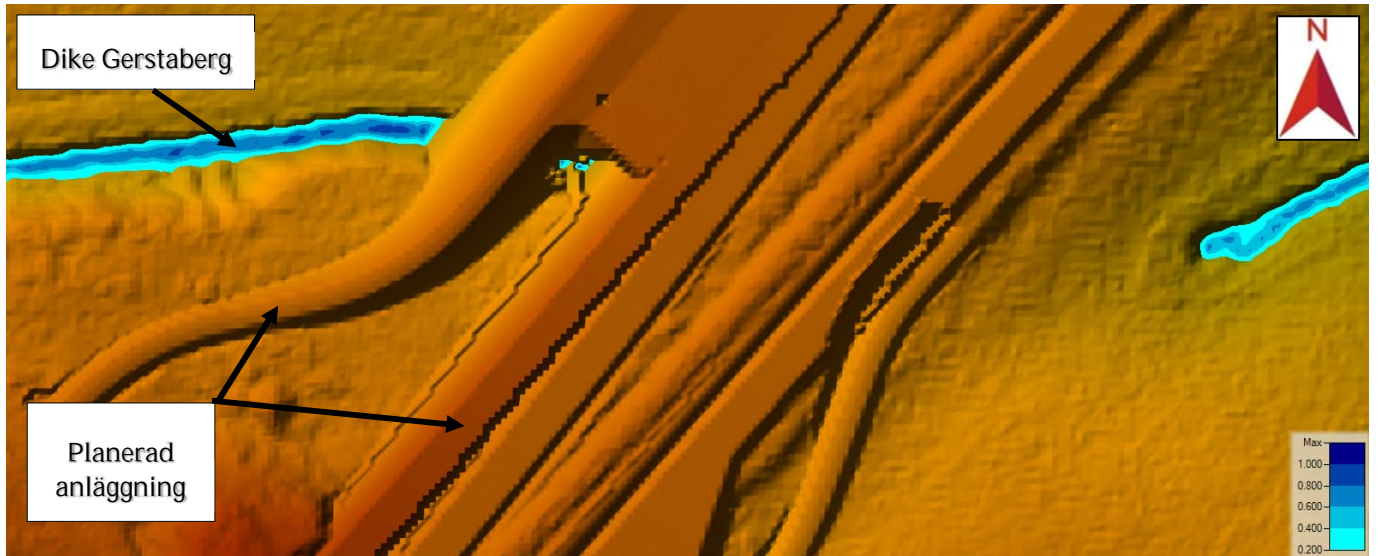
Jordbruksmark berörs lokalt av översvämning vid ett 1,5*HQ50 (Figur 12).



Figur 10 Utbredning och vattendjupet [m] för Dike Gerstaberget vid ett 50-årsflöde med klimatfaktor på 0.05.



Figur 11 Utbredning och vattendjup [m] för dike Gerstaberget vid ett 200-årsflöde.



Figur 12 Utbredning och vattendjup [m] för dike Gerstaberget vid flödet 1,5*HQ50.

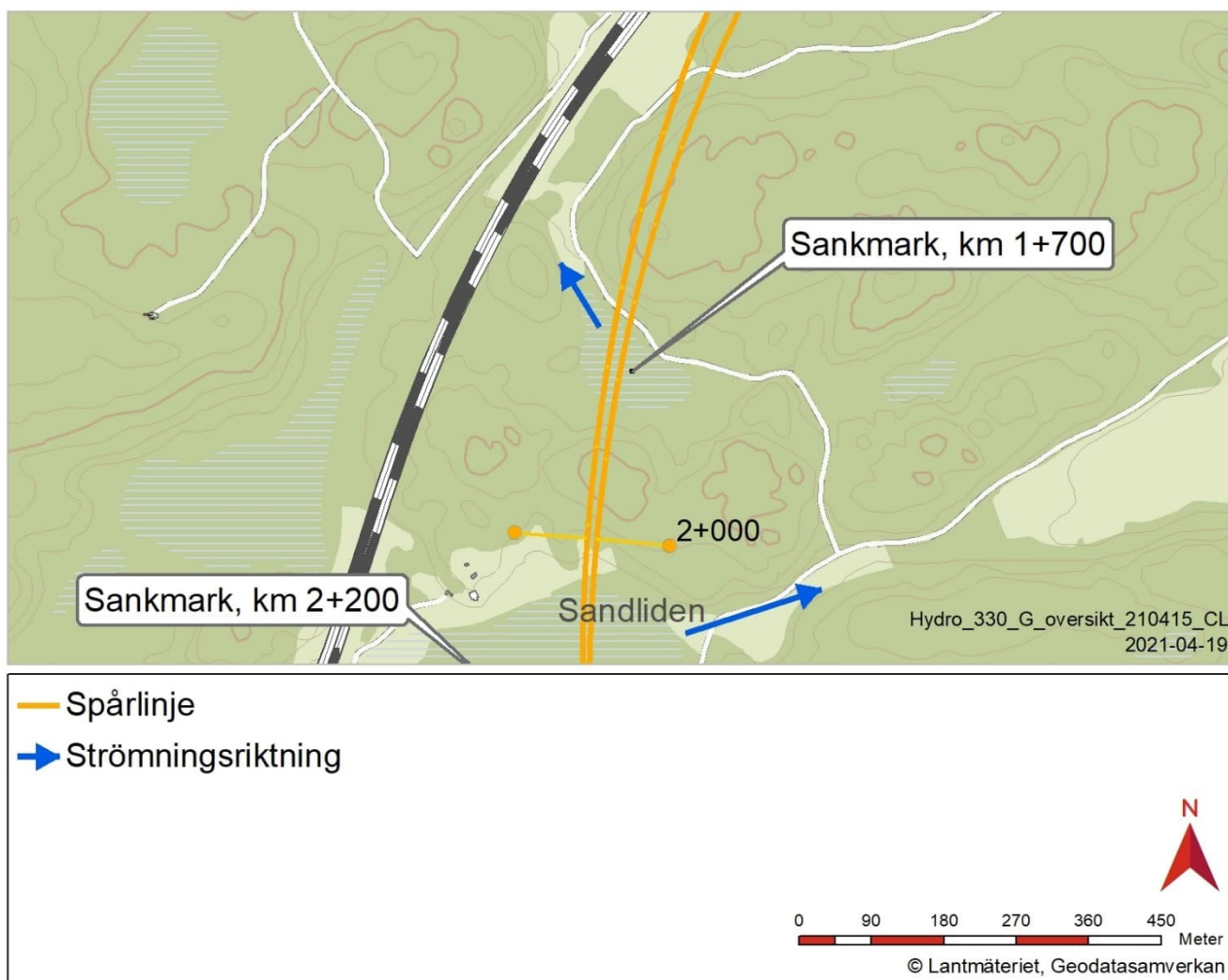
3.1.6 Slutsats

Med den befintliga trumman under järnvägsanläggningen med dimension på 1,4 m och en förlängning av denna uppströms under servicevägen klarar dike Gerstaberget enligt konsekvensutredningen för konsekvensklass 2 ett HQ200 utan att riskera skador på järnvägsanläggningen. Vid ett HQ50 med en faktor på 1,5 berörs jordbruksmark norr om Dike Gerstaberget i viss utsträckning och vattennivån överstiger trumhjässan med ca 0,2 m, men överstiger inte bruksnivån.

3.2 Sankmark, km 1+700

3.2.1 Geografiska förutsättningar

Vid km 1+700 ligger en lågpunkt bredvid en skogsväg, se Figur 13. Idag är det ett kärr som avvattnas åt nordväst vid skogsvägen med en trumma av storlek DN300 (ø 0,3 m). Avrinningsområdet storlek är 0,1 km² (se appendix 5.2). En bild på sankmarken fotograferad från skogsvägen visas i Figur 14. Gerstabergets torrlägningsföretag kan beröras av minskad tillrinning och Brogårdets torrlägningsföretag av ökad tillrinning Figur 15.



Figur 13 Topografisk karta över lågpunkten vid km 1+700 (© Lantmäteriet). Den blå pilen symboliserar flödesriktningen idag.



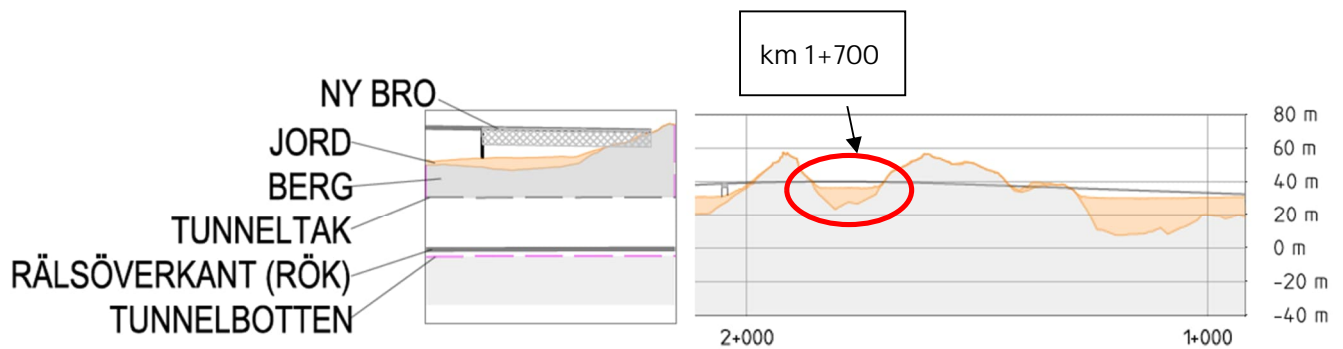
Figur 14 Bild på sankmark vid km 1+700.



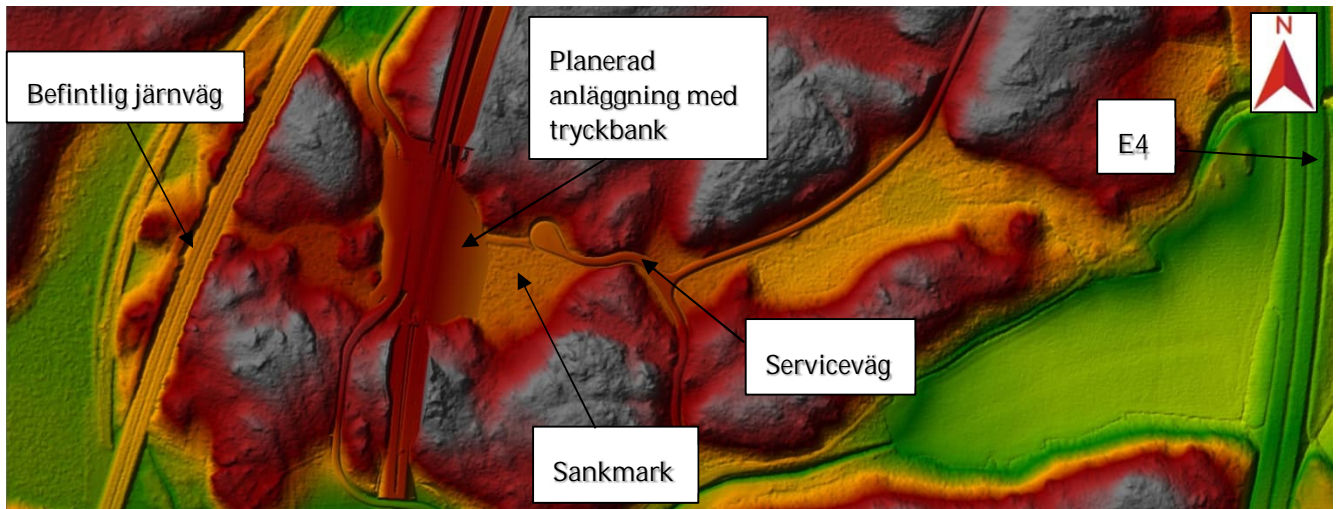
Figur 15 Markavvattningsföretag och båtnadsområden runt km 1+700. Utredningsområdet är markerad med röd ellips.

3.2.2 Tekniska förutsättningar

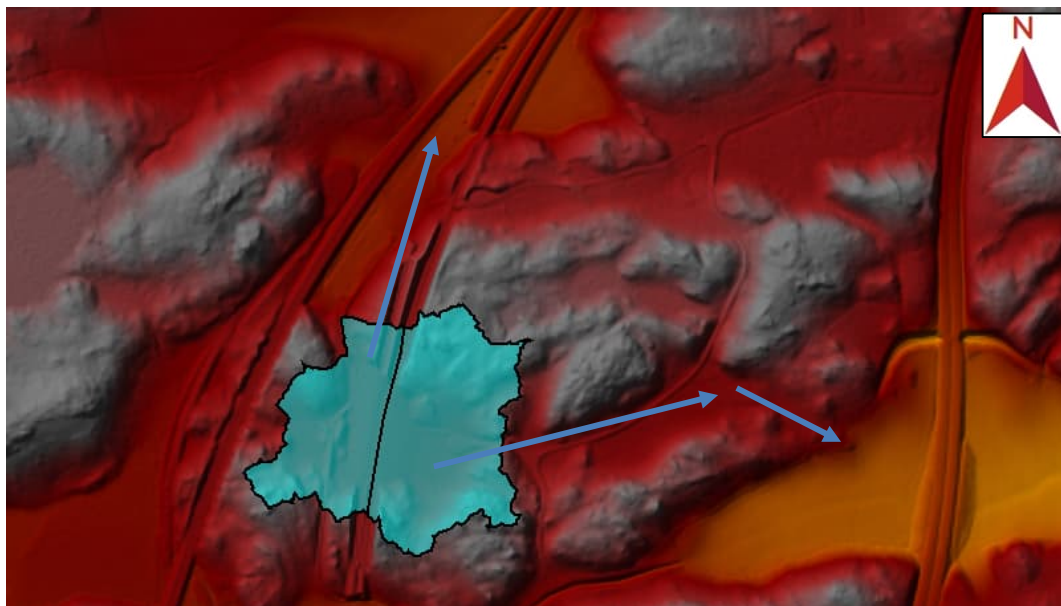
Vid km 1+700 anläggs en tryckbank genom våtmarksområdet enligt Figur 16. Våtmarken avvattnas idag norrut mot Gerstabergets gård. För att undvika omfattande och svårunderhållna kulverteringar under tryckbanken ändras avvattningsriktningen så att avvattningen istället sker österut. Figur 17 visar en översiktsbild av Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen och Figur 18 ändringarna i avrinningsområdet. För profil se Bilaga C.3. Våtmarken kommer då att avvattnas i servicevägens dike (Bild av befintlig skogsväg i Figur 19) för att sedan rinna i naturliga vattenstråk och ansluta till en åkerkulvert strax uppströms E4. Åkerkulverten tillhör Brogårdets torrlägningsföretag, 1935.



Figur 16 Profil av den planerade anläggningen vid km 1+700. I vänstra delen av figuren visas legenden. Utredningsområdet är markerat med röd ellips.



Figur 17 Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen.



Figur 18 Ändringar i avrinningsområde vid 1+700. Den östra delen av det blåmarkerade avrinningsområdet kommer efter anläggning av tryckbankar att avvattas österut istället för som idag norrut. Flödesriktning indikeras med blåa pilar.



Figur 19 Befintlig väg med dike som ska justeras och höjdsätts (diket ska sänkas) för att kunna avvattna våtmarksområdet österut. Fotograferad mot öster.

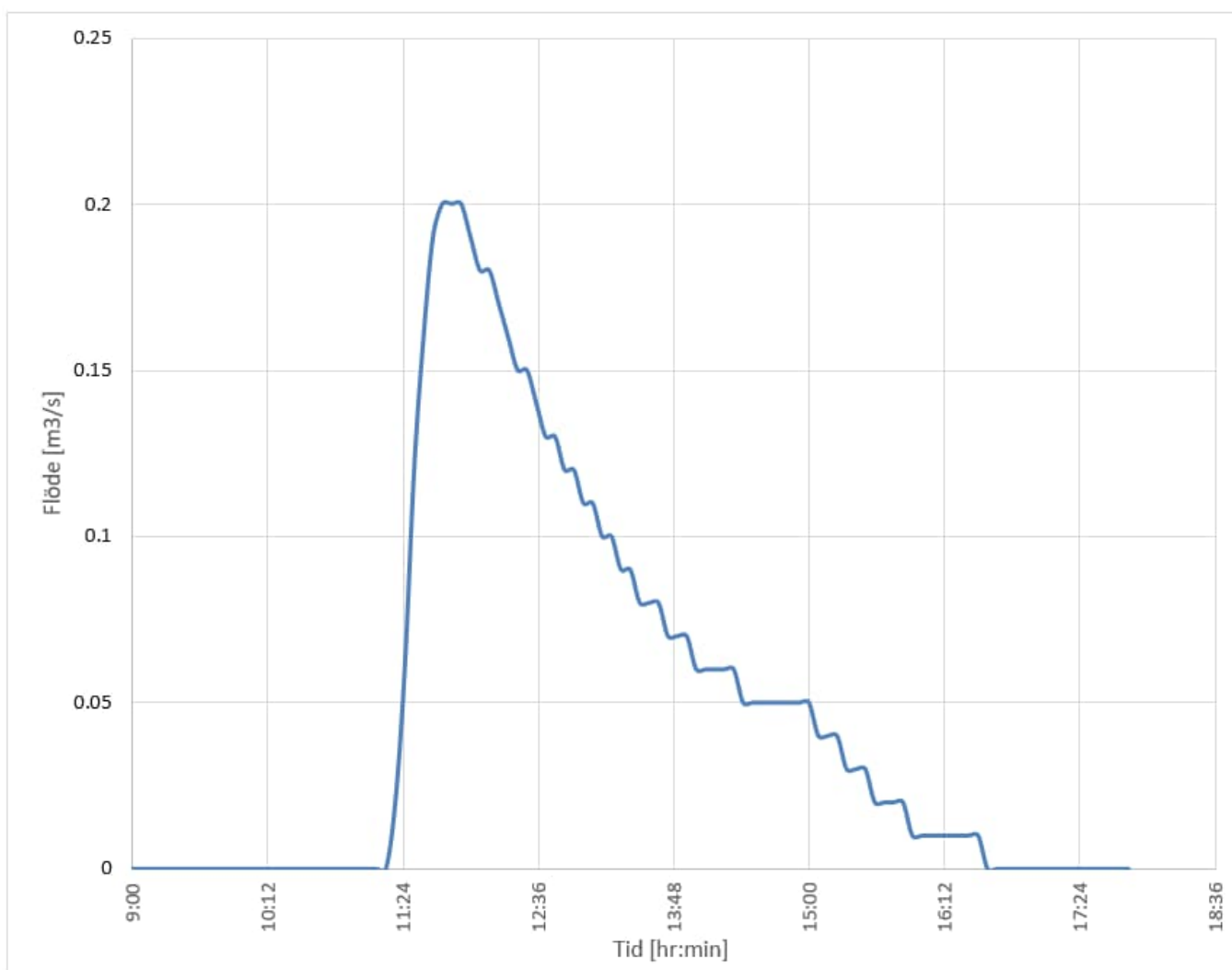
3.2.3 Modelleringsförutsättningar

I Tabell 6 redovisas analyserade peak flöden för det aktuella avrinningsområdet och i Figur 20 hydrografen för det dimensionerande flödet. Skyfall är dimensionerande vid den här platsen och därmed har HEC-HMS använts för att beräkna flöden samt HEC-RAS modellen har körts transient. Kapacitetsberäkningar för servicevägsdiket har körts stationärt. Kapacitetsberäkningar för åkerkulverten som tillhör Brogårdets dikningsföretag har gjorts som visar nivåförändringarna som det ändrade avrinningsområdet ger upphov till är försumbara i kulverten (ca 1 cm vid årlig högvattenföring).



Tabell 6 Peak-flöden som användes i beräkningarna för våtmarken km 1+700. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flödet.

Återkomsttid flöden	Flöde mot öster [m ³ /s]	Flöde mot nordväst [m ³ /s]
HQ50+25 %	0,20	0,11
HQ50*1,5	0,25	0,12
HQ200	0,52	0,24



Figur 20 Hydrograf för det dimensionerande flödet HQ50 med en klimatfaktor på 1,25. CN (curve number) = 70. Scenariot bygger på ett 6-timmars regn.

Mannings koefficient (Mannings n) redovisas i Tabell 7. I det här fallet är Mannings koefficient relativt hög, vilket kan förklaras med en tät vegetation och många träd i och runt lågpunkten. Randvillkoren är normalvattenståndet upp- och nedströms, baserat på vattendragets lutning. Modelleringen gjordes med programmet HEC-HMS och SCS-Curve Number method. En kalibrering av modellen gjordes inte på grund av att data för höga flöden saknades. Däremot gjordes en validering med volymkontroll och jämförelse med höjdmodellen för rimlighet.

Tabell 7 Randvillkor för modellen vid km 1+700.

Nedströms randvillkor lutning [%o]	1
Mannings n hela lågpunkt [-]	0,06

3.2.4 Resultat

Modellresultaten redovisas i tabellform i Tabell 8 för de olika modellerade återkomsttiderna.

Tabell 8 Modellerade vattenstånd med och utan anläggning vid järnvägs korsningen för km 1+700. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande regn och respektive vattenstånd och flödes hastighet ca 10 m uppströms den planerade anläggningen.

Flöde	Utan anläggning		Med anläggning	
	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]
HQ50+25 %	0,1	+36,6	0,1	+37,4
HQ50*1,5	0,1	+36,7	0,1	+37,5
HQ200	0,1	+36,7	0,1	+37,6

3.2.5 Konsekvensutredning Sankmark km 1+700

3.2.5.1 Konsekvensklass

Sankmarken vid km 1+700 har bedömts vara konsekvensklass 2, med dimensionerande flöde 50 års återkomsttid, utifrån att en driftstörning kan påverka anläggningen, men inte i sådan utsträckningen att det kan finnas fara för liv, mycket stor återställningskostnad, allvarlig och bestående miljökada eller allvarliga störningar av transportförsörjningen (se Kapitel 2.2).

I Tabell 9 visas en sammanfattning av konsekvensutredningen för sankmarken vid km 1+700.

Tabell 9 Konsekvensutredning med redovisning av modellerade vattennivåer och konsekvenser vid sankmarken km 1+700, dimensionerande flöde är gråmarkerat. Bruksnivå är +40,0 m och ingen modellerad händelse överstiger bruksnivån.

Flöde naturmark Återkomsttid	Vattennivå [m] Bruksnivå: +40,0	Översvämning uppstår					
		Anläggningen (serviceväg, teknikgård, järnväg, växlar)	Skogs- mark	Jordbruks- mark	Byggnader	Vägar	Natur- värden
50år+25 % 8,4 m ³ /s	+37,4	(x)	-	-	-	-	-
1,5*HQ50 10 m ³ /s	+37,5	x	-	-	-	-	-
HQ200 12 m ³ /s	+37,6	x	-	-	-	-	-

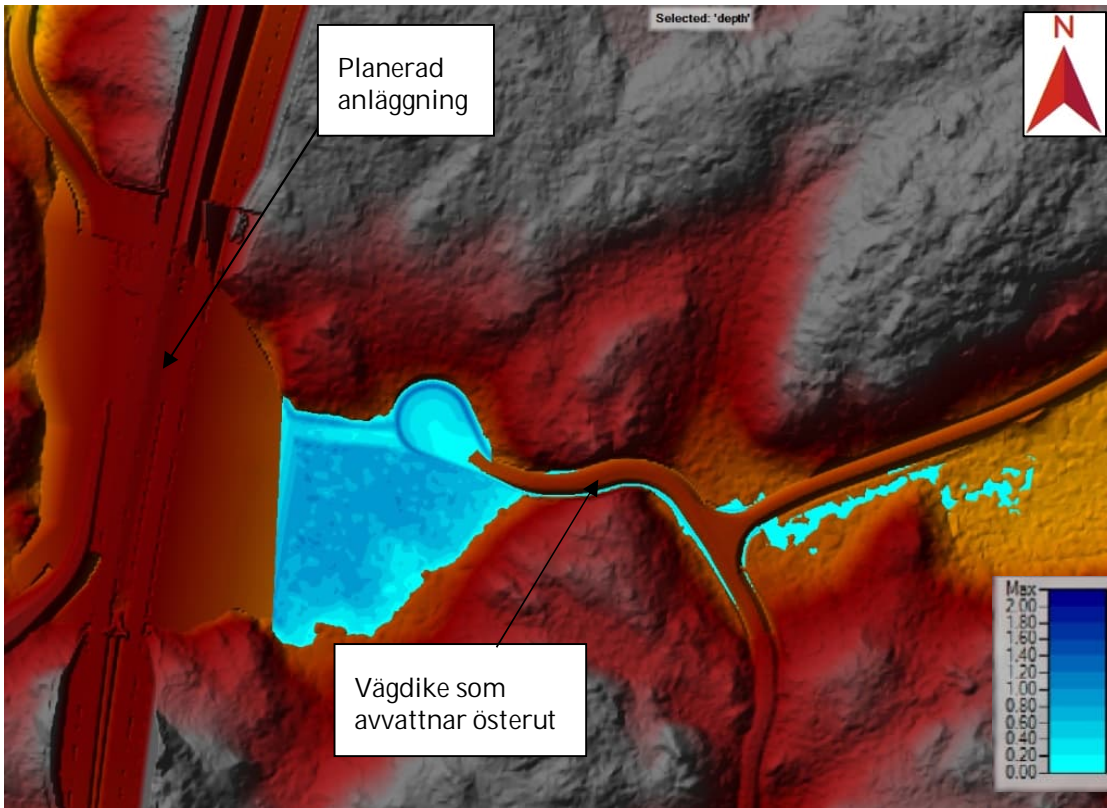
- ingen påverkan

* vattnet håller sig i åfåran

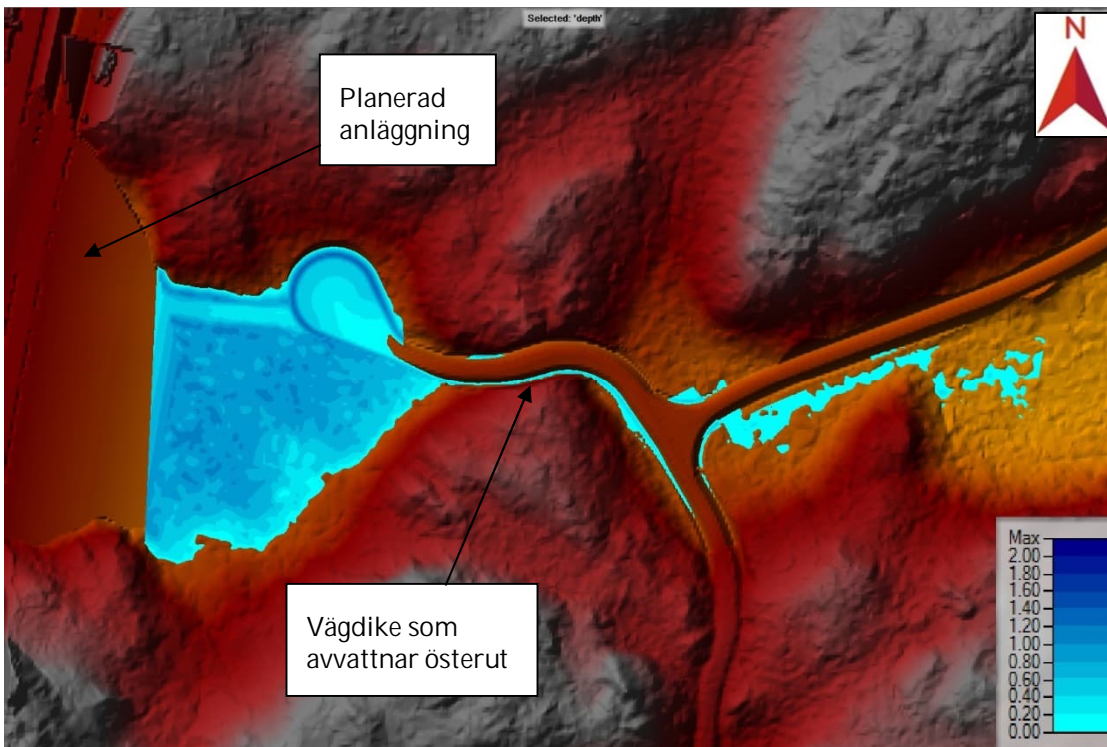
x påverkas

Anläggningen

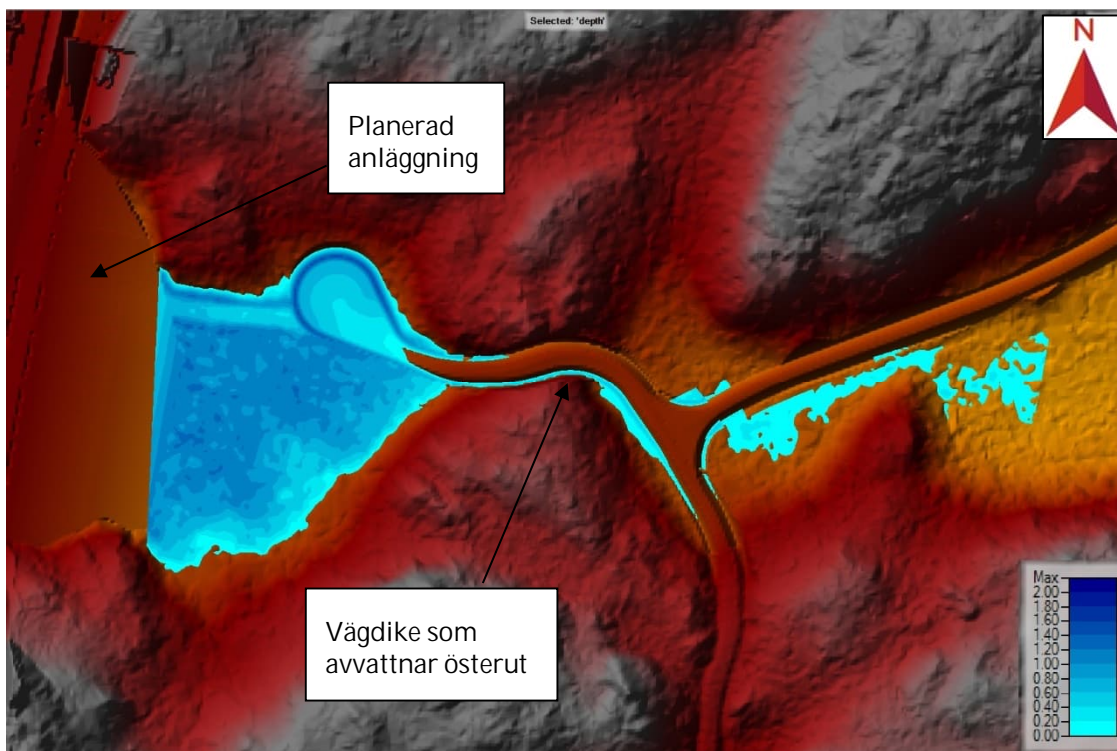
Det finns inga risker för skador på järnvägsanläggningen varken vid ett 50års-flöde med klimatfaktor på 1,25 (Figur 21), flöden med 1,5*50 års-återkomsttid (Figur 22) eller vid 200 års-flöden (Figur 23). Dock kan återvändsgränden av servicevägen bli översvämmad vid alla beräknade scenarier och vattnet kan stå mot tryckbanken. Bruksnivån nås inte och vägkrön för skogsvägen såsom drännivån i vägdkiket bredvid ligger mer än 1 m under bruksnivån vilket garanterar avrinning mot öster.



Figur 21 km 1+700, Utbredning vid HQ50 med en klimatfaktor på 1,25.



Figur 22 km 1+700, Utbredning vid 1,5*HQ50.



Figur 23 km 1+700, Utbredning vid HQ200.

3.2.6 Slutsats

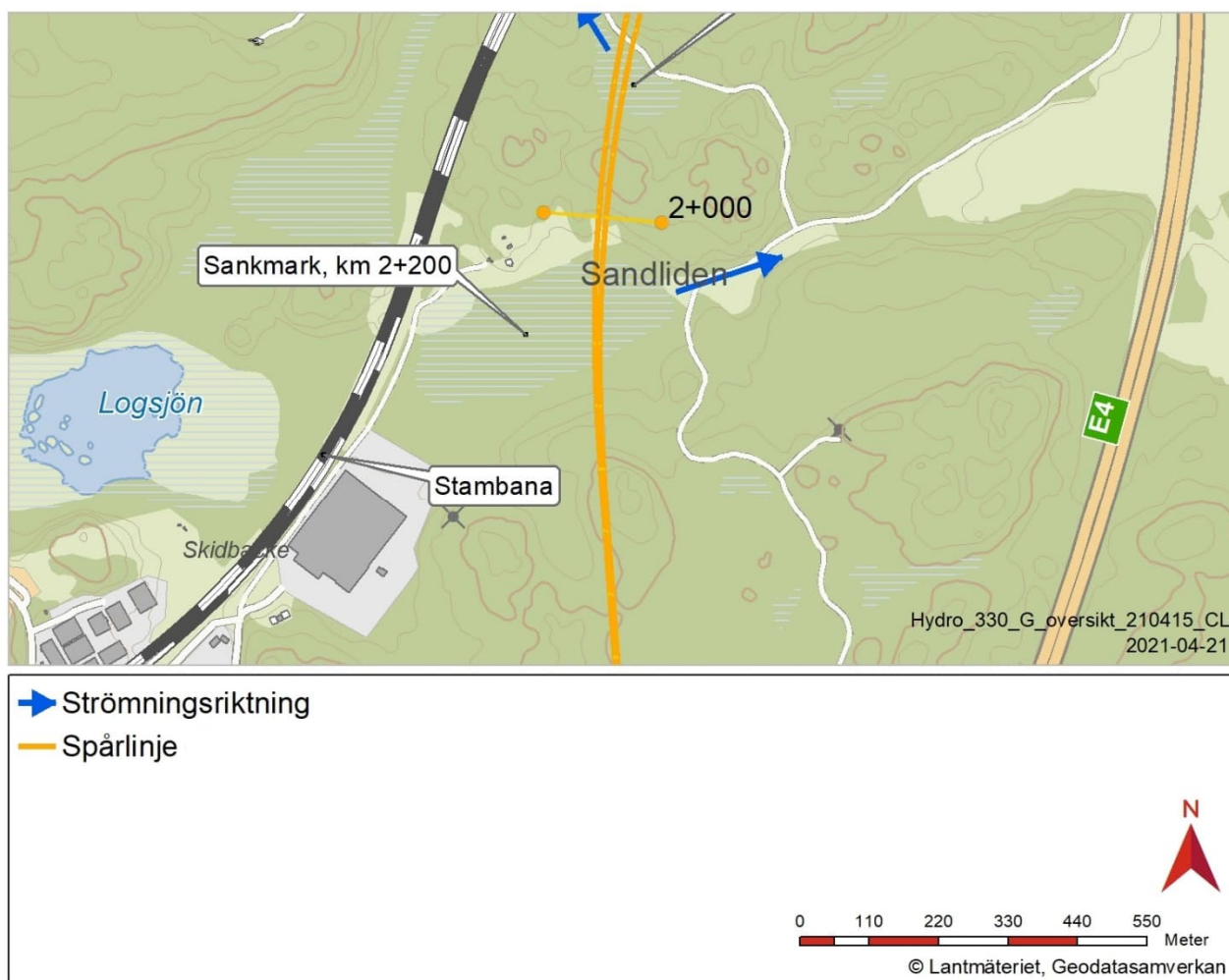
Sankmarken vid km 1+700 har bedömts vara konsekvensklass 2 utifrån att en driftstörning kan påverka anläggningen, men inte i sådan utsträckning att det kan finnas fara för liv, mycket stor återställningskostnad, allvarlig och bestående miljöskada eller allvarliga störningar av transportförsörjningen. Vid km 1+700 anläggs en tryckbank genom våtmarksområdet. Våtmarken avvattnas idag norrut mot Gerstabergets gård. För att undvika omfattande och svårunderhållna kulverteringar under tryckbanken ändras avvattningsriktningen så att avvattningen istället sker österut. Våtmarken kommer då att avvattnas i servicevägens dike för att sedan rinna i naturliga vattenstråk och ansluta till en åkerkulvert strax uppströms E4. Åkerkulverten tillhör Brogårdets torrlägningsföretag som inte påverkas märkbart negativt.

Det finns inga risker för skador på den planerade järnvägsanläggningen varken vid ett 50års-flöde med klimatfaktor på 1,25, flöden med 1,5*50 års-återkomsttid eller 200års-flöden. Dock kan återvändsgränsen av servicevägen bli översvämmad vid alla beräknade scenarier och vattnet kan stå mot tryckbanken. Detta anses dock inte som en risk. Bruksnivån nås inte och vägkrön för servicevägen såsom drännivån i vägdiket bredvid ligger mer än 1 m under bruksnivån vilket garanterar avrinning mot öster.

3.3 Sankmark, km 2+053 – 2+260

3.3.1 Geografiska förutsättningar

Avrinningsområdet till sankmarken vid km 2+200 är främst skogbeväxt, med en sänka som har potential att, vid höga flöden eller skyfall, bli vattenfylld. Avrinningsområdets storlek är 0,65 km², se appendix 5.3. Området avvattnas nord-österut som synligt i Figur 24. Under stambanan finns en kulvert som förbinder Logsjön med sankmarken som kommer korsas av den planerade järnvägen. Den förbindelsen aktiveras bara vid mycket höga vattenstånd i Logsjön. En lokalväg korsar utloppet från sankmarken i öster. Huvuddiket genom sankmarken har dikats eller rensats inom de senaste fem åren och sankmarksområdet har avverkats. Kulverten nedströms sankmarken i riktning österut har bytts ut och ovanliggande skåldike har restaurerats. En bild på sankmarken vid km 2+200 visas i Figur 25.



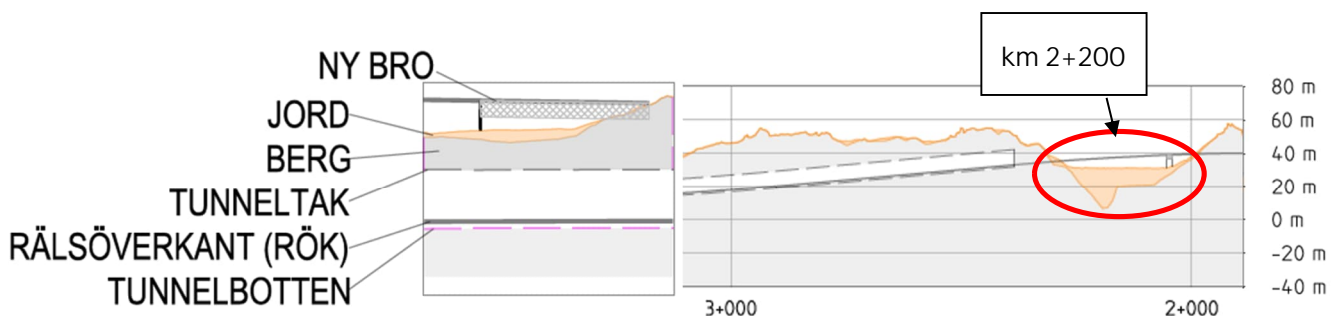
Figur 24 Topografisk karta över lågpunkten vid km 2+200 (© Lantmäteriet). Den blå pilen symboliserar strömningsriktningen.



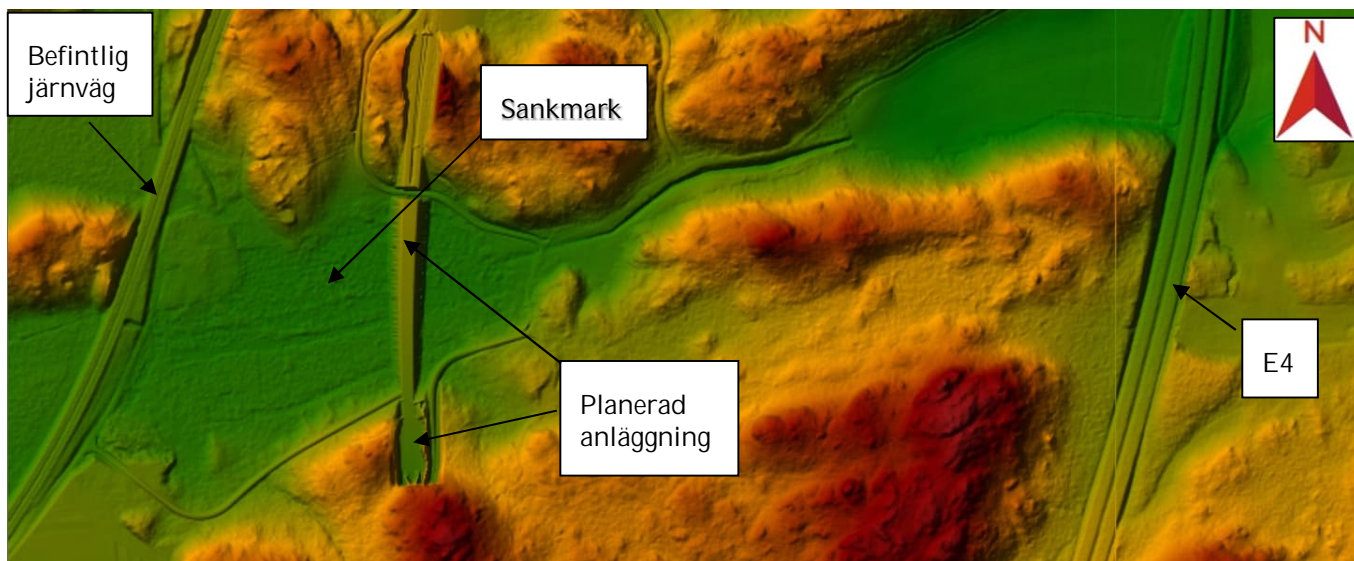
Figur 25 Bild på sankmarken vid km 2+200 efter avverkningen.

3.3.2 Tekniska förutsättningar

Den planerade järnvägen kommer att korsa sänkan på bank och en kort bro över allmänna vägen (Figur 26) som sedan övergår i en tunnel som har en kritisk nivå för vattenintrång på +32,7 m. Om vattennivån i sänkan blir tillräckligt hög skulle det teoretiskt kunna finnas risk för att vattnet börjar rinna in mot tunneln, varför denna risk särskilt har undersökts. Under banken placeras en trumma med dimension på 1 m (DN1000) som säkerställer att vattnet kan flödar österut vid tillräcklig höga vattenstånd i sänkan. Öster om sankmarken finns ett dike med underliggande kulverten som avvattnar sankmarken mot jordbruksmarken österut. Kulvertens kapacitet är viktig vid normala flöden, men har begränsad betydelse vid extrema nederbördstillfällena. Simuleringarna har gjorts utan hänsyn till kulvertens kapacitet. Ett utsnitt av Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen visas i Figur 27.



Figur 26 Profilritning av den planerade järnvägen. I vänstra delen av figuren visas legenden. Utredningsområdet är markerad med röd ellips.



Figur 27 Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen.

3.3.3 Modelleringsförutsättningar

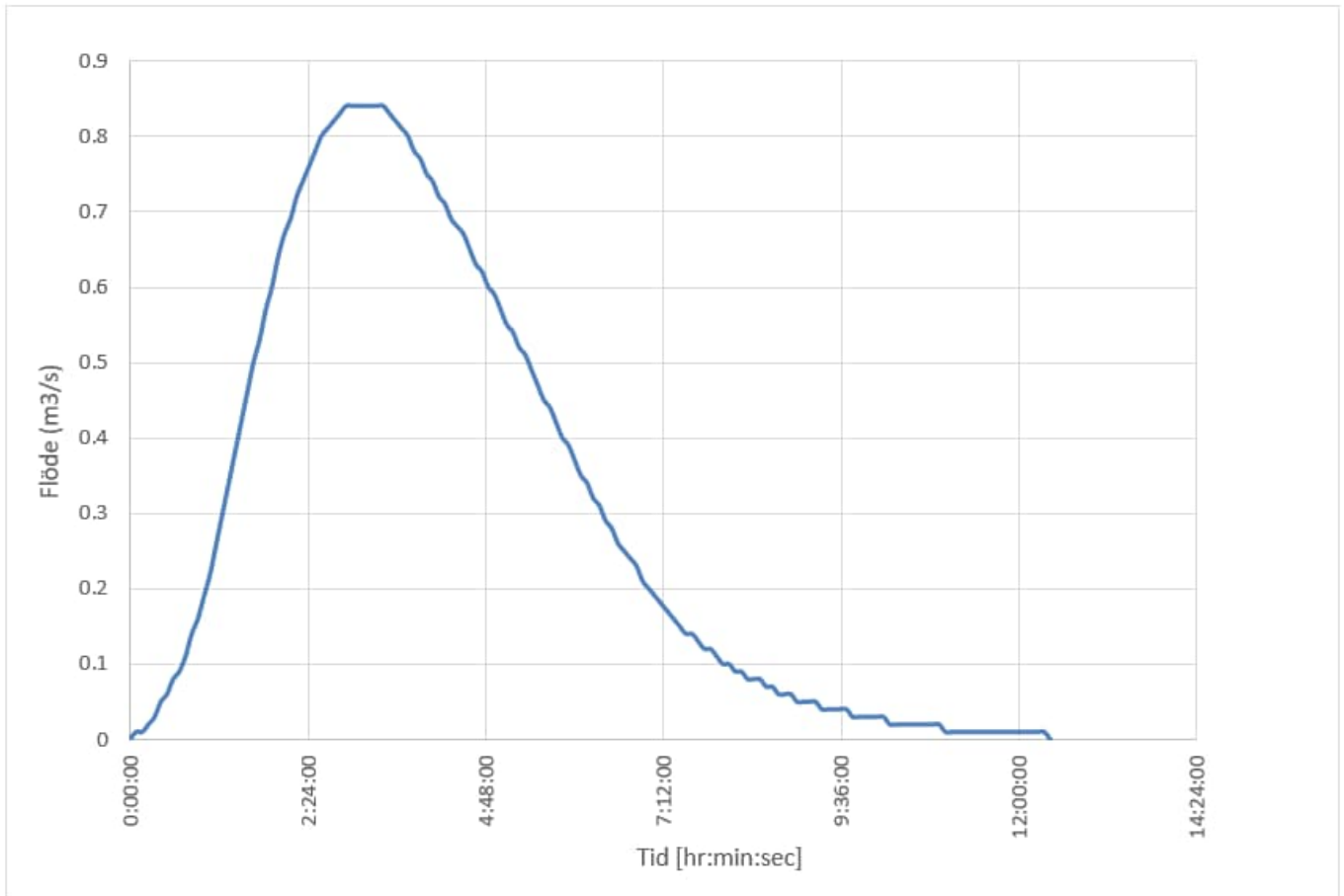
I Tabell 10 redovisas ett 50-årsflödet och ett skyfall med och utan olika klimatfaktorer för det aktuella avrinningsområdet och i Figur 28 hydrografen för det dimensionerande flödet. Vattennivåerna i sankmarken styrs huvudsakligen av bortledningskapaciteten i området mellan sankmarken och den i öster liggande åkermarken. E4 löper nästan parallell med järnvägen med ett avstånd på ca 1 km. E4 kommer, på grund av topografin, inte att ha något inflytande på vattennivån i det aktuella området. Trumman under den befintliga järnvägen som förbinder sankmarken med Logsjön har inte tagits med i modellen. Vattengångarna jämförs och beaktas dock i konsekvensutredningen. Generellt är simuleringarna baserade på NHH-data från Lantmäteriet, därför rekommenderas en fördjupat studie i nästa skede då Lantmäteriets data kan innehålla osäkerheter speciellt vid denna plats. Våtmarksområdet består till största delen av ett kalhygge som är markberett. Skogsmaskiner har påverkat den småskaliga topografin och området är svårinmätt varför den verkliga topografin kan skilja sig något åt jämfört med NHH-data från Lantmäteriet.

Tabell 10 Vattenflöden och skyfall som användes i beräkningarna för vattendraget km2+200. Flöden för sänkan vid km 2+200 beräknades enligt TDOK 2014:0051. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flöde.

Återkomsttid flöden	Peak - Flöde [m ³ /s]
HQ1	0,17 ¹
HQ50+25 %	0,86 ²
Regnklass 3	3,30 ²

¹ Dahlström, 2010

² hydrograf



Figur 28 Hydrograf för det dimensionerande flödet HQ50 med en klimatkfaktor på 1,25. CN (curve number) = 65. Scenariot bygger på ett 6-timmars regn.

De valda Mannings koefficient (Mannings n) redovisas i Tabell 11. I det här fallet är Mannings koefficient relativt hög, vilket kan förklaras med en tät vegetation och många träd i och runt lågpunkten. Randvilkoren är normalvattenståndet upp- och nedströms, baserat på vattendragets lutning. Modelleringen gjordes med programmet HEC-HMS och SCS-Curve Number method. En kalibrering av modellen gjordes inte på grund av att data för höga flöden saknades. Däremot gjordes en validering med volymkontroll och jämförelse med höjdmodellen för rimlighet.

Tabell 11 Randvillkor för modellen vid km 2+200.

Nedströms randvillkor lutning [%]	1
Mannings n hela lågpunkt [-]	0,06

3.3.4 Resultat

Modellresultaten redovisas i form av en tvärsnitt i Figur 29 och i tabellform i Tabell 12 för de olika modellerade återkomsttiderna.



Figur 29 Tvärsnitt med simulerade vattennivåer vid km 2+200 ca 10 m väster om den planerade järnvägsbanken där anläggningen tas hänsyn till i modellen.

Tabell 12 Modellerade vattenstånd med och utan anläggning vid järnvägs korsningen för km 2+200. HQ1 representerar ett regn med en återkomsttid på 1 år. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande regn och respektive vattenstånd och flödes hastighet ca 10 m uppströms den planerade anläggningen.

	Utan anläggning		Med anläggning	
	Vatten- hastighet [m/s]	Vattenstånd [m]	Vatten- hastighet [m/s]	Vattenstånd [m]
HQ1	0,1	+30,5	0,1	+30,5
HQ50+25 %	0,1	+30,9	0,1	+30,9
Regnklass 3 +38%	0,1	+31,8	0,1	+32,3

3.3.5 Konsekvensutredning Sankmark km 2+200

3.3.5.1 Konsekvensklass

Sankmarken vid km 2+200 har bedömts vara konsekvensklass 2, med dimensionerande flöde 50 års återkomsttid, utifrån att en driftstörning kan påverka anläggningen, men inte i sådan utsträckning att det kan finnas fara för liv, mycket stor återställningskostnad, allvarlig och bestående miljöskada eller allvarliga störningar av transportförsörjningen (se Kapitel 2.2). Dock har en kontrollmodellering gjorts för att kontrollera om drännivån av tunnelportalen söder om sankmarken överskrids.

I Tabell 13 visas en sammanfattning av konsekvensutredningen för sankmarken vid km 2+200.

Tabell 13: Konsekvensutredning med redovisning av modellerade vattennivåer och konsekvenser vid sankmarken km 2+200, dimensionerade flöde är gråmarkerat. Bruksnivå är +36,0 m och ingen modellerad händelse överstiger bruksnivån.

Flöde naturmark Återkomst- tid	Vatten- nivå [m] Bruks- nivå: +36,0 Drän- nivå tunnel- portal: + 31,6	Nivå över trum- hjässan [m] +31,4	Översvämning uppstår					
			Anläggningen (serviceväg, teknikgård, järnväg, växlar)	Skogs- mark	Jordbruks- mark	Byggnader	Vägar	Natur- värden
HQ1 0,17 m ³ /s	+30,5	-	-	-	-	-	-	-
50år+25 % 0,86 m ³ /s	+30,9	-	-	-	-	-	-	-
Regnklass 3+38 % 3,30 m ³ /s	+32,3	0,9	x	-	-	-	-	-

- ingen påverkan

* vattnet håller sig i åfåran

x påverkas

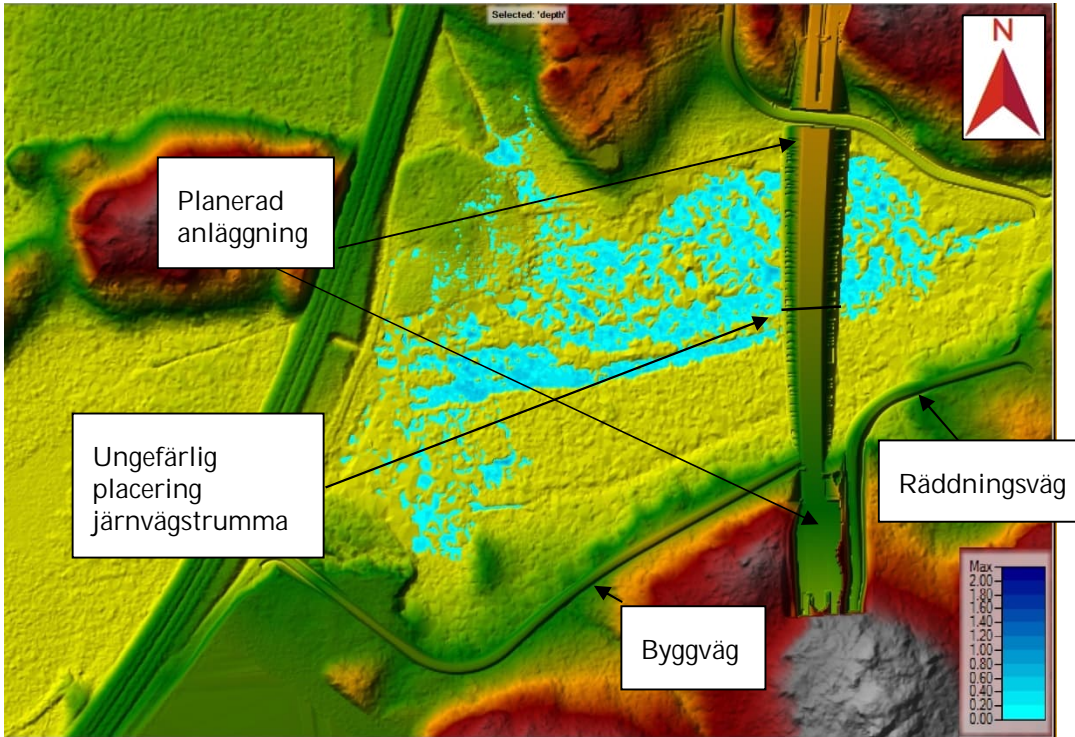
Anläggningen

Det finns inga risker för skador på järnvägsanläggningen vid ett 1-årsregn som behandlas här som motsvarande ett medelårshögsta flöde (Figur 30) eller vid dimensionerande flöden med 50 års-återkomsttid med en klimatkompensering på 1,25 (Figur 31). Vid ett klass 3 regn med en klimatkompensering på 1,38 (Figur 32) kan den norra servicevägen, som är en tillfartsväg för räddningsvägen bli översvämmad. Trumhjässan överstigs då med ca 0,9 m och står mot järnvägsbanken. Bruksnivån är betydligt högre för den planerade järnvägen vid km 2+203 än modellerat vattenstånd även vid detta extrema flöde.

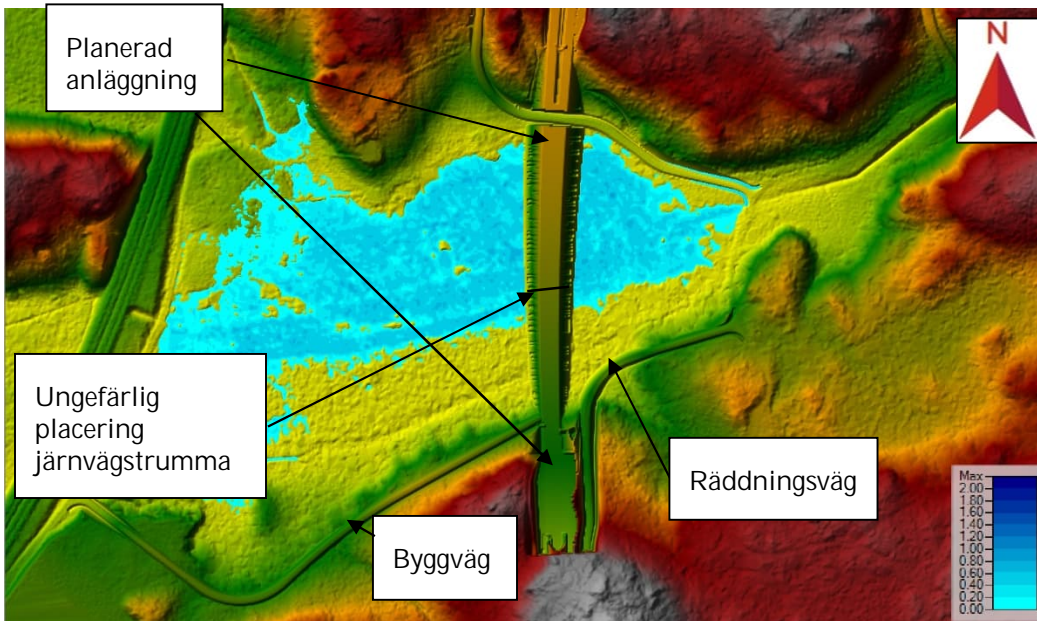
Drännivån vid tunnelportalen söder om sankmarken överstigs inte vid en 50-årssituation (50 år +25 %) men kan enligt beräkningar överstigas vid ett klimatkompenserat regnklass 3 (regnklass 3+38 %). Den simulerade nivån vid regnklass 3 är dock approximativ eftersom, så som nämnt under avsnitt 3.3.3 Modelleringsförutsättningar, trumman under den befintliga järnvägen väster om sankmarken som har en vattengång på +30,9 m och kan påverka översvämningssituationen genom kommunikation med Logsjön. En tät fyllnad kommer att läggas vid inloppet till tunnelpåslaget så att vatten ej kan strömma i överbyggnaden eller kring fyllnaden ned i tunneln. Vatten kommer dock fortfarande kunna rinna i dräneringsledningen men flödet begränsas av dräneringsledningens kapacitet varför detta inte bedöms kunna skada järnvägskonstruktionen.

Servicevägen nordost om sankmarken kan översvämmas på en kort sträcka. Simuleringarna är baserade på NNH data från Lantmäteriet, därför rekommenderas en fördjupad studie i nästa skede då Lantmäteriets data kan innehålla osäkerheter speciellt vid denna plats. Erosionsskydd krävs runt truminloppet då vattenhastigheter vid inloppet vid uppdämning mot vägbanken kan vara höga. En trumma med dimension DN500 under servicevägen på

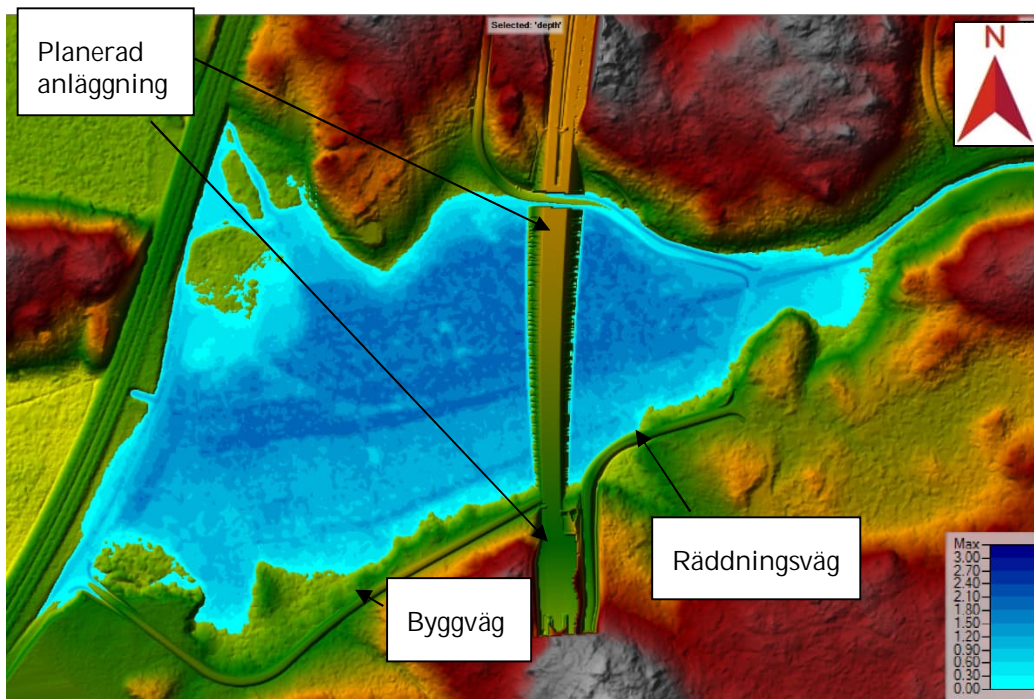
östra sidan som ska avvattnar området österut till skåldiket har projekterats men rekommenderas att höjsättas exakt i nästa skede på grund av de nämnda osäkerheterna.



Figur 30 km 2+200, Utbredning vid HQ1.



Figur 31 km 2+200, Utbredning vid HQ50 med en klimatfaktor på 1,25.



Figur 32 km 2+200, Utbredning vid ett klass 3 regn med en klimatkfaktor på 1,38.

3.3.6 Slutsats

Sankmarken vid km 2+200 har bedömts vara konsekvensklass 2 utifrån att en driftstörning kan påverka anläggningen, men inte i sådan utsträckning att det kan finnas fara för liv, mycket stor återställningskostnad, allvarlig och bestående miljöskada eller allvarliga störningar av transportförsörjningen. Dock har en kontrollmodellering gjorts för att kontrollera om drännivån till tunneln söder om sankmarken överskrids.

Med en trumma med en dimension på 1 m diameter och vattengång på +30,4 m på västra sidan och +30,4 m på östra sidan av järnvägsbanken vid km 2+203 nås inte bruksnivån vid det dimensionerande flöde (HQ50 med klimatkfaktor på 1,25). Simuleringarna är baserade på NNH data från Lantmäteriet, därför rekommenderas en fördjupad studie i nästa skede då Lantmäteriets data kan innehålla osäkerheter speciellt vid denna plats. Våtmarksområdet består till största delen av ett kalhygge som är markberett. Skogsmaskiner har påverkat den småskaliga topografin och området är svårinmätt varför den verkliga topografin kan skilja sig något åt jämfört med NNH-data från Lantmäteriet.

Skärningen vid km 2+304 direkt söder om lågpunkten har en drännivå på +31,6 m och utgör kritisk nivå för vattenintrång i tunneln, som avvattnas med självfall söderut. Vid ett extremt skyfall, regnklass 3 med en klimatkfaktor på 1,38, är vattennivån högre (+32,3) än dräneringsnivån varvid vatten riskerar att rinna in i tunneln. Kringfyllnad och överbyggnad kommer att tätas varvid vattenmängden till tunneln begränsas av dräneringsledningens kapacitet varför höga vattennivåer i våtmarken inte bedöms kunna skada järnvägsstrukturen.

3.4 Moraån, km 4+550

3.4.1 Geografiska förutsättningar

Det modellerade avsnittet av Moraån befinner sig sydöst om Järna (Figur 33). Vattendraget är av naturlig härkomst och meandrar i olika avsnitt. Avrinningsområdet är 18,9 km² stort (Appendix 5.4) och består till största delen av skogs- och jordbruksmark. Jordarterna utgörs till ca 35 % av olika leror, 25 % tunnjord eller kalt berg, 16 % morän och 10 % silt och andra finjordar. Inga markavvattningsföretag berörs i det här avsnittet av den projekterade järnvägsanläggningen. Bilden av Moraån i Figur 34 är tagen ungefär där den framtida anläggningen ska byggas. I bakgrunden visas rörbron under E4 och Saltå kvarn silon. Resterna av en kvarn i höjd med Saltå har tagits med i modellen eftersom den kan antas ha en dämmande effekt, särskild vid höga flöden (Figur 35).



Figur 33 Topografisk karta över en del av Moraån (© Lantmäteriet). Blå pil symboliserar Strömningsriktningen.



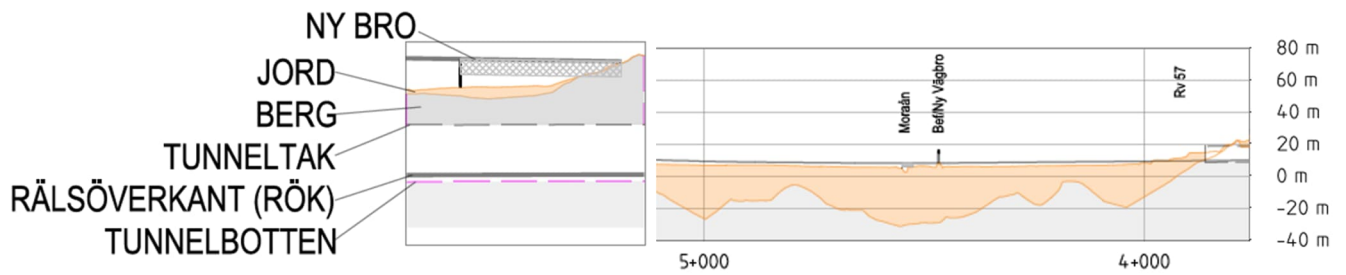
Figur 34 Moraån, bro under E4, fotograferad från väster till öster, Saltå Kvam i bakgrunden. Strömningsriktningen redovisas med orange pil.



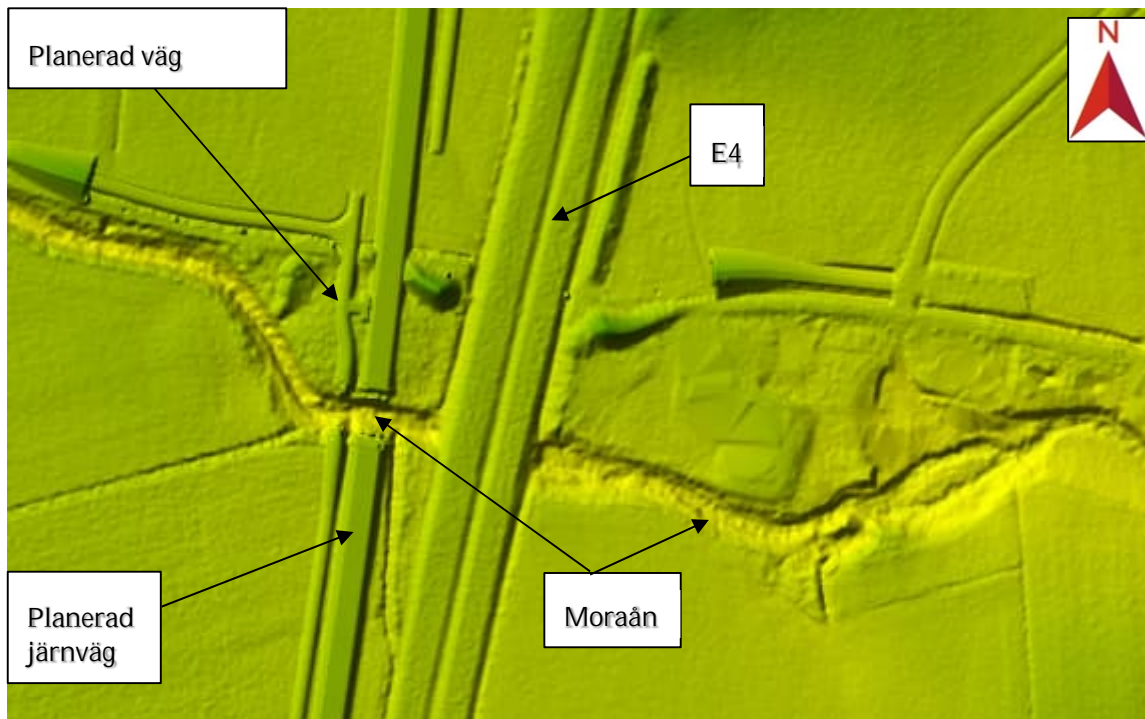
Figur 35 Rester efter kvarnbyggnad i höjd med Saltå. Strömningsriktningen redovisas med orange pil.

3.4.2 Tekniska förutsättningar

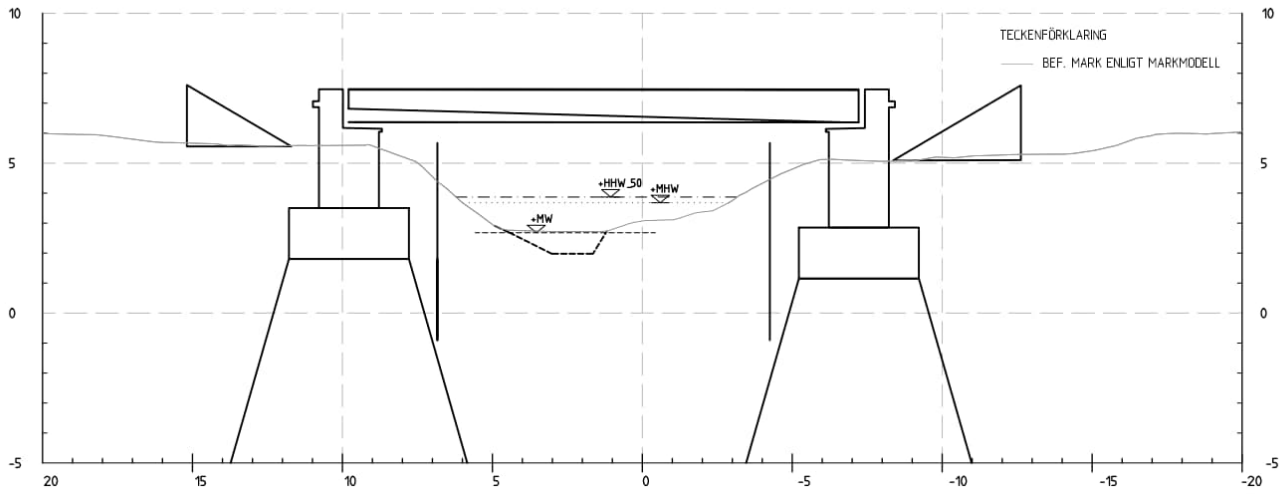
Modelleringen av Moraån gäller ett ca 500 m långt avsnitt av ån som i dagsläget korsas av motorvägen E4. I framtiden kommer Moraån enligt befintliga planer även att korsas av det nya järnvägsspåret ca 30 m uppströms motorvägsbron med en järnvägsbro samt av en ny vägbro. En profil av den planerade järnvägsanläggningen visas i Figur 36 och ett tvärsnitt av den planerade järnvägsbron visas i Figur 38. Inre bredden mellan brofästen är 15 m och underkant bro ligger på + 6,2 m. Den befintliga rörbron är rostskadad och planering för byte pågår. Enligt preliminärt utformningsförslag planeras den nya motorvägsbron att förlängas jämfört med den tidigare (till ca 50 meter), men behåller samma dimension.



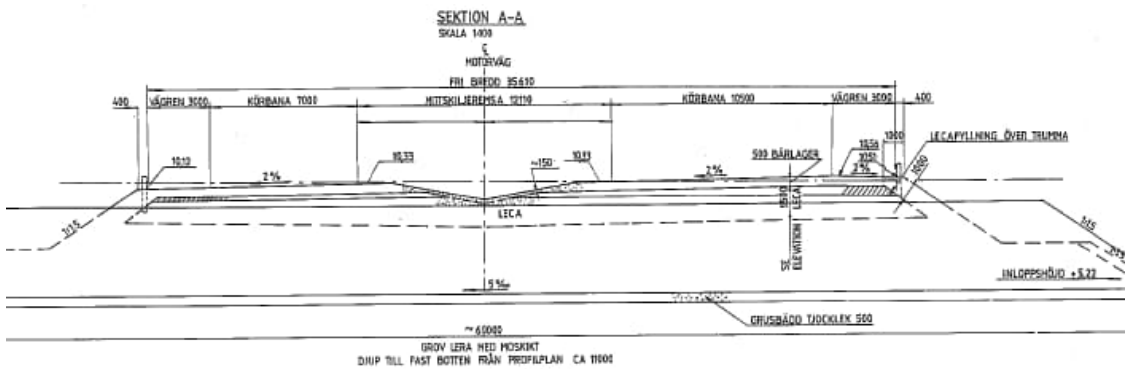
Figur 36 Profil av den planerade järnvägsanläggningen vid Moraån. I vänstra delen av figuren visas legenden.



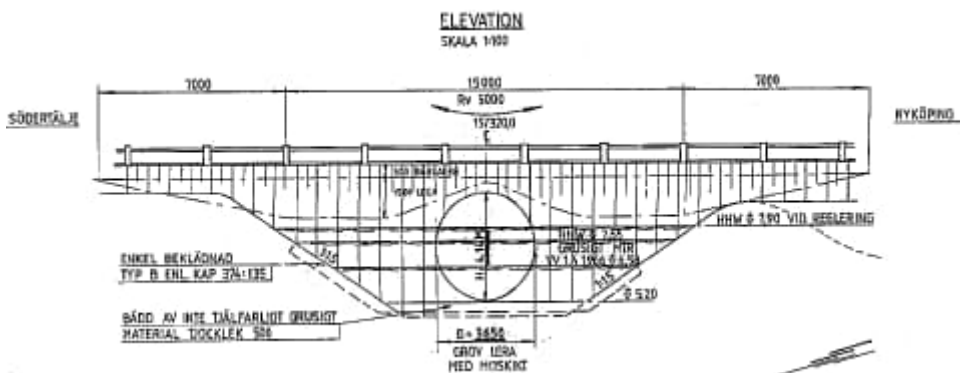
Figur 37 Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen.



Figur 38 Tvärsnitt av den planerade järnvägsbron över Moraån. Streckad botten av ån under MW nivån är ungefärlig.



Figur 39 Tvärsnittsritning av den befintliga rörbron under motorvägen (BaTMan, Trafikverket).



Figur 40 Tvärsnittsritning av den befintliga rörbron under motorvägen (BaTMan, Trafikverket).

3.4.3 Modelleringsförutsättningar

Flöden som användes för att göra beräkningarna är framtagna av SMHI (SMHI, 2016), se Tabell 14. HQ50 inkluderades ej i SMHI:s beräkningar, men har uppskattats genom approximationen att $HQ200 = HQ50 * 1,25$. MHQ har enligt TDOK 2014:0051 med utgångspunkt från MQ ($MHQ=10,67*MQ$).

Randvillkoren för den hydrauliska modellen presenteras i Tabell 15. Lutningen är beräknad från höjddata och Mannings koefficient (Mannings n) är bedömd utifrån platsbesök. Modellen har körts stationärt eftersom magasinvolym är mycket begränsad jämfört med flödet.

Tabell 14 Flöden Moraån, enligt SMHI, 2016 och TDOK 2014:0051. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flöde.

	Flöde [m ³ /s]
MQ	0,6*
MHQ	6,4**
HQ50	8,0**
HQ50+5 %	8,4**
HQ100	9*
HQ200	10*
HQ500	11*

* (SMHI, 2016)

** (TDOK 2014:0051)

Tabell 15 Randvillkoren för modellen Moraån.

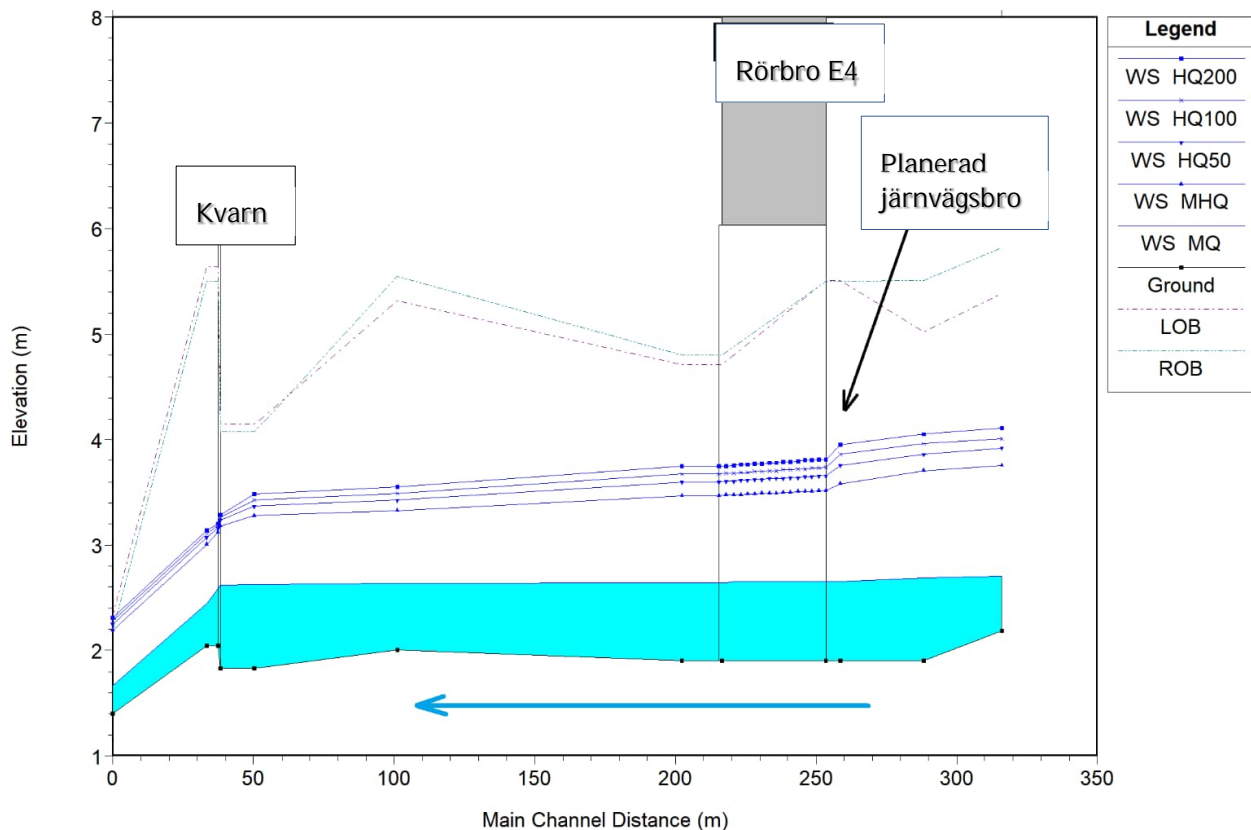
Nedströms randvillkor lutning [‰]	3
Mannings n åfåra [-]	0,045
Mannings n bank/svämplan [-]	0,05

3.4.4 Resultat

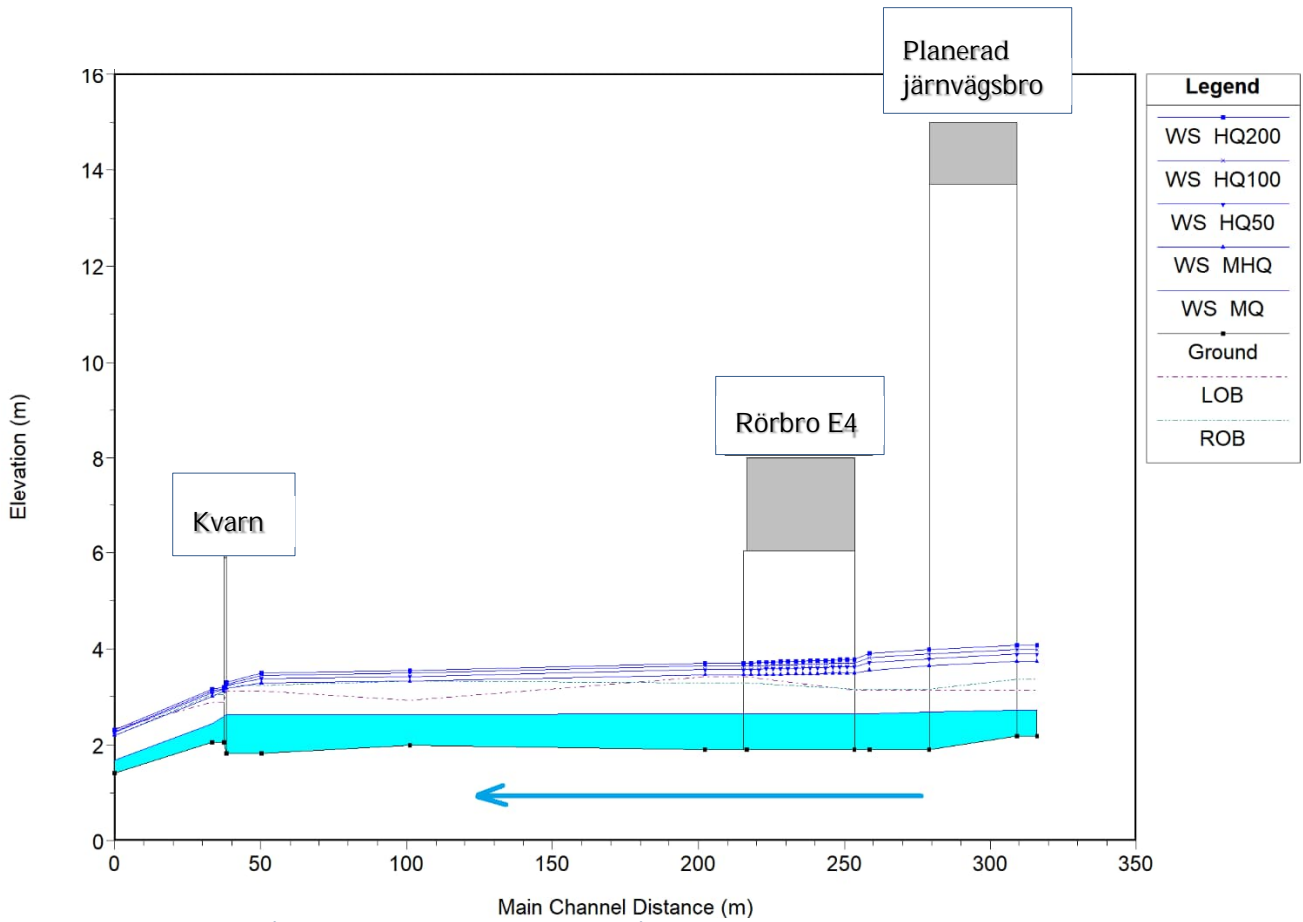
I Tabell 16 redovisas vattennivåer och vattenhastigheter vid olika återkomsttider med och utan den planerade anläggningen. En profil på vattendraget utan anläggning presenteras i Figur 41 och med anläggningen i Figur 42. Profil över Moraån med alla modellerade vattennivåer med anläggning. En tvärsnitt på diket, ca 10 m uppströms den planerade järnvägen, presenteras i Figur 43. I alla figurer inkluderas de modellerade vattenstånden.

Tabell 16 Modellerade vattenstånd med och utan anläggning vid järnvägs korsningen. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flödet och respektive vattenstånd och flödes hastighet ca 10 m uppströms den planerade anläggningen.

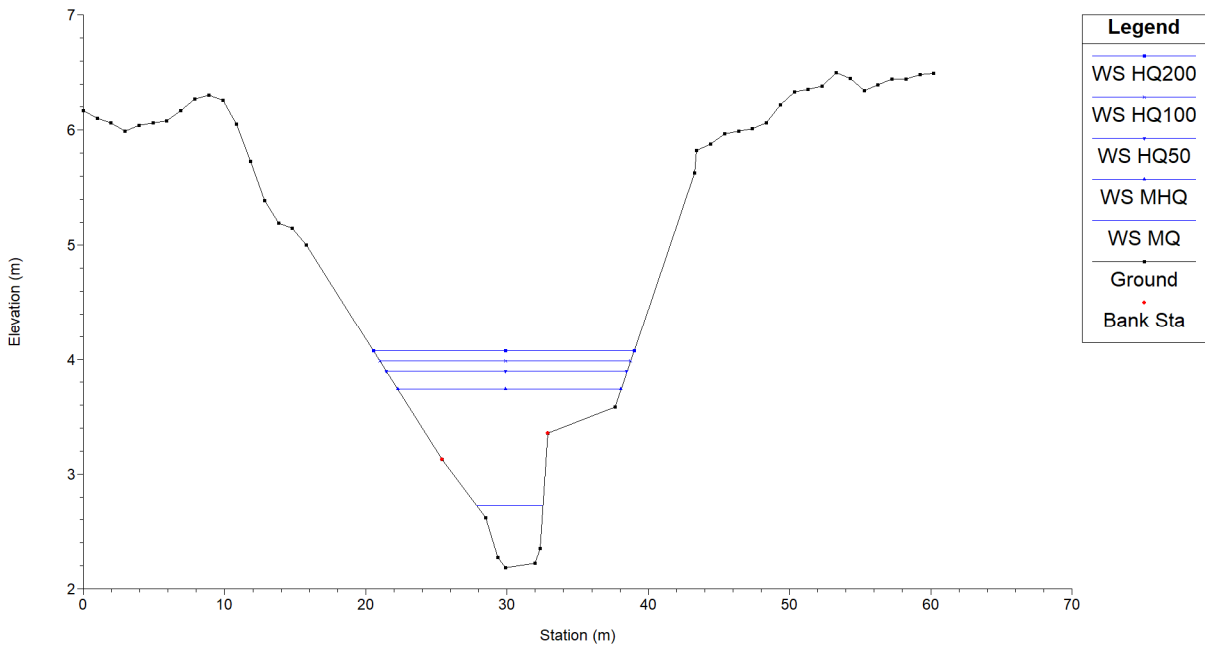
Flöde	Utan anläggning		Med anläggning	
	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]
MQ	0,4	+2,7	0,3	+2,7
MHQ	0,6	+3,8	0,7	+3,7
HQ50	0,6	+3,9	0,7	+3,9
HQ50 +5 %	0,6	+4,0	0,7	+3,9
HQ100	0,6	+4,0	0,7	+4,0
HQ100 +5 %	0,6	+4,1	0,7	+4,0
HQ200	0,6	+4,1	0,7	+4,1
1,5*HQ50	0,6	+4,3	0,8	+4,2



Figur 41 Profil över Moraån med alla modellerade vattennivåer utan anläggningen. Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikeskrönet och gröna (ROB) det högra dikeskrönet.



Figur 42 Profil över Moraån med alla modellerade vattennivåer med anläggning Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikekrönet och gröna (ROB) det högra dikekrönet.



Figur 43 Tvärsnitt av Moraån ca 10 m uppströms den planerade järnvägsanläggningen.

3.4.5 Konsekvensutredning Moraån

3.4.5.1 Konsekvensklass

Moraån har bedömts vara konsekvensklass 2, med dimensionerande flöde 50 års återkomsttid och klimatfaktor 1,05, utifrån att en driftstörning kan påverka anläggningen, men inte i den utsträckningen att det kan finnas fara för liv, mycket stor återställningskostnad, allvarlig och bestående miljöskada eller allvarliga störningar av transportförsörjningen (se Kapitel 2.2).

I Tabell 17 visas en sammanfattning av konsekvensutredningen för Moraån.

Tabell 17 Konsekvensutredning med redovisning av modellerade vattennivåer och konsekvenser vid Moraån, dimensionerade flöde är gråmarkerat. Nivån på underkant bro är +6,2 m och ingen modellerad händelse överstiger denna nivå.

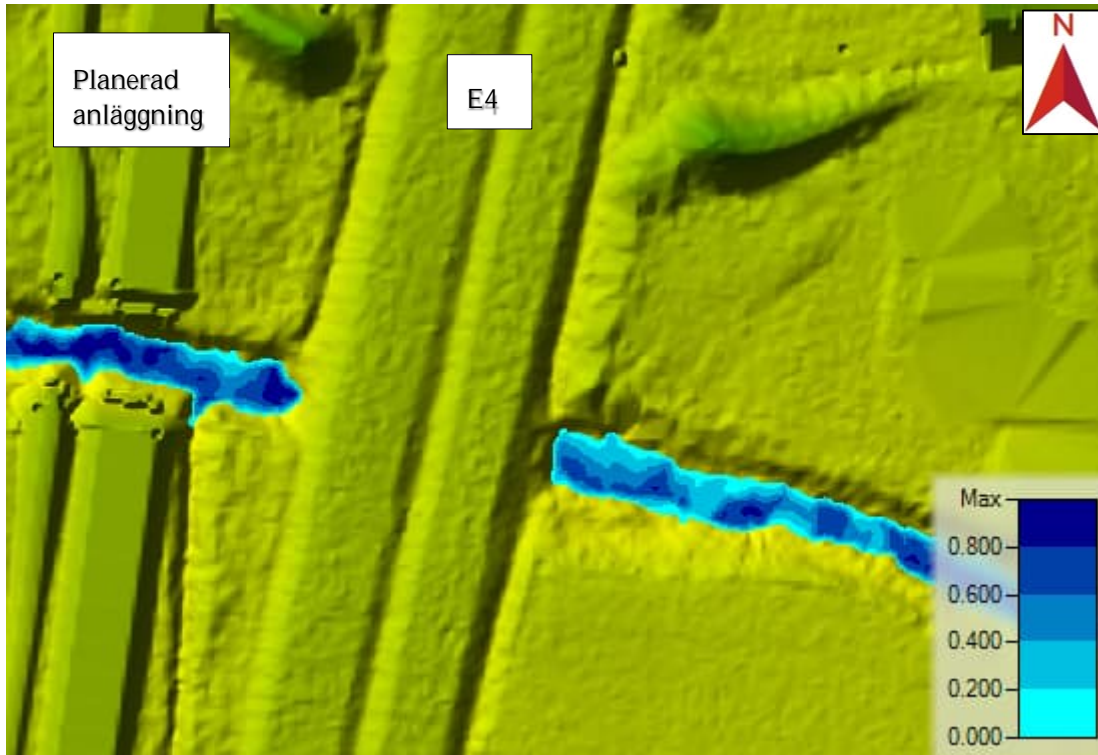
Flöde naturmark Återkomst- tid	Vattennivå [m] (Bruksnivå: +7,3) (Underkant bro: +6,2)	Översvämning uppstår					
		Anläggningen (serviceväg, teknikgård, järnväg, växlar)	Skogs- mark	Jordbruks- mark	Byggnader	Vägar	Natur- värden
50år+5 % 8,4 m ³ /s	+3,9	*	*	*	*	*	*
HQ200 10 m ³ /s	+4,1	*	*	*	*	*	*
1,5*HQ50 12 m ³ /s	+4,2	*	*	*	*	*	*

- ingen påverkan

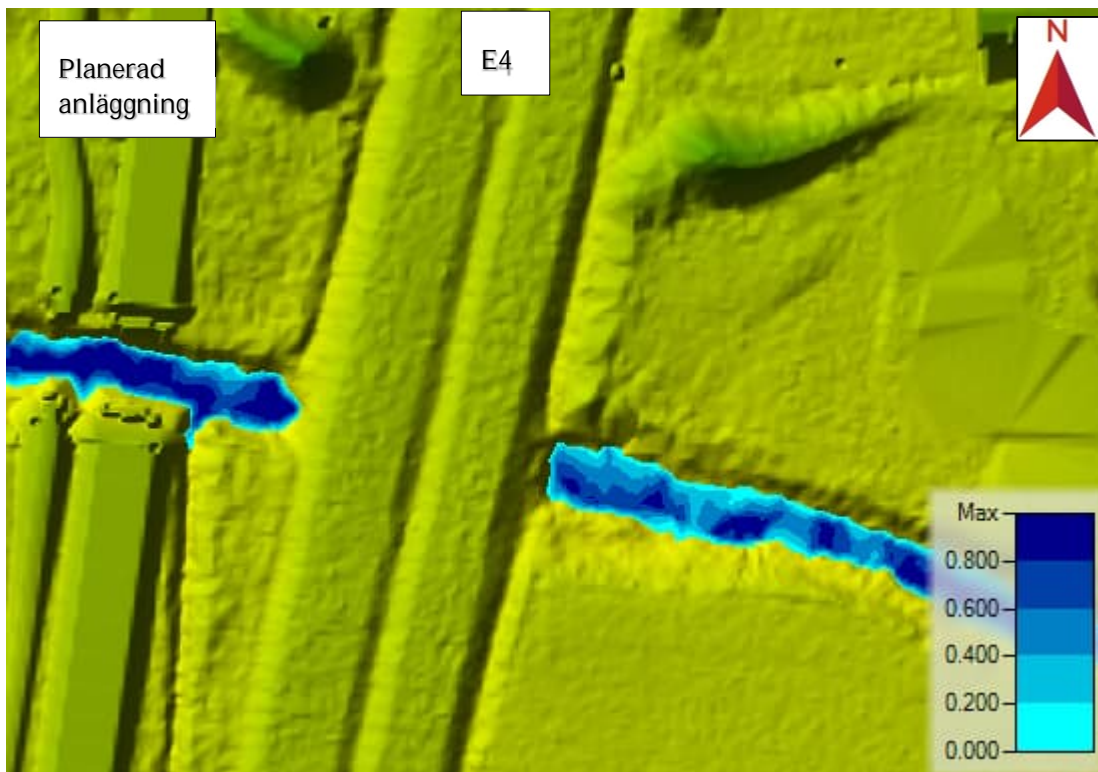
* vattnet håller sig i åfåran

x påverkas

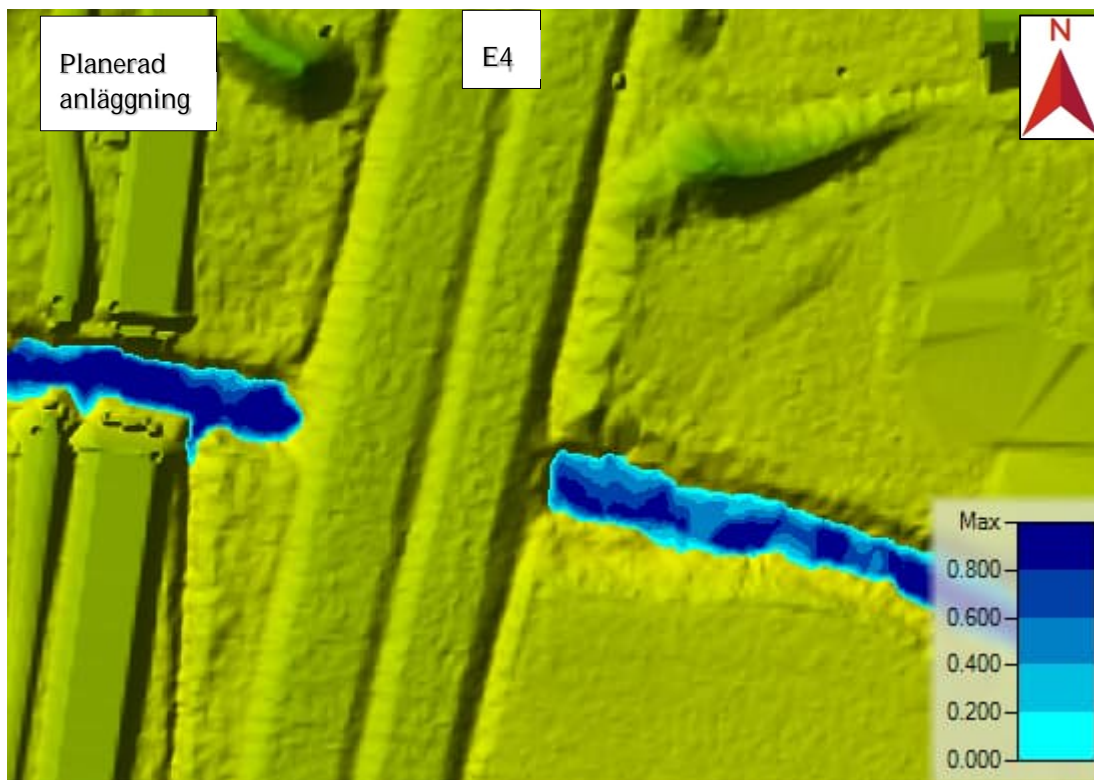
I Figur 44, Figur 45 och Figur 46 visas utbredningen och vattendjupet vid respektive flödesscenario 50år+5 %, HQ200 och 1,5*HQ50. Även vid de högsta flödena kommer Moraån hålla sig i åfåran (Figur 41) och når inte underkanten av bron.



Figur 44 Utbredning och vattendjupet [m] för Moraån vid ett 50-årsflöde med en klimatfaktor på 1,05.



Figur 45 Utbredning och vattendjupet [m] för Moraån vid ett 200-årsflöde.



Figur 46 Utbredning och vattendjupet [m] för Moraån vid ett HQ50*1,5.

3.4.6 Byggskede

När erosionsskyddet anläggs behöver vattendraget tillfälligt smalnats av med spont och siltgardiner. Detta scenario har kontrollerats i programmet HEC-RAS. Resultaten visar att vattennivån stiger med några decimeter vid medelhögvattenföring, men håller sig inom åfåran. Höjningen bedöms inte göra skada på den planerade anläggningen eller andra strukturer i vattendraget.

3.4.7 Slutsats

Med den planerade bron över Moraån klarar anläggningen såväl dimensionerande 50-års flöde som högsta simulerade flödet, HQ200, utan att skador riskeras på järnvägsanläggningen eller övriga intressen. Vattnet håller sig inom åfåran för alla simulerade flöden.



3.5 Södra Tunnelpåslag E4, km 5+800

Vid södra tunnelpåslaget vid Tunnel under E4 lutar tråget mot tunneln. Tråget är tätt och den nederbörd som faller inom tråget kommer därmed att rinna in mot tunneln. Tunneln dräneras med självfall och det finns inga risk för ackumulering av vatten i tunneln, men avrinningen i tråget kommer att ske i materialet utmed trågbotten av betong eftersom dräneringssystem inte byggs i tråget och därmed har risk för skador på järnvägsanläggningen utretts. Det har utförts skyfallsscenarioer för att bestämma flöden och ackumulerade volymer för regn med återkomsttiderna 1, 10, 100 och 10 000 år.

Beräkningar av olika skyfallscenariier (6 h CDS regn) visar att flöden och volymer som uppstår av nederbörd i trågen är redovisat i Tabell 18.

Tabell 18 Potentiell flöde och volym vatten in i södra påslaget av E4 tunneln vid olika återkomsttider.

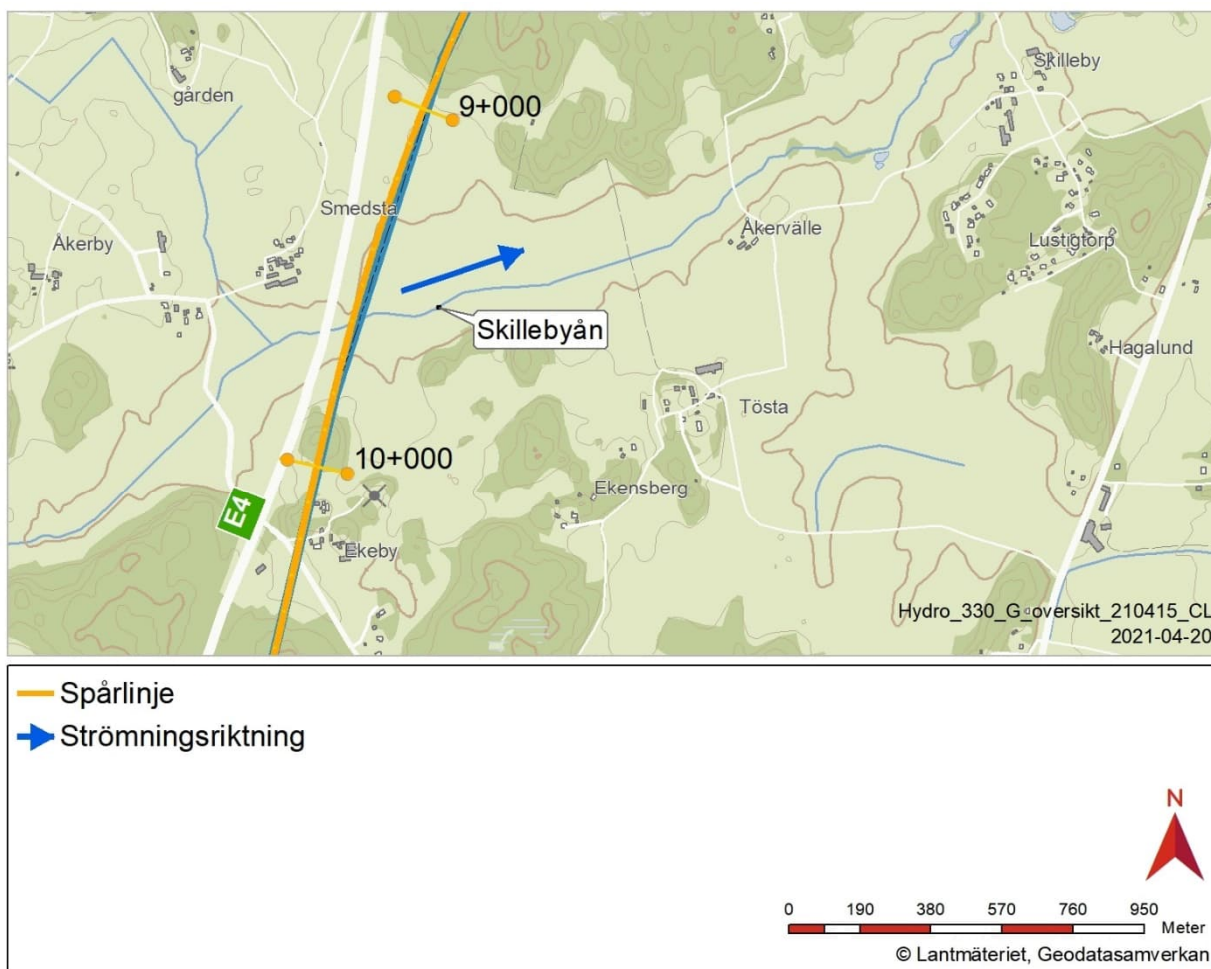
Återkomsttid	Flöde [l/s]	Akkumulerad volym [m ³]
1	16	40
10	35	80
100	80	170
10 000	110	400

Utifrån beräknade flöden och materialets dimension i tråget har bedömning gjorts av materialets stabilitet vid strömningarna i tråget och utifrån materialets grova dimension bedöms inga risker för erosion föreligga, vare sig över tid eller vid de mest extrema regnscenarierna.

3.6 Skillebyån, km 9+600

3.6.1 Geografiska förutsättningar

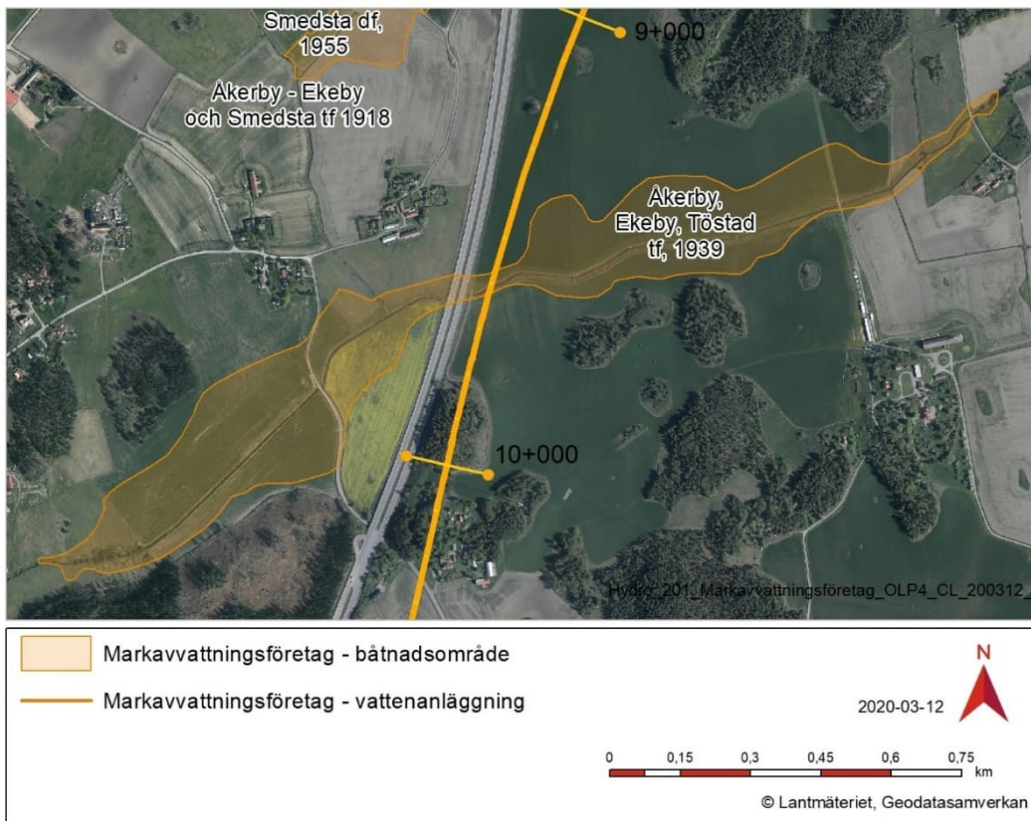
Skillebyåns avrinningsområde är ca 25,5 km² stort (Appendix 5.5) och utgörs till ungefär 60 % av skog och till 30 % av jordbruksmark. Resterande area består av tätorter och andra hårdgjorda ytor. Jordarter i området är främst morän och tunn jord eller kalt berg, sammanlagd ca 50 %, samt olika leror och finjord. En topografisk karta visas i Figur 47 och bild från platsbesök visas i Figur 48. Denna del av Skillebyån ingår i markavvattningsföretaget Åkerby-Ekeby-Töstad tf, 1939 (se Figur 49).



Figur 47 Topografisk karta över en del av Skillebyån (© Lantmäteriet). Blå pil symboliserar strömningsriktningen.



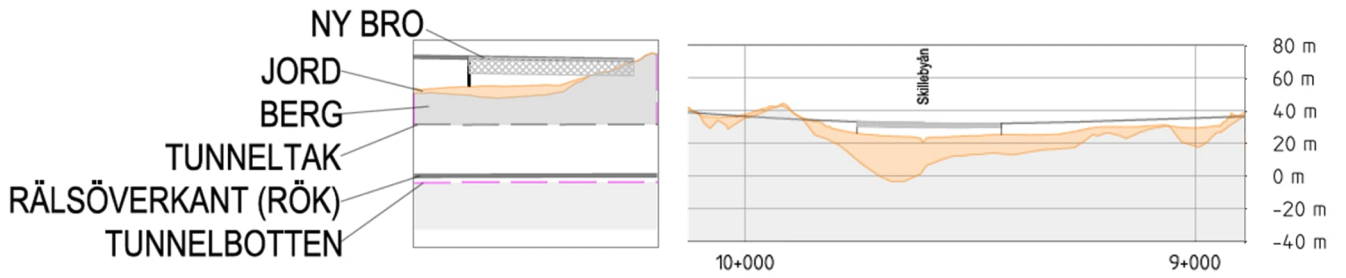
Figur 48 Bild på Skillebyån. Orange pil symboliserar strömningsriktningen.



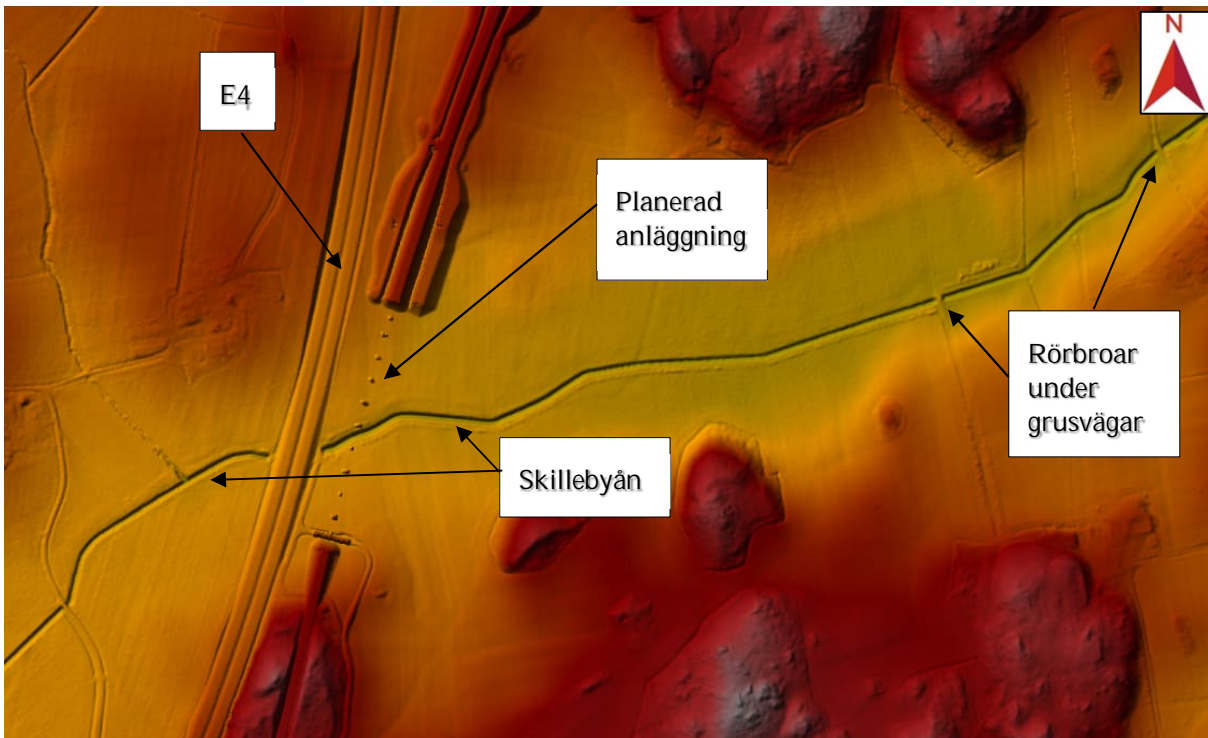
Figur 49 Markavvattningsföretag vid Skillebyån. Åkerby, Ekeby, Tröstad tf, 1939.

3.6.2 Tekniska förutsättningar

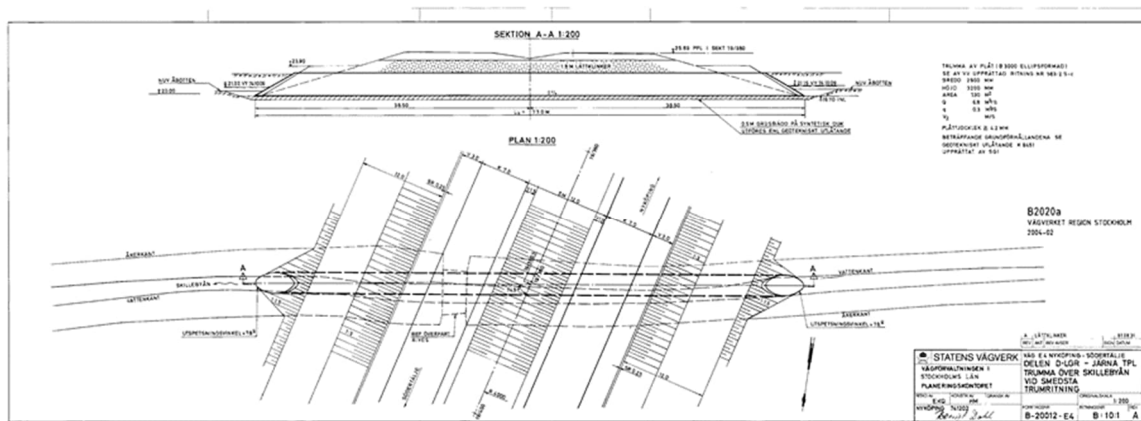
Den framtida järnvägen kommer löpa parallellt med motorvägen E4 och gå på hög bro över ån (se Figur 50 för profil och Figur 51 för Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen). Skillebyån passerar E4 genom en ellipsformad rörbro, som är 2,9 m bred och 3,2 m hög (Figur 52). Nedströms den planerade anläggningen passerar Skillebyån två befintliga grusvägar med rörbroar, som båda har en diameter på 2 m.



Figur 50 Profil av planerad järnvägsanläggning vid Skillebyån. I vänstra delen av figuren visas legenden.



Figur 51 Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen.



Figur 52 Planvy av rörbron under E4 (BaTMan, TRV).

3.6.3 Modelleringsförutsättningar

Den framtida anläggningen går på hög bro över Skillebyån, ca 10 m över marknivån. Utifrån att bron inte är begränsande för den hydrauliska kapaciteten har inte flödesdata beställts från SMHI utan flöden har beräknats enligt VVMB 310 Hydraulisk dimensionering (2008:61). Parametrar som ingår i beräkningen är; avrinningsområdesstorlek: ca 25,5 km², sjöprocent: 1, specifik medelavrinning: 9 l/(s*ha). Flöden visas i Tabell 19.

De i modellen använda randvillkoren visas i Tabell 20. Som randvillkor ansattes nedströms lutning på 1,8 ‰ och modellen har körts stationär eftersom magasinsvolymen är mycket begränsad i relation till flödet.

*Tabell 19 Flöden Skillebyån, beräknade med TDOK 2008:61.
Den grå markerade raden redovisar dimensionerande flöde.*

Återkomsttid flöden	Flöde [m ³ /s]
MQ	0,2
MHQ	2,3
HQ50	5,5
HQ50+5 %	5,8
HQ100	6,1
HQ200	6,9
1,5*HQ50	8,3

Tabell 20 Randvillkor för modellen Skillebyån.

Nedströms randvillkor lutning [‰]	1,8
Mannings n åfåra [-]	0,04
Mannings n bank [-]	0,09

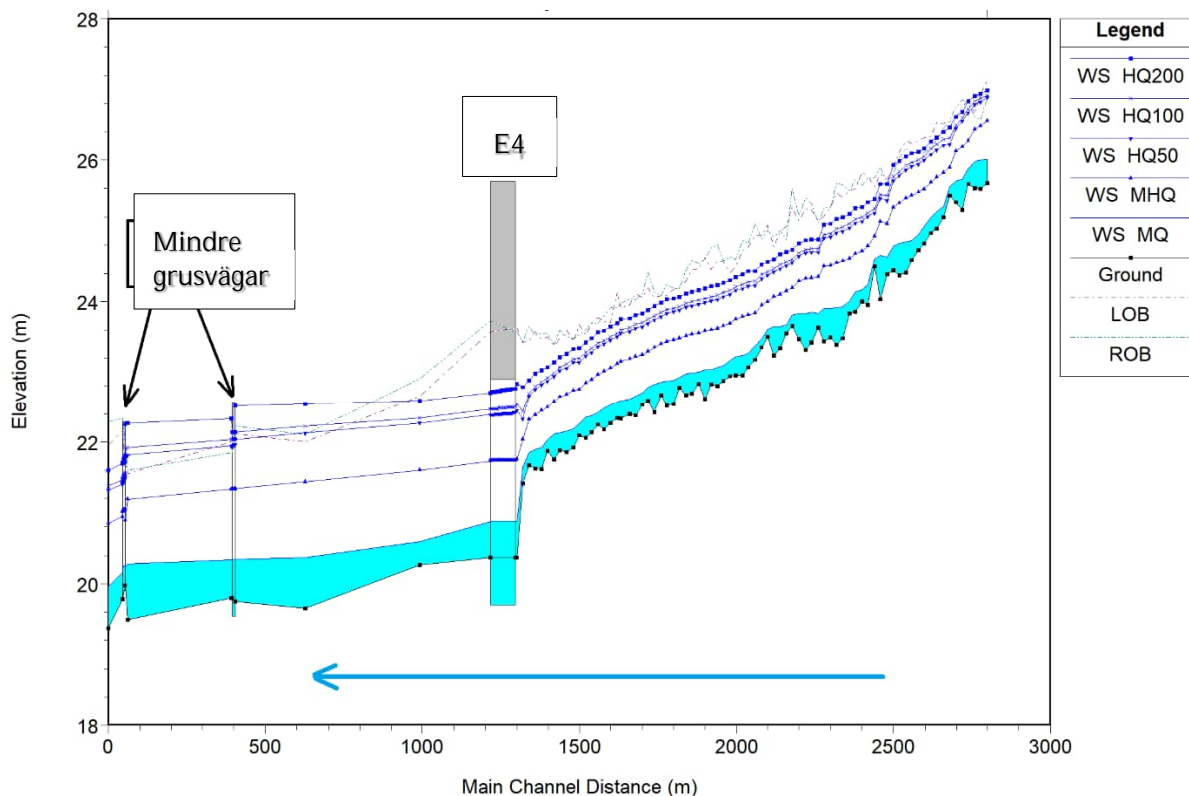
3.6.4 Resultat

Tabell 21 visar modellerade vattenstånd och vattenhastigheter vid olika återkomsttider.

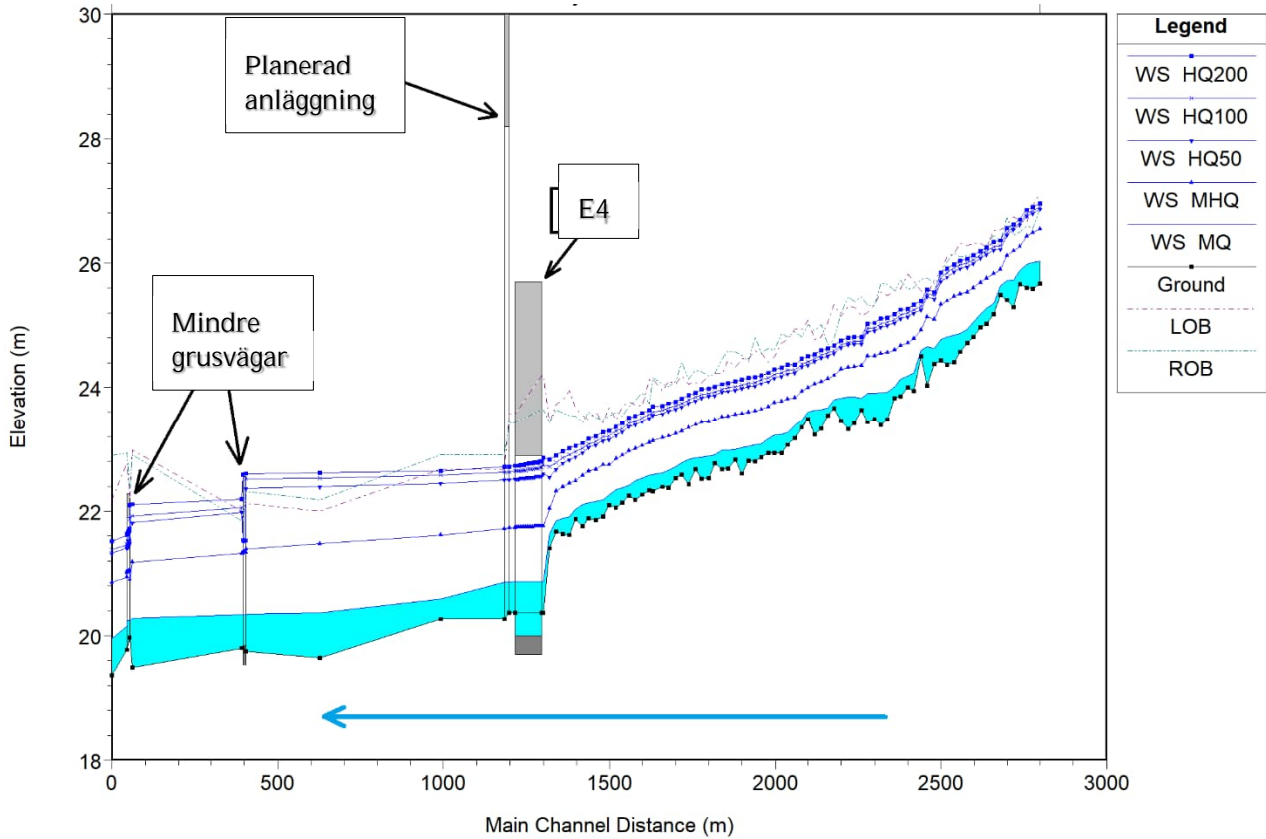
En profil av vattendraget utan anläggning presenteras i Figur 53 och med anläggningen i Figur 54. En tvärsnitt av diket ca 10 m uppströms den planerade järnvägen presenteras i Figur 55. I figurerna redovisas modellerade vattennivåer.

Tabell 21 Modellerade vattennivåer och vattenhastigheter ca 10 m uppströms järnvägen med och utan ny anläggning vid Skillebyån. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flödet.

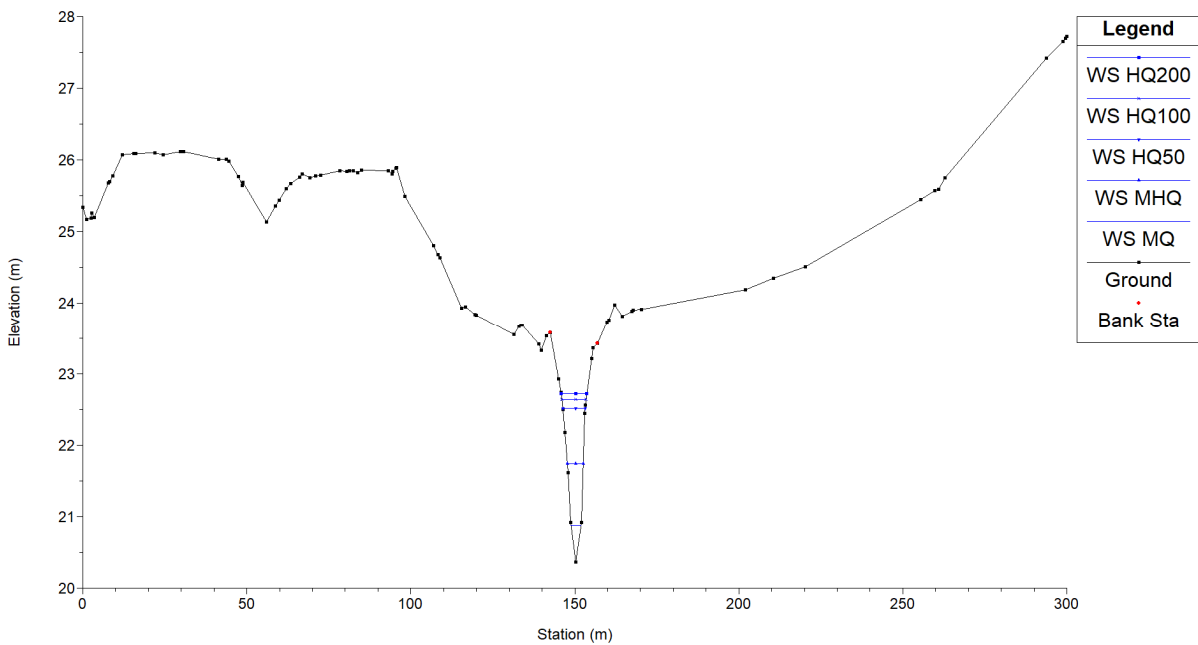
Flöde	Utan anläggning		Med anläggning	
	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]
MQ	0,2	+20,9	0,2	+20,9
MHQ	0,5	+21,7	0,6	+21,7
HQ50	0,7	+22,4	0,7	+22,5
HQ50 +5 %	0,7	+22,5	0,6	+22,5
HQ100	0,7	+22,5	0,7	+22,6
HQ200	0,8	+22,6	0,7	+22,7
1,5*HQ50	0,8	+22,8	0,8	+22,8



Figur 53 Profil av Skillebyån, befintliga förhållanden. Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikeskrönet och gröna (ROB) det högra dikeskrönet.



Figur 54 Profil av Skillebyån med modellerade vattennivåer med anläggning. Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikeskrönet och gröna (ROB) det högra dikeskrönet.



Figur 55 Tvärsnitt av Skillebyån ca 10 m uppströms den planerade järnvägsanläggningen.

3.6.5 Konsekvensutredning Skillebyån

3.6.5.1 Konsekvensklass

Efter en konsekvensutredning enligt konsekvensklass 2 har Skillebyån bedömts vara konsekvensklass 1 pga. att den planerade järnvägsanläggningen inte bli påverkad även vid högre flöden. Därmed finns mycket låg risk för personskada, ingen återställningskostnad, ingen miljökada och ingen störning i transportförsörjningen.

I Tabell 22 visas en sammanfattning av konsekvensutredningen för Skillebyån.

Tabell 22 Konsekvensutredning med redovisning av modellerade vattennivåer och konsekvenser vid Skillebyån. Dimensionerade flöde är gråmarkerat. Nivån på underkant av den planerade anläggningens bro är +29,9 m och ingen modellerad händelse överstiger denna nivå.

Flöde naturmark Återkomsttid	Vattennivå [m] (Bruksnivå: +31,5 m) (Underkant bro: +29,9 m)	Översvämning uppstår					
		Anläggningen (serviceväg, teknikgård, järnväg, växlar)	Skogs- mark	Jordbruks- mark	Byggnader	Vägar	Natur- värden
50år+5 % 5,9 m ³ /s	+22,4	-	-	X	-	X	-
HQ200 6,9 m ³ /s	+22,6	*	*	X	*	X	*
1,5*HQ508,3 m ³ /s	+22,8	*	*	X	*	X	*

- ingen påverkan

* vattnet håller sig i åfåran

x påverkas

Anläggningen

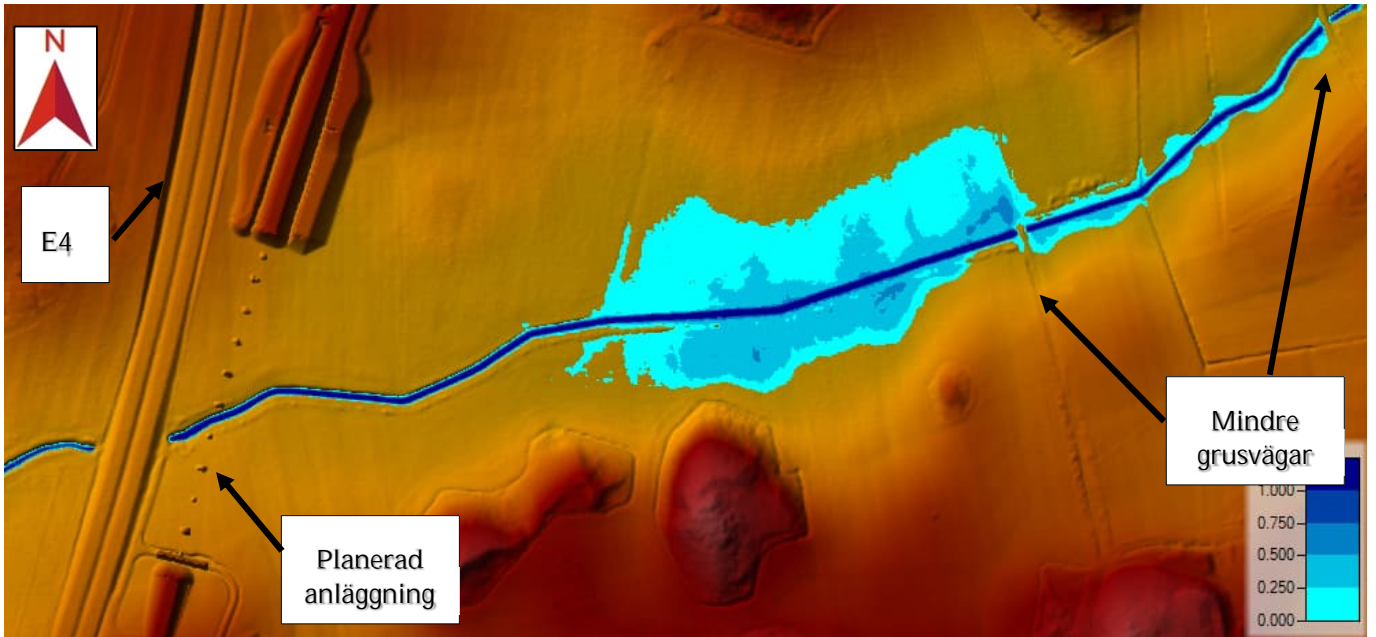
Det finns inga risker för skador på järnvägsanläggningen varken vid dimensionerande flöden (Figur 56), vid 200-årsflöden (Figur 57) eller vid 1,5 * 50-årsflöden (Figur 58) på grund av att den går på hög bro. Vattnet håller sig inom åfåran vid planerad järnvägsbron och påverkar inte brostöden.

Jordbruksmark

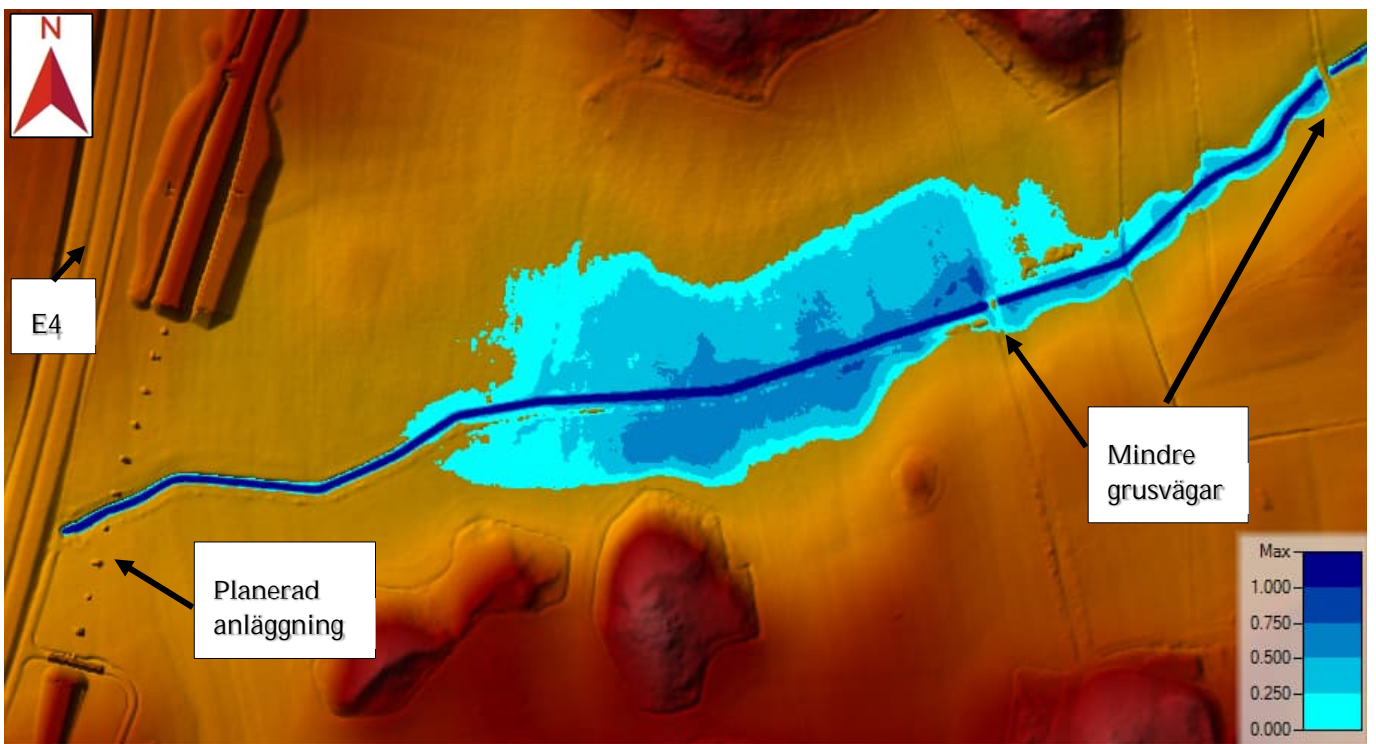
Jordbruksmark nedströms kan påverkas redan vid dimensionerande flöden. Detta dock inte pga. den planerade järnvägsanläggningen utan på grund av att vattnet däms vid rörbroarna under de nedströms liggande befintliga grusvägarna och att marken kring Skillebyåns åfåra ligger relativt låg. Figur 56 - Figur 58 visar översämningsutbredningen vid olika flödesscenarier.

Befintliga vägar

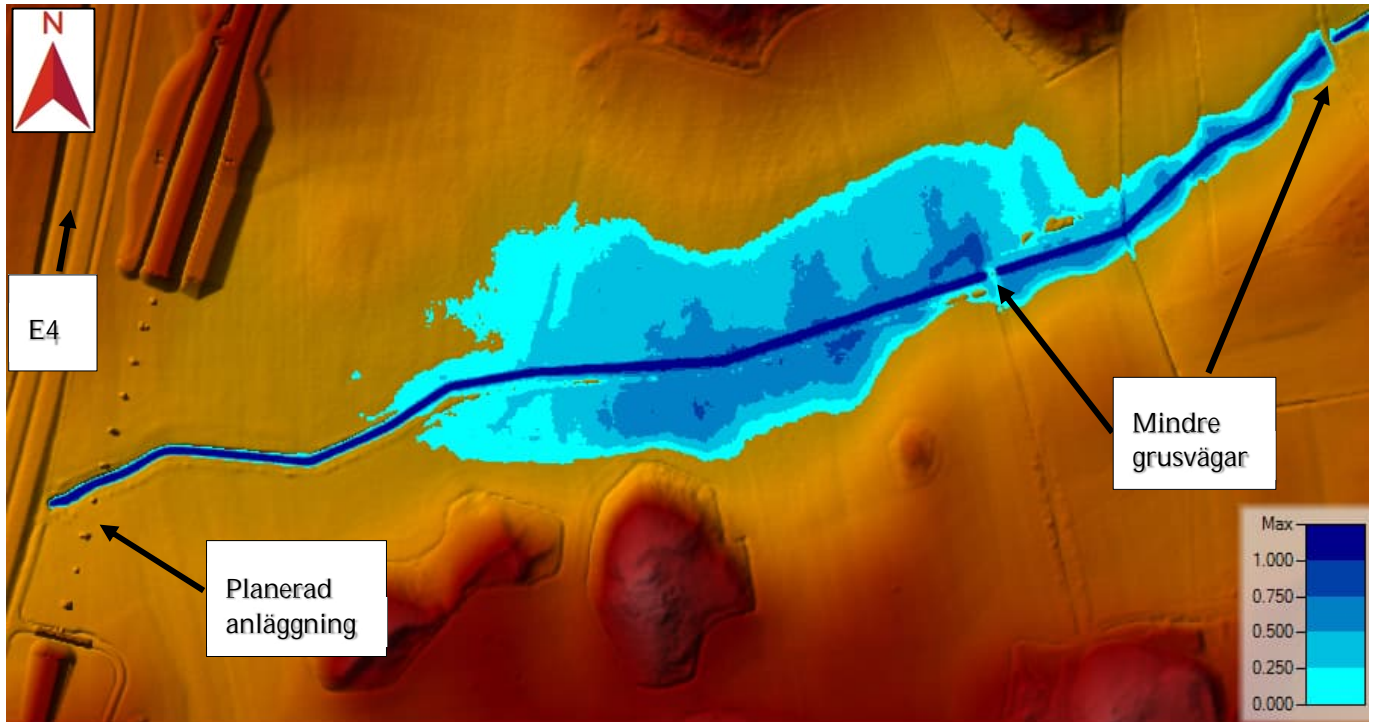
De befintliga grusvägarna nedströms kan påverkas redan vid dimensionerande flöden. Detta dock inte pga. den planerade järnvägsanläggningen utan på grund av att vattnet däms vid rörbroarna under de nedströms liggande befintliga grusvägarna och att marken rund Skillebyåns åfåra ligger relativt lågt. Figur 56 - Figur 58 visar utbredningen och hur vägarna överstämms och dämmer upp vattnet.



Figur 56 Utbredning och vattendjup [m] för Skillebyån vid ett 50-årsflöde med klimatfaktor på 1,05.



Figur 57 Utbredning och vattendjup [m] för Skillebyån vid ett 200-årsflöde.



Figur 58 Utbredning och vattendjup [m] för Skillebyån vid flödet 1,5 * HQ50.

3.6.6 Slutsats

Efter en utredning för konsekvensklass 2 har Skillebyån klassats som konsekvensklass 1. Detta pga. att Skillebyån klarar även ett HQ200 och ett HQ50 med en faktor på 1,5 utan att riskera skador på järnvägsanläggningen som går på hög bro över ån. Nivån på underkant bro eller bruksnivån nås inte.

3.7 Dike Österby, km 12+507

3.7.1 Geografiska förutsättningar

Dike Österby är ett grävt dike med utlopp i Kyrksjön. Avrinningsområdet för platsen där den planerade järnvägen planeras korsa diket är 1.05 km² (Appendix 5.6). Enligt föreliggande kartmaterial rinner Dike Österby vidare västerut under väg E4 (Figur 59). Undersökningar på plats har dock visat att diket efter anpassningar vid E4 nu istället rinner vidare längs med E4 söderut ned till Kyrksjön. Figur 60 visar en bild av Dike Österby.



Figur 59 Topografisk karta över en del av Dike Österby (© Lantmäteriet). Blå pilar symboliserar strömningsriktningen.



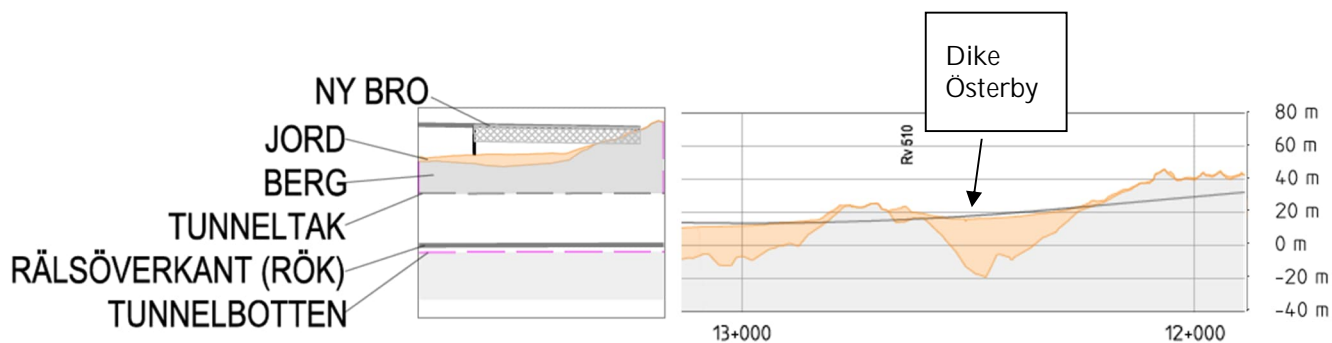
Figur 60 Bild på Dike Österby. I bakgrunden passerar E4. Strömningsriktningen redovisas med orange pil.

3.7.2 Tekniska förutsättningar

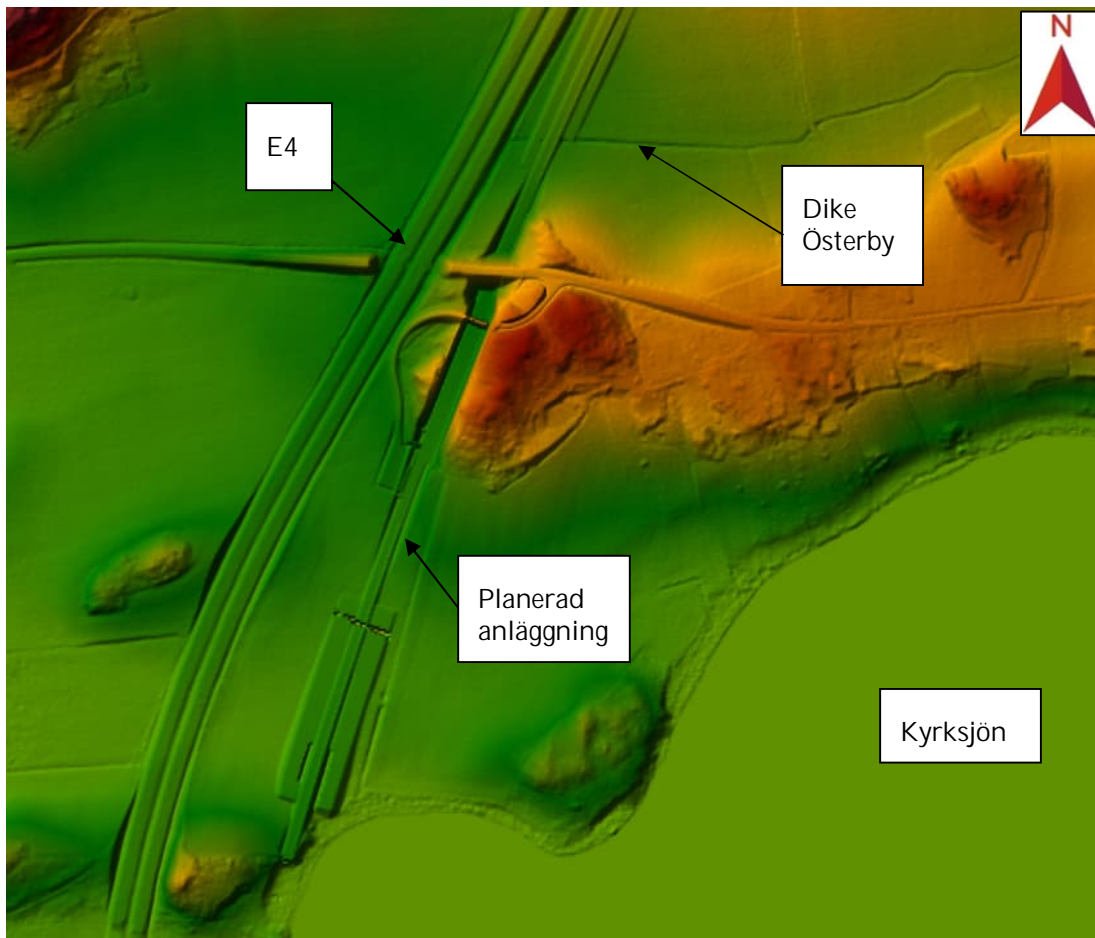
Vattnet leds igenom en trumma längs med E4 under bron. Vid extrema flöden (t.ex. HQ50 o. dyl.) leds vattnet även i ett skåldike över trumman.

Vid korsningen med den planerade järnvägen rinner diket i åkermark. Nedströms korsningspunkten rinner vattnet i E4-diket och där landsvägen korsar E4 på bro leds vattnet genom en trumma i diket genom brokonen under bron. Vid höga flöden finns ett skåldike ovan kulverten mellan E4 och brokonen där vattnet kan rinna.

Den planerade järnvägen går på bank över dalgången och över vattendraget (se Figur 61). En översikt av Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen visas i Figur 62. Dimensioneringskriterierna ger att en trumma av dimension DN800 krävs för att genomleda dimensionerande flöde och denna dimension har använts i simuleringarna. Längden av trumman uppgår till 18 m.



Figur 61 Profil av planerad järnvägsanläggning. I vänstra delen av figuren visas legenden.



Figur 62 Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen.

3.7.3 Modelleringsförutsättningar

TDOK 2014:0051 har använts för att beräkna flöden i vattendraget (Tabell 23). En områdesspecifik klimatfaktor på 1,05 har använts enligt Kapitel 2.1. Flödesberäkningen baseras på avrinningsområdesstorlek 0,93 km², sjöprocent 0 % och specifik medelavrinning om 9 l/(s*ha).

Randvillkoren för den hydrauliska modellen presenteras i Tabell 24. Lutning är beräknat från höjddata och Mannings koefficient (Mannings n) är bedömda utifrån platsbesök. Modellen har körts stationärt efter att en rimlighetsbedömning utförts för att se att volymen uppströms järnvägstrumman inte är större än vad en stationär modell kan fylla upp.

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Ostlänken

Annemarie Briel, Adèle Wallin

2023-04-27

-

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2019/65709

Johan Kjellin, Terese Renström

62(90)

_.5

Godkänt av (Leverantör)

Henrik Tham



TRAFIKVERKET

*Tabell 23 Flöden dike Österby, beräknade enligt TDOK 2014:0051.
Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flöde.*

Återkomsttid flöden	Flöde [m ³ /s]
MQ	0,007
MHQ	0,12
HQ50	0,55
HQ100	0,61
1,5*HQ50	0,83
HQ50 +5 %	0,58
HQ100 +5 %	0,64
HQ200	0,69

Tabell 24 Randvillkor för modellen.

Nedströms randvillkor lutning [%o]	10
Mannings n åfåra [-]	0,04
Mannings n bank/svämplan [-]	0,07

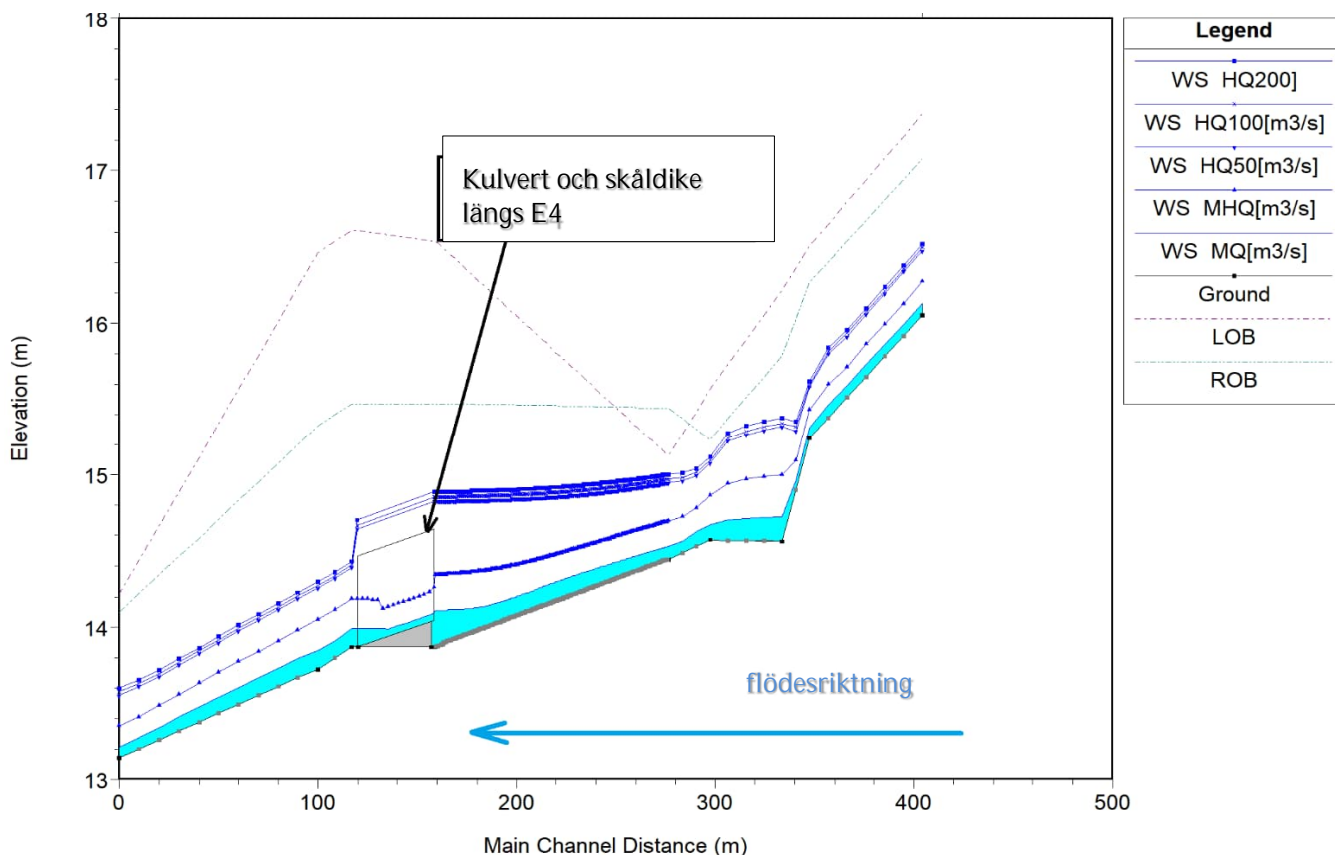
Vattengången av trumman under den planerade järnvägen uppströms är +15,24 m och nedströms +15,02 m. Nedgrävningdjupet är 0,15 m, där man har utgått ifrån den närmsta inmätta tvärsektionen uppströms den planerade anläggningen. Simuleringarna är baserade på NNH data från Lantmäteriet, därför rekommenderas en fördjupat studie i nästa skede då Lantmäteriets data kan innehålla osäkerheter.

3.7.4 Resultat

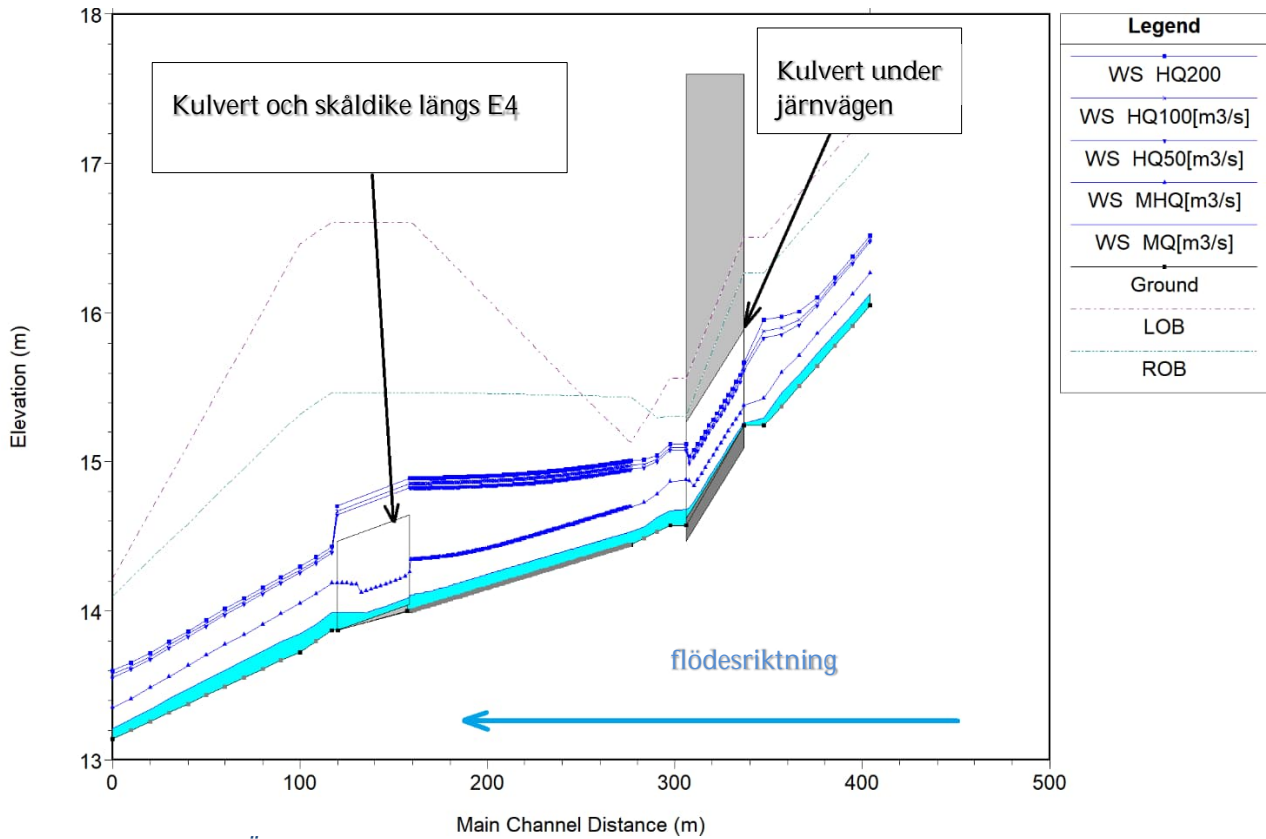
Tabell 25 visar modellerade vattenstånd och vattenhastigheter vid olika återkomsttider. En profil på vattendraget utan anläggning visas i Figur 63 och med anläggningen i Figur 64. En tvärsnitt på diket 10 m uppströms den planerade järnvägen finns presenterat i Figur 65. I alla figurerna inkluderas de modellerade vattenstånd.

Tabell 25 Modellerade vattenstånd med och utan anläggning vid järnvägs korsningen. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flöde och respektive vattenstånd och flödes hastighet 10m uppströms den planerade anläggningen.

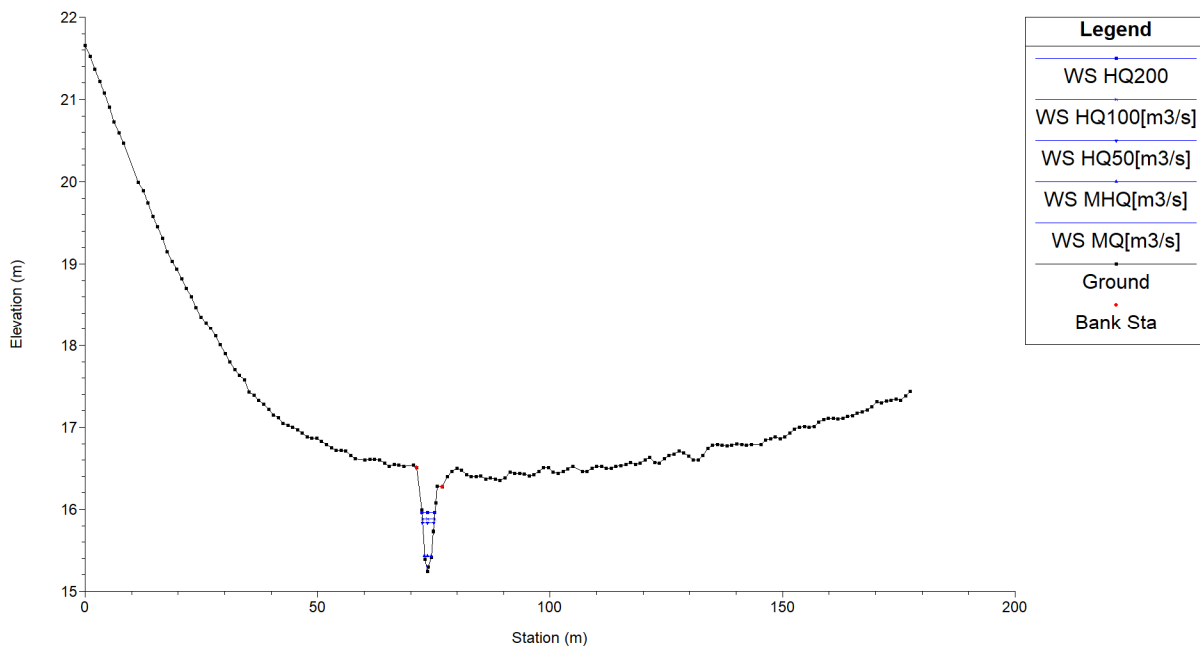
Flöde	Utan anläggning		Med anläggning	
	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]
MQ	0,5	15,3	0,6	15,3
MHQ	0,9	15,4	0,9	15,4
HQ50	1,4	15,6	0,6	15,8
HQ50 +5 %	1,5	15,6	0,6	15,9
HQ100	1,5	15,6	0,6	15,9
HQ100 +5 %	1,5	15,6	0,6	15,9
HQ200	1,5	15,6	0,6	16,0
1,5*HQ50	1,6	15,7	0,5	16,1



Figur 63 Profil på dike Österby med alla modellerade vattennivåer utan anläggningen. Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikeskrönet och gröna (ROB) det högra dikeskrönet.



Figur 64 Profil på dike Österby med alla modellerade vattennivåer med anläggning. Lila strecket (LOB) representerar det vänstra dikeskrönet och gröna (ROB) det högra dikeskrönet.



Figur 65 Tvärsektion av Dike Österby 10 m uppströms den planerade järnvägsanläggningen.

3.7.5 Konsekvensutredning Dike Österby

3.7.5.1 Konsekvensklass

Dike Österby har bedömts vara konsekvensklass 2, med dimensionerande flöde 50 års återkomsttid. Detta utifrån att en driftstörning skulle kunna påverka anläggningen, men inte i sådan utsträckning att det kan finnas fara för liv, mycket stor återställningskostnad, allvarlig och bestående miljökada eller allvarliga störningar av transportförsörjningen (jfr 2.2).

I Tabell 26 visas en sammanfattning av konsekvensutredningen för Dike Österby.

Tabell 26 Konsekvensutredning Dike Österby, dimensionerade flöde är gråmarkerat.

Flöde naturmark Återkomst- tid	Vatten- nivå [m] (Bruks- nivå: +16,8)	Över- stiger trum- hjassa [m] +15,9	Översvämning uppstår					
			Anläggningen (serviceväg, teknikgård, järnväg, växlar)	Skogs- mark	Jordbruks- mark	Byggnader	Vägar	Natur- värden
50år+5 % 0,58 m ³ /s	+15,9	-	x	-	-	-	-	-
HQ200 0,69 m ³ /s	+16,0	0,1 m	x	*	*	*	*	*
1,5*HQ50 0,83 m ³ /s	+16,1	0,2 m	x	*	*	*	*	*

- ingen påverkan

* vattnet håller sig i åfåran

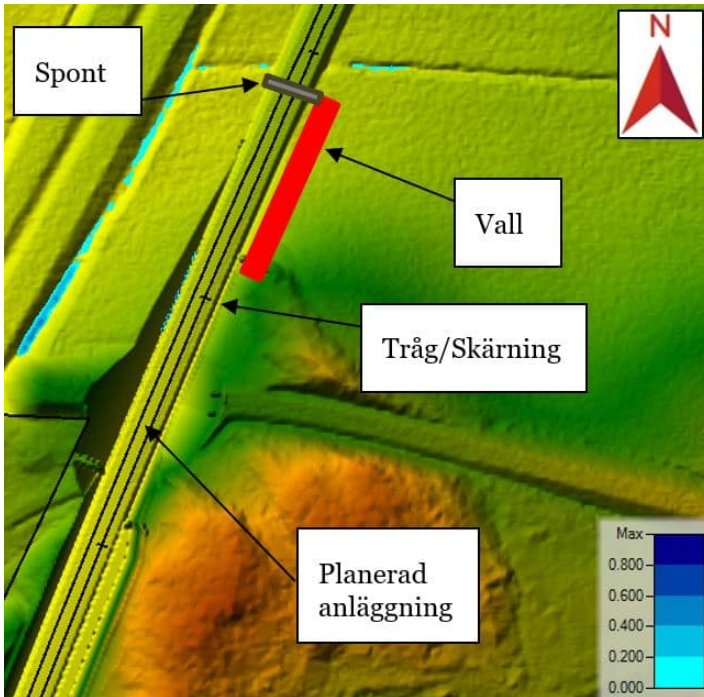
x påverkas

3.7.5.2 Anläggningen

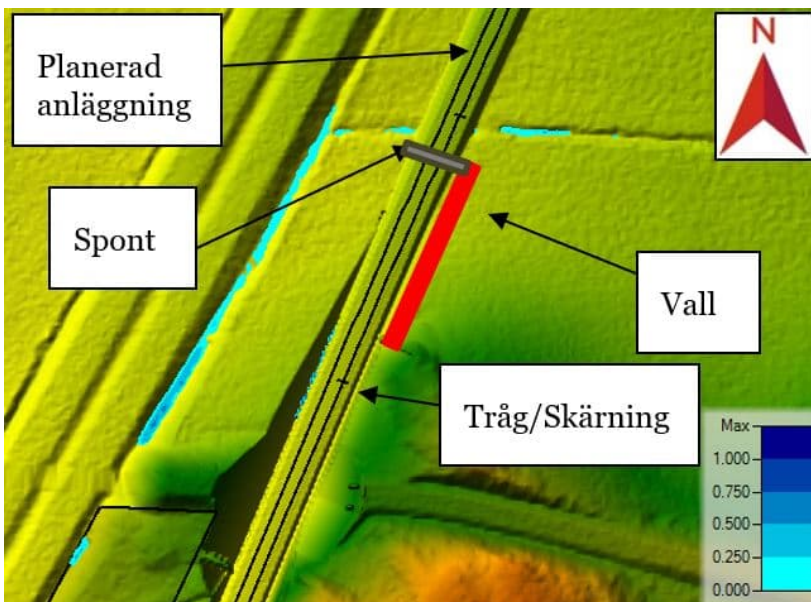
Figur 66 redovisar utbredningen vid dimensionerande flöden, Figur 67 vid 200-årsflöden Figur 68 vid 1,5*HQ50.

Vattnet håller sig inom dikesfåran eftersom diket är djupt i förhållanden till flödena. Vid ett HQ200 överstigs trumhjässan med ca 0,1 m och med 0,2 m vid 1,5*HQ50. Detta vid antagande av tät järnvägsbank.

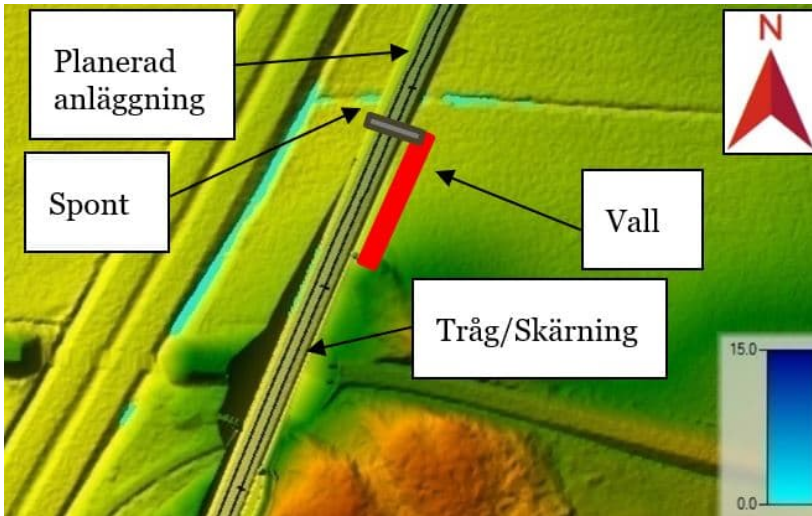
Redan vid nivåer strax över årshögsta finns risk för att vatten från diket strömmar in i järnvägsdränering och vidare mot tråget söder om diket. Ett förslag till lösning är att sätta spont i järnvägskonstruktionen vid diket och bygga vall längs med järnvägsdikedet söderut mot tråget. Se Figur 66 för skiss.



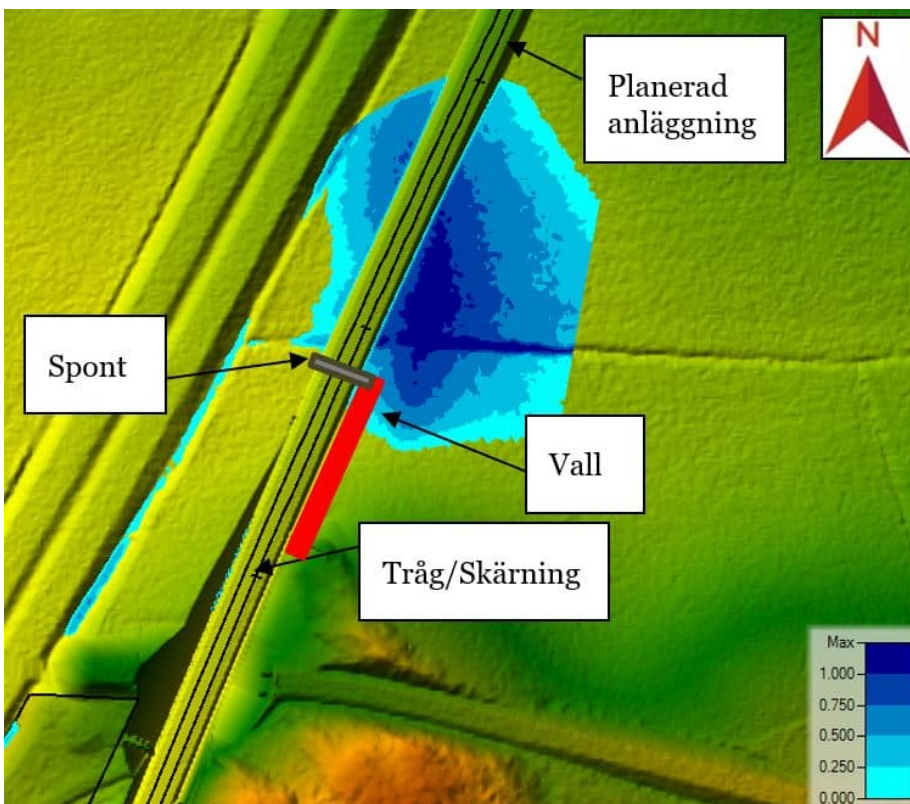
Figur 66 Utbredning och vattendjup[m] för Dike Österby vid ett 50-årsflöde med klimattfaktor på 1,05 med förslag för skyddsåtgärder.



Figur 67 Utbredning och vattendjup [m] för Dike Österby vid ett 200-årsflöde.



Figur 68 Utbredning och vattendjup [m] för dike Österby vid flödet 1,5 * HQ50.



Figur 69 Schematisk figur över skyddsåtgärd för järnvägen vid dike Österby.

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn	Skapat av (Leverantör)	Godkänt datum	Rev Datum
Ostlänken	Annemarie Briel, Adèle Wallin	2023-04-27	-
Ärendenummer	Granskat av (Leverantör)	Sidor	Version
TRV 2019/65709	Johan Kjellin, Terese Renström	68(90)	_.5
	Godkänt av (Leverantör)		
	Henrik Tham		



3.7.6 Slutsats

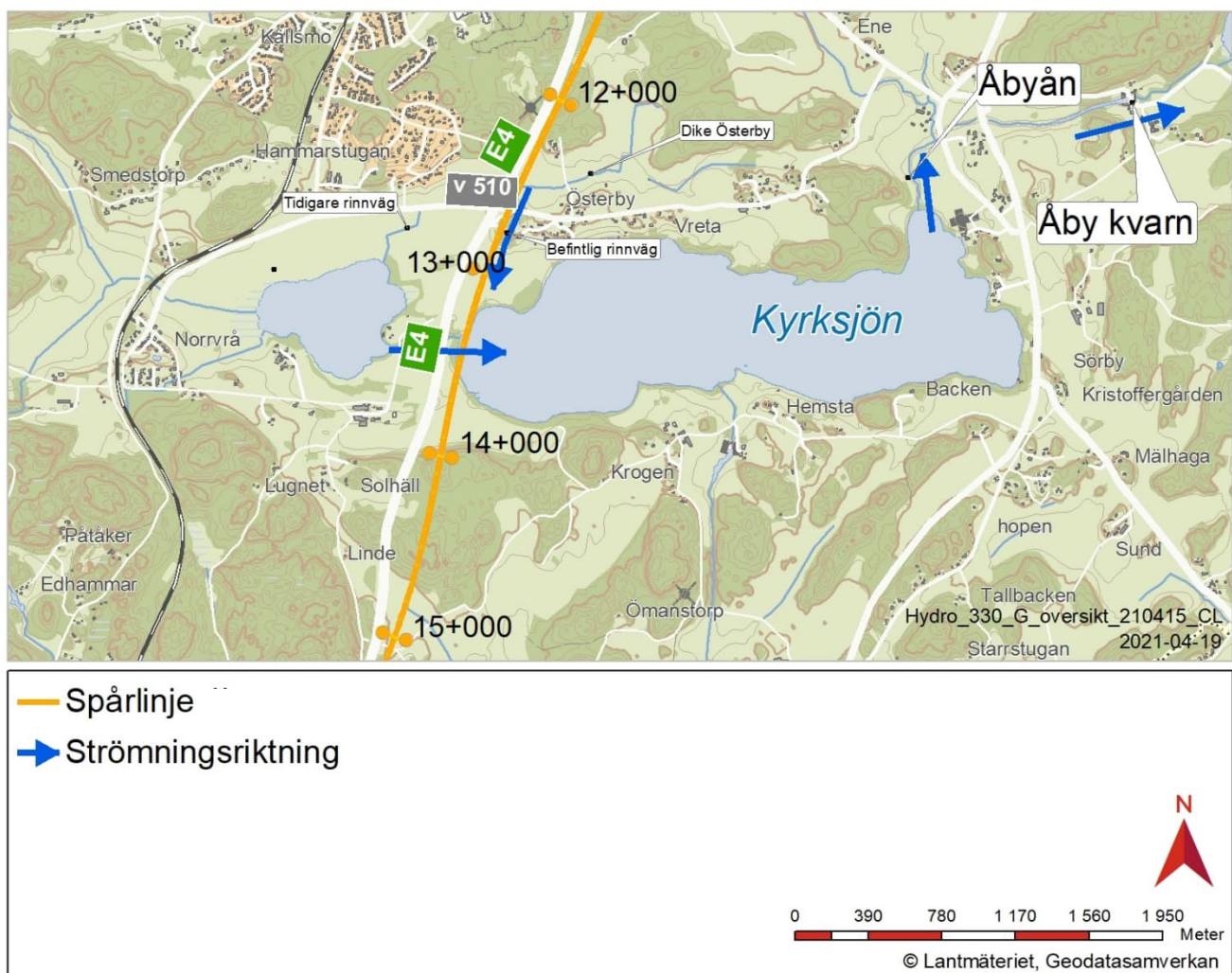
Med en trumma med dimension på 0,8 m under den planerade järnvägsanläggningen klarar dike Österby enligt en utredning för konsekvensklass 2 ett HQ200 och ett HQ50 med en faktor på 1,5 utan att riskera skador på omgivningen eller på järnvägsanläggningen. Vid dessa flöden stiger vattnet ca 0,1 – 0,2 m över trumhjässan. Simuleringarna är baserade på NNH data från Lantmäteriet, därför rekommenderas en fördjupat studie i nästa skede då Lantmäteriets data kan innehålla osäkerheter.

För att undvika att vatten kan rinna ned i järnvägsdräneringen och vidare mot träget söder om diket föreslås att sätta spont i järnvägskonstruktionen vid diket och bygga vall längs med järnvägsdiket söderut mot träget.

3.8 Kyrksjön, km 13+400

3.8.1 Geografiska och hydrologiska förutsättningar

Kyrksjöns avrinningsområde har en storlek på ca 9,43 km² uppströms anläggningen (Appendix 5.7) och består av ca 55,4 % skogsmark, 23 % jordbruksmark och 12 % hedmark. Jordarter i avrinningsområdet utgörs av ca 31 % tunn jord eller kalt berg, 25 % morän, 22 % olika leror och 13 % finjord. Kyrksjön avvattnas via Åbyån vidare mot Östersjön, enligt översikt i Figur 70. Utloppet från Kyrksjön ligger nära Hölö kyrka. Ån är längre nedströms reglerad av en dammbyggnad vid Åby kvarn som styr nivåerna i Åbyån. Ursprunglig dammbyggnad med reglerbara dammluckor rasade för tiotalet år sedan, och idag finns en temporär ej reglerbar överfallskonstruktion. Avrinningsområdet för utloppet av Kyrksjön är ca 25 km². Vid högvattenföring är, utöver dammbyggnaden, även befintliga vägbroar i Åbyån bestämmande för vattennivåerna i Kyrksjön. Vattenanläggningarna vid Lillsjön, Kyrksjön och Åbyån ingår i ett markavvattningsföretag och detta företag kommer i viss mån att beröras av den planerade järnvägen. Ostlänken korsar den uppströms liggande delen av Kyrksjön och gör mindre intrång i båtomsområdet genom brostöd. Ingen påverkan sker på den tillståndsgivna vattenanläggningen. Söder om Kyrksjön görs utsläpp av dräneringsvatten till enskilda kulvertar i riktning mot Kyrksjön, men genom att anlägga fördröjningsmagasin kommer flödena inte att öka. Företaget, benämnt Kyrksjön, Lillsjön, Edeby, Vrå m.fl. redovisas i Figur 71.



Figur 70 Topografiska karta över Lillsjön, Kyrksjön och Åbyån (© Lantmäteriet). Blå pilar symboliserar strömningsriktningen.

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Ostlänken

Annemarie Briel, Adéle Wallin

2023-04-27

-

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2019/65709

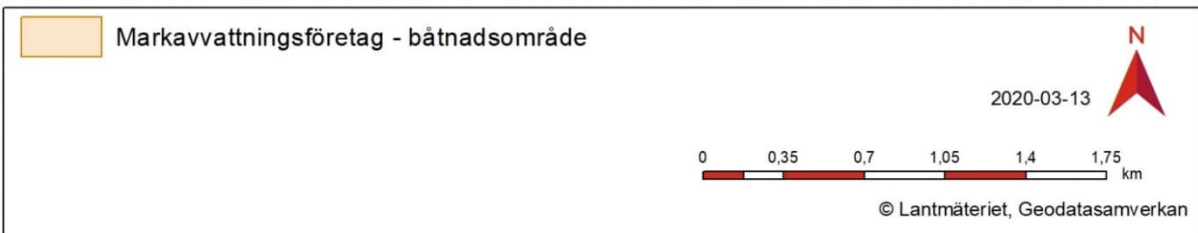
Johan Kjellin, Terese Renström

70(90)

_.5

Godkänt av (Leverantör)

Henrik Tham



Figur 71 Markavvattningsföretag vid Kyrksjön; Kyrksjön, Lillsjön, Edeby, Vrå mfl.



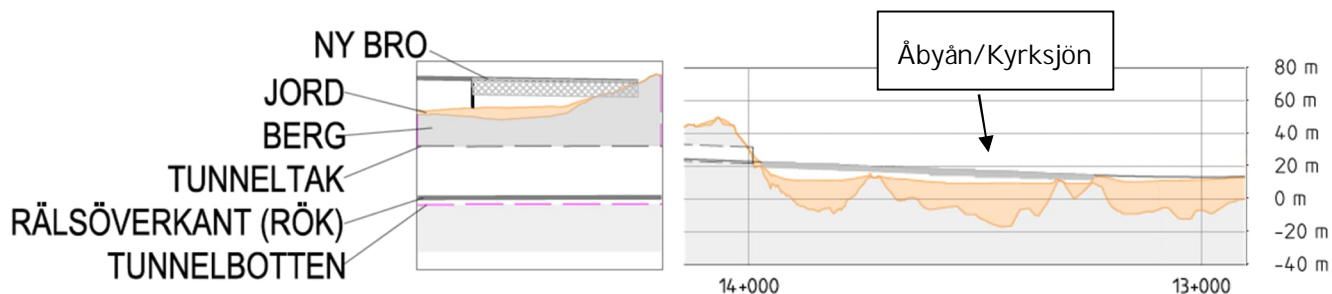
I Tabell 27 visas antal dagar med flöde 0 l/s samt mindre än 5 l/s, 10 l/s och 20 l/s för Kyrksjön. Data är hämtad från S-HYPE (SMHI, 2023). Flödet är 0 l/s i medelvärde 21 dagar/år, mindre än 5 l/s i 44 dagar/år, mindre än 10 l/s i 61 dagar/år och mindre än 20 l/s i 79 dagar/år.

Tabell 27. Antal dagar per år med flöde 0 l/s samt mindre än 5 l/s, 10 l/s och 20 l/s för Kyrksjön (SMHI,2023).

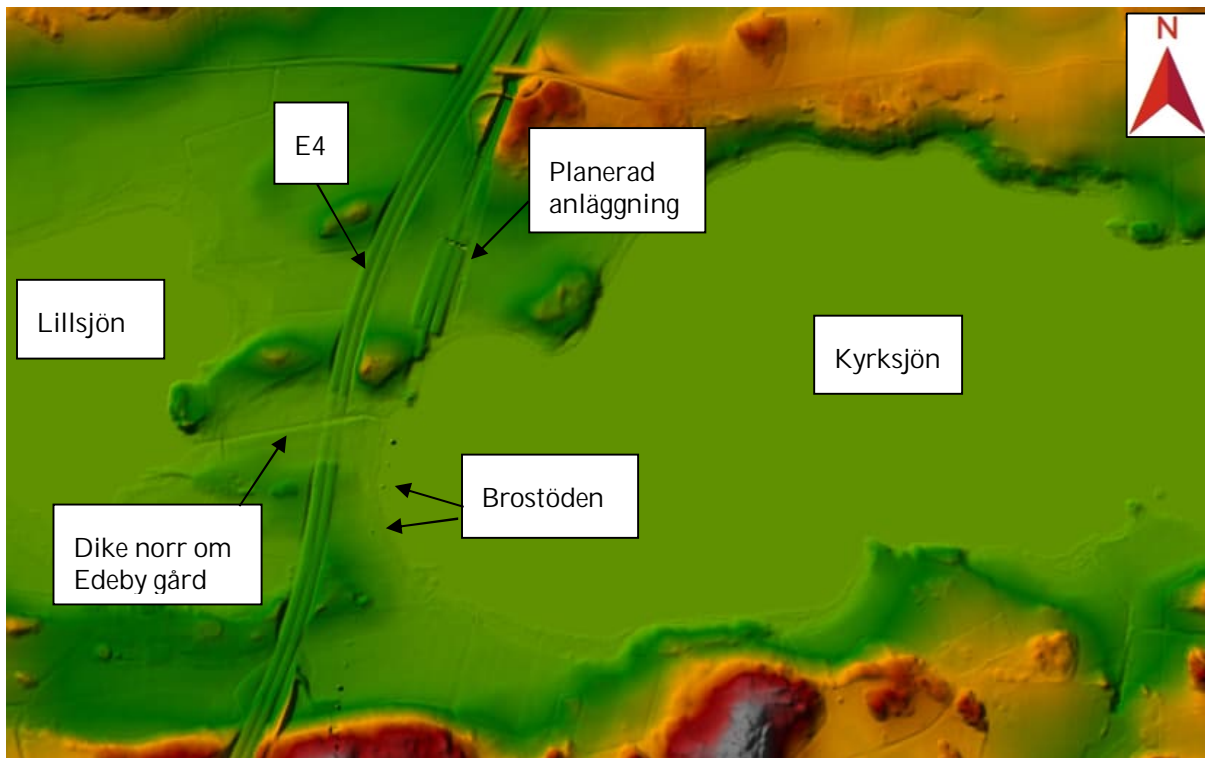
År	Antal dagar med flöde 0 l/s	Antal dagar med flöde < 5 l/s	Antal dagar med flöde < 10 l/s	Antal dagar med flöde < 20 l/s
2010				
2011				
2012				24
2013		19	66	101
2014		17	54	84
2015				
2016	55	90	109	126
2017		21	47	74
2018	130	143	153	167
2019	16	90	114	141
2020	66	83	127	165
2021				
2022		111	128	149
Medel	21	44	61	79

3.8.2 Tekniska förutsättningar

Vid Kyrksjön är den framtida järnvägsanläggningen planerad att gå på hög bro (se Figur 72 för profil och Figur 73 för Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen).



Figur 72 Profil på planerad järnvägsanläggning vid Åbyån/Kyrksjön. I vänstra delen av figuren visas legenden.



Figur 73 Lantmäteriets NHH-data med den planerade anläggningen.

3.8.3 Modelleringsförutsättningar

Utifrån avrinningsområdet har flöden beräknats enligt VVMB 310 Hydraulisk dimensionering (2008:61), se Tabell 28. Parametrar som ingår i den beräkningen är; avrinningsområdesstorlek: ca 25 km², sjöprocent: 33 %, specifikt medelavrinning: 9 l/(s*ha). Dambyggnaden nedströms kan inte längre regleras utan fungerar som en överfallskonstruktion. I nuläget är utskovet helt öppet med en överfallsnivå på +9,11 m.

Randvillkoren för den hydrauliska modellen presenteras i Tabell 29. Lutning är beräknat från höjddata och Mannings koefficient (Mannings n) är bedömd utifrån platsbesök. Stationär modellering har ansetts vara en godtagbar förenkling eftersom vattennivåerna inte är kritiska för järnvägskonstruktionen.

Tabell 28 Flöden Kyrksjön, beräknade med TDOK 2008:61. Den grå markerade raden redovisar dimensionerande flöde.

	Flöde [m ³ /s] Vid broläget	Flöde [m ³ /s] Mellan Kyrksjön utlopp och nedströms liggande bro
MQ	0,1	0,3
MHQ	0,6	1,8
HQ50	1,9	6,6
HQ50*1,05	2,2	6,7
HQ100	2,1	7,6
HQ200	2,3	8,2
HQ50*1,5	2,8	9,9

Tabell 29 Randvillkor för modellen Kyrksjön.

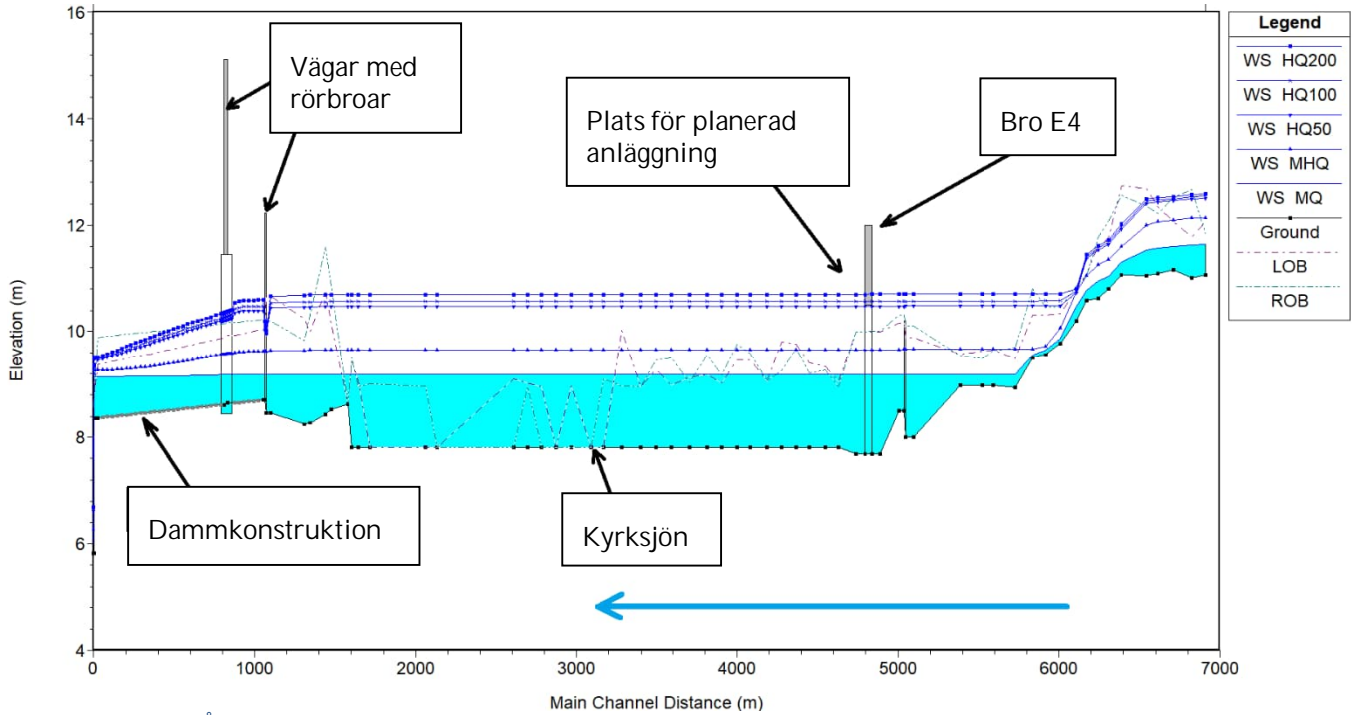
Nedströms randvillkor lutning [%o]	20
Mannings n åfåra [-]	0,04-0,1
Mannings n bank [-]	0,04-0,1

3.8.4 Resultat

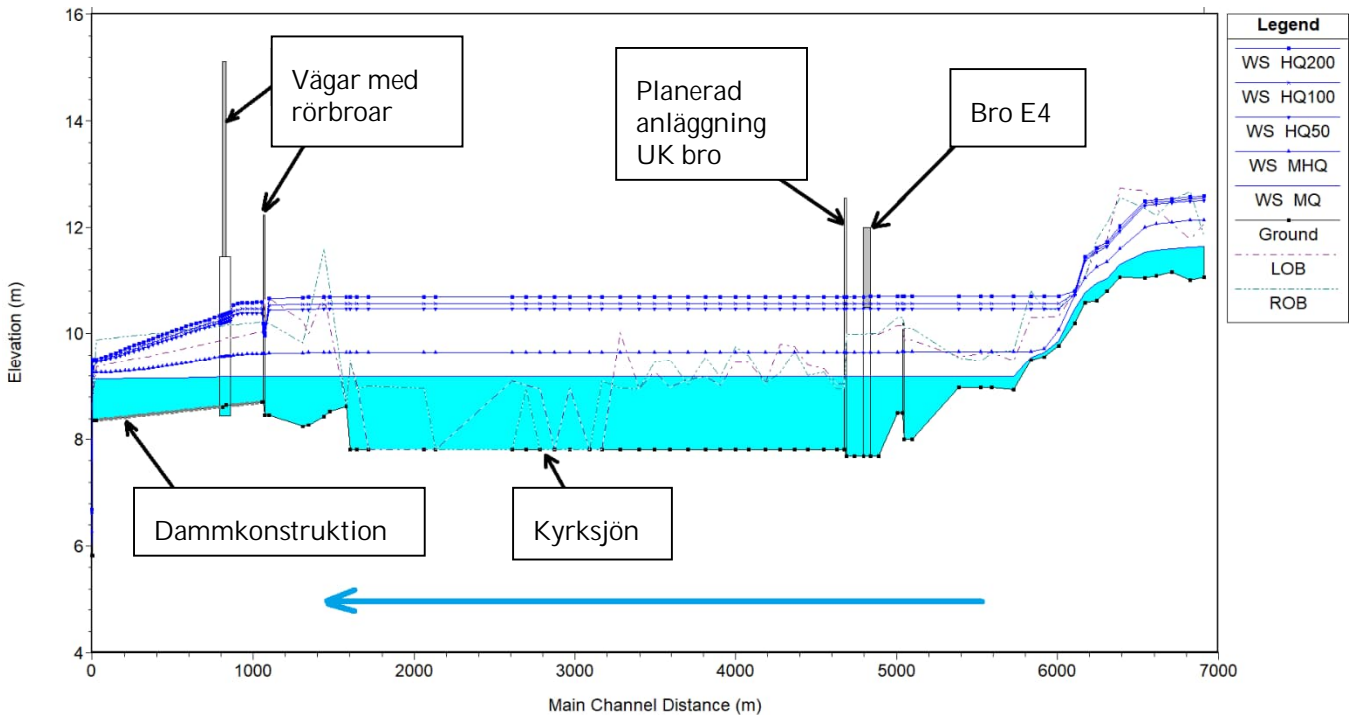
Tabell 30 visar modellerade vattenstånd och vattenhastigheter vid olika återkomsttider. En profil av vattendraget utan anläggning visas i Figur 74 och i Figur 75 visas en profil med anläggningen. En tvärsektion på diket ca 10 m uppströms den planerade järnvägen finns presenterad i Figur 76. I figurerna redovisas modellerade vattennivåer. De modellerade nivåerna kan vara något överskattade eftersom modellen är stationär (bygger på att jämvikt ställt in sig) samt att det finns en stor magasinvolym i sjöarna. Nivåerna styrs av den nedströms liggande dammen vid Åby kvarn, som har en tillfällig konstruktion. En transient modell kan ge något lägre vattennivåer.

Tabell 30 Modellerade vattennivåer och vattenhastigheter ca 10 m uppströms järnvägsbron med och utan ny anläggning. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flödet.

Flöde	Utan anläggning		Med anläggning	
	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]	Vattenhastighet [m/s]	Vattenstånd [m]
MQ	0,01	+9,2	0,01	+9,2
MHQ	0,05	+9,7	0,05	+9,7
HQ50	0,04	+10,5	0,04	+10,5
HQ100	0,04	+10,6	0,04	+10,6
1,5*HQ50	0,03	+10,9	0,03	+10,9
HQ50 +5 %	0,04	+10,5	0,04	+10,5
HQ100 +5 %	0,04	+10,6	0,0	+10,6
HQ200	0,04	+10,7	0,0	+10,7



Figur 74 Profil på Åbyån och Kyrksjön, befintliga förhållanden. Blå pil visar flödesriktningen.



Figur 75 Profil på Åbyån och Kyrksjön med alla modellerade vattennivåer med anläggning. Blå pil visar flödesriktningen.

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Ostlänken

Annemarie Briel, Adèle Wallin

2023-04-27

-

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2019/65709

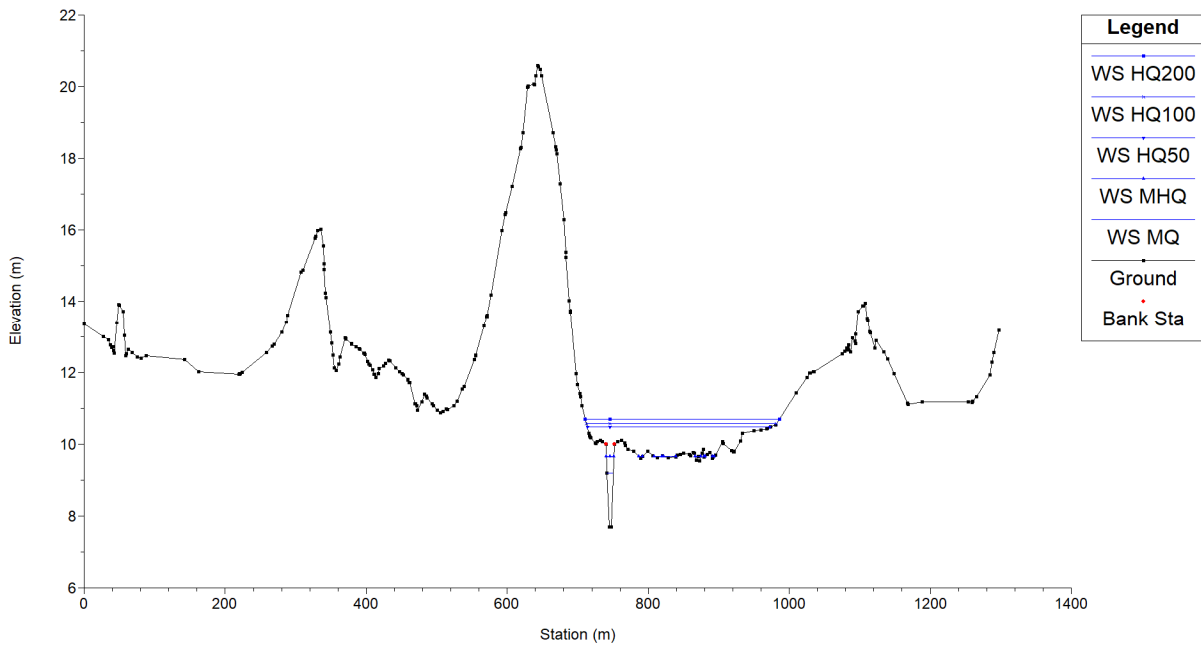
Johan Kjellin, Terese Renström

75(90)

_.5

Godkänt av (Leverantör)

Henrik Tham



Figur 76 Tvärsnitt av Kyrksjön ca 10 m uppströms planerad järnvägsbro med olika vattennivåer redovisade.

3.8.5 Konsekvensutredning Kyrksjön

3.8.5.1 Konsekvensklass

Kyrksjön har bedömts vara konsekvensklass 2, med dimensionerande flöde 50 års återkomsttid och klimatfaktor 1,05, utifrån att en driftstörning skulle kunna påverka anläggningen men inte i sådan utsträckning att det kan finnas fara för liv.

I Tabell 31 visas en sammanfattning av konsekvensutredningen för Åbyån.

Tabell 31 Konsekvensutredning med redovisning av modellerade vattennivåer och konsekvenser vid Kyrksjön, dimensionerade flöde är gråmarkerat. Bruksnivå är +15,6 och ingen modellerad händelse överstiger bruksnivån.

Flöde naturmark Återkomsttid	Vattennivå [m] (Bruksnivå: +15,6) (Underkant bro: +12,9)	Översvämning uppstår					
		Anläggningen (serviceväg, teknikgård, järnväg, växlar)	Skogs- mark	Jordbruks- mark	Byggnader	Vägar	Natur- värden
50år+5 % 2,2 m ³ /s	+ 10,5	(x)	-	x	-	x	-
HQ200 2,3 m ³ /s	+10,7	x	-	x	-	x	-
1,5*HQ50 2,8 m ³ /s	+10,9	x	-	x	-	x	-

- ingen påverkan

* vattnet håller sig i åfåran

x påverkas

3.8.5.2 Anläggningen

Underkant bro och därmed bruksnivån nås inte vid varken 200-årsflöden (se Figur 78), 1,5*HQ50 (Figur 79) eller vid dimensionerande flöden (Figur 77) på grund av att bron är hög. Vatten kan dock stå mot järnvägsbanken och landfästen vid norra änden av bron. Detta kan innebära ökad risk för erosion, men utifrån de låga vattenhastigheterna bedöms ändå erosionsrisken som liten. Landfästen bör grundläggas för att kunna stå i vatten också vid nivåer ca +10,7 m i sjön.

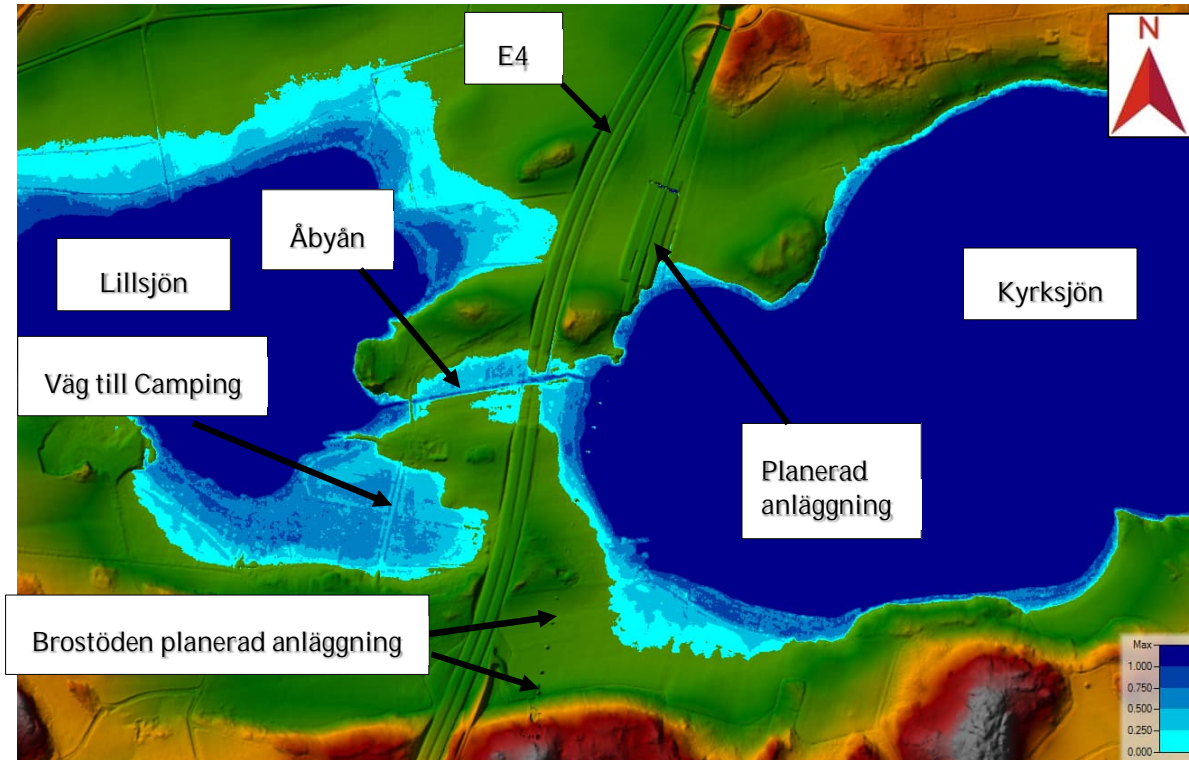
Vattenytans utbredning vid Kyrksjön, Åbyån och Lillsjön påverkas inte av den planerade anläggningen utan är densamma som för befintliga förhållanden.

Jordbruksmark

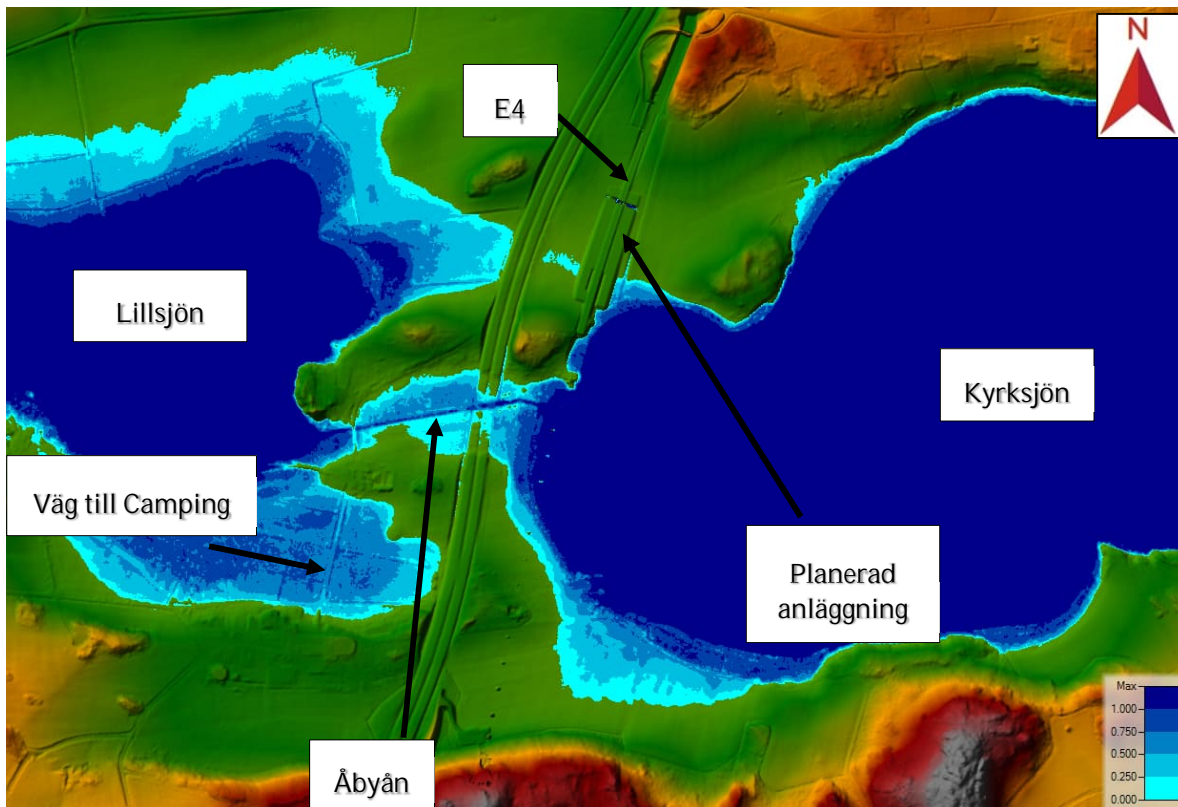
Jordbruksmark berörs av översvämning speciellt på den västra sidan av E4 vid Lillsjön. Översvämningförhållandena beror dock inte av anläggningen.

Vägar

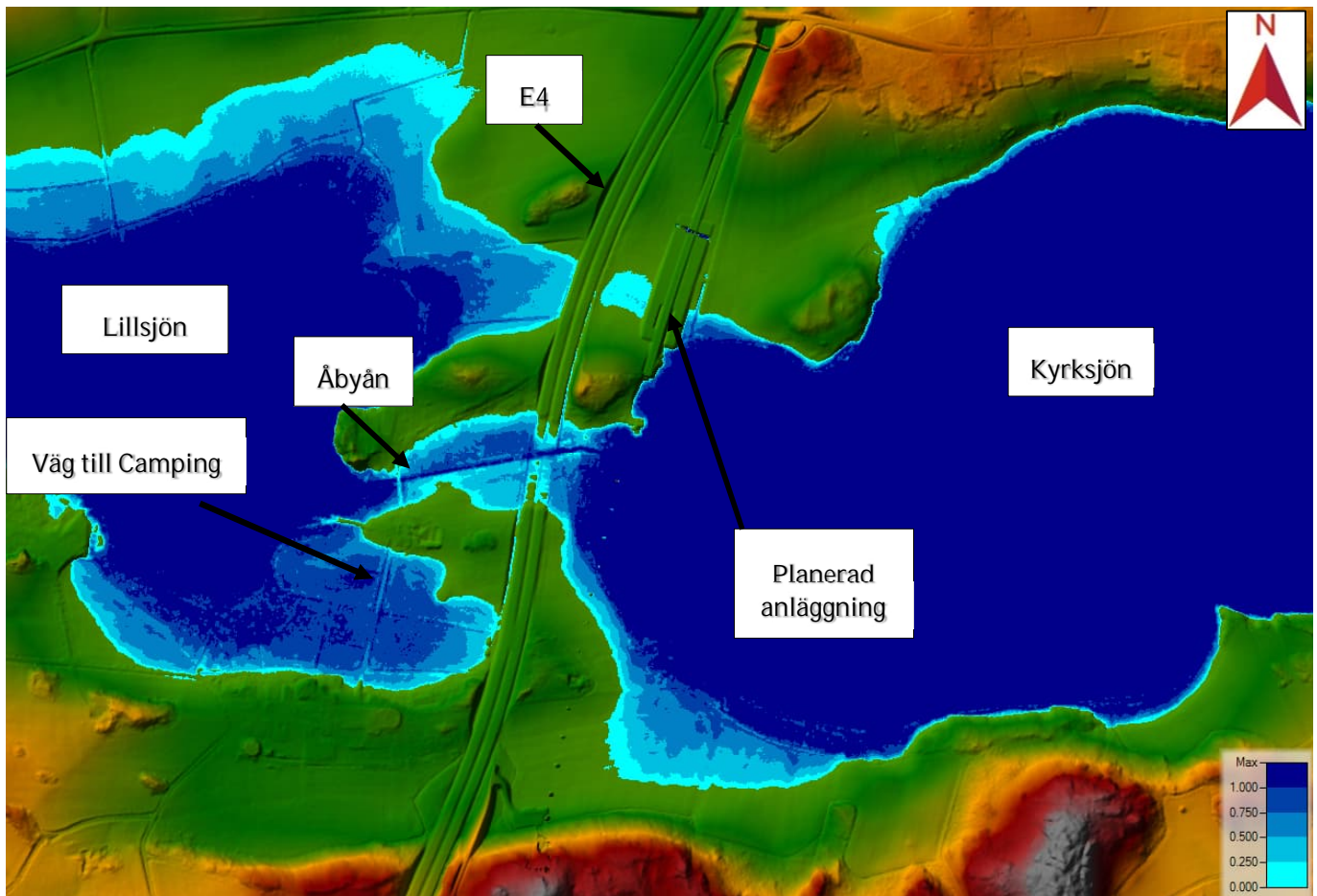
Vägen till campingen på västra sidan av E4 norr om Åbyån kan påverkas redan vid 50-års flöden med en klimatfaktor på 1,05. Översvämningförhållandena beror dock inte av anläggningen.



Figur 77 Utbredning och vattendjup [m] för Åbyån och Kyrksjön vid ett 50-årsflöde med klimattfaktor på 1,05.



Figur 78 Utbredning och vattendjup [m] för Åbyån och Kyrksjön vid ett 200-årsflöde.



Figur 79 Utbredning och vattendjup [m] för Åbyån och Kyrksjön vid flödet $1,5 \cdot HQ_{50}$.

3.8.6 Processvattenuttag Kyrksjön

Under byggskedet uppförs en betongstation med behov av processvatten som planeras att tas från Kyrksjön. Beräkningar har utförts för att analysera hur uttaget av processvatten kan komma att påverka vattennivåerna i Kyrksjön, samt i förlängning även i Åbyån nedströms dammbyggnaden vid Åby kvarn, förutsatt att vattnet tas från Kyrksjön (se Tabell 32 nedan).

Behovet av processvatten till betongstationen under byggskedet varierar för olika dagar, men bedöms komma att uppgå till som mest omkring 7 l/s (totalt max ca 600 m³/dygn). Kyrksjöns area uppgår till 1,94 km². Ett vattenuttag på 600 m³/dygn skulle därmed resultera i en minskning av vattenytan med drygt 0,3 mm/dygn om man bortser från övrig tillrinning och avrinning.

I slutet av byggskedet är inläckaget till Tullgarnstunneln 6 l/s från Sörsjöns avrinningsområde (redovisning av beräkning (se PM Yt- och Grundvatten bilaga D.2.3), vilket i förlängning minskar flödet till Kyrksjön med 6 l/s eftersom det bortleds till ett annat vattenområde. När processvatten behövs i slutet av byggskedet minskar flödet i Kyrksjön således med totalt 13 l/s (ca 1 120 m³/dygn). Ett uttag på 1 120 m³/dygn resulterar i en minskning av vattenytan om ca 0,5 mm/dygn.

Under varma torrperioder kan flödet vid Kyrksjön vara 0 m³/s (se hydrologiska förutsättningar under kapitel 3.8.1) och avdunstningen från sjön kan förväntas vara i storleksordningen 1 dm/månad, ca 3,2 mm/dag (SMHI Rapport nr 73, 1998). Under varma torrperioder, med planerat uttag av processvatten (7 l/s), skulle vattennivån i Kyrksjön sjunka med 3,5 mm/dag, vilket i så fall skulle förlänga torrperioder på 50 och 100 dagar med ca 8 % (se Tabell 32). Under varma torrperioder i slutet av byggskedet, med processvatten (7 l/s) i kombination med bortledning av vatten från Sörsjöns avrinningsområde via inläckage till Tullgarnstunneln (6 l/s), skulle vattennivån i Kyrksjön sjunka med 3,7 mm/dag, vilket skulle förlänga torrperioder på 50 och 100 dagar med ca 15 % (se Tabell 32).

Tabell 32. Påverkan på vattennivån i Kyrksjön vid uttag av processvatten, inläckage till Tullgarnstunneln från Sörsjöns avrinningsområde samt avdunstning från vattenytan.

Scenario	Kyrksjön sjunker per dag med flöde 0 m ³ /s (mm)	Antal dagar för återfyllnad vid MQ efter 50 dagars torrhet	Antal dagar för återfyllnad vid MQ efter 100 dagars torrhet	Tid för återfyllnad jämfört med endast avdunstning (%) 50 dagars torrhet	Tid för återfyllnad jämfört med endast avdunstning (%) 100 dagars torrhet
Processvatten 7 l/s	0,3	8	14	-	-
Processvatten och inläckage Tullgarnstunneln 13 l/s	0,5	15	25	-	-
Avdunstning	3,2	51	71	+0%	+0%
Avdunstning och processvatten 7 l/s	3,5	56	77	+8%	+8%
Avdunstning, processvatten och inläckage Tullgarnstunneln 13 l/s	3,7	59	82	+15%	+15%

3.8.7 Slutsats

Efter en konsekvensutredning enligt konsekvensklass 2 har Kyrksjön bedömts tillhöra konsekvensklass 2, med dimensionerande flöde 50 års återkomsttid med en klimatfaktor på 1,05, utifrån att en driftstörning skulle kunna påverka anläggningen, men inte i sådan utsträckning att det kan finnas fara för liv. Underkant av den planerade järnvägsbron nås inte även vid högre flöden såsom HQ200. Vattenytans utbredning vid Kyrksjön, Åbyån och Lillsjön vid dessa flöden påverkas inte av den planerade anläggningen.

Filnamn: OLP4-04-025-41000-0_0-0440

Projektnamn	Skapat av (Leverantör)	Godkänt datum	Rev Datum
Ostlänken	Annemarie Briel, Adèle Wallin	2023-04-27	-
Ärendenummer	Granskat av (Leverantör)	Sidor	Version
TRV 2019/65709	Johan Kjellin, Terese Renström	80(90)	_.5
	Godkänt av (Leverantör)		
	Henrik Tham		



4 Referenser

Chow, V. T., 1959: Open-channel hydraulics. McGraw-Hill, New York.

Dahlström B., 2010: Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse. Svenskt Vatten Utveckling. Rapport Nr 2010-05.

SMHI, 2016: Flödesberäkning för Moraån. SMHI diarienummer 2016/109/9.5.

SMHI, 2023: Vattenwebb: Modelldata per område. Delavrinningsområdets SUBID 40792; <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.

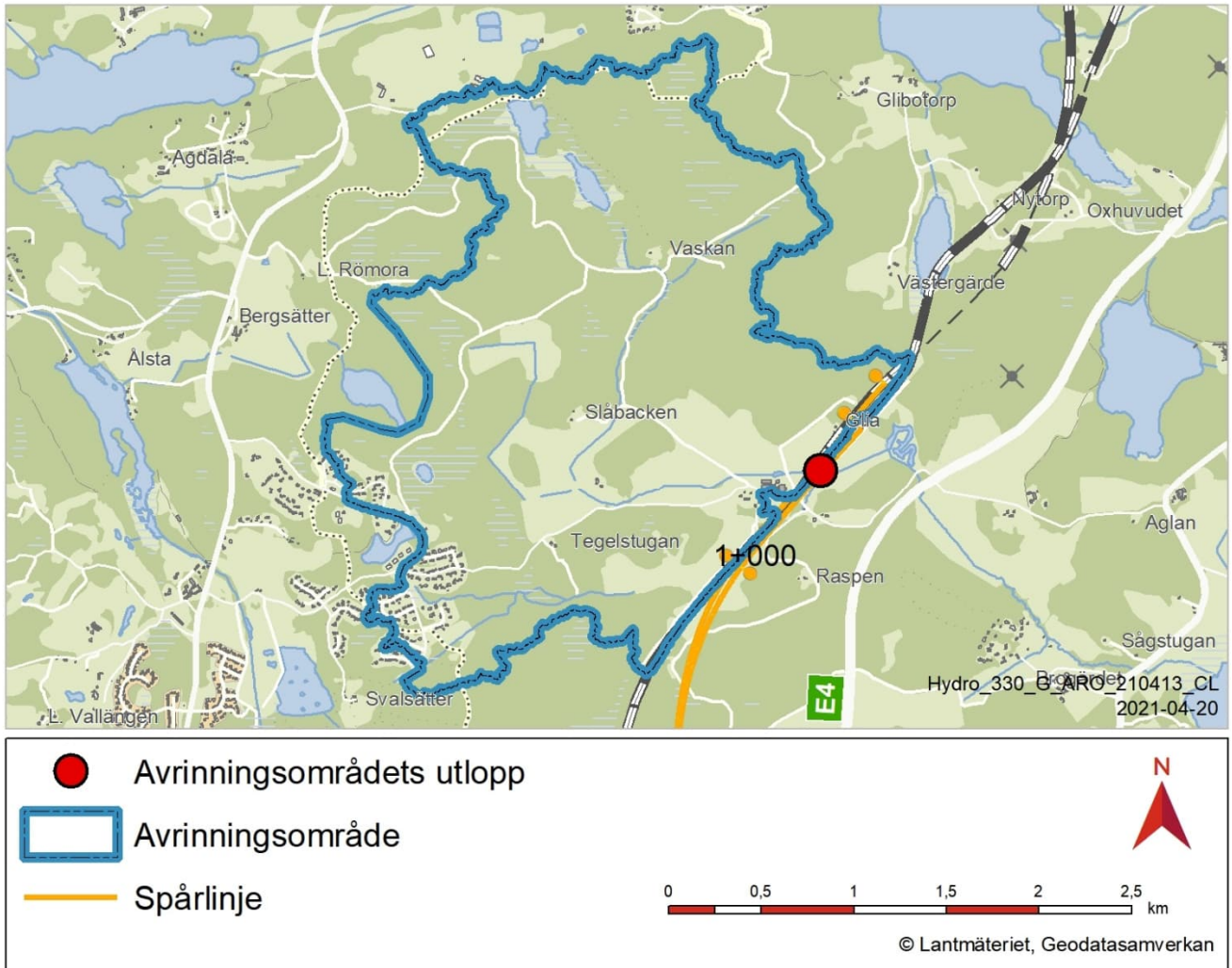
Trafikverket, 2004: BaTMan: Bro- och tunnelförvaltning; <https://batman.trafikverket.se/externportal#>.

USDA, 1986: Urban Hydrology for small watersheds, TR-55; United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Conservation Engineering Division.

5 Appendix – Avrinningsområden

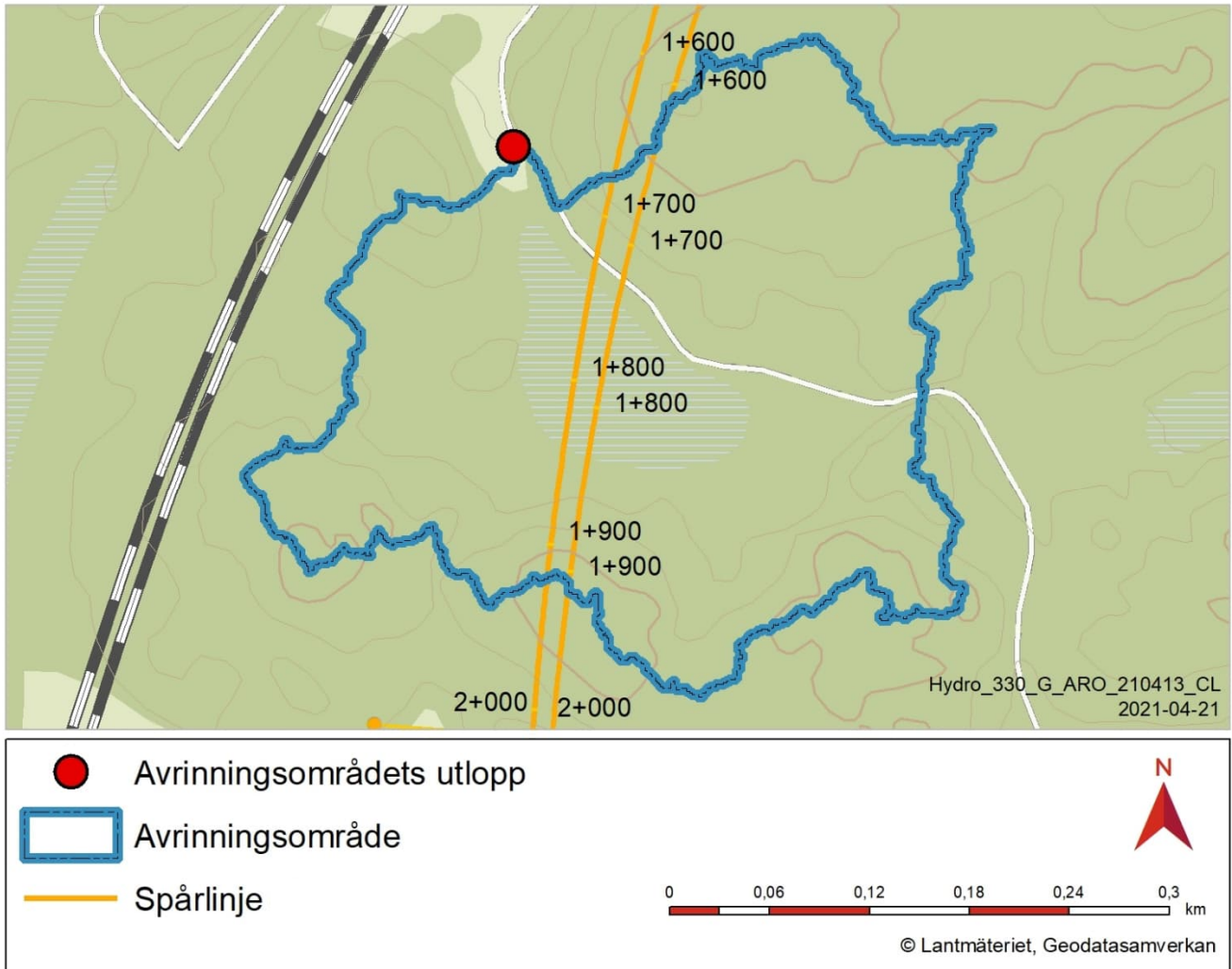
Avrinningsområden från SMHI är övergripande och de här redovisade avrinningsområden är lokala och specifikt framtagna för utflödespunkter relevanta för projektet. SMHIs avrinningsområden är relevanta för bedömningar av mer storskaliga förändringar medan de projektspecifika är användbara vid bedömningar av lokala förändringar.

5.1 Dike Gerstaberger, Km 0+386

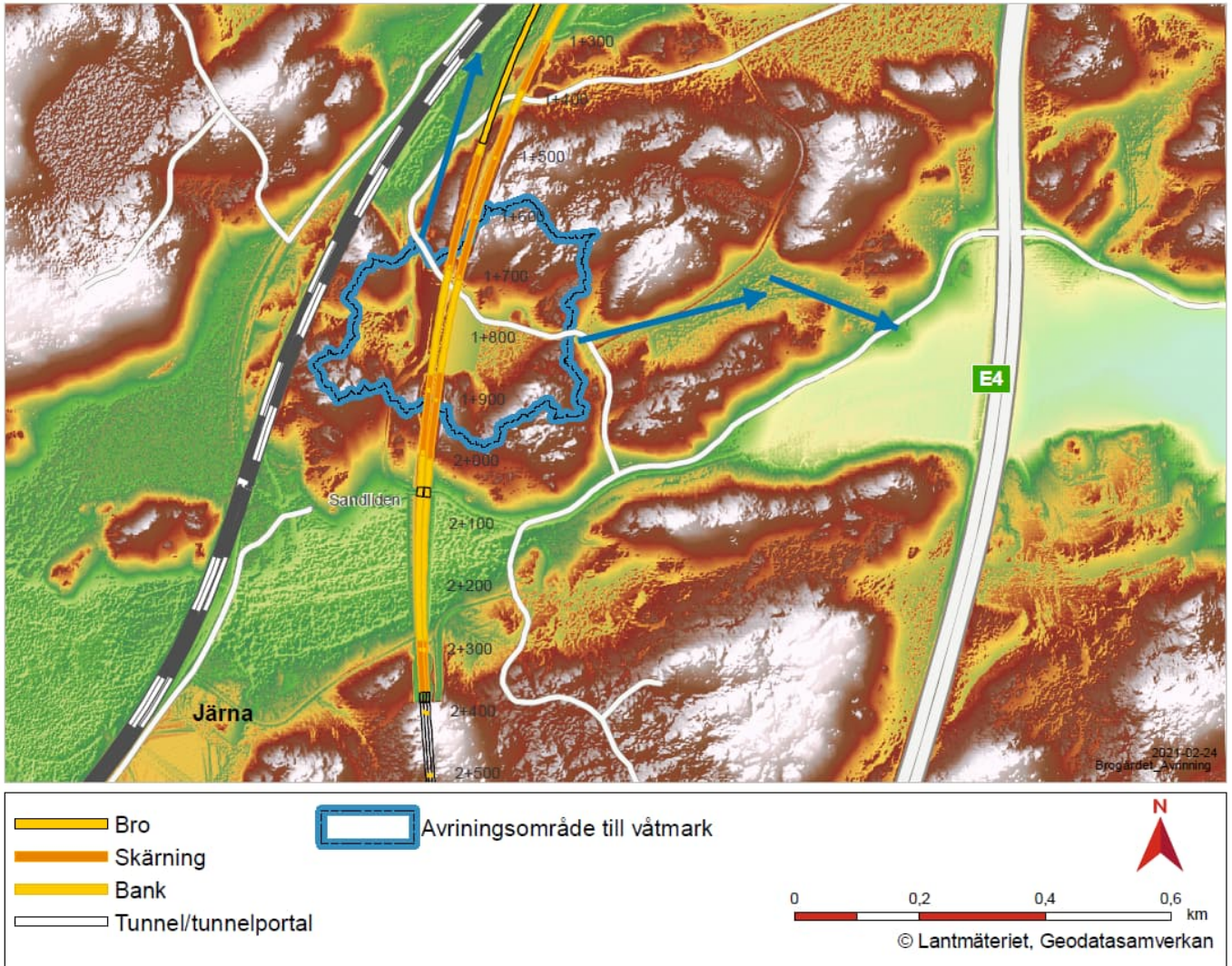


5.2 Sankmark vid km 1+700

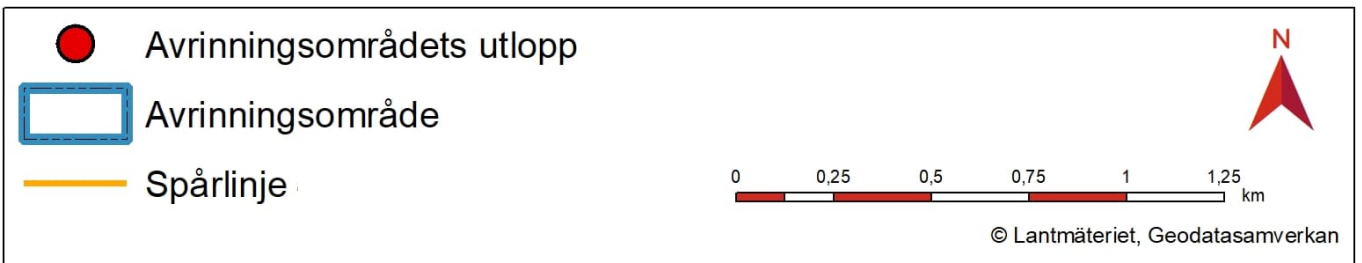
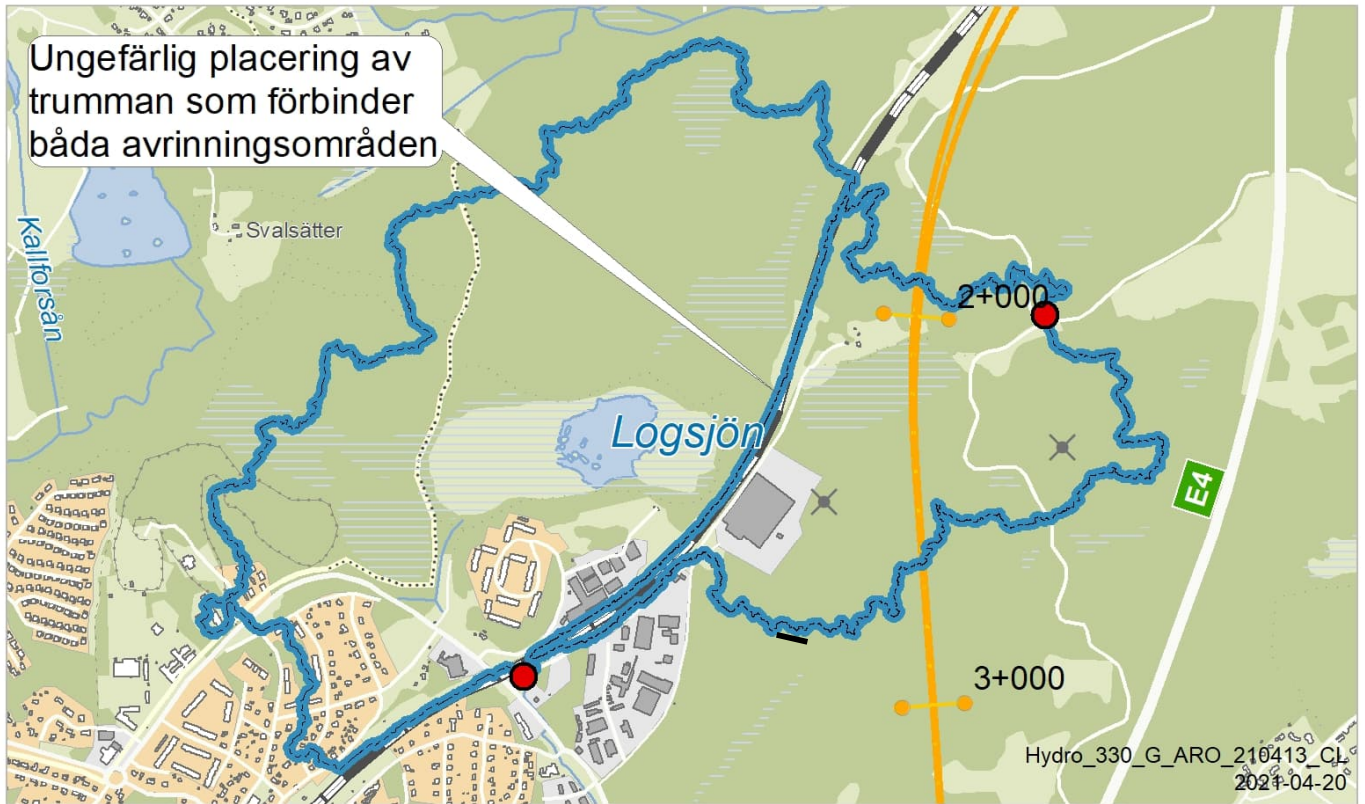
Ursprungligt avrinningsområde:



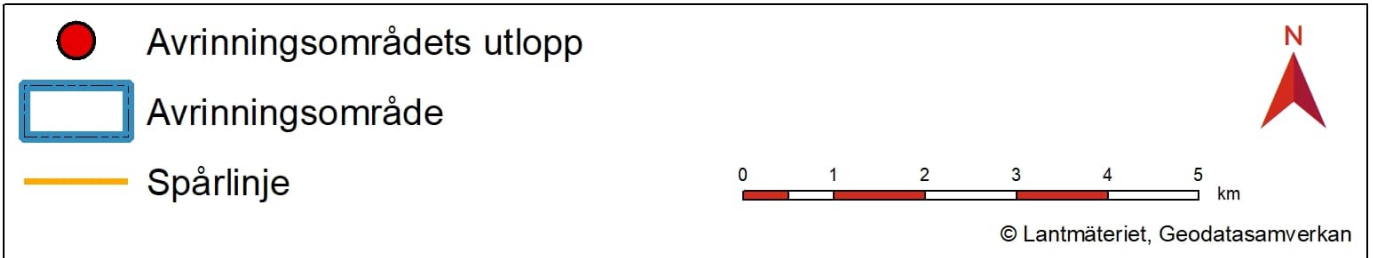
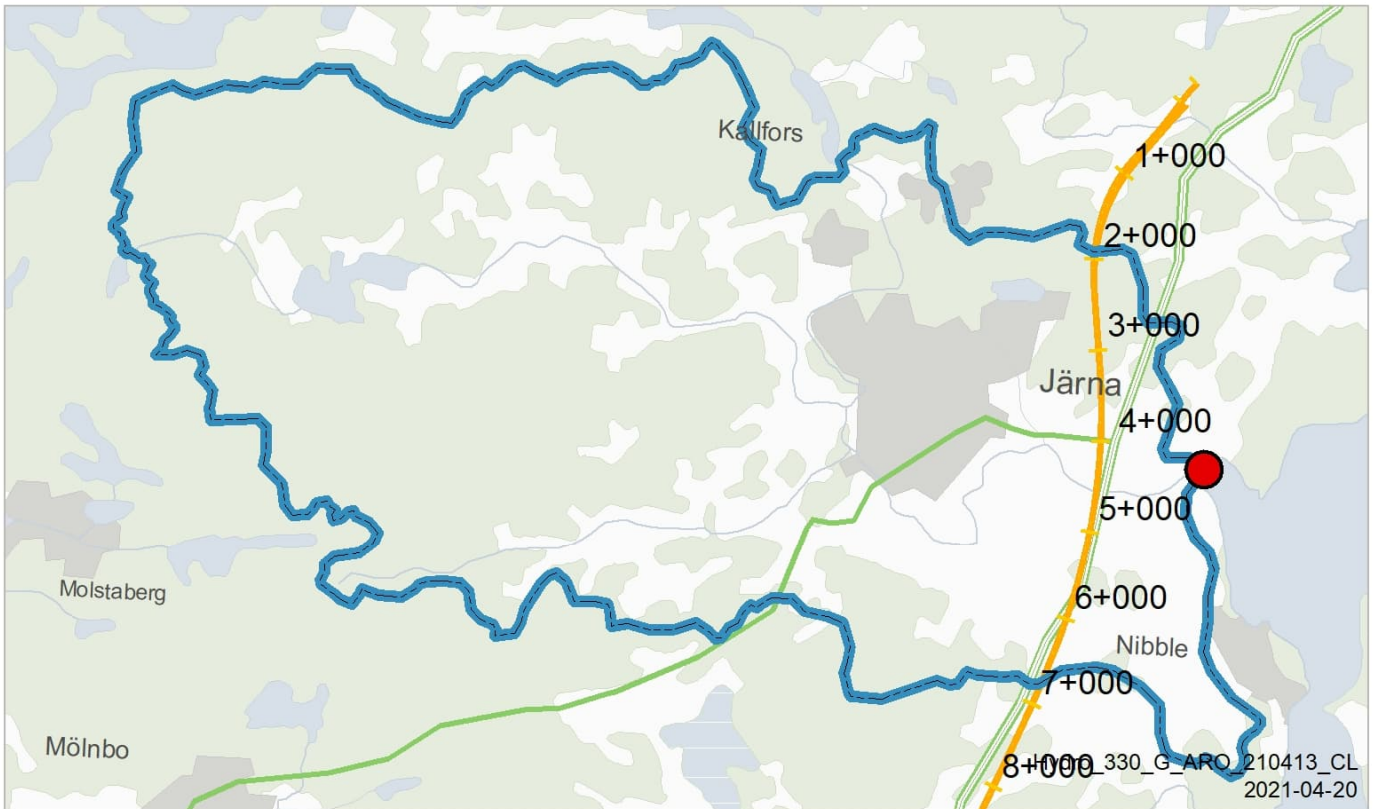
Ändring av avrinningsområdet med byggnation av anläggningen (blå polygon ursprunglig avrinningsområdet som delas med anläggningen, blåa pilar symboliserar de nya flödesriktningarna):



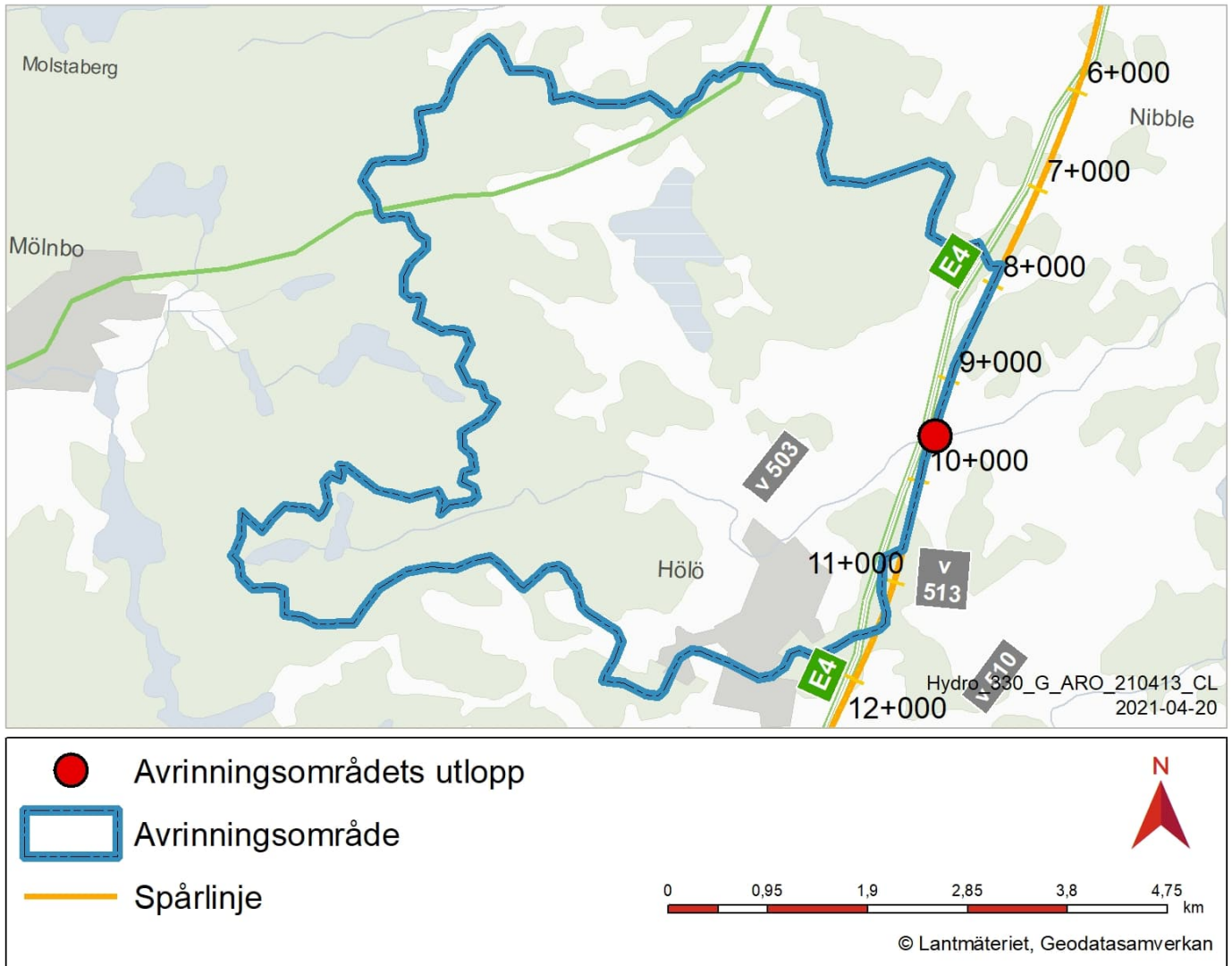
5.3 Sankmark vid km 2+200



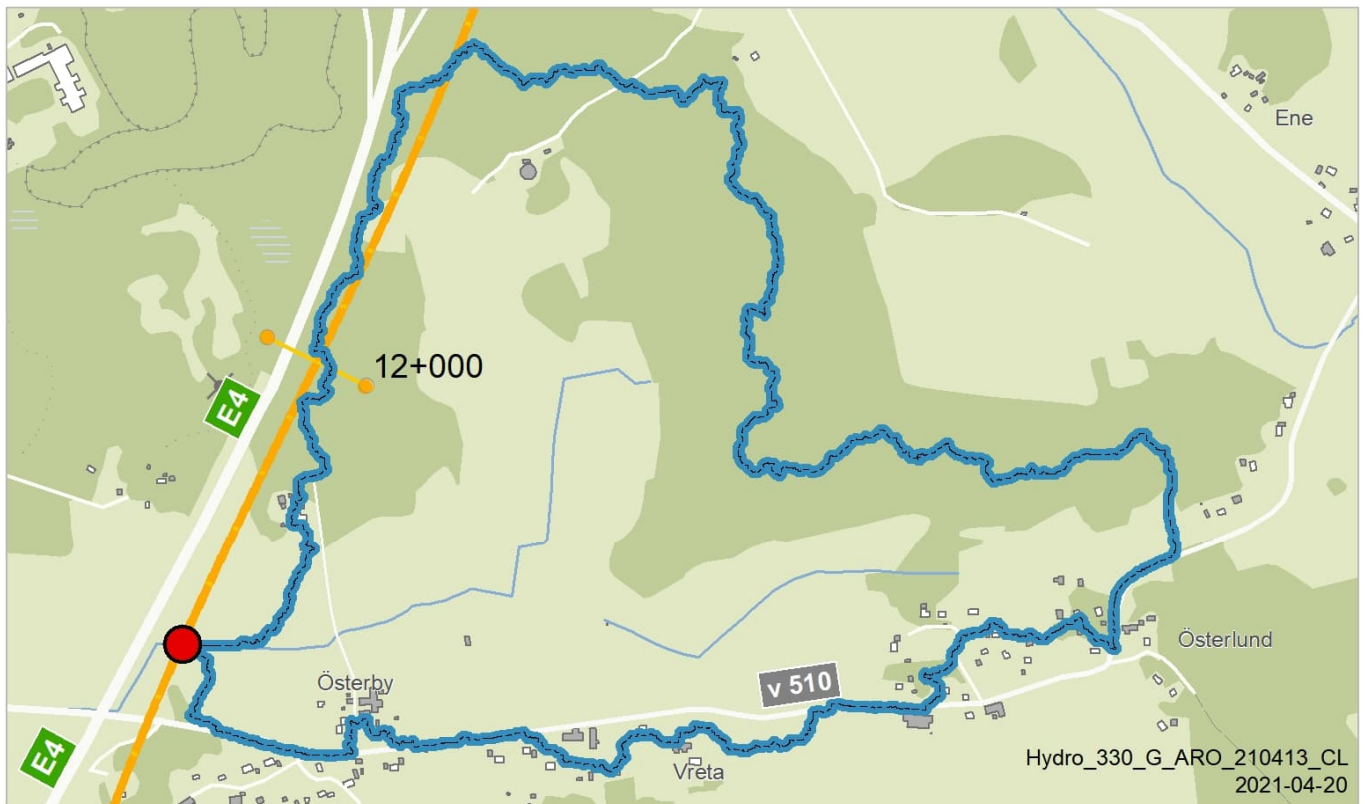
5.4 Moraån, km 4+550






5.5 Skillebyån, km 9+600



5.6 Dike Österby, km 12+500

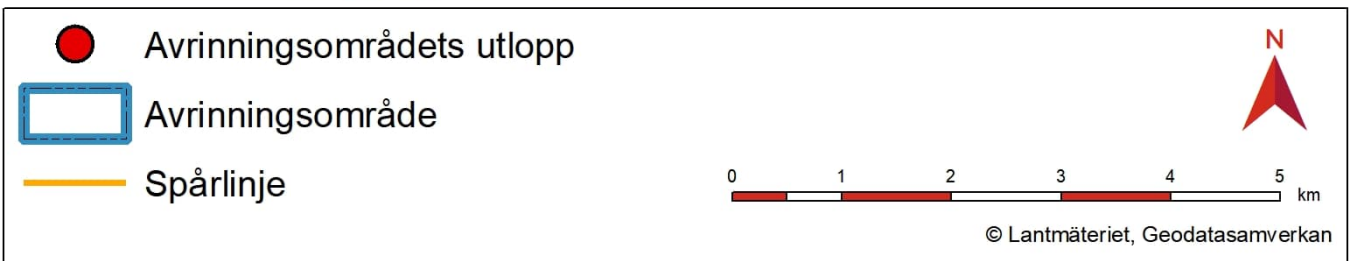
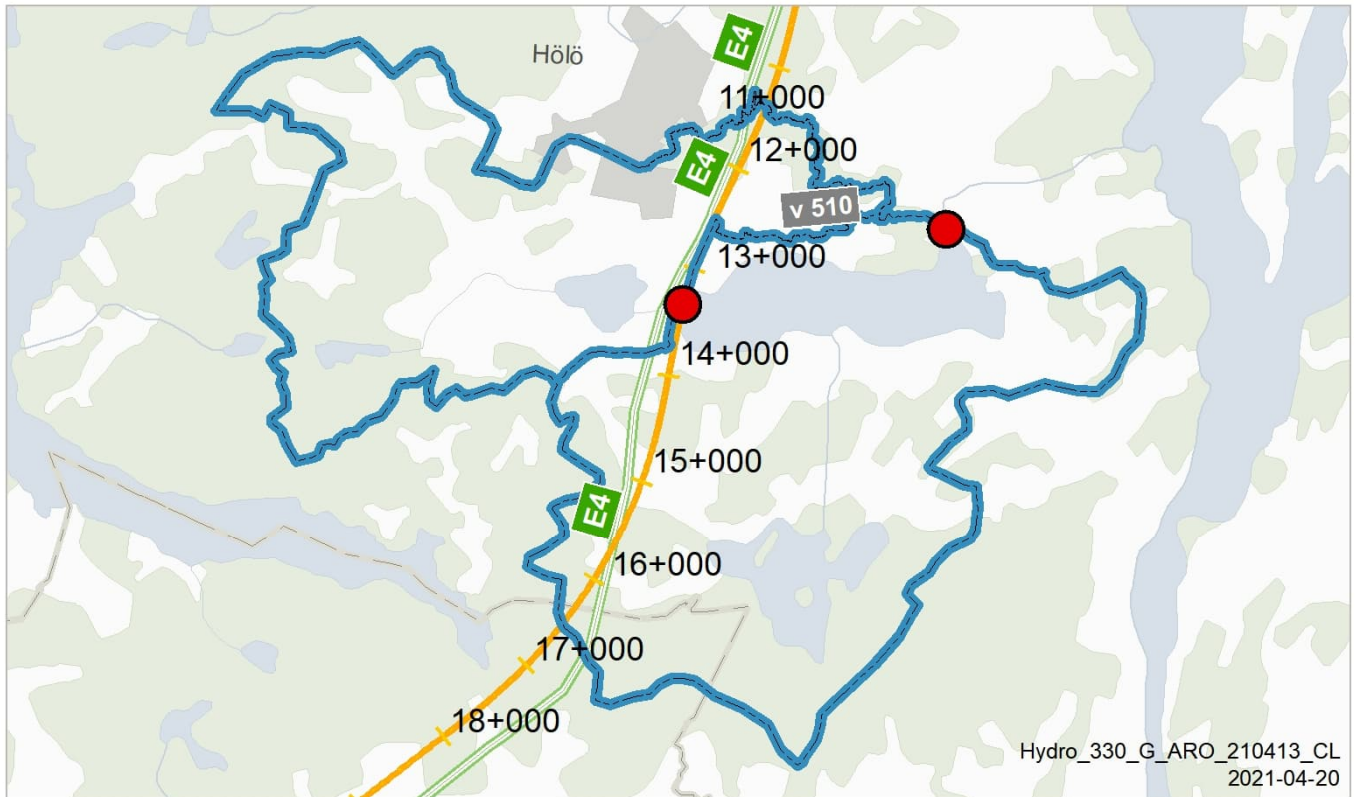


-  Avrinningsområdets utlopp
-  Avrinningsområde
-  Spårlinje

0 0,15 0,3 0,45 0,6 0,75 km

© Lantmäteriet, Geodatasamverkan

5.7 Kyrksjön, km 13+400



6 Appendix - Genomledningar järnväg

Förutsättningar och dimensionering																		
FID2	KM, nedspår	Storlek avrinnings-område [km2]	Dimension [mm]	Nedgrävningdjup [m]	Trumlängd [m]	Vattengång in [m]	Vattengång ut [m]	MQ [m3/s]	HQ50 [m3/s]	Dim. återkomst-tid	Dim. flöde [m3/s]	Vattendjup [m]	Vattennivå uppströms vid dim. flöde [m]	Nivå över hjässa vid dim., flöde [m]	Momentanvärde från dim. flöde [m3/s]	Vattendjup (från dikesbotten till vattenyta) [m]	Vattennivå uppströms vid momentanvärde för dimensionerande flöde [m]	Höjd över trumhjässa momentanvärde från dimensionerande flöde [m]
125	0+658	0,012	800	0,15	42	26,30	26,20	0,0001	0,32	50år+1,05 klimattfaktor	0,34	0,72	27,17	-0,23	0,58	1,21	27,66	0,56
120*	1+061	0,037	800	0,15	53	30,00	30,40	0,0003	0,33	50år+1,05 klimattfaktor	0,35	0,74	30,89	-0,21	0,60	1,26	31,41	0,61
49	1+407	0,031	800	0,15	20	33,58	34,08	0,0003	0,28	50år+1,25 klimattfaktor	0,35	0,74	34,47	-0,21	0,60	1,26	34,99	0,61
50	5+925	0,079	800	0,15	57	21,74	21,40	0,0007	0,30	50år+1,25 klimattfaktor	0,37	0,76	22,65	-0,19	0,63	1,35	23,24	0,70
180	7+142	0,581	800	0,15	51	35,00	34,25	0,0052	0,47	50år+1,25 klimattfaktor	0,58	0,50	35,65	-0,12	0,99	1,25	35,90	0,60
94	10+850	0,035	800	0,15	18	47,40	47,30	0,0003	0,28	50år+1,25 klimattfaktor	0,35	0,74	48,29	-0,21	0,60	1,26	48,81	0,61
54	11+003	0,029	800	0,15	54	43,70	42,75	0,0003	0,28	50år+1,25 klimattfaktor	0,35	0,73	44,58	-0,22	0,60	1,26	45,11	0,61
55	11+627	0,004	800	0,15	21	35,40	34,40	0,0000	0,27	50år+1,25 klimattfaktor	0,34	0,72	36,27	-0,23	0,58	1,21	36,76	0,56
119	13+130	0,038	800	0,15	69	10,18	9,47	0,0003	0,28	50år+1,25 klimattfaktor	0,35	0,74	11,07	-0,21	0,60	1,26	11,59	0,61

*Vid km 1+061 ligger en dubbeltrumma där båda trummorna är av samma dimension

Projektnamn	Skapat av (Leverantör)	Godkänt datum	Rev Datum
Ostlänken	Annemarie Briel, Adéle Wallin	2023-04-27	-
Ärendenummer	Granskat av (Leverantör)	Sidor	Version
TRV 2019/65709	Johan Kjellin, Terese Renström	90(90)	_.5
	Godkänt av (Leverantör)		
	Henrik Tham		

Konsekvensutredning*											
KM, nedspår	Bruksnivå [m]	RÖK [m]	HQ 200 [m ³ /s]	Vattennivå uppströms vid HQ200 [m]	HQ200 Nivå över hjässa [m]	1,5*HQ50 [m ³ /s]	Vattennivå uppströms vid 1,5*HQ50 [m]	Vattendjup (från dikesbotten till vattennivå) [m]	1,5*HQ50 Nivån över hjässa [m]	Beräkningsmetod flöde	Beräkningsmetod dimension
0+658	28,7	29,8	0,40	27,27	0,07	0,49	27,58	1,03	0,38	MB310 (2014)	MB310 (2014) ¹
1+061	33,1	34,1	0,42	30,89	0,09	0,50	31,21	1,06	0,41	MB310 (2014)	MB310 (2014) ²
1+407	36,5	37,4	0,35	34,47	0,09	0,42	34,56	0,83	0,18	MB310 (2014)	MB310 (2014)
5+925	24,2	26,3	0,37	22,65	0,11	0,44	22,77	0,88	0,23	MB310 (2014)	MB310 (2014)
7+142	35,9	36,9	0,58	35,65	0,12	0,70	35,75	0,65	0,25	MB310 (2014)	MB310 (2014) ³
10+850	49,0	50,0	0,35	48,29	0,09	0,42	48,38	0,83	0,18	MB310 (2014)	MB310 (2014)
11+003	48,7	49,8	0,35	44,58	0,08	0,42	44,68	0,83	0,18	MB310 (2014)	MB310 (2014)
11+627	37,8	39,5	0,34	36,27	0,07	0,41	36,35	0,80	0,15	MB310 (2014)	MB310 (2014)
13+130	13,2	14,2	0,35	11,07	0,09	0,42	11,16	0,83	0,18	MB310 (2014)	MB310 (2014)

¹ Stor magasinsvolym nära fastigheter och lågt flöde innebär att igensättning sannolikt upptäcks innan det blir ett problem för järnvägen.

² Kulvert väster om järnvägen (under flyoverbron).

³ Det finns en risk. Man har sannolikt något eller några dygn för att upptäcka problem. Relativt begränsat flöde, begränsad risk för igensättning med träd och grenar, men viktigt med tillsyn.