

Ostlänken

PM Yt- och grundvatten Gerstabergr-Långsjön

Nuläges- och effektbeskrivning miljökonsekvensbeskrivning

Södertälje kommun, Stockholms län

Bilaga D.2 till Miljökonsekvensbeskrivning vattenverksamhet

2023-06-13



Dokumenttitel: Ostlänken, PM Yt- och grundvatten GerstabergrLångsjön, Södertälje kommun, Stockholms län, Bilaga D.2 till Miljökonsekvensbeskrivning vattenverksamhet

Skapat av: Konsortiet ÅF/Tyréns

Dokumentdatum: 2023-06-13

Dokumenttyp: PM

DokumentID: OLP4-04-025-41000-0_0-0021

Ärendenummer: TRV 2019/65709

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Anna Roxell

Uppdragsansvarig: Linda Abrahamsson

Distributör: Trafikverket, 172 90 Sundbyberg, telefon: 0771-921 921, trafikverket@trafikverket.se

Innehåll

Läsanvisning.....	8
1 Inledning.....	9
1.1 Syfte.....	9
1.2 Ostlänken	9
1.3 Delsträckan GerstabergrLångsjön	9
1.4 Frågeställningar	11
1.5 Utredningsstrategi	11
1.5.1 Den iterativa utredningsstrategin	12
1.5.2 Riskexponerade objekt	13
1.5.3 Definitioner.....	14
1.5.4 Utredningsområde och påverkansområde.....	14
1.6 Koordinat- och höjdsystem	14
2 Utredningsmetodik	15
2.1 Avrinningsområden och vattenbalansberäkning	15
2.2 Inverkan av ett förändrat klimat	15
2.3 Utredningsmetodik ytvatten	17
2.3.1 Förutsättningar	17
2.3.2 Beräkningsmetodik ytvatten.....	17
2.4 Utredningsmetodik grundvatten	18
2.4.1 Grundvattnets förekomst i jord och i berg.....	18
2.4.2 Konceptuell modell grundvatten	19
2.4.3 Hydrogeologiska typmiljöer och dess känslighet för grundvattenpåverkan.....	19
2.4.4 Beräkningsmetodik grundvatten	22
2.4.5 Bedömning av påverkansområde grundvatten.....	23
3 Underlag och utförda undersökningar	24
3.1 Ytvatten	24
3.1.1 Underlag	24
3.1.2 Ytvattenprovtagning.....	24
3.1.3 Inmätningar och andra fältundersökningar	27
3.2 Grundvatten	30
3.2.1 Underlag	30
3.2.2 Grundvattennivåmätning	30
3.2.3 Hydraultester.....	32
3.2.4 Grundvattenprovtagning.....	34
3.3 Övriga fältundersökningar.....	34

3.3.1	Berg.....	34
3.3.2	Geoteknik.....	35
3.4	Förorenad mark	35
4	Inventering av yt- och grundvattenberoende objekt och värden	36
4.1	Vattenförsörjning, enskilda brunnar och större vattentäkter.....	36
4.1.1	Inventeringsresultat	36
4.2	Vattenanläggningar och befintliga vattenverksamheter	37
4.2.1	Befintliga tillstånd, exklusive markavvattningsföretag	37
4.2.2	Markavvattningsföretag.....	40
4.3	Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning	41
4.3.1	Inventeringsresultat	41
4.4	Energibrunnar	41
4.4.1	Inventeringsresultat	41
4.5	Naturvärden och våtmarker	42
4.5.1	Ytvattenberoende naturvärden	42
4.5.2	Grundvattenberoende naturvärden	43
4.5.3	Groddjursinventering.....	44
4.6	Grundvattenkänslig kulturmiljö.....	44
4.6.1	Inventeringsresultat	45
4.7	Areella näringar, jord- och skogsbruk.....	45
4.7.1	Inventeringsresultat	45
4.8	Förorenad mark	45
4.8.1	Inventeringsresultat	45
5	Beskrivning av generella effekter på yt- och grundvattenberoende objekt och värden ..	46
5.1	Vattenförsörjning, enskilda brunnar och större vattentäkter	46
5.2	Vattenanläggningar och befintliga vattenverksamheter.....	46
5.3	Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning	46
5.3.1	Sättningskrav.....	47
5.4	Energibrunnar	48
5.5	Naturvärden och våtmarker	48
5.5.1	Ytvattenberoende naturvärden	48
5.5.2	Grundvattenberoende naturvärden.....	48
5.6	Grundvattenkänslig kulturmiljö.....	50
5.7	Areella näringar, jord- och skogsbruk	51
5.7.1	Jordbruk.....	51
5.7.2	Skogsbruk.....	51
5.8	Förorenad mark.....	51

6	Övergripande områdesbeskrivning.....	52
6.1	Berggrund.....	52
6.2	Ytvatten	54
6.3	Grundvatten och jordartsgeologi.....	56
6.4	Indelning i delområden	58
7	Gerstaberger, km 0+000 till km 1+850.....	60
7.1	Översikt.....	60
7.2	Områdesbeskrivning.....	62
7.2.1	Topografi och markanvändning.....	62
7.2.2	Mark- och vattenförhållanden	63
7.2.3	Yt- och grundvattenberoende objekt	68
7.3	Vattenverksamheter Gerstaberger.....	70
7.3.1	Schakt för grundläggning av brostöd G0-003 km 0+500–1+490.....	70
7.3.2	Utfyllnad av våtmark	73
7.3.3	Skärningar	75
7.3.4	Tillfälliga schakt.....	76
7.3.5	Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder	77
8	Järna, km 1+850–km 6+930	79
8.1	Översikt	79
8.2	Områdesbeskrivning.....	81
8.2.1	Topografi och markanvändning.....	81
8.2.2	Mark- och vattenförhållanden	83
8.2.3	Yt- och grundvattenberoende objekt.....	88
8.3	Vattenverksamheter Järna	89
8.3.1	Gerstabergerstunneln.....	89
8.3.2	Anläggning av broar och erosionsskydd i Moraån.....	101
8.3.3	Betongtunnel under E4	104
8.3.4	Utfyllnad av våtmark.....	108
8.3.5	Skärningar	109
8.3.6	Tillfälliga schakt	110
8.3.7	Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder.....	110
9	Hölö norra, km 6+930–km 11+250	112
9.1	Översikt	112
9.2	Områdesbeskrivning.....	114
9.2.1	Topografi och markanvändning	114
9.2.2	Mark- och vattenförhållanden	116
9.2.3	Yt- och grundvattenberoende objekt	120

9.3	Vattenverksamheter Hölö norra	122
9.3.1	Bro över Skillebyån.....	122
9.3.2	Skärningar.....	127
9.3.3	Tillfälliga schakt.....	128
9.3.4	Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder	133
9.3.5	Utfyllnad av våtmark	133
10	Hölö södra km 11+250–km 14+700	134
10.1	Översikt	134
10.2	Områdesbeskrivning	136
10.2.1	Topografi och markanvändning	136
10.2.2	Mark- och vattenförhållanden.....	137
10.2.3	Yt- och grundvattenberoende objekt.....	142
10.3	Vattenverksamheter Hölö södra	144
10.3.1	Tråg under väg 510	144
10.3.2	Bro över Kyrksjön	147
10.3.3	Edebytunnlarna	150
10.3.4	Skärningar.....	154
10.3.5	Tillfälliga schakt	155
10.3.6	Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder.....	156
11	Referenser	158
11.1	Underlagsrapporter.....	158
11.2	Referenser.....	158
11.3	Figurer och bilagor	159
12	Begrepp och definitioner	162

Bilagor:

Bilaga D.2.1, Hydrogeologiska kartor med planerade vattenverksamheter, påverkansområden, utförda undersökningar och mätpunkter (benämns i dokumentet som Bilaga D.2.1, i vissa fall med bokstav/bokstäver enligt nedan).

- a) Vattenverksamheter
- b) Grundvattenmätningar och mätpunkt i ytvatten
- c) Hydrauliska tester och geotekniska undersökningar

Bilaga D.2.2 Yt- och grundvattenberoende objekt 4.1 (benämns i dokumentet som Bilaga D.2.2, i vissa fall med bokstav/bokstäver enligt nedan).

- a) Vattenförsörjning
- b) Vattenanläggningar och befintlig. vattenverksamhet
- c) Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning
- d) Energibrunnar
- e) Naturvärden och våtmarker
- f) Kulturmiljövärden
- g) Förorenade områden

Bilaga D.2.3 PM Beräkningar grundvatten 4.1 (benämns i dokumentet som Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten*).

Läsanvisning

Ostlänken omfattar flera delsträckor med separata prövningar avseende tillstånd för vattenverksamhet. PM Yt- och grundvatten utgör en underbilaga till Bilaga D *Miljökonsekvensbeskrivning vattenverksamhet Gerstabergh–Långsjön* (benämns fortsatt i dokumentet Bilaga D *MKB vattenverksamhet*). Denna PM omfattar de förutsättningar och effektbedömningar som utgör grund för konsekvensbedömningen som görs i miljökonsekvensbeskrivningen.

Utredningsstrategin och metodiken har i tillämpliga delar utförts lika för Ostlänkens samtliga delsträckor. Strategi och metodik redovisas i de inledande avsnitten. Därefter följer en redovisning av de undersökningar, utredningar och inventeringar som utförts och som ligger till grund för beskrivningen av nuvarande mark- och vattenförhållandena och för den påverkans- och effektbedömning som redovisas. Bedömningarna grundar sig på Bilaga D.1 *PM Bedömningsgrunder-Underlagsmaterial för stöd vid värdering och bedömning* (benämns fortsatt i dokumentet Bilaga D.1 *Bedömningsgrunder*). Mer omfattande inventeringsresultat eller beräkningsunderlag redovisas i bilagor.

En kortfattad beskrivning av förutsättningar för järnvägsanläggningens sträckning på delen Gerstabergh–Långsjön görs i kapitel 6. I samma kapitel motiveras indelning i delområden som utgör grund för de prövningar avseende tillstånd vattenverksamhet som görs för delsträckan. I kapitel 7 till 10 finns en mer detaljerad genomgång av förutsättningar för olika delområden och påverkan och effekter till följd av vattenverksamhet beskrivs. Här beskrivs även effekter på allmänna och enskilda värden och objekt. I de fall anläggningar i vattenområdet tillsammans med övriga anläggningsdelar ger upphov till ändrade strömningsförhållanden, exempelvis genom att drän- och dagvatten tillförs vattendraget, beskrivs den kumulativa effekten i detta dokument. ID för vattenverksamheter som berör grundvatten startar med G, exempelvis G01-001 och vattenverksamheter som berör ytvatten startar med Y. De två efterföljande siffrorna anger vid vilken kilometer vattenverksamheten utförs medan de tre sista siffrorna anger ett löpnummer.

Byggmetoder och anläggningsdelar redovisas mer i detalj i *Bilaga C Teknisk beskrivning vattenverksamhet Gerstabergh–Långsjön* (benämns fortsatt i dokumentet *Bilaga C Teknisk beskrivning vattenverksamhet*). I denna PM redovisas tekniska utföranden endast i den omfattningen att den vattenverksamhet som anläggningen medför kan förstås och att avsnittet om bedömd omgivningspåverkan blir lättare att följa.

1 Inledning

1.1 Syfte

Syftet med denna PM är att beskriva och att redovisa bedömd påverkan och effekt till följd av de vattenverksamheter som uppkommer längs Ostlänken på delsträcka Gerstabergr–Långsjön vilken motsvarar järnvägsplan med samma namn. I denna PM redovisas rådande mark- och vattenförhållanden samt övrig kunskap utifrån de undersökningar och utredningar som är av relevans för de planerade vattenverksamheterna. En viktig produkt från denna PM är påverkansområdet för grundvattenbortledning som ligger till grund för den geografiska avgränsningen av påverkan på grundvattenberoende objekt och värden. Även förändrade förhållanden i ytvatten till följd av arbete inom vattenområde, samt eventuell skyddsinfiltration beskrivs och effekter bedöms i denna PM.

1.2 Ostlänken

Ostlänken mellan Järna och Linköping ska svara på människors behov av hållbara resor och transporter, ge regionerna förutsättningar att växa samt skapa möjligheter att utöka andelen regionaltrafik och godstransporter på den befintliga järnvägen.

1.3 Delsträckan Gerstabergr–Långsjön

Den aktuella delsträckan är den nordligaste delen av Ostlänken. Den ansluter till den befintliga järnvägen, Västra stambanan, vid Gerstabergr norr om Järna. Ostlänken ligger i huvudsak nära E4 och på vägens östra sida, utom längst i norr där den nya järnvägen är belägen väster om E4 de första fem kilometerna. Området är ett sprickdalslandskap, tydligt kuperat i öst-västlig riktning med omväxlande höjdryggar och dalgångar tvärs järnvägens sträckning. Det medför att Ostlänken ligger omväxlande på mark, på bro och i tunnel. På denna delsträcka planeras inga nya stationer.

De större anläggningsdelarna som medför behov av grundvattenbortledning i bygg- eller driftskede är en 1,3 kilometer lång bergtunnel, benämnd Gerstabergrstunneln, med en anslutande cirka 240 meter lång betongtunnel i söder, en betongtunnel (300 meter) och tillhörande tråg på var sida betongtunneln (tillsammans cirka 300 meter) där järnvägsanläggningen passerar under E4 söder om Järna samt två korta bergtunnlar (150 respektive 160 meter vardera, cirka 200 meter vardera inklusive tunnelportaler) söder om Kyrksjön, benämnda Edebyttunnlarna. Grundvattenbortledning uppkommer även vid flertalet skärningar och tillfälliga schakt för brostöd, utskiftningar med mera. För att minska grundvattenpåverkan till följd av dessa arbeten planeras tillfällig skyddsinfiltration i byggskedet vid behov för att skydda vissa riskexponerade objekt.

Ostlänken passerar på bro över förekommande vattendrag, Moraån och Skillebyån, här anläggs erosionsskydd för att skydda Ostlänken. Ostlänken passerar även över Kyrksjön på en 725 meter lång bro som fortsätter ut över dalgången söder om Kyrksjön. Andra arbeten i vattenområde utgörs av utfyllnad av mindre våtmarker för spåranläggningen samt kulvertering och omledning av diken.

Den totala längden på delsträckan Gerstabergr–Långsjön är 14,7 kilometer, varav 10 kilometer är på mark, cirka 2,5 kilometer på bro och 2,2 kilometer i tunnel. I Figur 1 visas delsträckan i en översikt.



Figur 1: Översikt över järnvägsanläggningen delsträcka Gerstaberget–Långsjön, samt indelning i delområden.

Delsträckan GerstabergrLångsjön har delats in i fyra delområden baserat på naturförutsättningar och planerade vattenverksamheter, och beskrivs närmare i avsnitt 6. För varje delområde upprättas en ansökan om tillstånd för vattenverksamhet som lämnas till mark- och miljödomstolen. De fyra delområdena är:

- Gerstabergr, km 0+000–1+850
- Järna, km 1+850–6+930
- Hölö norra, km 6+930–11+250
- Hölö södra, km 11+250–14+700.

1.4 Frågeställningar

Där Ostlänkens förläggs inom ett vattenområde eller under grundvattenytan kan anläggningen medföra en påverkan på yt- och/eller grundvattenförhållandena. Med vattenområde avses enligt 11 kap. miljöbalken det område som står under vatten vid högsta förutsebara vattenstånd. Påverkan på yt- och/eller grundvattenförhållanden kan ge effekter i form av förändrade ytvattenflöden, marksättningar etcetera. Dessa effekter på omgivningen kan i sin tur ge upphov till oönskade konsekvenser för objekt som är beroende av yt- eller grundvattenförhållanden. I Bilaga D Miljökonsekvensbeskrivning vattenverksamhet GerstabergrLångsjön avsnitt 4.3.3, sidan 46, redovisas underlag för en konsekvensbedömning utifrån bedömd påverkan/effekt och bedömt värde för de enskilda objekten som riskerar att påverkas.

För att redovisa påverkan och effekter av den sökta vattenverksamheten på yt- och grundvattenförhållandena har följande frågeställningar utretts i detta PM:

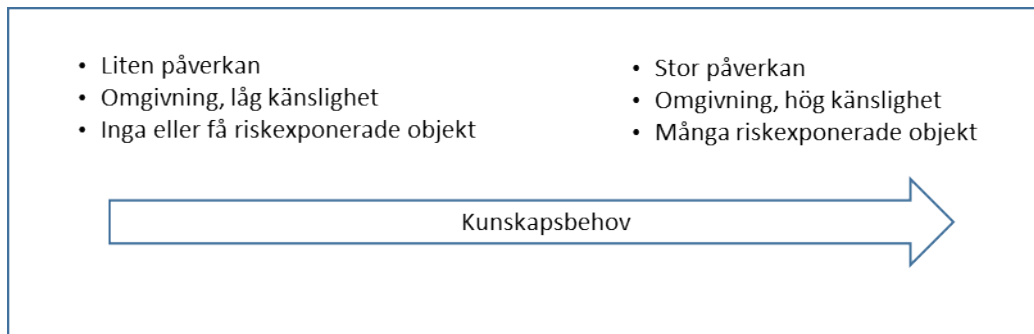
- Vilka förutsättningar råder där vattenverksamheten ska utföras?
- Hur stor och vilken typ av påverkan och effekt kan uppkomma till följd av planerad vattenverksamhet?
- Vilka objekt eller värden kan påverkas av vattenverksamheten?
- Vilka skyddsåtgärder är lämpliga att vidta för att minska risken för skador?

1.5 Utredningsstrategi

För att besvara frågeställningarna ovan, har kunskap inhämtats om markbeskaffenheten, yt- och grundvattenförhållandena (omgivningsförhållandena) samt om förekomst av objekt och värden som kan påverkas negativt av vattenverksamheterna.

Vad som är tillräcklig kunskap för att kunna beskriva ovanstående beror på i huvudsak tre delar:

- Vattenverksamhetens storlek/påverkan.
- Områdets känslighet, dvs. om påverkan sker inom ett område där en påverkan kan ge en negativ effekt på markförhållandena, exempelvis marksättning, eller uttorkning av blöta eller fuktiga markområden.
- Om det förekommer yt- eller grundvattenberoende objekt som kan påverkas, se Figur 2.



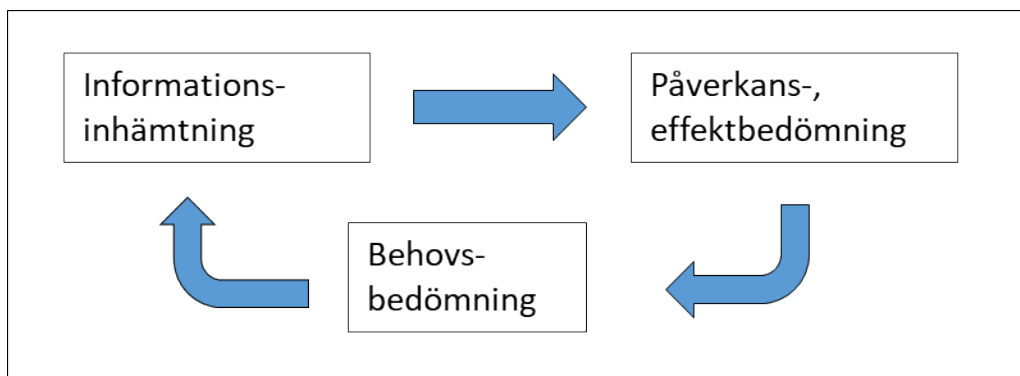
Figur 2: Principiell beskrivning av att kunskapsbehovet ökar vid större påverkan, känslig omgivning eller stora värden.

Vattenverksamhet och omgivningens känslighet

Utifrån vattenverksamhetens (eller samverkande vattenverksamhetens) storlek och egenskaper och hur känslig omgivningen är för en påverkan bedöms hur stor påverkan vattenverksamheten kan antas medföra. Exempelvis riskerar effekten av en grundvattensänkning att bli större inom ett område med sättningsbenägen mark än i ett område med ytligt berg och torrare markförhållanden. Översiktlig klassificering av möjlig omgivningseffekt avseende grundvattenpåverkan görs genom användande av hydrogeologiska typmiljöer, se vidare avsnitt 2.4.3. Beroende på vattenverksamhetens storlek och förekomst av yt- och grundvattenberoende objekt har ytterligare utredningar, exempelvis fältundersökningar, utförts. För beskrivning av den iterativa utredningsstrategin, se avsnitt 1.5.1.

1.5.1 Den iterativa utredningsstrategin

Kärnan i utredningsstrategin är att systematiskt samla in och successivt utvärdera information. Processen kan enkelt beskrivas i tre steg som itereras till dess att tillräcklig kunskap finns om ett visst område eller objekt, se Figur 3.



Figur 3: Illustration över den iterativa utredningscirkeln.

Inhämta och sammanställa information

I ett första steg inventeras och sammanställs befintlig information från myndigheter, tidigare projekt och undersökningar. Kunskapen kompletteras vid behov med fältundersökningar och utredningar.

Detta underlag sammanställs i en konceptuell modell (begreppsmässig beskrivning) över mark- och vattenförhållandena som förfinas efterhand ny kunskap inhämtats, se vidare avsnitt 2.4.2 below.

Påverkan och effektbedömning

Tillsammans med den konceptuella förståelsen av omgivningsförhållandena beräknas och bedöms vilken påverkan som vattenverksamheten kan ge upphov till. Utifrån detta bedöms effekt för omgivningsförhållandena samt eventuella konsekvenser för yt- och grundvattenberoende objekt.

Konsekvensbedömningen till följd av vattenverksamhet redovisas i Bilaga D *MKB vattenverksamhet*.

Bedömt behov av vidare utredningar

Som sista stegkapitel i den iterativa utredningscirkeln identifieras var ytterligare kunskap behövs för att slutligt kunna redovisa effekterna av den sökta vattenverksamheten. Behovet av ytterligare kunskapsinhämtning kopplas till frågeställningen för den aktuella platsen utifrån utredningsstrategin, se Figur 3 ovan. Det görs även en bedömning om anläggningens utförande bör anpassas (skadeförebyggande åtgärd) eller om skyddsåtgärder kan vidtas för att minska risken för skada på omgivningen.

1.5.2 Riskexponerade objekt

Den sista och viktigaste parametern för värdering av kunskapsbehovet är förekomst och egenskaper hos yt- eller grundvattenberoende objekt och värden som kan påverkas av vattenverksamheterna. Yt- och grundvattenberoende objekt inventerades i ett tidigt skede inom ett utredningsområde (beskrivs i avsnitt 1.5.3) och finns redovisade i *Bilaga D.2.2. Yt- och grundvattenberoende objekt*. De objekt som efter fortsatta utredningar fortfarande bedöms kunna påverkas negativt av vattenverksamheternas direkta påverkan eller effekter benämns som riskexponerade objekt. Det är dessa objekt som konsekvensbedöms och vid behov har ytterligare fördjupade utredningar utförts.

För grundvattenberoende objekt är det de objekt som finns inom påverkansområdet för grundvatten (beskrivs i avsnitt 1.5.3), som betraktas som riskexponerade objekt. För ytvattenberoende objekt beror påverkan på typ av objekt och vilken typ av påverkan som vattenverksamheten ger upphov till. Specifik bedömning görs när det gäller ytvattenberoende objekt därför per objekt eller värde.

När denna PM upprättas pågår provning av järnvägsplan för aktuell sträcka. Järnvägsplanen reglerar vilka markområden som får nyttjas för anläggande och drift av Ostlänken. Miljöpåverkan till följd av planen beskrivs i en egen miljökonsekvensbeskrivning för järnvägsplanen. Järnvägsplanen innebär att flera av de yt- och grundvattenberoende värden som inventerats inte kommer att finnas kvar när arbete med vattenverksamheter påbörjas. De objekt som kommer att bortas i samband med genomförandet av järnvägsplanen utgör således inte riskexponerade objekt vid provning av vattenverksamhet och inte heller när vattenverksamheten genomförs. Inventering av samtliga objekt och värden redovisas i avsnitt 4 i denna PM. De objekt som tas bort i samband med genomförande av järnvägsplanen ingår inte i påverkansbedömningen i avsnitt 6 och 7 samt konsekvensbedömningen i MKB för vattenverksamhet då de redan är hanterade inom järnvägsplanen och dess MKB. Exempel på yt- och grundvattenberoende objekt som har utelämnats från bedömningen av riskexponerade objekt i detta PM är bland annat:

- Brunnar samt byggnader och anläggningar inom markanspråk. Dessa kommer att lösas in av Trafikverket innan anläggningsarbeten påbörjas.
- Ledningar som behöver läggas om med anledning av Ostlänken fysiska utbredning. Dessa förutsätts anläggas så att de inte skadas vid förväntade grundvattensänkningar.
- Naturvärden och våtmarker inom markanspråk. Anläggningsarbetena inleds med att ta bort vegetation inom område för anläggningen. Förekommande naturvärden tas då bort.
- Fornlämningar inom markanspråk som kommer att undersökas och grävas ut innan anläggningsarbeten påbörjas. Detta gäller även de fornlämningar som ligger utanför markanspråk som sedan tidigare är undersökta (utgrävda) eller som länsstyrelsen har tagit beslut om ska undersökas (grävas ut) i samband med utbyggnaden av järnvägsanläggningen.

Risker och osäkerheter hanteras genom att göra konservativa bedömningar och genom att ha ett väl utvecklat kontroll- och åtgärdsprogram i bygg- och driftskede. Med konservativa bedömningar menas att antaganden, beräkningar och bedömningar görs så att risken för negativ konsekvens av vattenverksamheten överskattas.

1.5.3 Definitioner

Ytvattenberoende objekt eller värde – samlingsnamn för de allmänna eller enskilda intressen som inventerats inom utredningsområdet och vars värde eller egenskaper beror av ytvattensituationen, inklusive vattennivå, flöde och vattenkvalitet.

Grundvattenberoende objekt eller värde – samlingsnamn för de allmänna eller enskilda intressen som inventerats inom utredningsområdet och som är beroende av grundvattensituationen för att bibehålla sitt värde eller sina egenskaper.

Riskexponerade objekt – de yt- eller grundvattenberoende objekt och värden som efter utredning bedöms kunna påverkas av vattenverksamheterna.

1.5.4 Utredningsområde och påverkansområde

I ett tidigt utredningsskede, i anslutning till linjevalet, togs ett utredningsområde fram.

Utredningsområdet omfattar det område som inventeringar, undersökningar och utredningar utförs inom för att utreda påverkan av planerade vattenverksamheter. Området är tilltaget med god marginal för att inventeringsarbetet skulle få en tillräcklig omfattning. Utredningsområdets geografiska utbredning redovisas i Bilaga D.2.1 *Hydrogeologiska kartor*.

Påverkansområde för grundvatten redovisas som en gräns utanför vilken någon grundvattenpåverkan av betydelse för något grundvattenberoende objekt inte förväntas uppkomma. En sådan påverkan bedöms kunna uppkomma vid en sänkning av grundvattennivå motsvarande > 0,3 meter i jord och > 1 meter i berg (jämfört mot tidigare års nivåvariation). Utbredningen av området är bedömd inklusive vidtagna skadeförebyggande åtgärder (till exempel tråg), men utan eventuella skyddsåtgärder, såsom infiltration av vatten för att bibehålla grundvattennivåerna.

1.6 Koordinat- och höjdsystem

I detta dokument anges koordinatsystemet Sweref 99 18 00 och höjdsystemet RH2000, om ej annat anges i anslutning till plats- och höjduppgifter.

2 Utredningsmetodik

I detta avsnitt beskrivs den generella utredningsmetodik som tillämpats för påverkans- och effektbedömning inom delsträckan. Mer specifika utredningar beskrivs i efterföljande avsnitt.

Vattenområden avgränsas inom delen Gerstabergr–Långsjön enligt följande:

- Sjöar, vattendrag, diken har identifierats enligt Lantmäteriets terrängkarta (nedladdad 2017-02-09). Vattenområde vid sjöar, vattendrag och diken har här avgränsats av den yta som beräknats täckas av vatten vid flöden som uppstår med en återkomsttid av 100 år.
- Våtmarksområden har identifierats med Lantmäteriets terrängkarta (sankmark) och Nationella marktäckedatabasen NMD (nedladdad 2020-02-24). Vattenområde vid våtmarker har i praktiken i samband med fältbesök avgränsats genom bedömning av det område som präglas av tecken på återkommande översvämning, såsom förekomst av hydrofil vegetation.
- Andra mindre vattendrag, diken och våtmarksområden identifierade vid fältbesök.

2.1 Avrinningsområden och vattenbalansberäkning

Avrinningsområdesgränser följer normalt topografiska höjdryggar. I vissa fall kan dock avrinningsområdena avgöras av andra aspekter än markytans topografi, till exempel kan grundvattenflödesriktningar styras av marklagrens beskaffenhet. Avrinningsområden definieras från en vald utflödespunkt.

Vattenbalansberäkningar kan användas för att redovisa årsmedelvärden eller medelvärden för andra tidsperioder. Därmed ingår lagring/magasiner som en parameter. Vilken tidsperiod som beräkningen avser måste beaktas för förståelsen av redovisade bedömningar och slutsatser i denna PM. Det är stor skillnad på vattenbalansen för en enstaka månad jämfört med års- eller flerårsberäkningar.

En vattenbalans för ett avrinningsområde beskriver hur mycket vatten som tillförs och bortförs från ett område under en viss tid. Inom ett avrinningsområde finns inströmnings- och utströmningsområden för grundvatten, olika grundvattenmagasin, olika flödes(kontakt)vägar mellan grundvattenmagasinen samt mellan grundvattenmagasinen och diken/ytvattendrag.

För utförligare metodbeskrivning av vattenbalansberäkningar se Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten*.

2.2 Inverkan av ett förändrat klimat

Framtidens klimat kommer att skilja sig från dagens. FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) förutser en ökning av temperatur, årlig nederbörds mängd, intensitet och frekvens av extrem nederbörd, samt stigande havsvattennivåer. För vägar och järnvägar, såsom i projektet Ostlänken, innebär de prognostiserade klimatförändringarna generellt förhöjda risker i vissa områden till följd av till exempel ökad skred- och rasbenägenhet samt erosion.

Klimatförändringar kan påverka grundvattennivåerna på olika sätt. Ökad nederbörd ger ökad grundvattenbildning men ökad avdunstning till följd av högre temperaturer leder till minskad grundvattenbildning. Hur grundvattennivåerna förändras beror även på geologin där små grundvattenmagasin i morän reagerar snabbt och stora grundvattenmagasin av sand och grus reagerar långsamt.

För små och snabbreagerande grundvattenmagasin förväntas årsmedelnivåerna för grundvatten inte förändras nämnvärt i området för Ostlänken på grund av ett förändrat klimat (SGU, 2015a). För stora grundvattenmagasin skulle eventuellt nivåerna i dessa kunna sjunka i slutet av seklet. Under

vårmånaderna förväntas grundvattennivåerna däremot sjunka i de små grundvattenmagasinen, till följd av minskat snötäcke och förlängd vegetationsperiod.

I de snabbreagerande grundvattenmagasinen förväntas ett framtida klimat i slutet av seklet inte medföra några betydande förändringar avseende grundvattennivåvariationer över året (spännvidd i grundvattennivåer oförändrad). En större spännvidd i nivåvariationer kan dock förväntas uppstå i långsamreagerande grundvattenmagasin, då de lägsta grundvattennivåerna förväntas bli lägre (SGU, 2015a).

Gällande ytvatten är stora nederbörds mängder på kort tid ofta orsaker till översvämningar, framför allt i bebyggda områden. Vid till exempel skyfallskartering och beräkning av flöden i små vattendrag har korttidsnederbörd beaktats. Under 2018 publicerade Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) en studie om korttidsnederbörd i Sveriges framtida klimat (SMHI, 2018). I studien har fyra olika klimatzoner identifierats. Ostlänken tillhör klimatzon sydost. Ju intensivare nederbörd, desto mer förväntas nederbörds mängden öka i framtida klimat. För tillfällen med 100 års återkomsttid visar RCP4.5 en ökning av nederbörden på upp till 31 % och RCP8.5 på upp till 40 %. Störst är ökningen för de korta varaktigheterna, 1–2 timmar.

Säsongsvariationen i vattenföring drivs till stor del av nederbörds mönster och lagring av vatten i landskapet i till exempel snö och sjöar. I ett klimat med högre temperatur kan denna säsongsvariation förändras och bli mindre accentuerad. Vattenföringens säsongsvariation förväntas gå från en flödesregim med vårflödestopp, låga sommarflöden och högre höstflöden mot högre flöden under vinter och en lägre vårfloed (SMHI, 2015). Dessa förändringar syns tydligast mot slutet av detta sekel.

Förändrade säsongsvariationer med ökade flöden och högre temperaturer kommer även att drabba ekosystemen i sjöar och vattendrag. Exempelvis kan det i ett vattendrag ske en skiftning i artsammansättningen som innebär att tillgång på föda inte följer efterfrågan i samma utsträckning som idag.

Vid dimensionering av Ostlänken har klimatförändringarna tagits hänsyn till. I genomförd skyfallskartering och beräknad flödesbildning i små vattendrag har nederbörd justerats med klimatfaktorer upp till 40 % ökning som valts utifrån tidshorisont. Vid medelstora och stora vattendrag har specifika klimatjusteringar gjorts utifrån förutsättningarna i vattendragens avrinningsområden, samt utifrån olika tidshorisonter.

Underlag för den dimensionering som har gjorts för järnvägsanläggningen kopplat till framtidens klimat redovisas i TB *Bilaga C4 Beräkningar ytvatten*.

2.3 Utredningsmetodik ytvatten

2.3.1 Förutsättningar

Det finns ofta ett bra kunskapsunderlag för att konceptuellt beskriva hydrologiska egenskaper hos en sjö, vattendrag eller våtmark. Större sjöar och vattendrag utgör vattenförekomster som omfattas av miljökvalitetsnormer. Information om deras hydrografi, status och åtgärdsbehov finns tillgängliga i VISS (VattenInformationsSystem Sverige, viss.se). Därtill redovisar SMHI data om flöden, avdunstning och avrinningsområden som kan ligga till grund för nulägesbeskrivningar samt påverkans-, effekt- och konsekvensbedömningar (<https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb>).

Den permanenta påverkan som uppkommer på vattendrag beror i första hand på hur spårlinjen är förlagd i plan och profil. Anläggningens konsekvenser på förekommande värden på grund av anläggningens markanspråk beskrivs i Bilaga D.3 *Miljökonsekvensbeskrivning Ostlänken - Järnvägsplan delen Gerstabergr - Långsjön* (hädanefter benämnd D.3 *MKB för järnvägsplan*). I MKB för järnvägsplan beskrivs även påverkan på miljökvalitetsnormer för vatten, avseende både bygg- och driftskede.

De diken och vattendrag som Ostlänken korsar kommer att kulverteras, förläggas i trumma eller passeras på bro, i vissa fall kombinerat med kortare omledningar. I projekteringen av dessa passager beräknas vattenflödet för olika flödesförhållanden och med hänsyn till ett förändrat klimat, se Teknisk beskrivning Bilaga C4 *PM Beräkningar ytvatten*. I projekteringen utformas även anläggningar enligt Trafikverkets standardkrav så att inte några vandringshinder för fauna uppkommer.

Samtliga vattenverksamheter längs sträckan redovisas i handlingarna inklusive alla mindre trummor och diken i områden som tidvis kan tänkas leda naturvatten.

2.3.2 Beräkningsmetodik ytvatten

Beroende på typ av påverkan har olika ytvattenberäkningar utförts för att bedöma effekter. Valda metoder samt utförda beräkningar redovisas i Bilaga C.4 *PM Beräkningar ytvatten 4.1* (benämns fortsatt i dokumentet som Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten*) som utgör underbilaga till den tekniska beskrivningen.

För flödesberäkningar i ytvattendrag metodiken i Trafikverkets råd TDOK 2014:0051 använts som baseras på avrinningsområdets storlek och egenskaper. Därtill har specifika beräkningsförutsättningar för klimatsäkring av Ostlänken tillämpats (Trafikverket, 2016a-f). Utöver dessa används under vissa förutsättningar även andra metoder, till exempel S-hypedata för långtidssimulering av högvattennivåer vid stora magasinvolymmer. För dimensionering av Ostlänken används klimatscenarior utifrån metodiken redovisad ovan under 2.2, och med specifik redovisning för enskilda vattendrag i Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten*.

Bland **flödesbestämningsmetoderna** som använts ingår frekvensanalys av flödesmätningsserier, hydrologiska datamodeller samt Trafikverkets egna flödesberäkningsmetoder. Utifrån behov har både medelvärdesbildade flöden (medel av låg-, medel- och högflöden) och tillfälliga flödespulser kvantifierats och ibland har även beräkningar gjorts för olika säsonger/scenarier.

Vattennivå, vattenutbredning, och vattenhastighet har i enkla fall tagits fram med handberäkningar, såsom beräkningar utifrån Mannings ekvation, men vid komplicerade fall har hydrauliska datamodeller använts. Hydrauliska datamodeller använder sig generellt av energi-ekvationen och beräknar friktionsförluster med Mannings formel för att lösa ut vattennivåer och vattenhastigheter. Beräkningarna kräver indata i form av batymetri (bottentopografi), friktionskoefficienter, vattenflöden och randvillkor. Randvillkor ansätts vanligen som känd vattennivå nedströms modellen eller som vattendragens fortsatta lutning nedströms modellen. Vattenområdets utbredning har bestämts utifrån beräknade vattennivåer och topografiska data.

På flera platser kommer järnvägsanläggningen eller placering av tillfälliga ytor, arbets- eller servicevägar att korsa befintliga diken. Därför kommer trummor att behöva läggas om eller nyanläggas, och i vissa fall görs omledningar av diken. Genomledningarna har dimensionerats utifrån platsspecifika förutsättningar och redovisas i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Kontrollräkning av vattennivåpåverkan och dämning har gjorts för att säkerställa att inte oacceptabelt stora nivåförändringar uppstår, det vill säga sådana nivåförändringar som ger större negativa effekter för omgivningen än vad som kan tolereras. Mer om detta finns att läsa i Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten*. Några av dikesomledningarna och omläggningarna av trummor eller kulvertar berör markavvattningsföretag. Juridisk hantering av förändrade förutsättningar för markavvattningsföretag görs i separata avtals- eller omprövningsprocesser.

Grumlings-, sedimentations- och erosionsförlopp har uppskattats utifrån vattenhastighet, kornstorleksfördelning, släntlutning och lutning i vattendragen.

2.4 Utredningsmetodik grundvatten

2.4.1 Grundvattnets förekomst i jord och i berg

Nedan förklaras ett antal grundläggande hydrogeologiska begrepp. Dessa redovisas även i kapitel 13.

Grundvatten förekommer när markens porer eller sprickor i berggrunden är helt fyllda med vatten. Grundvatten förekommer alltså överallt på ett visst djup under markytan och i alla typer av jordlager (även lerjord). Ett genomsläppligt jordlager där grundvatten förekommer kallas för en akvifer medan **grundvattenmagasin** används för att beteckna en avgränsad del av ett genomsläppligt jordlager.

De mest genomsläppliga jordlagren finns i våra rullstensåsar med sten-, grus och sandjordar följt av vissa typer av moränjordar. Även berggrunden brukar räknas som ett grundvattenmagasin då bergborrade brunnar kan nyttjas för vattenförsörjning. Kristallin berggrund, så kallat urberg, har dock liten förmåga att lagra grundvatten då spricksystemens sammanlagda volym är liten.

Grundvatten kan förekomma i öppna eller slutna magasin. I ett **öppet grundvattenmagasin** kan nederbördsvatten som inte tas upp av vegetationen i markzonen direkt infiltrera ned till grundvattenmagasinet. Ett **slutet (undre) grundvattenmagasin** begränsas av ett ovanliggande tätande jordlager, vanligtvis lera, och magasinet fylls på genom tillrinning från sidan. Om omgivande grundvattenbildningsområden för ett slutet (undre) grundvattenmagasin ligger högre i terrängen än området med den tätande lerjorden kan det slutna (undre) magasinets trycknivå vara högre än marknivån. Det kallas **artesiskt grundvatten** och en brunn som borrar genom lerjordlagret kan då läcka grundvatten som en fontän. Öppna grundvattenmagasin ovanför ett tätande lerlager brukar kallas ett **övre grundvattenmagasin** och vanligen handlar det om grundvatten i fyllnadsmaterial och torrskorpelera men det kan även förekomma naturligt eller i svallade material som svallats ut över ett lerskikt.

I ett öppet grundvattenmagasin är grundvattennivån lika med **grundvattenytan**. Avsänks grundvattenytan ersätts grundvattnet med luft (markgaser) i jordlagrets porer och en mängd motsvarande hela effektiva porvolymen kan avges vid en dränering (cirka 200–300 liter per kubikmeter sandjord).

I ett slutet grundvattenmagasin motsvarar grundvattennivån magasinets **grundvattentrycknivå**. Avsänks trycknivån är magasinets porer fortfarande fyllda med grundvatten men med ett lägre tryck än tidigare. En meters trycksänkning motsvarar bara några 10-tals liter vatten per kubikmeter friktionsjord, dvs betydligt mindre än för ett öppet grundvattenmagasin.

2.4.2 *Konceptuell modell grundvatten*

Den konceptuella modellen utgörs av text och kartor som beskriver topografi, berggrundsförhållanden, utbredning och mäktighet hos olika jordlager, storskalig och lokal grundvattenströmning, förekomst av yt- och grundvattendelare, egenskaper hos vattenförande jordlager, grundvattenmagasinens utbredning och inbördes kontakt, etcetera. Detaljeringsnivån för den konceptuella beskrivningen bestäms av behovet i enlighet med den iterativa utredningsstrategin.

En beskrivning av markförhållanden med fördelning av jordlager, jordlagermäktighet, underliggande bergyta, bergförhållanden med mera kan av förklarliga skäl inte vara exakt. Det är inte möjligt att skaffa den mängden av information som krävs utan att påverka det område som ska beskrivas. Alla typer av beskrivningar av mark- och grundvattenförhållandena innebär någon typ av generalisering, konceptualisering, av de verkliga förhållandena.

En aspekt som gör att markförhållanden kan generaliseras är att bildningsprocessen är förhållandevis välkänd. Vittring, erosions- och sedimentationsprocesser som format landskapet och inte minst den påverkan som inlandsisen medförde med isälvsavsatta rullstensåsar och det moränjordlager som glacialrörelserna avsatte finns beskriven i forskningslitteratur. De olika geologiska och geomorfologiska miljöerna som har bildats kan därför generaliseras in i olika typmiljöer. Dessa kan sedan utvecklas till olika hydrogeologiska typmiljöer för att beskriva grundvattnets generaliserade förekomst i landskapet.

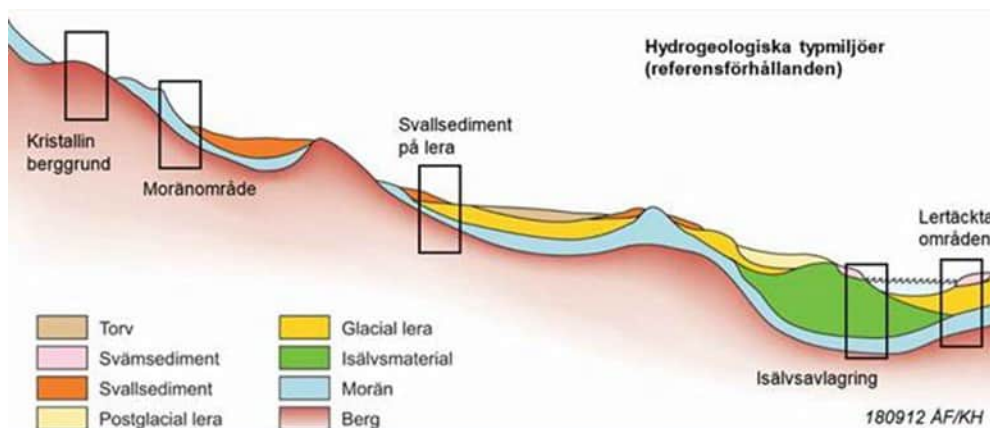
En översiktlig beskrivning av den konceptuella modellen presenteras under respektive delområde och där det är relevant, till exempel under avsnitt där anläggningen förläggs i tunnel beskrivs den konceptuella modellen mer utförligt.

2.4.3 *Hydrogeologiska typmiljöer och dess känslighet för grundvattenpåverkan*

Hydrogeologiska typmiljöer finns framtagna för att med tillgängligt underlag kunna klassificera olika områden utifrån terrängförhållanden, jordarter, berggrund, geografiskt läge, etcetera. och därefter ansätta dessa områden vissa egenskaper avseende grundvattnets förekomst och rörelser.

Typmiljöerna baseras på en metodik som tagits fram vid Chalmers tekniska högskola (Eklund, Helen Stejmar 2002) samt av Merisalu J, Fransson Å, 2018.

I projekt Ostlänken används typmiljöer i den iterativa utredningsstrategin som beskrivits i tidigare avsnitt. För en första konceptuell beskrivning av grundvattenförhållanden klassificeras de olika miljöerna inom utredningsområdet in mot relevanta typmiljöer i tillämpliga delar. För vissa delar kan en omgivningsbeskrivning utifrån typmiljöer vara tillräcklig där anläggningen endast medför ringa eller liten vattenverksamhet och, eller där riskexponerade objekt saknas eller endast förekommer i begränsad omfattning. Inom andra områden utgör typmiljöerna en grund för planering av borrhningar, hydrauliska tester och andra fältundersökningar för fördjupad kunskap om området.



Figur 4: Hydrogeologiska typmiljöer.

I Figur 4 ovan redovisar fem typområden och visar översiktligt var i terrängen de olika typmiljöerna är belägna, men även andra terränglägen förekommer. Det mellansvenska landskapet är mycket omväxlande vilket gör att typmiljöerna enligt figuren varierar inom kortare avstånd vilket gör att syftet med att erhålla ett överskådligt bedömningsunderlag delvis försvinner. Därför har projekt Ostlänken valt att arbeta med enbart tre olika typmiljöer vilka redovisas i Tabell 1 och i följande text.

Tabell 1. Fördelning av hydrogeologiska typmiljöer.

Typmiljöer	Vald typmiljöindelning
Kristallin berggrund	Kuperat höjdområde
Öppna grundvattenmagasin i moränjord	
Öppna grundvattenmagasin i svallsediment	-
Öppna grundvattenmagasin i isälvsmaterial	Isälvsformation
Slutna grundvattenmagasin i moränjord eller i isälvsmaterial	Lertäckt dalgång

Kuperat höjdområde – Dessa områden utgörs av berggrundstopografiska höjdområden av uppbruten karaktär. De har omväxlande förekomst av uppstickande höjder med berg i dagen eller tunna moränjordlager och slänter eller svackor med morän och i vissa fall med lerjord eller torv. Jordtäcket är mestadels tunt, 0–2 meter inom de lokala höjderna och cirka 5–10 meter inom de lokala svackorna.

I denna typmiljö förekommer grundvattenmagasin i moränjordlager och i berggrundens spricksystem. Magasinen är mestadels öppna med direktinfiltration av nederbörd men där lerjord eller torv finns kan mindre slutna grundvattenmagasin i moränjord förekomma. Ler- eller torvjordsområden kan vara så blöta att en fri vattenyta förekommer under hela eller delar av året, dvs utgör våtmarksområden.

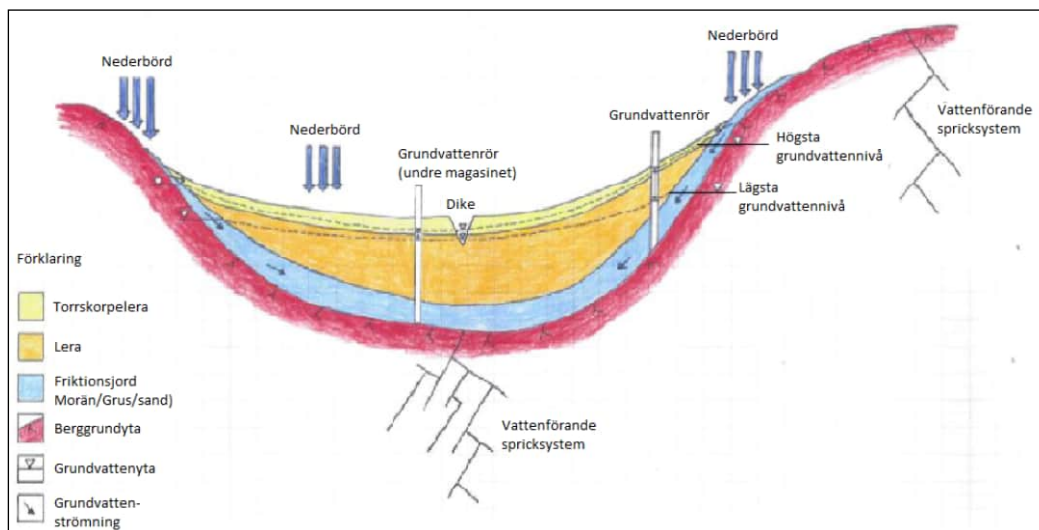
Avrinningen från de mindre grundvattenmagasinen i moränjord kan principiellt ske på två huvudsakliga vis beroende på underliggande berggrunds egenskaper. Där berggrunden är tät (saknar större spricksystem) styrs avrinningen av nivån på den lägsta omgivande bergröskeln. Det vill säga att avrinning endast sker till lägre liggande område då grundvattennivån överstiger röskelnivån. Förekomst av våtmarker inom höjdområden indikerar denna typ av jordlagermagasin. Där moränjordmagasinet är beläget i en bergsvacka med underliggande spricksystem sker avrinningen via dessa sprickor och balansen mellan nederbördens grundvattenbildning och avrinning styrs av spricksystemets genomsläpplighet. Lokala svackor med torr eller frisk markfuktighetsklass indikerar jordlagermagasin av denna typ.

Där Ostlänken förläggs i tunnel i berg uppkommer grundvattenpåverkan i de jordmagasin som har kontakt med berggrundens spricksystem. Effekten är störst närmast tunneln och avtar förenklat radiellt med avståndet till tunneln. De grundvattenmagasin som avrinner över bergtrösklar påverkas i mindre eller ingen omfattning. Om vattenverksamheten utgörs av en jord-, och eller bergskärning inne i typområdet, kan påverkan i huvudsak uppkomma i det enskilda moränjordlagermagasinet som oftast har begränsad utbredning. Moränjord har generellt en låg vattengenomsläpplighet och påverkan (effekten) av en mindre vattenverksamhet begränsas av direkt grundvattenbildning och av öppna grundvattenmagasins goda förmåga att avge grundvatten vid dränering.

Eventuellt kan grundvattenmagasin nedströms få en påverkan i form av en mindre tillrinning.

Lertäckt dalgång – Framträdande karaktärsdrag för dessa områden är större dalgångar vilka ligger låglänt i landskapet med en relativt platt topografi och omgivande höjdområden. Dalgångarna har tidigare varit havsvikar under istidens slutfas där så kallade kohesionsjordar (lera och silt) kunnat sedimentera. En generell jordlagerföljd från bergytan är friktionsjord (morän eller sand, grus), varvig glaciallera (ler-, silt-, finsandlager) och överst postglacial lera. I dalgångarna kan det förekomma vattendrag som skurit sig ner i leran och avsatt svämsediment ovanpå leran i anslutning till vattendraget. Jordlagren är generellt mäktigare än inom tidigare typområde, flera tiotals meter är inte ovanligt varav större delen utgörs av lerjordlagret. Om underliggande friktionsjord utgörs av moränjord har den normalt endast några meters mäktighet. Underlagras lerjordlagret av sand, eller grus (som sedimenterat i vatten) kan dess mäktighet vara något större.

I denna typmiljö finns större grundvattenmagasin i friktionsjord under leran (undre grundvattenmagasin) som oftast har ett grundvattentryck upp i leran och ibland till och med över markytan (artesiskt tryck), se Figur 5. Det kan också förekomma ett övre grundvattenmagasin i jordlager ovanför leran. Grundvattenmagasinet finns då i svallsediment, fyllningsjord eller i det översta så kallade torrskorpelerlagret. Leran utgör således ett tätande lager mellan de två grundvattenmagasinen.



Figur 5: Schematisk skiss över grundvattenfluktuationer och grundvattenbildning i tvärsnittet av en större dalgång.

Grundvattenbildning till övre grundvattenmagasin sker genom direkt infiltration av nederbörd. Andelen nederbörd som bildar grundvatten beror ofta helt på markanvändning och förekomst av täckdikning eller öppna diken.

Till undre grundvattenmagasin sker grundvattenbildning genom inströmning av vatten via vattenförande jordlager i randzonen i dalgångens kant. Undre grundvattenmagasin kan även förses

med grundvatten genom grundvattenuppträngning via sprickor i berggrunden eller genom läckage genom lerjordlagret. Avrinningen från dalgången följer topografin men om det undre grundvattenmagasinet utgörs av moränjord med ringa eller måttlig mäktighet så begränsas grundvattenflödet av moränens måttliga till låga vattengenomsläpplighet. Då grundvattenbildningen i angränsande höjdområden är stor fylls det undre grundvattenmagasinet till dess att deras trycknivå når upp till lerjordens överkant vid dalgångens sidor. Därefter tillrinner grundvatten från höjdområdena ett eventuellt övre grundvattenmagasin alternativt till eventuella diken.

Om vattenverksamheten utgörs av en jordskärning kan påverkan i huvudsak uppkomma i det övre grundvattenmagasinet. I vissa fall behöver det undre grundvattenmagasinet avsänkas för att undvika schaktbottenuppträckning under byggskedet. Risk för schaktbottenuppträckning uppkommer om undre grundvattentryck riskerar bli större än tyngden av det kvarvarande lerlagret. Effekten för övre grundvattenmagasin blir normalt litet då en påverkan dels balanseras av direkt nederbördsinfiltration, dels av de övre grundvattenmagasinen normalt är av ringa utbredning eller mäktighet.

Isälvsformation – Typmiljön används för att beskriva ett större område med isälvsavlagringar som i huvudsak ligger blottade. Formationerna kan utgöras av rullstensås, sand/grusmalm eller isälvsdelta. I lägre liggande områden kan dock isälvsavlagringen nå ut under omkringliggande lerjord eller täckas helt. Isälvs materialet består i huvudsak av sand och grus i olika fraktioner och jordlagren kan vara mäktiga. Det går normalt inte att uttala sig om berggrundstopografin utifrån marktopografin vid isälvsavlagringar utan avlagringarna kan täcka bergshöjder och dalar om vartannat. Karakteristiskt för isälvsavlagringar är en hög eller mycket hög hydraulisk konduktivitet. Där inte bergtrösklar finns som hindrar avrinningen kan grundvattennivån ligga djupt. I rullstensåsar med en tydlig ryggform ligger grundvattenytan ofta djupare än 10 meter under markytan.

Grundvattenbildningen i typmiljön är stor. Nederbörd som faller över isälvsavlagringen infiltrerar snabbt ned till grundvattenmagasinet då sand och grus har en låg vattenhållande förmåga. Detta påverkar även vegetationen som behöver vara anpassad till torrare förhållanden.

Isälvsavlagringar är Sveriges främsta grundvattentillgångar för vattenförsörjning och flera är registrerade vattenförekomster enligt svensk vattenförvaltning.

Dessutom innebär den höga genomsläppligheten och ofta goda grundvattentillgången speciella byggtekniska krav vilket gör typmiljön speciell.

Om Ostlänken berör en isälvsavlagring gör detta att typmiljön kräver mer djupgående kunskaper enligt den iterativa utredningsstrategin.

2.4.4 *Beräkningsmetodik grundvatten*

Beroende på vattenverksamhetens storlek utförs olika typer av beräkningar för att bedöma påverkansområde och effekt inom detta. För bergtunnlar har utöver påverkansområde även beräkningar av inläckage och vattenbalansberäkningar utförts. Valda metoder samt utförda beräkningar redovisas i Bilaga D.2.3. *Beräkningar grundvatten*.

2.4.5 *Bedömning av påverkansområde grundvatten*

Påverkansområden för grundvatten har tagits fram baserat på resultat från numeriska och analytiska beräkningsmetoder. Metodval för beräkningar beror på hydrogeologiska förutsättningar, typ av anläggningsdel/objekt samt behov av precision i resultat kopplat till om grundvattenkänsliga objekt finns i närheten. För djupa schakter i jord och berg samt för bergtunnlar har modellering av utvalda sektioner gjorts i 2D i GeoStudios programvara SEEP/W. SEEP/W är ett program som beräknar grundvattenflöden i porösa material med hjälp av finita elementmetoden. För bergtunnlar där modellering inte gjorts i SEEP/W samt för övriga anläggningsdelar/objekt utgör analytiska beräkningar grunden till framtagande av påverkansområden. Om påverkan från flera vattenverksamheter samverkar på en plats görs en bedömning av den sammantagna effekten på de allmänna och enskilda intressen som berörs. Utöver numeriska och analytiska beräkningar har en erfarenhetsmässig bedömning gjorts av påverkansområdet med hjälp av den konceptuella modellen. För beskrivning av metod för framtagande av påverkansområde se Bilaga D.2.3. *Beräkningar grundvatten*.

3 Underlag och utförda undersökningar

3.1 Ytvatten

Som ytvatten benämns sjöar, vattendrag samt diken och våtmarker.

3.1.1 Underlag

För bedömning av effekter i vatten som omfattas av MKN har följande underlag använts:

- VISS Vatteninformationssystem Sverige. (<https://viss.lansstyrelsen.se>).
- SMHI. Vattenwebb. (<https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb>) för modellerade data avseende hydrologi.
- SLU. Miljödata MVM – En webbtjänst med mark-, vatten och miljödata. (<https://miljodata.slu.se/MVM/>). Här samlas bland annat data från regional miljöövervakning, nationell miljöövervakning och recipientuppföljning av reningsverk.
- Utredningar avseende belastning av kväverikt vatten, redovisas i *PM Miljö kvalitetsnormer för vatten*, Bilaga 3 till Bilaga D.3 *MKB för Järnvägsplan*.
- Resultat från referensprovtagning. Se avsnitt 3.1.2 för beskrivning av provtagningsprogrammet.

En redovisning av hur effekter på MKN bedömts redovisas i *PM Miljö kvalitetsnormer för vatten*, Bilaga 3 till Bilaga D.3 *MKB för Järnvägsplan*.

De naturvärdesinventeringar som utförts inom projektet redovisas i avsnitt 4.5. Dessa inventeringar har legat till grund för bedömning av effekter på naturvärden och biologiska kvalitetsfaktorer (se begreppsförklaring i kapitel 10) under ekologisk status. Underlag som vid sidan av utförda fältinventeringar har ingått i naturvärdesbedömningarna och använts för bedömningar av effekter i föreliggande PM är:

- Lantmäteriets topografiska karta, nedladdad 2017-02-09.
- Svenskt elfiskeregister – SERS. 2020. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser. (<http://www.slu.se/elfiskeregistret>).
- SMHI. Vattenwebb, (<https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb>) för modellerade data avseende hydrologi.

3.1.2 Ytvattenprovtagning

Ett referensprovtagningsprogram för ytvatten (Trafikverket 2020) har tagits fram och genomförts. Programmet omfattade vattenobjekt som kan påverkas direkt (fysiskt) eller indirekt av Ostlänken. I Tabell 2 redovisas vattenobjekt som provtagits, preliminär påverkan samt vilka parametrar och vilken frekvens som provtagningen har omfattat. Kiselalger innefattar provtagning av påväxtalger samt analys av surhetsindex och näringspåverkan. Fys-kem avser filtrerade och ofiltrerade halter av metaller, turbiditet/suspenderat material, pH, alkalinitet, konduktivitet, temperatur, löst organiskt material (DOC), totalhalt av organiskt material (TOC), nitrit/nitrat, ammoniumkväve, totalkväve samt totalfosfor. I flera fall har provtagning utförts upp- respektive nedströms Ostlänken för att kunna visa på normala variationer och effekter av anläggande av Ostlänken. Provtagningspunkter är markerade i Figur 6.

Tabell 2. Översikt över referensprovtagning i ytvatten.

Vattenobjekt	Provtagningslokal	Parameter	Intervall referensprovtagning
Vaskabäcken	Nedströms landsväg vid Johanneslund	Kiselalger (surhetsindex, näringspåverkan)	1 gång 2022
		Fys-kem	4 ggr/år 2020–2021
Moraån (vattenförekomst)	Upp- resp. nedströms (i höjd med Palkrog) arbetsområde	Kiselalger (surhetsindex, näringspåverkan)	1 gång vartannat år 2019–2022
		Fys-kem	4 ggr/år 2019–2021
Skillebyån (vattenförekomst)	Upp- resp. nedströms arbetsområde	Kiselalger (surhetsindex, näringspåverkan)	1 gång vartannat år 2019–2022
		Fys-kem	4 ggr/år, 2019–2021
Kyrksjön (vattenförekomst)	Upp- resp. nedströms arbetsområde	Fys-kem	4 ggr/år, 2019–2021
Lillsjön	Vid sjöns utlopp	Fys-kem	4 ggr/år, 2019–2021



Figur 6: Punkter för referensprovtagning av ytvattenobjekt. Proverna analyserades med avseende på fysikalisk-kemiska parametrar samt kiselalger.

3.1.3 Inmätningar och andra fältundersökningar

Nedan redovisas de fältmätningar som gjorts vid sträckans ytvattensystem, se även karta i Figur 7 för översikt. Inmätning av bottennivåer i Kyrksjön i Ostlänkens spårinje har utförts på ett tiotal platser. Nivåer framgår av Figur 7.



Figur 7: Mätningar i vattendrag och diken samt inmätning av brunnar. Generellt har fältmätningar utförts för att utgöra underlag till hydrauliska beräkningar för dimensionering av anläggningen samt som underlag till effektbedömningar, specifikt syfte redovisas för varje plats.

3.1.3.1. *Våtmarker*

Längs sträckan finns ett flertal våtmarker som på olika sätt kan komma att beröras hydrologiskt eller hydrogeologiskt genom anläggande av den nya järnvägen och övriga anläggningsdelar. Initialt har kartläggning av våtmarker som kan påverkas gjorts med hjälp av Lantmäteriets terrängkarta (hämtad 2017-02-09). I de fall det har ansetts nödvändigt har fältbesök gjorts för komplettering av underlag för påverkansbedömningar.

3.1.3.2. *Inventering av naturvärden och våtmarker*

För att få en utförlig redogörelse av metodik och resultat hänvisas till de terrestra respektive akvatiska inventeringar som utförts inom delsträckan, inklusive groddjursinventering. Inventeringarna som genomförts i projektet och rapporterna som har varit underlag till bedömningen av yt- och grundvattenberoende naturvärdesobjekt redovisas bland underlagsrapporter i avsnitt 11.1.

I samband med fältbesök vid våtmarker har hydrologisk och hydrogeologisk funktion studerats. Sticksondering har utförts och provgropar har grävts vid ett stort antal våtmarker. I vissa fall har kompletterande avgränsningar av våtmarker gjorts samt enklare fältundersökningar för bedömning av geologiska förhållanden genomförts.

3.1.3.3. *Inventering av skyddade groddjur*

En groddjursinventering genomfördes längs Ostlänkens sträckning mellan Gerstaberget och Långsjön under 2022. Inventeringen utfördes enligt Naturvårdsverkets standardiserade metoder (Version 1:0: 2005-04-21 och Version 4.0 2010-12-21) samt med hjälp av eDNA. Se vidare avsnitt 4.5.3 för inventeringsresultat.

3.1.3.4. *Diken och trummor*

Våtmark intill vägskärning (0/-300):

- Våtmarkens utbredning har mätts in genom uppskattning av fuktighet och vegetation.
- Markbeskaffenhet och genomsläpplighet har uppskattats visuellt samt genom sticksondering, samt även vid provgropar genom bedömning med utgångspunkt i von Posts humifieringsskala.

Dike Gerstaberget samt instängda områden (km 0+000–0+400):

- Dikessektionsmätningar med fast botten- och truminmätning, flödesmätningar och vattennivåmätningar för uppbyggnad och kalibrering av hydraulisk modell. Syftet med mätningarna var att säkerställa dikessektion och påverkan på markavvattningsföretag Gerstaberget torrlägningsföretag av år 1933.

Gerstaberget instängt område (km 0+400–0+800):

- Inmätning av trummor och vattennivåer med syfte att analysera vattensystemets funktion inklusive dränering av instängda områden.

Gerstabergets torrlägningsföretag år 1930 (km 1+000–1+100):

- Inmätning av brunnar och kulvertar med syfte att analysera vattensystemets funktion samt påverkan på torrlägningsföretaget.

Våtmark km 1+700 (km 1+700–1+750):

- Dikessektionsmätningar och truminmätning med syfte att analysera vattensystemets funktion, instängt område/våtmarkens utlopp, avgränsa hydraulisk modell samt utreda påverkan på Gerstabergets torrlägningsföretag år 1930 och Brogårdets torrlägningsföretag 1935.

Våtmark km 2+200 (km 1+900–3+000):

- Dikessektionsmätningar och truminmätning inklusive förbindelsen med Logsjön och Logsjöns utlopp med syfte att analysera vattensystemets funktion, instängt område och våtmarkens utlopp, avgränsning av hydraulisk modell, kommunikation med Logsjön samt påverkan på Brogårdets torrlägningsföretag 1935.

Våtmark km 2+650 (km 2+570–2+770)

- Våtmarkens utbredning har mätts in genom uppskattning av fuktighet och vegetation.
- Markbeskaffenhet och genomsläpplighet har uppskattats visuellt samt genom sticksondering, samt även vid provgropar genom bedömning med utgångspunkt i von Posts humifieringsskala.

E4 passage (km 5+550–6+250):

- Inmätning av trummor, brunnar och dikesbotten med syfte att analysera vattensystemets funktion och påverkan av förändringar.

Passage av dalgångar Kjulsta (km 6+750–7+300), (km 8+280–8+600):

- Inmätning av trummor, brunnar och marknivå med syfte att analysera vattensystemets funktion och påverkan av förändringar.

Skillebyån (km 8+900–9+700):

- Dikessektionsmätningar med fast botten- och truminmätning, flödesmätningar och vattennivåmätningar för uppbyggnad och kalibrering av hydraulisk modell. Syftet med mätningarna var att säkerställa dikessektion och påverkan på markavvattningsföretag Åkerby, Ekeby, Töstad 1938-1939.

Passage dalgång (km 11+600–11+650):

- Inmätning av trumma och dike med syfte att analysera vattensystemets funktion och påverkan av förändringar.

Dike Österby (km 12+490–12+700):

- Dikessektionsmätningar med fast botten-, slambotten- och truminmätning, flödesmätningar och vattennivåmätningar. Syftet med mätningarna var att analysera vattensystemets funktion samt bygga upp och kalibrera hydraulisk modell för att analysera påverkan av förändringar.

Kyrksjön och Lillsjön (km 13+700–13+950):

- Inmätning av trummor, brunnar, diken och marknivå med syfte att analysera påverkan på vattensystemet samt på regleringsföretaget Kyrksjön-Lillsjön 1947.

3.2 Grundvatten

3.2.1 *Underlag*

Följande källor har använts för geologiskt och hydrogeologiskt underlag:

- Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) jordartskarta, skala 1:50 000
- SGU:s brunnsarkiv
- Jorddjupskarta (SGU)
- Berggrundskarta
- Lantmäteriets höjdmmodell
- SMHIs avrinningsområden
- Grundvattenförekomster (VISS)
- Betydande grundvattenmagasin (SGU).

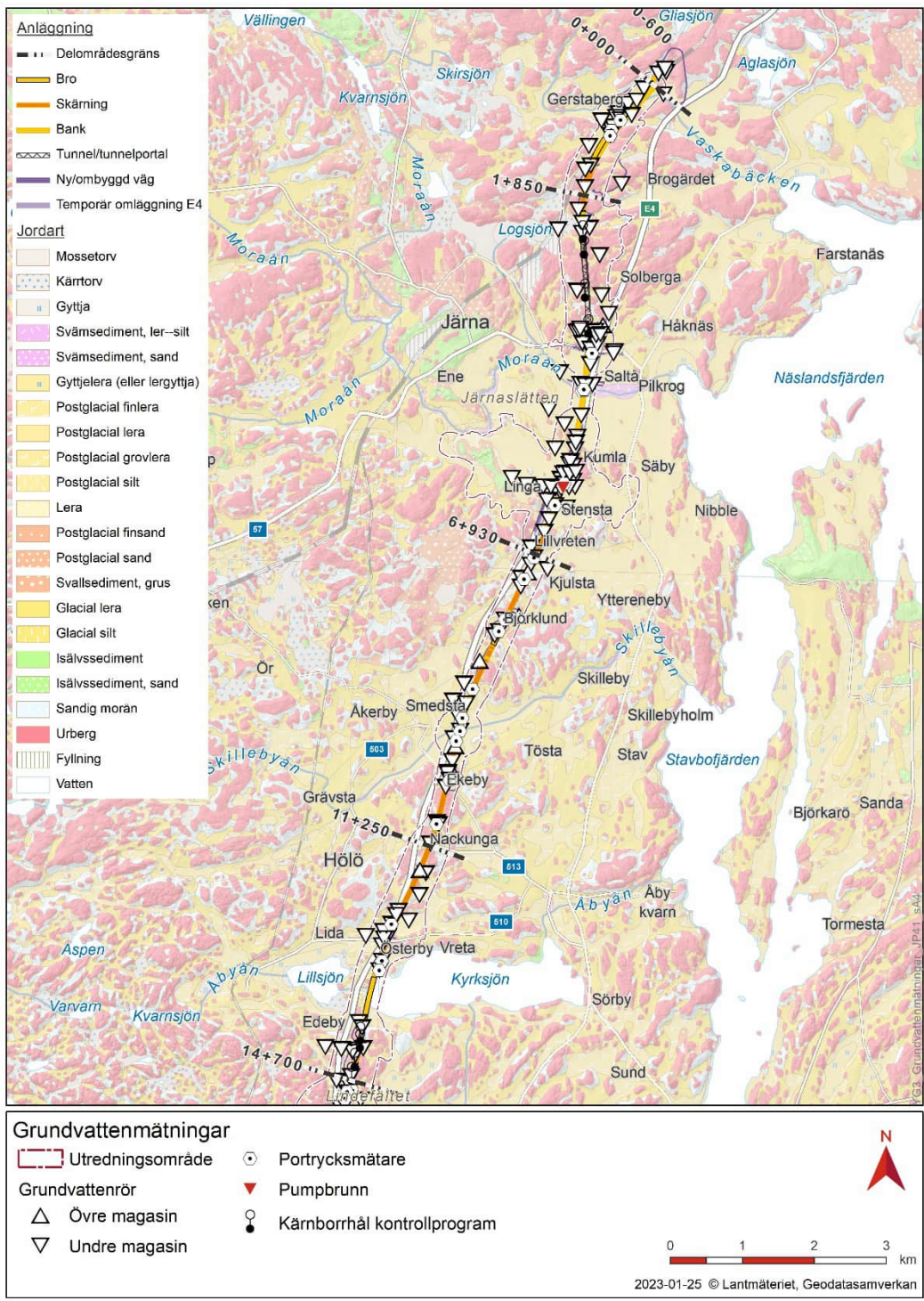
3.2.2 *Grundvattennivåmätning*

Det finns cirka 140 grundvattenrör installerade längs med sträckan Gerstaberger-Långsjön. Utav dessa är 105 installerade mellan år 2015 och 2018, resterande har installerats i senare skeden. En pumpbrunn har installerats i vilken det har skett nivåmätning. I nuvarande kontrollprogram (2022) mäts cirka 120 grundvattenrör, då vissa rör har tagits bort beroende på till exempel att mätpunkten skadats eller de inte längre ansetts relevanta. Mätningar utförs månadsvis för huvuddelen av rören, och för cirka en femtedel av rören utförs mätningar kvartalsvis. Figur 8 visar mätpunkter för grundvatten.

Det finns ett hundratal portrycksspetsar installerade längs järnvägssträckan. Portrycksmätningar har utförts månadsvis i 18 portrycksspetsar sedan år 2016 för att mäta det rådande portrycket på olika nivåer i jorden. Övriga portrycksspetsar har tillkommit senare i projektet och har varefter tillagts i kontrollprogrammet fram till i december 2019, då de slutade mätas. I nuvarande kontrollprogram mäts 6 av dessa spetsar kvartalsvis.

Syftet med installation av portrycksspetsarna har varit att kunna beräkna stabilitet samt att inhämta information till sättningsberäkningar vid riskexponerade objekt. Installerade spetsar kan ge information om eventuell minskning av portryck i jordlagren vid planerade grundvattensänkningar och kan därmed användas för övervakning av sättningar.

Längs sträckan finns även 19 kärnborrhål i berg, och nivåmätningar i dessa har skett i olika intervaller sedan 2019. I nuvarande mätprogram ingår sju av kärnborrhålen. Mätningar utförs månadsvis.



Figur 8: Punkter för mätning av grundvatten.

3.2.3 *Hydraultester*

Hydraultester har utförts i jord och berg längs hela delsträckan för att utvärdera jord och bergs hydrauliska egenskaper och används som underlag i beräkningar av påverkan och effekter från anläggningen. Utförda fältundersökningar inom ramen av projektet presenteras nedan samt i Figur 9.

3.2.3.1. *Provpumpningar*

Det har utförts en provpumpning inom delsträckan, vid Passage E4. Provpumpningen utfördes genom att grundvatten pumpades ur en installerad brunn med ett konstant flöde och avsänkningen mättes både i brunnen och i omgivande grundvattenrör. Syftet med provpumpningen var att undersöka grundvattenmagasinets hydrauliska egenskaper för att möjliggöra en bättre bedömning av påverkan och effekter från planerade schaktarbeten i området.

3.2.3.2. *Slugtester*

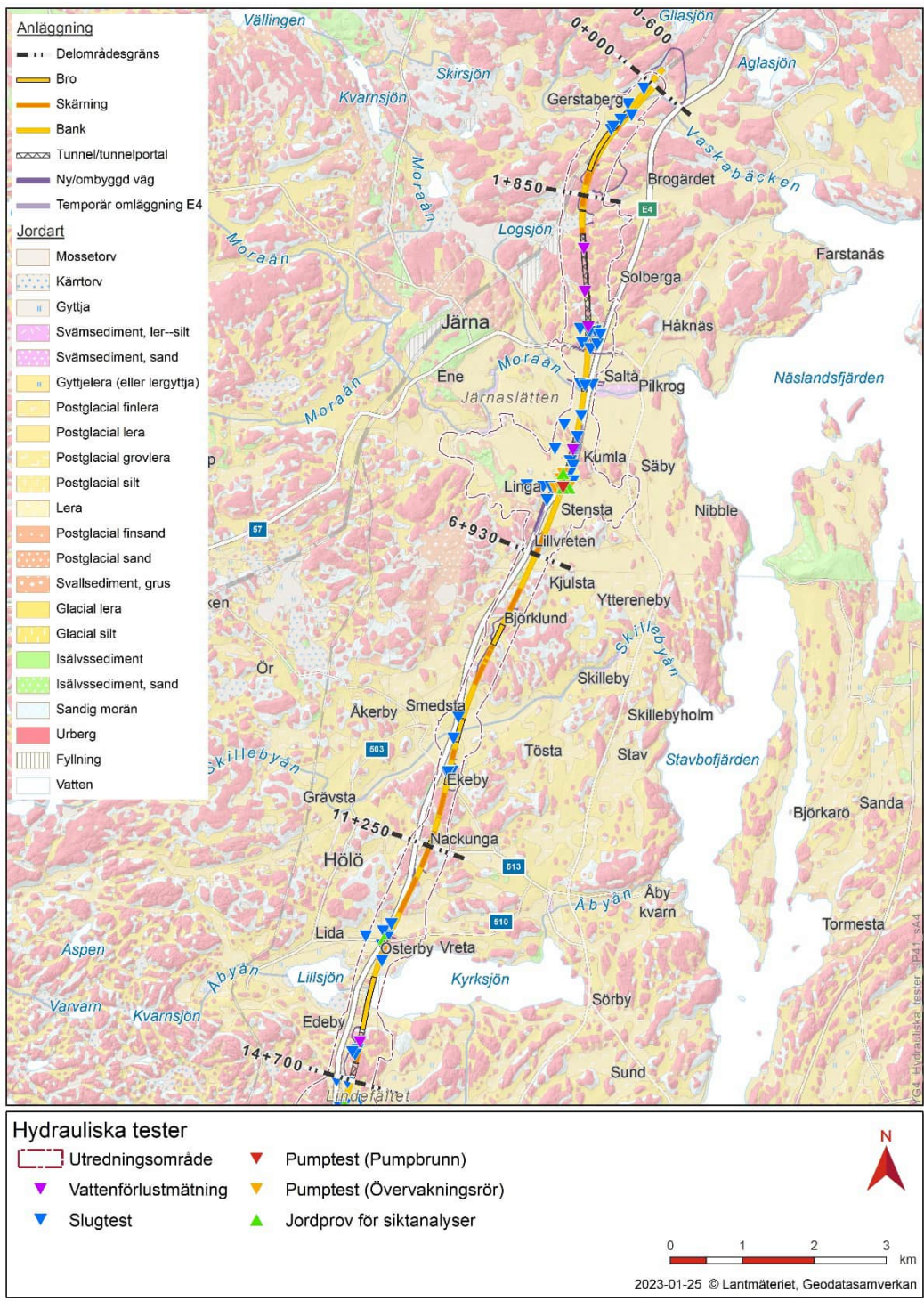
Slugtester är ett akviferstest som ger värden på markens genomsläpplighet och har utförts i ett 50-tal platser längs delsträckan. Slugtester utförs genom en inducerad förändring av grundvattennivån i till exempel ett grundvattenrör och därefter mäts återhämtningen i röret.

3.2.3.3. *Vattenförlustmätningar*

Längs delsträckan har det utförts vattenförlustmätningar i fem kärnborrhål. Syftet med vattenförlustmätningarna är att undersöka bergets hydrauliska egenskaper och lokalisera eventuellt vattenförande sprickor.

3.2.3.4. *Jordprover och siktanalyser*

Jordprover har samlats in i samband med installation av fem grundvattenrör. Prover har sedan skickats till laboratorium för sikt- och permeabilitetsanalys.



Figur 9: Utförda hydrauliska tester och jordprover där hydraulisk konduktivitet utvärderats. Slugttester har utförts i observationsrör.

3.2.4 Grundvattenprovtagning

Provtagning av grundvatten har främst utförts i samband med brunnsinventering men även vid provpumpningar och inom utredningar med avseende på förorenad mark. Syfte med provtagningarna har varit att få en översiktlig bild av grundvattenkemin i området.

3.3 Övriga fältundersökningar

3.3.1 Berg

Bergtekniska fältundersökningar har utförts inom en cirka 100 meter bred undersökningskorridor längs planerad spårinje. Fältundersökningarna har utförts för att utgöra underlag till bergmodell och för undersökning och tolkning av de geologiska och bergtekniska förutsättningarna för de sträckor där konstruktioner i berg planeras. Bergtekniska undersökningar i fält innefattar

- kartering av lineament och storskaliga strukturer
- kartering och inmätning av berg i dagen, inklusive kartering och orientering av förekommande sprickor
- kartering av befintliga bergskärningar längs i huvudsak vägar, inklusive kartering och orientering av förekommande sprickor
- kärnbörning på totalt 19 platser, varav 18 av borrhålen filmades och fem kärnborrhål har undersökts med vattenförlustmätning.

Insamlat underlag i fält har vidare analyserats med hjälp av borkärnekartering, borrhålsfilmstolkning och labbtester. På labb har följande analyserats utifrån prover av

- bergets hållfasthet
- ballastmekaniska egenskaper
- sulfidinnehåll
- metallinnehåll.

3.3.2 Geoteknik

Geotekniska och geofysiska fältundersökningar har utförts längs planerad spårlinje. Fältundersökningarna har utförts för att utgöra underlag till en lermodell och en bergmodell samt som underlag till de geologiska och geotekniska förutsättningarna där konstruktioner i jord planeras. Geotekniska undersökningar i fält innefattar

- geofysiska undersökningar för att storskaligt bestämma jordlagerföljd samt djup till berg
- geofysiska sonderingar för att bestämma skjuvvågshastigheten i jordmaterialet
- provtagning för bestämning av jordlagerföljd
- sondering som underlag för tolkning av jordlagerföljd och djup till berg samt för bestämning av jordlagrens geotekniska egenskaper avseende hållfasthets- och deformationsegenskaper.

Ett urval av de insamlade proverna har skett baserat på provkvalitet och vilka prover som var mest representativa för varje område. Utvalda prover har sedan analyserats med avseende på

- hållfasthetsegenskaper
- deformationsegenskaper
- permeabilitet
- materialtyp
- tjälfarlighetsklass
- vattenkvot
- konflytgräns
- skrymdensitet
- humifieringsgrad
- sensitivitet
- kornstorleksfördelning.

Geotekniska utredningar, sonderingar och lerprovtagning, har även utförts i anslutning till byggnader och anläggningar som ligger inom eller i närheten till påverkansområdet och som bedömts ligga på sättningbenägen mark och ha en grundvattenberoende grundläggning.

Syftet med undersökningarna är att få ytterligare underlag till att bedöma om byggnaderna har en grundvattenberoende grundläggning och vilka sättningar som skulle kunna uppkomma vid olika grundvattensänkningar.

Ett stort antal undersökningspunkter från kommunala arkiv och Statens Geotekniska Instituts arkiv har också använts i bedömningar av jordarters utbredning och mäktighet.

Beräkningar och bedömningar av sättningar och stabilitet utifrån den inhämtade geotekniska informationen har sammanställts i projekteringsunderlaget. *Inventeringsresultat för byggnader och anläggningar redovisas i Bilaga D2.2c och stabilitetsberäkningar redovisas i TB Bilaga C.6.*

3.4 Förorenad mark

En översiktlig inventering har utförts för att identifiera områden med förhöjd risk att påträffa markföroreningar. I inventeringen har befintligt material från kommuner och Länsstyrelsen använts.

För platser som misstänks kunna innehålla markföroreningar har fältundersökningar och provtagningar av jord utförts och en bedömning av risken för omgivningspåverkan kopplat till vattenverksamhet gjorts.

4 Inventering av yt- och grundvattenberoende objekt och värden

Avsnitten nedan innehåller en beskrivning av inventeringsmetodik samt resultatet av inventeringarna. De generella effekter som vattenverksamheterna kan ge upphov till beskrivs i avsnitt 5.

Förekomsten av yt- och grundvattenberoende objekt har inventerats inom hela utredningsområdet. Inventeringsresultaten har legat till grund för planeringen av fortsatta undersökningar av omgivningsförhållandena och bedömningen av den planerade vattenverksamhetens effekt på omgivningen. De objekt som efter utförda utredningar har bedömts kunna påverkas av planerade vattenverksamheter benämns riskexponerade objekt, se definition i avsnitt 1.5.2.

Miljökonsekvensbedömning görs för de objekt och värden som bedöms vara riskexponerade.

Yt- och grundvattenberoende objekt och värden utgörs av

- vattenförsörjning, enskilda brunnar och större täkter
- vattenanläggningar och befintliga vattenverksamheter
- byggnader eller anläggningar med grundvattenberoende grundläggning
- energibrunnar
- naturvärden och våtmarker (grundvattenberoende terrestra biotoper samt sjöar och vattendrags akvatiska naturvärden samt våtmarker)
- grundvattenkänslig kulturmiljö (fornlämningar)
- areella näringar (jord-, skogsbruk)
- förorenad mark.

4.1 Vattenförsörjning, enskilda brunnar och större vattentäkter

Brunnar för vattenförsörjning omfattar både grävda och borrarade brunnar i jord och i berg. Inventering av enskilda dricksvattenbrunnar har utförts genom sökning i SGU:s brunnsarkiv, kommunala register, samt via samråd och fastighetsägarkontakter. En brunnsenkät har gått ut till fastigheter inom utredningsområdet, med frågor rörande brunnsens nuvarande användning, kapacitet, eventuella avvikelser med mera. I de fall där inget svar erhållits för det första utskicket har en påminnelse gjorts. I och med ny spårinje gjordes nya utskick under 2018. Inventering har även skett genom platsbesök, där bland annat inmätning av brunn har utförts och vattenkvalitet provtagits för huvuddelen av de brunnar som bedöms vara riskexponerade objekt, det vill säga de brunnar som bedöms påverkas av sökt vattenverksamhet. Inventeringen pågick mellan 2016 och 2019, och kompletterande platsbesök gjordes av fyra brunnar 2021. Ytterligare brunnsenkät skickades ut under år 2022 och 2023 i samband med kompletterande samråd.

Information om större vattentäkter har inhämtats från länsstyrelsens planeringsunderlag, Vatteninformationssystem Sverige (VISS) och från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och dess information om betydande grundvattenmagasin. Underlag har också inhämtats från Södertälje och Trosa kommuner samt regionala vattenförsörjningsplaner.

4.1.1 *Inventeringsresultat*

På sträckan har 145 enskilda brunnar inventerats inom eller i direkt närhet till utredningsområdet, varav 89 är dricksvattenbrunnar, 47 är energibrunnar och 9 är okända brunnar.

Strax söder om Järna passerar järnvägsanläggningen cirka 700 meter nedströms Överjärna grundvattenförekomst (WA22668379). I höjd med Skillebyån korsar järnvägsanläggningen Hölö grundvattenförekomst (WA93900274).

Inventerade objekt redovisas på karta i Bilaga D.2.2a.

4.2 Vattenanläggningar och befintliga vattenverksamheter

I de diken och vattendrag där en anläggning för Ostlänken, Gerstabergr–Långsjön, planeras har vattenanläggningar och tillståndsgiven vattenverksamhet inventerats uppströms och nedströms den planerade anläggningen, såsom kulvertar under vägar, vattenkraftverk, dammar och diken (öppna och kulverterade).

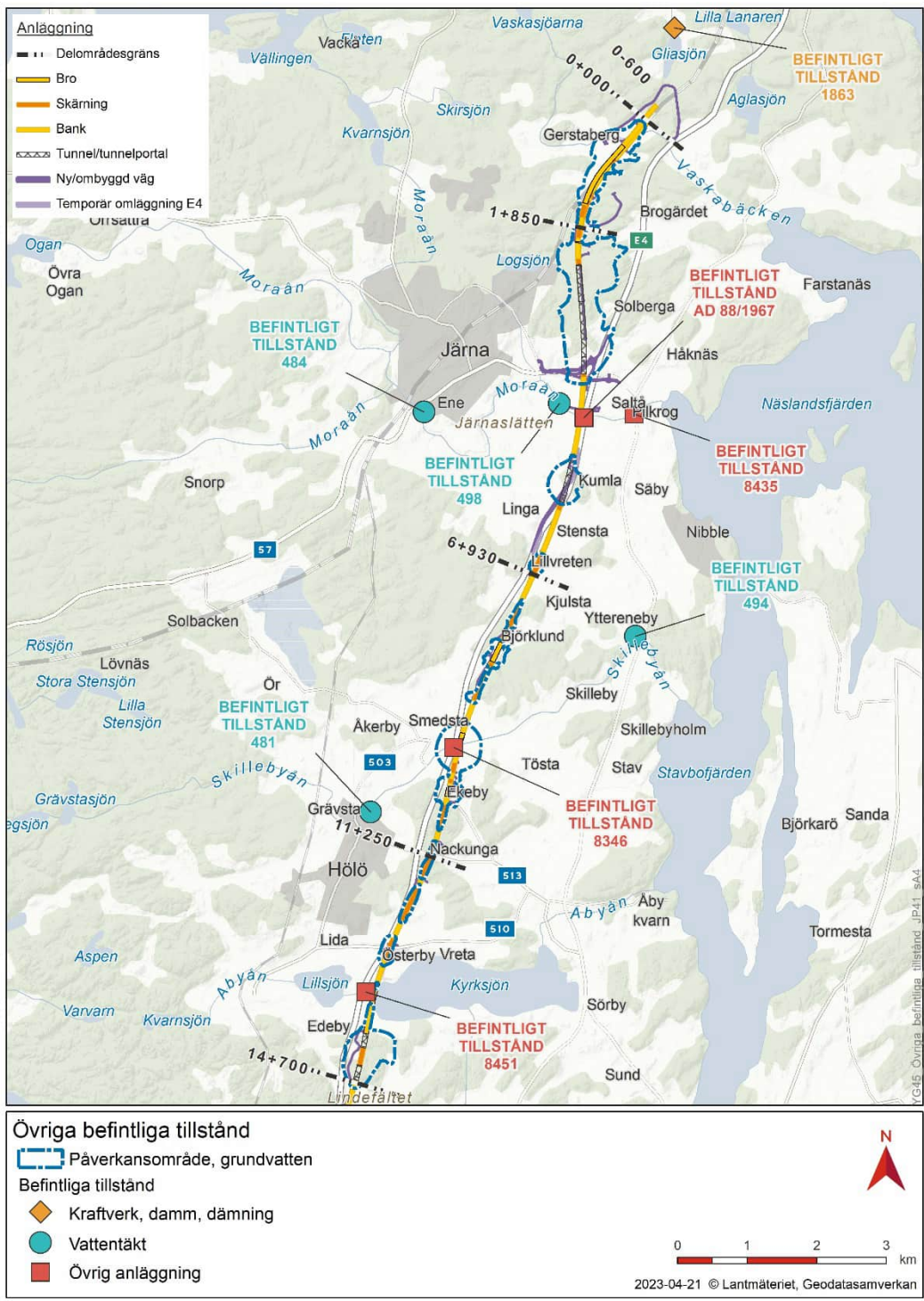
Inventerade objekt redovisas på karta i Bilaga D.2.2b.

4.2.1 *Befintliga tillstånd, exklusive markavvattningsföretag*

Längs delsträckan-Gerstabergr–Långsjön finns sju befintliga tillståndsgivna vattenverksamheter i sträckningens närhet. Befintliga tillståndsgivna vattenverksamheter exklusive markavvattningsföretag finns listade i Tabell 3 och utmärkta på karta i Figur 10. Tabellen innehåller även en kort beskrivning av förväntad påverkan från vattenverksamheter som uppkommer för järnvägsanläggningen. Uppgifter om anläggningarnas placering hämtades från Mark- och miljödomstolen i Nacka i augusti 2020 och augusti 2021.

Tabell 3. Befintliga tillstånd för vattenverksamhet längs delsträckan Gerstabergr-Långsjön. Uppgifter om respektive tillstånd är hämtade från Mark- och miljödomstolen i Nacka i augusti 2020 och augusti 2021. Anläggningarna är i tabellen i listade i huvudsak från norr till söder. Anläggningar i Moraån är listade uppströms till nedströms.

Anläggn. nr Anläggn.typ	Målnr Domsdatum	Beskrivning	Bedömning
498 Vattentäkt	VA 19/1990 1990-06-21	Lagligförklaring av bevattningsanläggning på fastigheten Skäve 1:13. Tillstånd att ta vatten ur Moraån för bevattning av jordbruk, mm. Uttag av vatten till en mängd av 22 l/s under högst 10 timmar per dygn under tiden maj till och med augusti då vattenföringen i ån inte understiger 40 l/s. Mätöverfall för bestämmande av vattenföringen ska finnas invid trumma belägen under E4.	Skävestiftelsen nyttjar bevattningsanläggningen för odling av grönsaker i en handelsträdgård. Något mätöverfall finns inte installerat. Vattenuttaget sker långt uppströms arbetena i Moraån i samband med järnvägsanläggningen och bedöms därmed inte påverkas av dessa arbeten.
8435 Trumma	AD 42/1967 1967-09-28	Trumma i Saltån (Moraån) vid Saltå, Järna.	Anläggningen bedöms inte påverkas av planerad vattenverksamhet.
AD 88/1967 Rörbro	AD 88/1967	Rörbro i Saltån (Moraån) för E4, Saltå, Järna.	Tillståndet förväntas inte påverkas av vattenverksamheter som planerad järnvägsanläggning medför.
484 Vattentäkt	Ans.D. 87/1963 1965-07-07	Järna kommun är berättigad att nyttja tre grundvattentäkter för Järna samhälle och Mölnbo stationssamhälle. Bland annat i Ene 4:62 i Överjärna socken uttaga 865 m ³ vatten per dygn som medeltal för år, dock högst 1 300 m ³ per dygn. Domen innehåller även specificerade uttag vid Mölnbo 7:1 och Ene 15:1.	Tillståndet för nyttjade av grundvattentäkter för Järna samhälle och Mölnbo stationssamhälle förväntas inte beröras av vattenverksamheter som planerad järnvägsanläggning medför. Täkten i Järna är inte i bruk idag.
494 Vattentäkt	VA 14/1985 1985-11-06	Tillstånd att på fastigheterna Ytter-Eneby 1:1 och 1:2 samt Nibble Ång 1:1 från Skillebyån, för jordbruksbevattning utta vatten till en mängd av högst 14 l/s eller totalt högst 43 200 m ³ /säsong. Uttag får inte ske så att åfåran därigenom helt torrläggs. Hänsyn till havsöringsbestånd omnämns.	Uttag sker öster om järnvägsanläggningen, drygt två kilometer nedströms anläggningens korsning på bro över Skillebyån. Tillståndet för vattenuttag ur Skillebyån för bevattning av jordbruk förväntas inte påverkas av vattenverksamheter som planerad järnvägsanläggning medför.
8346 Trumma	VA 64/79 1980-02-21	Tillstånd att för omläggning av väg E4 delen Södermanlands länsgräns - trafikplats Järna, anlägga trumma i Skillebyån vid Smedsta.	Tillståndet gäller Trafikverkets egen anläggning trumma vid E4. Skyddsåtgärder vidtas för att skadliga sättningar inte ska uppkomma vid trumman.
481 Vattentäkt	AD 48/1958 1959-03-05	Godkännande av en grundvattentäkt på Grävsta 3:53 och tillstånd att där uttaga intill 120 m ³ vatten om dygnet med mera	Tillståndet för nyttjande av grundvattentäkt förväntas inte beröras av järnvägsanläggningen då det ligger långt uppströms järnvägsanläggningen. Täkten i Hölö är inte i bruk idag.
8451 Bro	VA 57/79 1979-12-12	Två broar över Hölöån vid Väsbytorp mellan Lillsjön och Kyrksjön.	Tillståndet gäller Trafikverkets egen anläggning, broar vid E4 och förväntas inte påverkas av vattenverksamheter som planerad järnvägsanläggning medför.



Figur 10: Övriga befintliga tillstånd längs delsträckan Gerstaberget–Långsjön. Uppgifter om anläggningarnas placering och typ är hämtade från mark- och miljödomstolen i Nacka i augusti 2020 och augusti 2021. Anläggningarna beskrivs närmare i Tabell 3.

4.2.2 *Markavvattningsföretag*

Inventering av markavvattningsföretag har gjorts med hjälp av Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS. För markavvattningsföretag som kan komma att påverkas av järnvägsanläggningen, med tillhörande anläggningsdelar, har underlag inhämtats från Stockholm Stadsarkiv och länsstyrelsen i Stockholms län filserver. För ett av företagen har förrättning inhämtats från samfällighetens styrelse.

Generellt har markavvattningsföretagens anläggningar beaktats genom anpassning av genom- och omledningar till vattenanläggningarnas kapacitet och fastställda dikessektioner.

4.2.2.1. *Inventeringsresultat*

Längs denna sträcka finns sammanlagt tio markavvattningsföretag, dessa är

- Gerstabergr torrlägningsföretag av år 1933
- Gerstabergrs torrlägningsföretag år 1930
- Brogårdet-Gerstabergr torrlägningsföretag 1936
- Brogårdet torrlägningsföretag 1935
- Nibble-Säby torrlägningsföretag 1929
- Smedsta dikningsföretag 1955
- Åkerby, Ekeby och Smedsta 1918
- Åkerby, Ekeby, Töstad 1938-1939
- Nackunga 1916
- Regleringsföretaget Kyrksjön och Lillsjön 1947 (rensning 1947, upprättat 1888).

Åtta av dessa markavvattningsföretag påverkas, om än marginellt, av vattenverksamhet, exempelvis genom förändrad tillrinning där flödesändringen är försumbart liten. Påverkan och effekter på dessa markavvattningsföretag beskrivs i samband med den vattenverksamhet de berörs av i avsnitt 7 –10.

Ett av markavvattningsföretagen, Gerstabergrs torrlägningsföretag år 1930, bedöms behöva omprövas utifrån omfattande omläggning av vattenanläggningen. Detta görs i en separat process.

Markavvattningsföretag redovisas i Bilaga D.2.2b.

4.3 Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning

En inventering av uppgifter om grundläggningar och grundförstärkningar av byggnader och anläggningar har gjorts i kommunala arkiv, i Riksarkivet i Uppsala och arkiv hos Sveriges Geotekniska Institut (SGI). Vid behov har berörda fastighetsägare kontaktats. Inventering har därefter utförts i fält av grundläggning och kondition hos byggnader och anläggningar baserat på geologi och placering i förhållande till påverkansområdet.

Arkivinventering avseende grundläggning eller geotekniska förhållanden för E4 och befintlig järnväg har utförts. För E4 har PM som omfattar rekommendationer för grundläggning av vägen påträffats, men inga handlingar har påträffats för den befintliga järnvägen.

Undergrundens jordlagerföljd och mäktighet har bedömts utifrån jordartskartan, inventering i fält samt utifrån utförda geotekniska och geofysiska undersökningar.

4.3.1 Inventeringsresultat

Objekt som bedömts vara riskexponerade objekt består av motorvägen E4, befintlig järnväg i läge där Ostlänken kommer att ansluta mot befintliga spår längst norrut för delsträckan, ett 50-tal byggnader samt ett tiotal ledningar.

Befintlig järnväg är känslig för sättningar i läge där Ostlänken kommer att ansluta mot befintliga spår längst norrut på delsträckan. I samband med inventering har ingen information påträffats om pågående eller redan uppkomna rörelser under befintliga spår längs sträckan.

Resultat från utförd inventering av E4 och byggnadsinventering visas i Bilaga D.2.2c.

4.4 Energibrunnar

Med *energibrunn* menas en anläggning med borrhål i berg för utvinning eller lagring av energi. En *energibrunnsanläggning* kan bestå av en eller flera borrhål.

Inventering av energianläggningar har utförts genom sökning i SGU:s brunnarsarkiv, kommunala register samt via samråd och fastighetsägarkontakter. En brunnsenkät har gått ut till fastigheter inom utredningsområdet, med frågor rörande brunnens nuvarande användning, kapacitet, eventuella avvikelser med mera

SGU:s brunnarsarkiv innehåller ofta uppgifter om brunnarnas utförande, djup till berg, etcetera, men brunnsläget är ofta endast ungefärligt angivet, varför inmätning har gjorts vid platsbesök.

Kommunernas register omfattar bara anmälningspliktiga energibrunnar (energiborrhål). Borrningens läge brukar vara mer exakta angivet då ansökan omfattar en lägesritning/lägesskiss men det finns en osäkerhet i om borrningen sedan faktiskt är utförd.

4.4.1 Inventeringsresultat

På sträckan har 47 enskilda energibrunnar inventerats inom eller i direkt närhet till utredningsområdet. Av dessa ligger 10 inom påverkansområdet och utgör därför riskexponerade objekt. Åtta av brunnarna ligger samlade inom fastigheten Tälleby 1:42 (tidigare fastighetsbeteckning Håknäs 17:2), vid Järna trafikplats.

Inventerade energibrunnar redovisas på karta i Bilaga D.2.2d.

4.5 Naturvärden och våtmarker

Identifiering av naturvärden har gjorts genom inventering enligt standarden SS199000:2014 ”Naturvärdesinventering avseende biologisk mångfald (NVI) – genomförande, naturvärdesbedömning och redovisning”. Inventeringarna innefattar både terrestra och akvatiska miljöer. Ett urval av de naturtyper som identifierats inom inventeringarna har bedömts vara grundvattenberoende. Tillvägagångssätt för naturvärdesbedömning och identifiering av vilka objekt som kan påverkas beskrivs i korthet nedan.

Enligt metodiken för naturvärdesinventering (SS199000:2014) indelas ytor med ett avgränsat geografiskt område av samma naturtyp och naturvärde som ett naturvärdesobjekt. Enligt metodiken indelas naturvärden i klasserna högsta värde, högt värde, påtagligt värde samt visst värde (visst värde utgör ett valfritt tillägg enligt standarden). För vattendrag och vissa terrestra miljöer inom denna delsträcka av Ostlänken har även ytterligare en naturvärdesklass använts, lågt naturvärde, om värdet bedömts vara lägre än visst naturvärde.

Inom Ostlänkens arbete med miljökonsekvensbeskrivningen tillämpas en generell skala för värden utifrån klasserna högt, måttligt och lågt värde, se Tabell 4 (vilket alltså skiljer sig från den skala som används vid naturvärdesinventering). För att uttrycka värdena enhetligt har naturvärdesobjekt med högsta eller högt naturvärde förts till kategorin högt värde medan påtagligt naturvärde uttrycks som måttligt värde. Visst och lågt naturvärde enligt den standardiserade inventeringsmetodiken har förts till kategorin lågt värde.

Tabell 4. Förklaring till hur naturvärdesklasser uttrycks inom föreliggande utredning samt MKB för vattenverksamhet.

Naturvärdesklass enligt inventeringsmetod	Värde enligt Ostlänken
Högsta (klass 1) och högt naturvärde (klass 2)	Högt värde
Påtagligt naturvärde (klass 3)	Måttligt värde
Visst naturvärde (klass 4) samt lågt naturvärde	Lågt värde

4.5.1 Ytvattenberoende naturvärden

Identifiering av sjöar och vattendrag som potentiellt kan påverkas av Ostlänken gjordes utifrån Ostlänkens dragning, fastighetskartan och flygbilder. Information om dessa hämtades via kontakter med myndigheter och eventuella fiskevårdsföreningar, samt genom eftersök i databaser. Alla sjöar och vattendrag som kommer i fysisk kontakt med anläggningen (järnväg, arbetsområde, vägar eller service- och arbetsvägar) dokumenterades i fält. Inventeringsinsatserna var större i samband med sjöar samt vattendrag som håller vatten året om jämfört med skogs-, och jordbruksdiken som torkar ut delar av året. Vilka inventeringar som utfördes i dessa berodde på vilken bakgrundsinformation som fanns samt vilka artgrupper som det fanns förutsättningar för.

4.5.1.1 Inventeringsresultat

De ytvatten som vid inventering identifierats ha högt naturvärde är Vaskabäcken (berörs indirekt), Moraån, Lillsjön och Kyrksjön. En ytvattenberoende våtmark har inom denna delsträcka bedömts ha högt naturvärde; viltvatten vid Gerstaberg.

Vaskabäcken (NO4-13868) bedöms ha högt naturvärde. Bedömningen motiveras av att naturligheten är hög, ett påtagligt biotopvärde samt av att havsöring reproducerar sig i bäcken.

Moraån (NO4-13638) bedöms ha höga naturvärdena utifrån utförda inventeringar och befintliga uppgifter, klass 2 (Tabell 4). Bedömningen motiveras av ett påtagligt biotopvärde med relativt hög

naturlighet samt förekomst och variationsrikedom av ekologiska strukturer och funktioner. Vidare bedöms artvärdet vara högt till följd av ett stort antal naturvårdsarter, däribland lake (nära hotad), stensimpa och öring samt eventuellt nissöga som har dokumenterats högre upp i systemet. Ån är en av länets viktigaste reproduktionslokaler för havsöring.

Lillsjön (NO4-13628) bedöms potentiellt ha högt naturvärde utifrån likheten och förbindelsen med Kyrksjön. Majoriteten av sjöns stränder är fria från mänsklig påverkan och kantas av breda bälten av bladvass med relativt god tillgång till ekologiska funktioner och livsmiljöer för fisk och fågel. Eftersom det inte finns några hinder för fiskvandring mellan sjöarna bedöms de arter av musslor och fisk som förekommer i Kyrksjön även förekomma i Lillsjön.

Kyrksjön (NO4-13634) bedöms ha högt naturvärde utifrån påtagligt biotopvärde som beror på att sjöns stränder i relativt liten utsträckning exploaterade. Detta skapar förutsättningar för ekologiska funktioner såsom födosöks- och reproduktionsområden för fisk och fågel. Fem arter av inhemska stormusslor finns i sjön, varav två rödlistade (äkta målarmussla och flat dammussla, båda nära hotade). Artvärdet bedöms till följd av förekomsten av musslor som högt. Sjön är dock kraftigt påverkad av framför allt övergödning vilket gör att sjöns naturlighet är låg och att antalet arter av makrofyter är relativt lågt.

Kyrksjön avvattnas via Åbyån som mynnar i Stavbofjärden cirka 2 kilometer nedströms Kyrksjön. Vid Åbykvarn i Åbyån finns ett dämme som förhindrar fiskvandring. Från sträckan nedströms dämnet finns äldre uppgifter (elfiskeresultat från 1995) om nio fiskarter, bland annat lake (sårbar) och öring. Vid elfisket fångades juvenil öring, vilket indikerar att reproduktion kan ha ägt rum i ån. Ingen naturvärdesinventering har gjorts inom projektet. Inventeringsinsatser avseende bland annat fisk planeras sensommaren 2023. Skillebyån bedöms ha lågt naturvärde i höjd med järnvägspassagen, men i nedre delarna av vattendraget bedöms naturvärdet vara högt.

Viltvatten vid Gerstaberg (NO4-28880). Det höga naturvärdet motiveras av ett flertal naturvårdsarter som större vattensalamander och bäver samt av att våtmarken bidrar till goda förutsättningar för en rik fågelfauna och ett stort antal fladdermusarter, vilka alla omfattas av artskyddsförordningen.

Yt- och grundvattenberoende naturvärden inklusive våtmarker visas i Bilaga D.2.2e.

4.5.2 Grundvattenberoende naturvärden

Grundvattenberoende naturvärdesobjekt som kan påverkas av en grundvattensänkning finns i öppna grundvattenmagasin med ytlig (marknära) grundvattennivå. Klassningen av vilka naturvärdesobjekt som är grundvattenberoende har i huvudsak gjorts utifrån rapporten "Grundvattenberoende ekosystem – Förslag på prioritering av svenska naturtyper inom nätverket Natura 2000" (SGU, 2015b). Utöver den lista över Natura 2000-naturtyper som i denna rapport anges som känsliga för grundvattensänkning eller minskat grundvattentillflöde så har inom Ostlänken även fuktängar, sumpskogar, kärr och myrar bedömts som grundvattenberoende naturtyper. Även källor ingår i naturvärdesinventeringen då de ofta har speciell vegetation som är beroende av källutflödet.

Grundvattenberoende naturvärdesobjekt har identifierats dels via naturvärdesinventeringen, dels via studier av Lantmäteriets terrängkarta och marktäckedatabasen. En fältinventering har därefter utförts för att undersöka objektens hydrologiska/hydrogeologiska funktion genom att mäta jorddjup, utbredning, vattendjup samt bedöma jordart och genomsläpplighet. Även inlopp och utlopp studerades.

4.5.2.1 Inventeringsresultat

Nedan beskrivs det vid inventeringen identifierade grundvattenberoende naturvärdesobjekt som bedömts till högt naturvärde och påverkas av vattenverksamheten. Samtliga naturvärdesobjekt beskrivs i kapitel 7–10.

Sumpskogen (NO4-13656) i höjd med km 2+750 har vid inventeringen bedömts ha högt naturvärde. Sumpskogen domineras av tall, björk och gran. Naturvärdena är knutna till att det är en äldre skog med skoglig kontinuitet, förekomst av död ved och grova träd, inklusive hålträd. Sumpskogen har jämn fuktighet och rörligt markvatten men viss påverkan av dikning. Det förekommer flera naturvårdsarter som är knutna till skoglig kontinuitet och fuktig miljö.

Grundvattenberoende naturvärden inklusive våtmarker visas i Bilaga D.2.2e.

4.5.3 Groddjursinventering

ÅF/Tyréns har på uppdrag av Trafikverket 2022 genomfört en groddjursinventering i enlighet med naturvårdsverkets standardiserade metoder (Version 1:0: 2005-04-21 och version 4.0 2010-12-21) samt provtagning för eDNA i en våtmark längs Ostlänkens sträckning mellan Gerstaberget och Långsjön.

Den lokal som artinventerades för groddjur var Viltvattnet vid Gerstaberget. I samma lokal genomfördes provtagning för eDNA. De arter som provtagningen syftade till var vanlig groda (*Rana temporaria*), åkergroda (*Rana arvalis*), vanlig padda (*Bufo bufo*), större- och mindre vattensalamander (*Triturus cristatus* och *Lissotriton vulgaris*) samt groddjurspatogenen *chytridiomycosis* (*Batrachochytrium dendrobatidis*).

4.5.3.1 Inventeringsresultat

Resultatet av inventeringen blev att arter med skydd enligt artskyddsförordningens 4§ och 6§ påträffades, antingen genom visuell bedömning eller genom DNA-spår i vattenprov. Skyddsåtgärder kommer att genomföras så att anläggningen inte bedöms påverka groddjuren eller deras livsmiljö på ett sätt som skulle aktivera artskyddsförordningens förbudslagstiftning.

4.6 Grundvattenkänslig kulturmiljö

Vissa fornlämningar är känsliga för förändringar av yt- och grundvattennivåer. I detta avsnitt används begreppet lämningar för att beskriva fornlämningar samt övriga typer av lämningar enligt Kulturmiljölagen. Risk för sättningar hos byggnader och anläggningar med kulturhistoriskt värde hanteras på samma sätt som för övriga byggnader och anläggningar, se Bilaga D.1 *Bedömningsgrunder vattenverksamhet - underlagsmaterial för stöd vid värdering och bedömning*.

Vid arbetet med bedömning av kulturmiljövärden ingår alla typer av lämningar:

- Fornlämning
- Möjlig fornlämning
- Övrig kulturhistorisk lämning
- Ej kulturhistorisk lämning
- Ingen antikvarisk bedömning.

Inventering har utförts genom att underlag inhämtats från Riksantikvarieämbetets nationella databas Kulturmiljöregistret, KMR (<https://app.raa.se/open/fornsok/>). Utdraget ur registret gjordes 2022-07-06).

Risk för påverkan föreligger för lämningar som är belägna inom yt- eller grundvattenkänsliga områden, ett område där kulturobjekt kan påverkas av en sänkt yt- eller grundvattennivå. Det innebär också att de lämningar som konsekvensbedöms med avseende på vattenverksamhet har genomgått ett urvalsförfarande där lämningar som är belägna inom områden som inte påverkas av yt- eller grundvattenförändringar har avgränsats bort. Hantering av grundvattenkänsliga lämningar inom markanspråk som bedöms slutundersökas beskrivs i avsnitt 1.5.2 och dokumentet *Bilaga D.3 MKB för järnvägsplan, avsnitt 7.1.2*.

4.6.1 *Inventeringsresultat*

På sträckan har lämningstyper som grav- och boplats, bytomt/gårdstomt, lägenhetsbebyggelse, boplats, gravfält, vägmärke, stensättning och skärvtenshög inventerats. Inventerade kulturvärden redovisas i Bilaga D.2.2f. För att förenkla presentationen av objekt i figurer och bilagor har de olika typerna av lämningar kategoriserats enligt:

- Kategori fornlämning:
 - Fornlämning.
 - Möjlig fornlämning.
- Kategori övrig kulturhistorisk lämning:
 - Övrig kulturhistorisk lämning.
 - Ej kulturhistorisk lämning.
 - Ingen antikvarisk bedömning.

4.7 Areella näringar, jord- och skogsbruk

Områden med areella näringar har identifierats inom påverkansområdet genom GIS-analyser där skikt med markanvändning och jordartskartan använts. Hur urvalet i analysen gjorts beskrivs i avsnitt 5.7.

4.7.1 *Inventeringsresultat*

Ingen grundvattenkänslig jordbruksmark har identifierats inom utredningsområdet.

Områden med produktionsskog inom utredningsområdet som kan påverkas vid en grundvattensänkning bedöms vara begränsade i omfattning, se vidare kapitel 5.7.2. De redovisas därför inte som enskilda riskexponerade objekt.

Skogsbruk inom utredningsområdet bedrivs främst i berg- och moränområden. Skogsbruk inom påverkansområdet återfinns främst inom områden där bergtunnlar planeras, det vill säga inom delområde Järna och delområde Hölö södra.

4.8 Förorenad mark

Utförda miljötekniska utredningar visar att det finns förorenade områden på ett fåtal platser inom utredningsområdet.

4.8.1 *Inventeringsresultat*

För förorenade områden som har identifierats inom utredningsområdet, se Bilaga D.2.2g.

Det före detta asfaltverket inom Hölö norra bedöms inte påverkas av vattenverksamheten.

Förorenad mark i närheten av Gerstabergrastunneln, där före detta Underås handelsträdgård, vägstation, oljegrus- och asfaltverk, bilverkstad samt biltvätt för personbilar ingår, bedöms vara riskexponerade objekt. Förorenad mark redovisas mer utförligt i *Bilaga D.3 MKB för järnvägsplan, avsnitt 7.3.3, sidan 146*.

5 Beskrivning av generella effekter på yt- och grundvattenberoende objekt och värden

5.1 Vattenförsörjning, enskilda brunnar och större vattentäkter

Den tillgängliga uttagsmängden för en dricksvattenbrunn eller vattentäkt kan minska om grundvattenbortledning sker eller om tillrinningsområdet minskar.

Små grundvattenmagasin kan vara känsliga för påverkan. Normalt finns inga större vattentäkter inom mindre magasin men enskilda brunnar kan påverkas vilket inte leder till en stor effekt sett ur ett samhällsperspektiv men för den enskilda brukaren kan det få stora effekter. Större grundvattenmagasin är generellt mindre känsliga för en grundvattenpåverkan eftersom det ofta finns ett överskott av vatten. Vid en större påverkan kan det dock medföra stora effekter om grundvattenmagasinet används som vattentäkt eller att det finns många enskilda brunnar.

Brunnar i jord är generellt mer känsliga än brunnar i berg eftersom de normalt är grundare och vattenpelaren i brunnen kan lättare sänkas av och brunnen torrläggas.

5.2 Vattenanläggningar och befintliga vattenverksamheter

Påverkan på vattenanläggningar och befintliga vattenverksamheter kan ske på olika sätt.

Förändringar i avrinningsområden, bortledning eller tillförsel av vatten kan ha en inverkan på nivåer och flöden i yt- respektive grundvatten. Genom fysisk påverkan kan en tillståndgiven sektion ändras, vilket också kan medföra förändrat flöde eller nivåer.

5.3 Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning

Byggnader och anläggningar kan vara känsliga för grundvattenpåverkan på två huvudsakliga sätt. Endera på grund av risk för sättningar till följd av sänkta grundvattentrycknivåer i övre och undre grundvattenmagasin inom områden med sättningsbenägen mark eller till följd av nedbrytning av trägrundläggning till följd av sänkta grundvattennivåer i öppna eller övre grundvattenmagasin.

Sättningar uppkommer genom att en grundvattensänkning minskar portrycket i jorden där grundvattensänkningen sker, det vill säga effektivspänningen ökar. Den nya effektivspänningen kan överskrida spänningen jorden är konsoliderad för, vilket betyder att jorden kommer att sätta sig under en viss tid. Byggnader, anläggningar och ledningar som ligger på sättningsbenägen mark, såsom lera, silt eller organiskt material, inom påverkansområdet riskerar att påverkas negativt av en grundvattensänkning. Beräkningar har utförts där det föreligger risk att sättningar kan påverka ett objekt, för att bedöma känsligheten av objektet. Känslighetsanalyser har utförts för olika grundvattensänkningar och olika lermäktigheter. Sättningsberäkningar har gjorts för de objekt som kan komma att påverkas av en grundvattensänkning och som ligger på sättningsbenägen mark. Lerparametrar har bedömts utifrån laboratorieförsök (CRS-försök) som utfördes på kolvprover tagna i ett visst antal undersökningspunkter.

Risken för skador till följd av sättningar är större om lermäktigheten varierar under byggnaden eller anläggningen, så att sättningarna sker ojämnt (det vill säga att differentialsättningar uppkommer).

Byggnader och anläggningar som är pålgrundlagda bedöms generellt inte vara känsliga för sättningar. Pålarnas bärförmåga behöver dock kontrolleras med avseende på de påhängslaster som uppkommer vid grundvattensänkningar. Då ska hänsyn tas till eventuella tidigare sättningar som redan givit upphov till påhängslaster.

Följande grundläggningstyper betraktas som grundvattenberoende:

- Grundläggning med platta, murar eller plintar helt eller delvis inom område med sättningsbenägen mark (lös lerjord).
- Grundläggning på träpålar eller på rustbädd av trä.
- Fast grundlagda byggnader (pålar eller murar till fast botten) men med golv direkt på mark (ej fribärande golv) inom områden med sättningsbenägen mark.
- Byggnader och anläggningar vars grundläggning är okänd och som är grundlagd på sättningsbenägen mark.

5.3.1 Sättningskrav

För att bedöma om en sättning riskerar att medföra negativa effekter på riskexponerade objekt har följande sättningskrav använts:

- Tillåten vinkelförändring för byggnader är maximalt 1/500 (SGI 1993, Plattgrundläggningsboken), dvs. marken under byggnaden får inte sätta sig ojämnt med mer än $0,002 \cdot \text{byggnadens bredd eller längd (m)}$.
- Totalsättningskravet för E4 är 0,3 meter (TK Geo 13, avsnitt 3.2.1, Trafikverket 2014b). Inventerade sättningar i E4 ska beaktas i bedömningen av effekt.
- Kravet för differentialsättning mellan olika delar av befintliga vägar varierar med avstånd mellan olika grundförstärkningsmetoder och/eller mellan olika geotekniska förhållanden (olika jordarter, lermåktighet eller lerparametrar under olika delar av vägen). Generellt för E4 ska differentialsättningar (centimeter) inte överskrida $0,43 \cdot \text{avstånd (meter)}$ mellan olika geotekniska förhållanden enligt TK Geo 13, avsnitt 3.2.3. Exempelvis; om avståndet mellan platsen där det största lerdjupet påträffas och friktionsjord är cirka 30 meter blir differentialsättningskravet 13 centimeter.
- Totalsättningskravet för nybyggt spår är 0,2 meter ($160 < \text{STH} < 250$, TK Geo 13, avsnitt 3.3). Ett gränsvärde på 0,1 meter har valts för befintliga spår för att utreda risk för skadliga sättningar.

Anläggningar som riskerar påverkan är styva ledningar, väg- eller spåranläggningar, murar och andra byggnadsverk, etcetera. Utöver dessa anläggningar kan servisledningar (gas-, vatten- och avloppsledningar) anslutna till fast grundlagda byggnader påverkas vid en marksättning.

Styva ledningar och självfallsledningar såsom vattenledningar och avloppsledningar spänner sig ofta över längre sträckor. Sättningar kan medföra att ledningar knäcks eller att fallet förändras. Speciellt grundvattenberoende delar på ledningarna är kammare, anslutningar och brunnar. Ledningar på sättningsbenägen mark betraktas som riskexponerade objekt.

För att avgöra grundläggningens känslighet har en sammanvägd bedömning gjorts utifrån befintligt material, inventeringar och analyser av geotekniska och geofysiska undersökningar för delsträckan Långsjön–Sillekrog.

Effekter på E4 har bedömts vara stora om beräknad storlek på sättning är högre än sättningskravet. På liknande sätt har effekten bedömts vara liten om beräknad storlek på sättning är lägre än sättningskravet.

För byggnader har stor effekt ansatts i de fall beräknad/bedömd storlek på sättning är högre än sättningskravet. Liten effekt motsvarar en bedömd storlek på sättning som är lägre än sättningskravet.

Inventerat underlag från utförd inventering av E4 och byggnader visas i Bilaga D.2.2c.

5.4 Energibrunnar

I en energibrunn sker värmeöverföring mellan omgivande berggrund och kollektorslangarna genom vattnet i brunnen. Ovanför grundvattenytan sker i princip inget värmeutbyte då luft isolerar effektivt. Vid en grundvattensänkning minskar kontakten mellan kollektorslangen och vattnet, och därmed minskar effektuttaget. Eftersom energibrunnar oftast är djupa vilket medför att det oftast krävs en stor grundvattenpåverkan för att få en liten effekt.

5.5 Naturvärden och våtmarker

5.5.1 *Ytvattenberoende naturvärden*

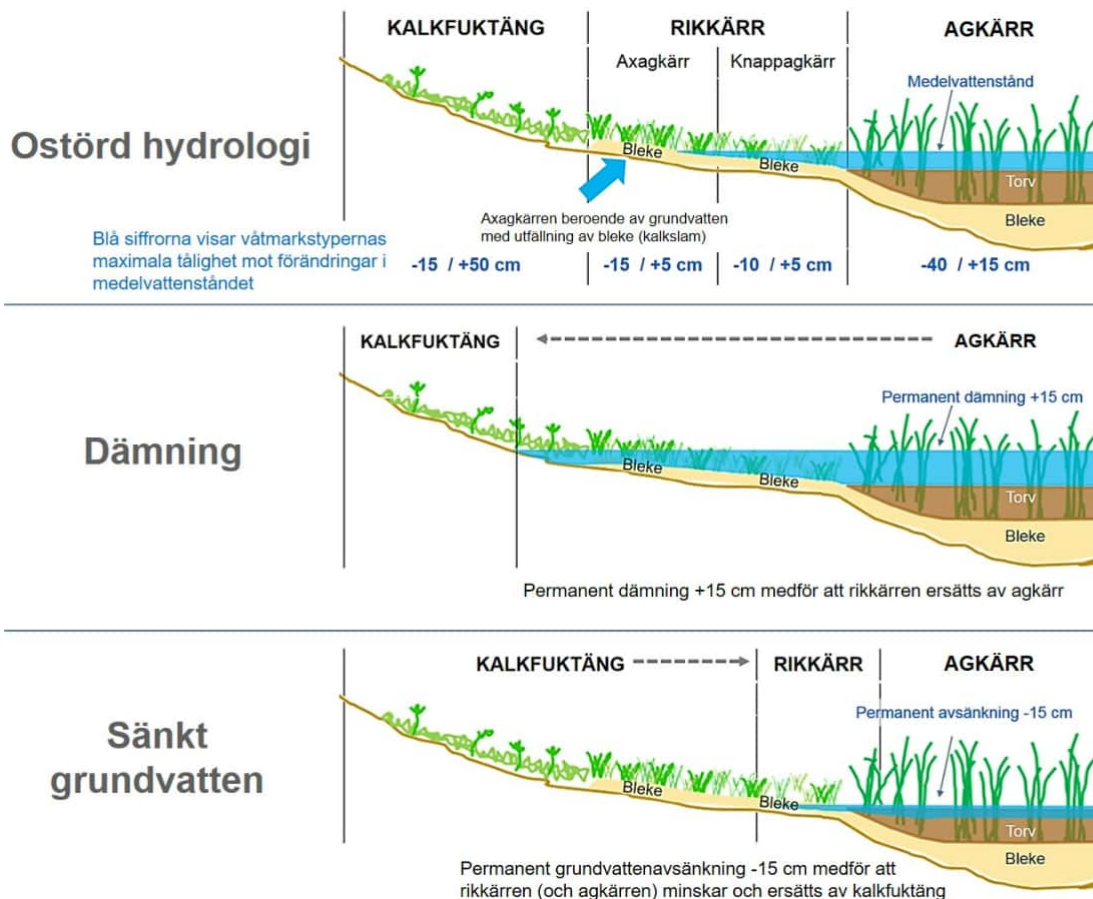
Sjöar och vattendrag som utgör naturvärdesobjekt kan påverkas fysiskt, hydrologiskt eller genom förändrad vattenkvalitet. Effekter på naturvärden kan uppkomma i form av direkt fysisk påverkan, exempelvis om en anläggning ianspråkar mark eller vatten som utgör livsmiljö för arter. Indirekta effekter kan uppstå i form av förhöjd grumling och sedimentation vid anläggningsarbeten i anslutning till ytvatten. Grumling och sedimentation uppstår naturligt i naturvärdesobjekten och det finns därför en tolerans mot kortvariga mindre grumlingar. Om grumlingen är kraftig och varaktig finns risk att känsliga arter dör till följd av respirationsproblem, födobrist eller övertäckning. För att minska sådana risker används grumlingskydd vid grumlande arbete samt sedimentationsanläggningar om partikelrikt vatten behöver ledas till recipient. I det fall bortledning eller uttag av vatten görs kan hydrologiska effekter på ytvattenberoende naturvärden uppstå.

Vattenkemin i ytvatten kan även påverkas genom förändrat pH vid betongarbeten eller om det uppkommer oljespill från maskiner. Påverkan kan också uppkomma om lak- länshållnings- eller dränvatten släpps ut i vattenområdet. Utsläpp till vatten kommer att omfattas av kontrollprogram och åtgärder vidtas vid behov.

5.5.2 *Grundvattenberoende naturvärden*

Grundvattenberoende naturvärden kan påverkas negativt av förändrade hydrologiska förhållanden. Beroende på storleken på påverkan kan det innebära torrläggning, minskad fuktighet eller mindre vattenfluktuationer i naturvärdesobjekten. Är förändringen begränsad i omfattning och under en kortare tid, som till exempel under byggtiden, kan biotopens värden sannolikt kvarstå. Eftersom biotopens växtlighet är anpassad för de våta förhållandena kommer en större förändring av hydrologin att ändra växtsammansättningen. Torrare förhållanden kan leda till igenväxning av arter som är konkurrenskraftiga. De arter som kräver kontinuitet av luftfuktighet och/eller vattenfluktuationer försvinner om det blir ändrade förhållanden. De känsligaste biotoperna, som också ofta har höga naturvärden, är områden där påverkan varit liten och har en lång kontinuitet av hydrologiska förhållanden men även ofta skoglig kontinuitet. Påverkan av mindre grundvattentillförsel kan i vissa fall, beroende på dess tillrinningsområde och jordarter, minskas av ytvattentillförsel.

I ett kuperat landskap är det i släntfoten ner mot låglänt mark som växtligheten är mest känslig för påverkan genom grundvattenbortledning. I denna del av en sluttning är grundvattnets tryck riktat uppåt, grundvattnet finns ytligt i marken, och växtligheten är ofta anpassad till en mer fuktig miljö, se Figur 11. Högre upp i sluttningen sker naturligt en dränering av grundvattnet och växtligheten är anpassad till torrare dränerade förhållanden eller till lokala fuktiga områden i täta svackor som inte påverkas av underliggande grundvattennivå.



Figur 11: Växtlighet i torra och friska marker utnyttjar enbart vatten i markens omättade zon medan växtlighet i utströmningsområden i släntfot är mer beroende av ytligt grundvatten. Bilden visar exempel på några våtmarkstypers känslighet för förändrad hydrologi. (Illustration Krister Mild, Naturvårdsverket)

Det är också nedanför släntfoten som man hittar de vattensystem som är särskilt beroende av en naturlig grundvattentillströmning som källor, källsjöar (dvs. sjöar utan större tillflöden), grundvattenmatade vattendrag samt våtmarker.

Våtmarker buffrar vatten och jämnar därigenom ut flöden i vattendrag. Det sker även rening av tillrinnande vatten genom bland annat sedimentation och denitrifikation. Torvbildande våtmarker kan också fungera som en kolsänka och är därför viktiga i klimathänseende. Om torvbildande våtmarker dräneras kan i stället koldioxid frigöras vid nedbrytning av organiskt material. Om våtmarker försvinner eller ersätts av diken försvinner i hög grad deras flödesutjämnande förmåga som är en förutsättning för dess ekologiska funktion. Det är därför viktigt att bevara våtmarker.

Påverkan på våtmarker beskrivs dels utifrån om direkt påverkan bedöms kunna ske, det vill säga om våtmarken står i kontakt med grundvatten i berg/frikationsjord och därmed påverkas av dränering från tunnel, dels utifrån om indirekt påverkan på våtmarken bedöms kunna ske genom ändrad tillrinning. Direkt påverkan bedöms potentiellt ge större effekt på förhållandena i våtmarkerna, speciellt om våtmarken ligger centralt i påverkansområdet.

Bedömningar baseras dels på observationer som gjorts vid fältbesök dels på underlag såsom jordartskarta och höjddata.

För våtmarker belägna lägre i terrängen (relativt sett) bedöms risken vara större för direkt påverkan genom direkt dränering då de utgör utströmningsområden.

Om jordartskartan visar på kärrtorv ses detta som en indikation på att våtmarken kan stå i kontakt med grundvatten i underliggande friktionsjord/berg då kärr generellt är utströmningsområden. Mossetorv ses som en indikation på tät botten då mossar är tidigare kärr som vuxit på höjden och i stället utgör inströmningsområden. Mossarna är beroende av tillskott av nederbörd snarare än grundvatten (SGU 2019).

Berget under våtmarker som är belägna högt upp i terrängen (relativt sett) i områden med berg i dagen bedöms vara tätt. Våtmarker som ligger i områden med berg i dagen och som korsas av deformationszoner som även korsar planerad tunnel har en ökad risk att dräneras av tunneln. Detta är förutsatt att deformationszonen är mer vattenförande än övrigt berg.

För våtmarker i inströmningsområden tyder tydligt utlopp på att avrinning sker horisontellt det vill säga inte endast via grundvattenströmning. Detta kan vara en indikation på att våtmarken antingen har en tät botten, det vill säga ingen eller mycket liten avrinning sker via grundvattenströmning, eller att tillrinningen till våtmarken är så stor att avrinning behöver ske både vertikalt och horisontellt. Båda fallen innebär att våtmarken inte är känslig för grundvattensänkning eller är känslig i mindre grad. Ett utlopp med stort flöde kan även indikera att det snarare är utflödet från våtmarken än förhållandena i våtmarken som påverkas av en grundvattensänkning och ändrad tillrinning.

I områden med grundvattenbortledning i berg bedöms grundvattenbildningen till berg kunna öka. Om detta sker i en våtmarks tillrinningsområde kan det innebära att tillrinningen till våtmarken minskar då en del av det vatten som skulle runnit av som ytvatten till våtmarken i stället infiltrerar till grundvatten i berg. Detta gäller främst om tillrinningsområdet ligger centralt inom påverkansområdet.

5.6 Grundvattenkänslig kulturmiljö

Lämningar i våta miljöer kan bestå av avsatta och/eller påförda kulturlager samt av konstruktioner. De rymmer viktiga kunskapspotentialer om hur platser har brukats i det förflutna. Samtliga lämningar på delsträckan bedöms ligga på maximalt en meters djup under markytan. Kulturlager, fynd och föremål som kan påverkas av en yt- och grundvattensänkning är organiska material såsom ben, trä, läder, fröer och pollen men det gäller även metall som kan oxidera om det utsätts för syre. Även konstruktioner byggda av trä såsom broanläggningar eller fasta fiskeanläggningar bryts ned vid avsänkta yt- och grundvattennivåer.

Effekten av lägre grundvattennivåer än tidigare årstidsvariationer eller att ytvattennivå i exempelvis en våtmark sänks, innebär påbörjade och/eller accelererande nedbrytningsprocesser av lämningar som tidigare legat under vatten, vilket kan leda till att de förstörs. Detta beror på att vatten innehåller en begränsad mängd syre jämfört med luft. Detsamma gäller genomströmning av syreförande vatten exempelvis vid infiltration av dricksvatten även om effekten är långsammare. Konsekvensen blir att betydelsefull vetenskaplig information om lämningarna kan gå förlorad.

Bedömningarna sker utifrån nuvarande kunskapsläge. Det är osäkert om det finns kulturlager i berörda delar av lämningarna och om de i så fall ligger under grundvattenytan idag. Vidare bygger de bedömningar som gjorts på prognoser av förändringar i yt- och grundvatten. I kommande skede kommer påverkan att följas upp i ett kontrollprogram. Om det visar på risk för påverkan på lämningar kommer samråd hållas med länsstyrelsen i enlighet med KML 1988:950 kap 2.

5.7 Areella näringar, jord- och skogsbruk

5.7.1 Jordbruk

Det som styr tillväxten av grödor inom jordbruket är markvattenhalten, vilken främst påverkas av nederbördens fördelning över året och om det är ett våtår, normalår eller torrår. Låglänta jordbruksmarker är generellt i hög grad utdikade för att avleda ytligt markvatten så att det inte blir stående på täta jordlager samt att sänka grundvattenytan och därmed öka produktionen, en grundvattensänkning medför i sådana fall inte minskad tillväxt. Minskad tillväxt p.g.a. sänkt grundvattennivå bedöms endast kunna uppkomma i silt/sandjordar där kapillärkraften gör att grundvattenytans läge påverkar markvattenhalten. Minskad tillväxt kan också bli följderna om dämning uppkommer så att jordbruksmarken försumpas.

Vad gäller påverkan av dämningseffekter från anläggningen eller ytvattenomledningsåtgärder, har påverkan beräknats genom att studera skillnader i vattenutbredning vid normal samt högflödesituation före och efter byggnation av anläggningen. I bedömning av effekter har tidsaspekten vägts in, hur långvarig dämningssituationen är samt hur vanligt förekommande den kan förväntas vara (SLU, 2016).

5.7.2 Skogsbruk

Skogsbruk bedrivs generellt i kuperad terräng och dess bonitet (tillväxt, skog) är kopplad till markfukt. Markfuktigheten samvarierar med, men styrs inte av, grundvattenytans läge under markytan. Boniteten är som högst där markfukten medför så kallade friska markförhållanden medan torrare eller fuktigare förhållanden ger en sämre tillväxt.

Sambandet mellan djup till grundvattenytan och markfukt/bonitet bedöms främst bero på platsens jordart och dess vattenhållande förmåga. En grovkornig jord har sämre vattenhållande förmåga vilket leder till torrare förhållanden jämfört med en finkornig jord. En grovkornig jord leder även till en djupare liggande grundvattenyta eftersom jorden har högre hydraulisk konduktivitet. Grundvattnet transporteras då snabbare mot recipienten, jämfört med en finkornig jord.

Generellt bedöms inte boniteten vara beroende av grundvattnets nivå utan bedöms främst bero på jordart och dess vattenhållande förmåga. I blöta och fuktiga förhållanden kan dock boniteten öka om grundvattenytan sänks av. I områden med friska-fuktiga eller friska förhållanden förändras inte jordens vattenhållande förmåga av en sänkt grundvattenyta då träden förses med vatten från nederbörd. Därigenom bibehålls förhållanden gällande bonitet även vid en avsänkning av grundvattenytan.

5.8 Förorenad mark

Förändrade flödesförhållanden, genom till exempel stora grundvattennivåsänkningar, kan medföra att eventuella markföroreningar mobiliseras. En sådan situation skulle kunna uppstå vid till exempel en större skärning. Området kring skärningen sänks av och medför att vatten leds in till skärningen och när föroreningen tillrinner skärningen leds den sedan vidare till recipienten för skärningen. Möjligheten för mobilisering av föroreningen beror förutom ett förändrat flödesmönster på vilken typ av förorening det är och i vilken jord föroreningen återfinns. Om föroreningen till exempel binder hårt till jordpartiklar är risken liten för mobilisering och om föroreningen ligger i lera är föroreningstransporten genom lera låg vilket minskar risken för mobilisering.

6 Övergripande områdesbeskrivning

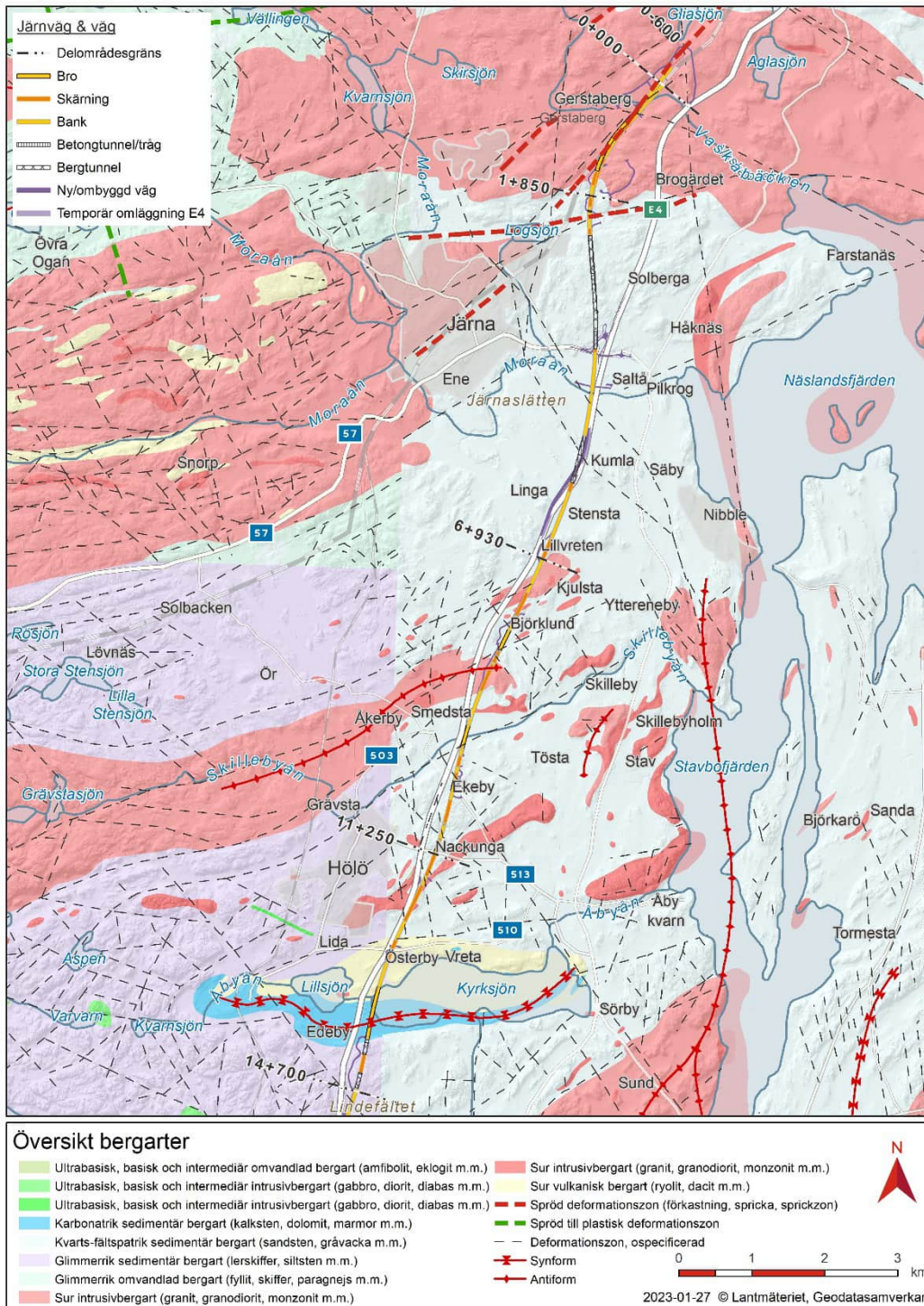
Regionen kännetecknas geologiskt sett av utbredda lerslätter med större och mindre bergmoränområden. Området är ett sprickdalslandskap, tydligt kuperat i öst-västlig riktning med omväxlande höjdryggar och dalgångar tvärs järnvägens sträckning. Sprickzonerna har ofta genom inlandsisens inverkan bildat långsmala dalgångar och sjösystem. Planerad järnvägsanläggning kommer att korsa höjderna och dalgångarna på tvären och för att klara höjdskillnaderna utformas anläggningen med skärningar och tunnlar i höjddpartierna. I lågpartier hanteras höjdskillnaderna med bank och bro.

6.1 Berggrund

Baserat på kartering i fält består berggrunden huvudsakligen av sedimentgnejser och graniter, men det förekommer även basiska och intermediära vulkaniter eller djupbergarter, se Figur 12. Vid Edeby, strax söder om Lillsjön och Kyrksjön, finns ett långsträckt, uppemot 750 meter brett, marmorstråk. Här finns även ett litet nedlagt marmorbrott, mellan Kyrksjön och E4. Bergkvaliteten har generellt klassificerats enligt Q-systemet (Barton, 2002) och har på sträckan bedömts som god. Undantaget är sträckan km 14+020–14+600 där bergkvaliteten bedömts vara något sämre än i övrigt på delsträckan.

Sedimentgnejsen kan naturligt innehålla förhöjda halter av sulfidförande mineral. Eftersom den är en inhomogen bergart varierar halterna från plats till plats.

Beskrivning av strukturgeologi och berggrundens hydrogeologi redovisas för Gerstabergstunneln och Edebytunnlarna under relevanta avsnitt 8.3.1 och 10.3.3.

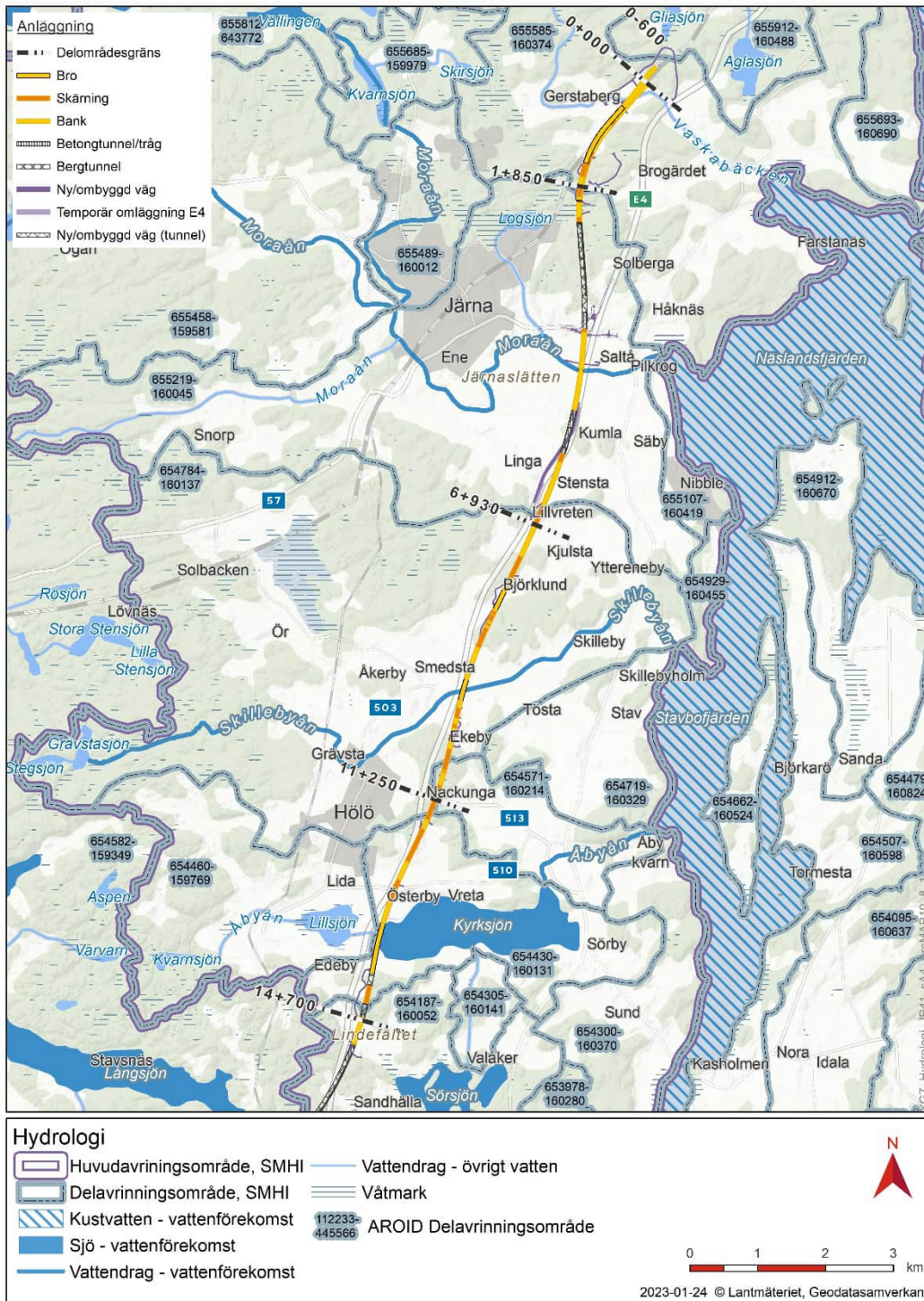


Figur 12: Bergarter och deformationszoner längs delsträckan Gerstabergr–Långsjön. Gränser för delområden anges med streckad linje med tillhörande km-angivelse.

6.2 Ytvatten

Delsträckan passerar genom sex olika delavrinningsområden för ytvatten, se Figur 13. Samtliga delavrinningsområden avrinner till Östersjön. De fyra norra avrinningsområdena avrinner till Östersjön utan att föregås av några större sjöar. De två södra avrinningsområdena rinner mot sjöarna Sörsjön respektive Kyrksjön varifrån vattnet sedan rinner vidare mot Östersjön. Hela delsträckan tillhör huvudavrinningsområde Mellan Tyresån och Trosaån.

Längs med sträckan finns fyra större vattendrag, en sjö som berörs av vattenverksamhet från planerad anläggning; Dike Gerstaberget (som leder till Vaskabäcken), Moraån, Skillebyån och Kyrksjön (som leder till Åbyån). Dessutom passeras några större våtmarker. Moraån (WA77846827), Skillebyån (WA90912146), Kyrksjön (WA99859623) och Åbyån (WA33355523), utgör vattenförekomster och omfattas av miljö kvalitetsnormer. Längs med sträckan passerar järnvägsanläggningen även mindre diken som Dike Österby. Vid omkring km 1+700, km 2+200 samt km 11+000 passerar järnvägsanläggningen över våtmarker.



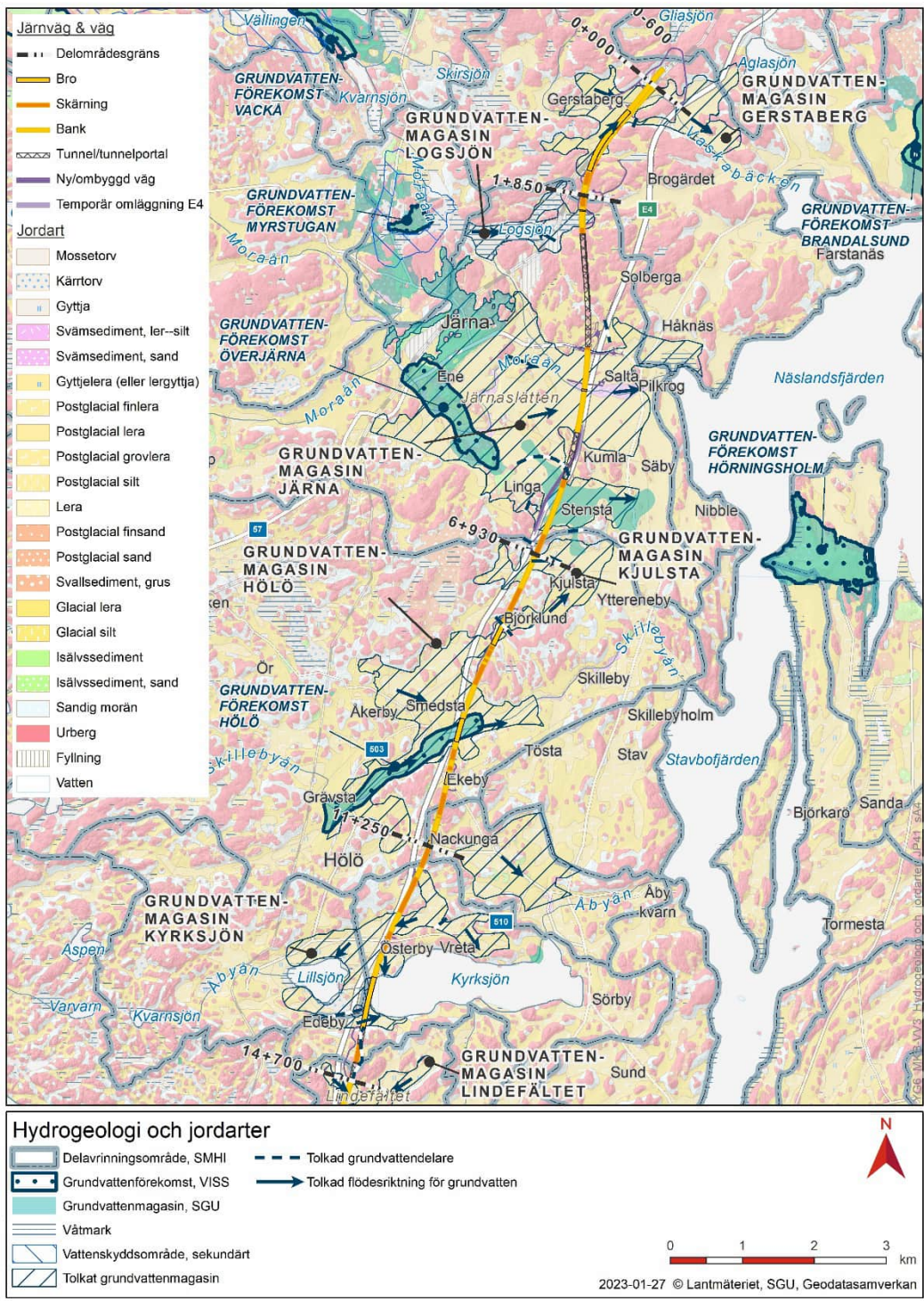
Figur 13: Översiktlig hydrologi på delsträckan. Våtmark (randig symbol) är en sammanslagning av våtmarker och sankmark från marktäckedatabasen och terrängkartan.

6.3 Grundvatten och jordartsgeologi

Höjdområdena utgörs till största delen av fastmark, morän och berg. I de här områdena förekommer grundvatten endast i mindre, uppbrutna grundvattenmagasin. En mer utförlig beskrivning av den här typmiljön, kuperat höjdområde, finns i avsnitt 2.4.3.

I lågpartierna förekommer finsediment och jordlagrens mäktigheter varierar. Här finns förutsättningar för större grundvattenmagasin i friktionsjorden under leran, se vidare om typmiljön lertäckt dalgång i avsnitt 2.4.3. Sex större grundvattenmagasin har identifierats och tolkats in längs med delsträckan och är benämnda Magasin Gerstaberg, Magasin Logsjön, Magasin Järna, Magasin Kjulsta, Magasin Hölö och Magasin Kyrksjön, varav två delvis utgör grundvattenförekomster, se Figur 14. De två grundvattenförekomsterna Överjärna och Hölö grundvattenförekomst (WA22668379 respektive WA93900274) tillhör typmiljön Isälvsformation, se avsnitt 2.4.3. De tolkade magasinerna bedöms inte utgöra riskexponerade objekt eftersom de inte har identifierats vara av värde för vattenförsörjning, och effekterna bedöms därför inte.

Inom delsträckan förekommer sättningsbenägen mark. Sättningar kan uppstå främst i lerjord men också i friktionsjord. Sättningsförloppet i lera går långsamt och kan pågå under lång tid medan sättning i friktionsjord sker momentant. Det är främst i lera som risk för skadliga sättningar på omgivningen från järnvägen finns. Sättningar kan inträffa om markens förutsättningar förändras, till exempel om en last påförs eller om en sänkning av grundvattnet inträffar. Risken för sättningar beror på lerans sättningssegenskaper och storleken på lasten eller grundvattensänkningen. För utbredning av lera längs sträckan, se Figur 14.



Figur 14: Hydrogeologi och jordarter längs delsträckan Gerstaberget–Långsjön. Gränser för delområden anges med streckad linje med tillhörande km-angivelse, se beskrivning av delområden i avsnitt 6.4.

6.4 Indelning i delområden

Beskrivningar av delsträckan Gerstabergr–Långsjön har delats in i fyra delområden. Dessa delområden återfinns även i Teknisk beskrivning, rubrik 7, men är då uppdelade på flera underrubriker. Dessa innehåller vattenverksamheter av olika storlek och komplexitet:

Delområde Gerstabergr, km 0+000–1+850

- Tillfällig grundvattenbortledning vid anläggande av bro över befintlig järnväg.
- Utfyllnad av våtmark.
- Mindre skärningar, jordschakt samt kulvertering och omgrävning av diken.

Delområde Järna, km 1+850–6 +930

- Utfyllnad av våtmark.
- Grundvattenbortledning från Gerstabergrstunneln inklusive anslutande betongtunnel och tråg i söder vid trafikplats Järna.
- Erosionsskydd samt schakt för brostöd inom vattenområde vid anläggande av broar över Moraån.
- Tillfällig grundvattenbortledning vid anläggande av betongtunnel under E4 inklusive anslutande tråg.
- Skärningar, jordschakt samt kulvertering och omgrävning av diken.

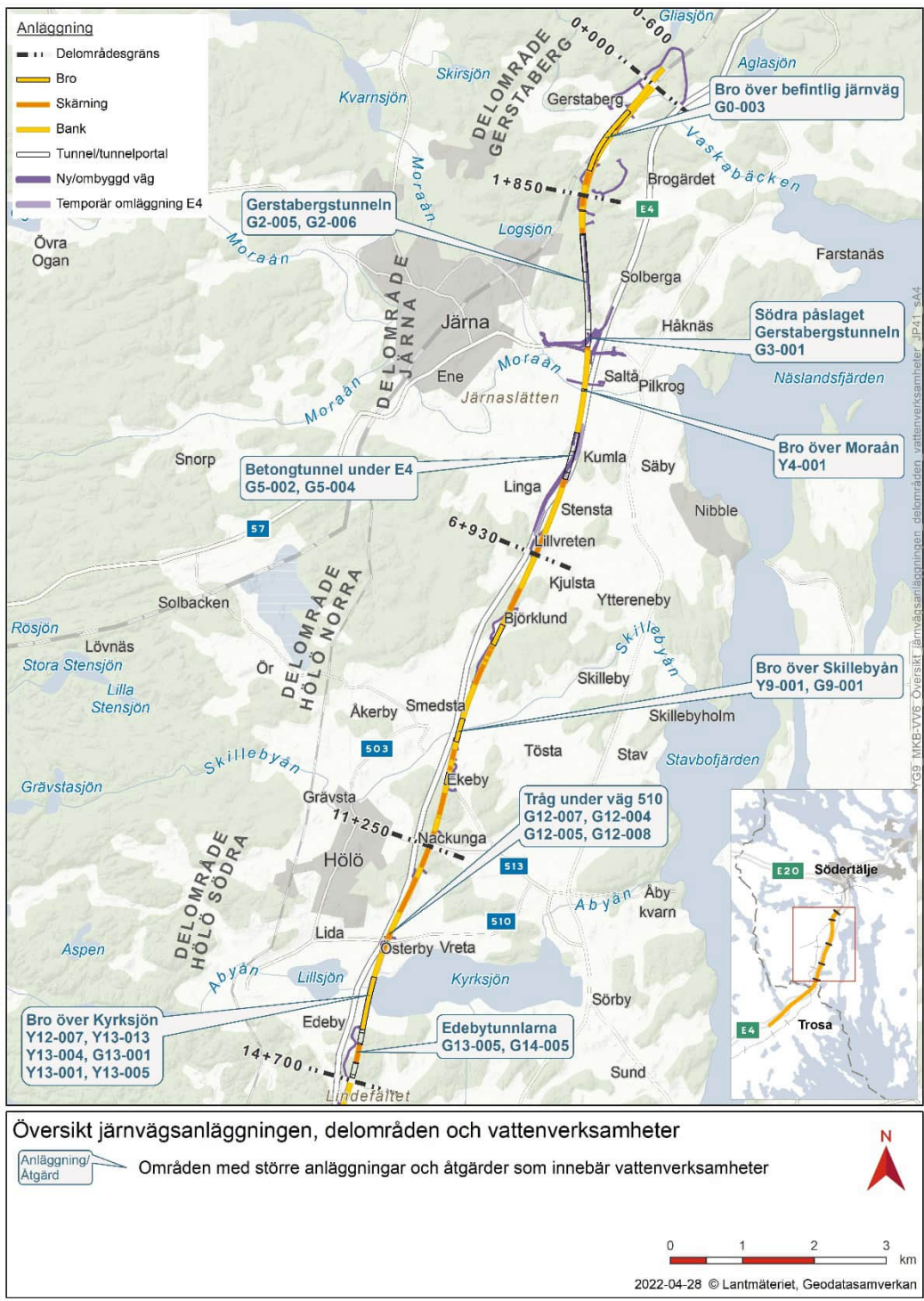
Delområde Hölö norra, km 6+930–11+250

- Erosionsskydd, schakt för brostöd inom vattenområde samt tillfällig grundvattenbortledning från schakt för brostöd utanför vattenområde vid anläggande av bro över Skillebyån.
- Utfyllnad av våtmark.
- Skärningar, jordschakt samt kulvertering och omgrävning av diken.

Delområde Hölö södra, km 11+250–14+700

- Tillfällig grundvattenbortledning vid schakt för brostöd och anläggande av tråg vid väg 510.
- Anläggande av brostöd i vattenområde samt tillfällig grundvattenbortledning från schakt för brostöd utanför vattenområde för bro över Kyrksjön.
- Grundvattenbortledning från Edebytunnlarna samt anslutande skärning.
- Skärningar, jordschakt samt kulvertering och omgrävning av diken.

Dessa delområden visas i Figur 15 och utgör varsitt kapitel, 7 till 10, i denna PM. Indelningen utgår från avrinningsområden och grundvattenmagasin samt hur vattenverksamheterna är belägna och hur de samverkar längs sträckan. Gränser mellan delområdena är belägna så att vattenverksamheter på vardera sidan av angivna gränser påverkar intilliggande delområden så lite som möjligt. I Figur 15 ses också de större anläggningar och åtgärder som innebär vattenverksamhet. Dessa beskrivs under egna rubriker i avsnitt 7 till 10.



Figur 15: Översikt över järnvägsanläggningen Ostlänken, delen Gerstaberget–Långsjön, (bro, skärning, bank och tunnel) samt större anläggningar och åtgärder som innebär vattenverksamhet. Däremellan förekommer mindre skärningar, trummor i diken, med mera ID numren i pratbubblorna anger ID för de större vattenverksamheter som planeras vid utpekade anläggningsdelar.

7 Gerstaberg, km 0+000 till km 1+850

7.1 Översikt

I delområdet kommer järnvägsanläggningen att gå genom den smala dalgången vid Gerstaberg där befintligt spår övergår till planerat spår, varefter anläggningen från cirka km 1+275 passerar höjdparter. I samband med anläggande av järnväg kommer bland annat skärningar, tillfälliga schakt, passage genom våtmark, omläggning eller anläggning av trummor att orsaka vattenverksamhet som bortledning av grundvatten, justering av markavvattning eller arbete i vattenområde längs sträckan. Samtliga vattenverksamheter i delområde Gerstaberg redovisas i Figur 16.

I detta område är schakt för grundläggning av brostöd för bro över befintlig järnväg i mitten av sträckan, den enskilt största vattenverksamheten.

Järnvägens uppspår passerar över befintlig järnväg. Grundläggningen för befintlig järnväg är känslig för grundvattennivåförändringar inom områden med större lermåktighet. Längs sträckan förekommer även byggnader och anläggningar på båda sidor om planerad järnväg.

Dricksvattenbrunnar har identifierats på östra och västra sidan om anläggningen och en grundvattenkänslig naturtyp, som järnvägen passerar på bank, har identifierats kring km 1+800.

Den tekniska utformningen av de anläggningar som medför vattenverksamhet, där även den lokala geologin framgår, finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Vattenverksamheterna redovisas i plan i Bilaga C.1 *Plankartor anläggning och vattenverksamheter*.

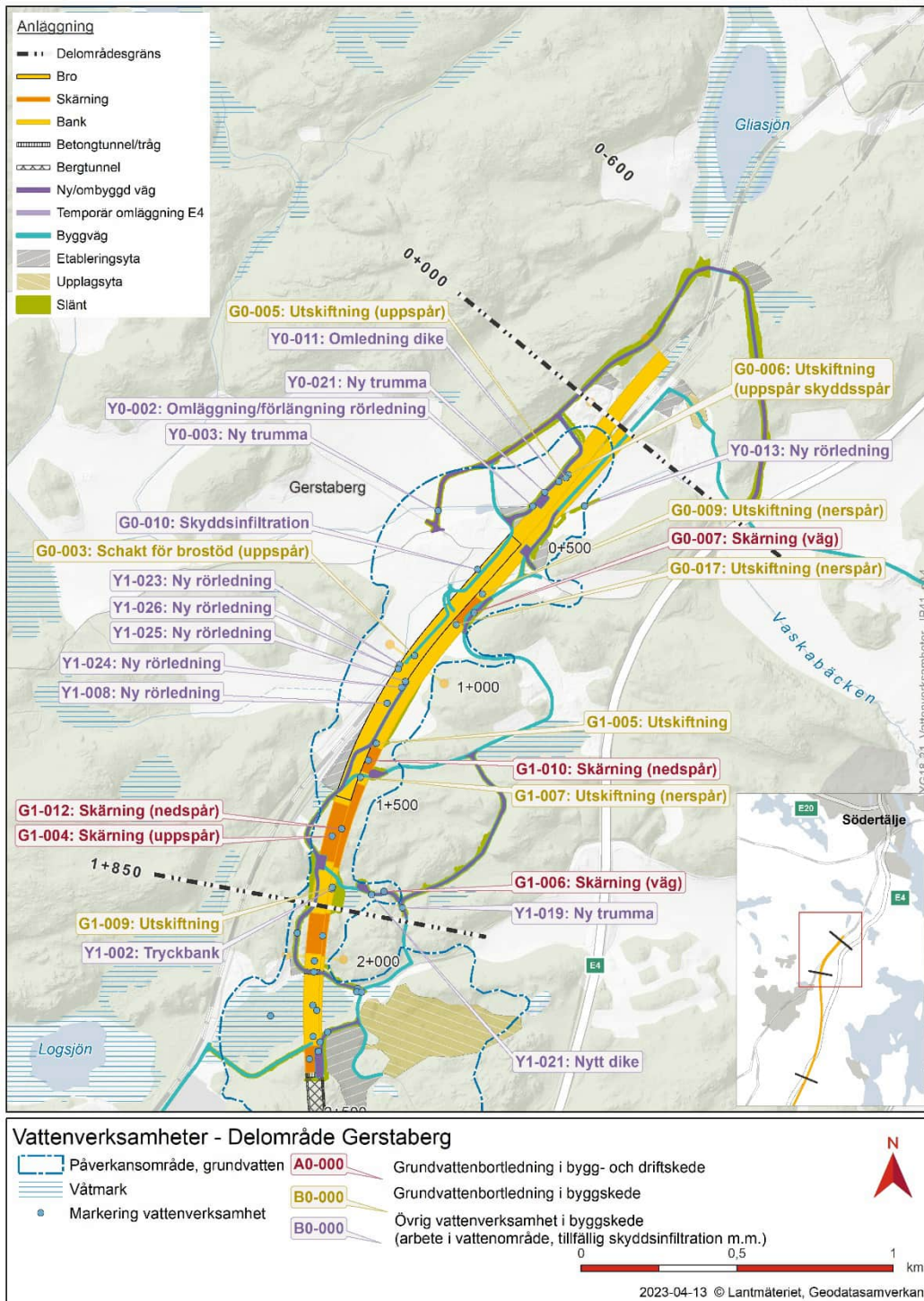
Hydrogeologiska kartor med vattenverksamheter, påverkansområden, mätpunkter för grundvatten, ytvatten och hydrauliska tester presenteras i Bilaga D.2.1a-c.

Samtliga inventerade värden och objekt redovisas i Bilaga D.2.2a-f. Alla riskexponerade objekt inom delområdet redovisas i Figur 21 och beskrivs mer ingående i efterföljande avsnitt.

I Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten* samt i Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten* redovisas underlag, metoder, antaganden och beräkningsresultat som påverkans- och effektbedömningar baseras på.

I Bilaga D.1 *Bedömningsgrunder* redovisas en bedömningsskala enligt vilka de riskexponerade objektens värde bedömts samt vilken effekt som uppstår på grund av vattenverksamheten. För vissa objekt har det inte varit möjligt att ange generella bedömningsgrunder utan varje bedömning har behövt göras objektspecifikt, till exempel bedömning på våtmarker och sättningskänsliga byggnader.

Varje vattenverksamhet har fått en beteckning följt av ett löpnummer som baseras på vid vilken längdmätning för järnvägsanläggningen som vattenverksamheten förekommer vid. Beteckningen G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och Y innebär arbeten i ytvattenområde.



Figur 16: Vattenverksamheter inom delområde Gerstaberget. Markering vattenverksamhet är en centrumpunkt. Våtmark (randig symbol) är en sammanslagning av våtmarker och sankmark från marktäckedatabasen och terrängkartan. G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och Y arbeten i ytvattenområde.

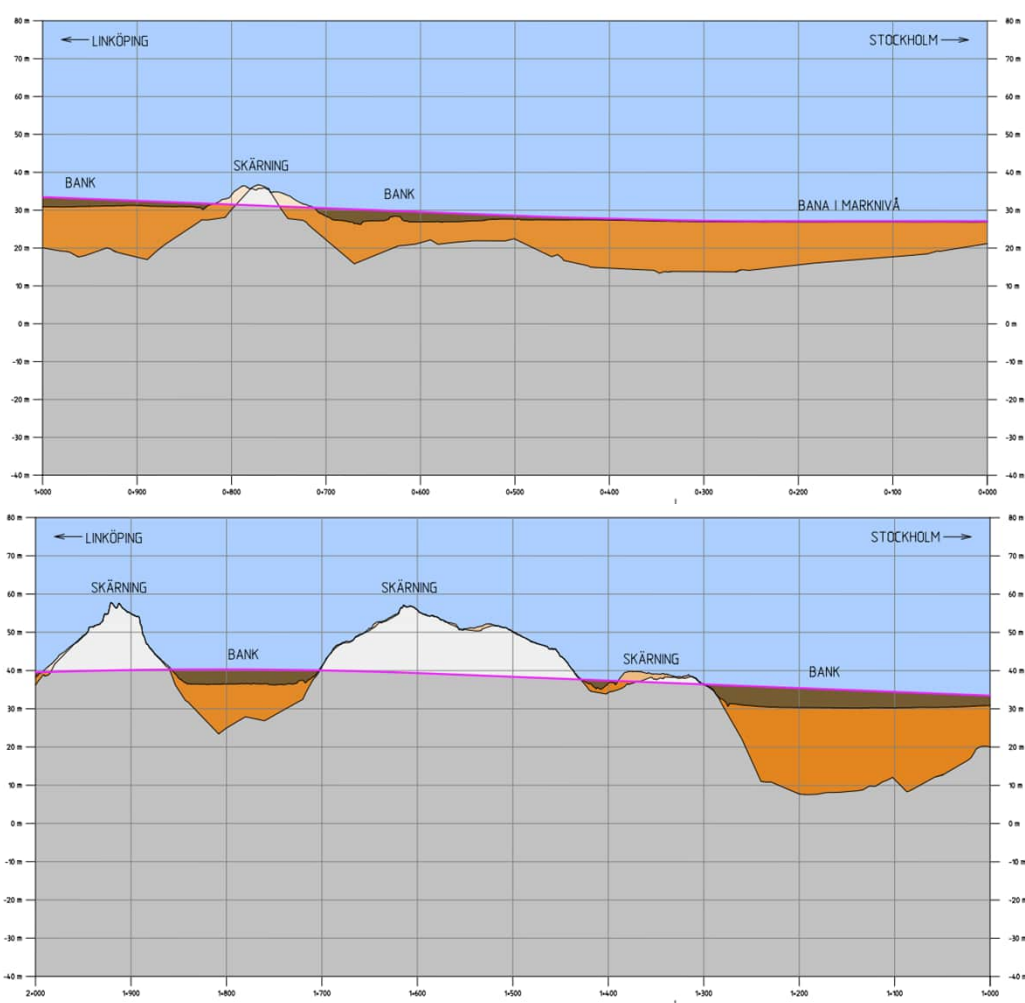
7.2 Områdesbeskrivning

7.2.1 Topografi och markanvändning

Planerad järnvägsanläggning kommer att följa befintlig järnväg fram till cirka km 1+000 varefter spåret kommer att vika av från befintliga spår.

Mellan km 0+000 och 1+275 passerar järnvägen över åkermark i en lertäckt dalgång. Vid km 0+700–0+850 passerar järnvägen en höjd inom den lertäckta dalgången, höjdens högsta marknivå är cirka +37. Norr om höjden är marknivå cirka +27 och söder därom är markens nivå cirka +31.

Söder om cirka km 1+275 utgörs området av kuperat höjdområde. Inom området stiger marknivå mot söder med undantag för en lågpunkt i km 1+400 på nivå +35. Högsta marknivå i området är +57. Marknivå sluttar brant från cirka km 1+600 till en våtmark på nivå +36 mellan km 1+700 och 1+850. Figur 17, som finns i större format i Bilaga C.7 *Profiler över spårlinjen*, visar en översiktlig profil för delområdet.



Figur 17: Översiktlig profil för delområde Gerstaberget. Rosa linje visar profilen på nerspåret, grått är berg, orange är jord och brunt är fyllning. Övre bilden visar sträcka km 0+000 till 1+000 och undre bilden visar sträcka km 1+000 till 2+000.

7.2.2 Mark- och vattenförhållanden

7.2.2.1 Berggrund

Längs den nordligaste delen av sträckan km 0+000–1+700 har det karterats övervägande gnejs, både sedimentgnejs och gnejsgranit på platser med berg i dagen. Två svaghetszoner har observerats längs km 1+390–1+420 (genom höjddata) och km 1+540–1+550 (genom fältobservation). Dessa svaghetszoner har inte verifierats genom ytterligare bergtekniska undersökningsmetoder.

7.2.2.2 Ytvatten

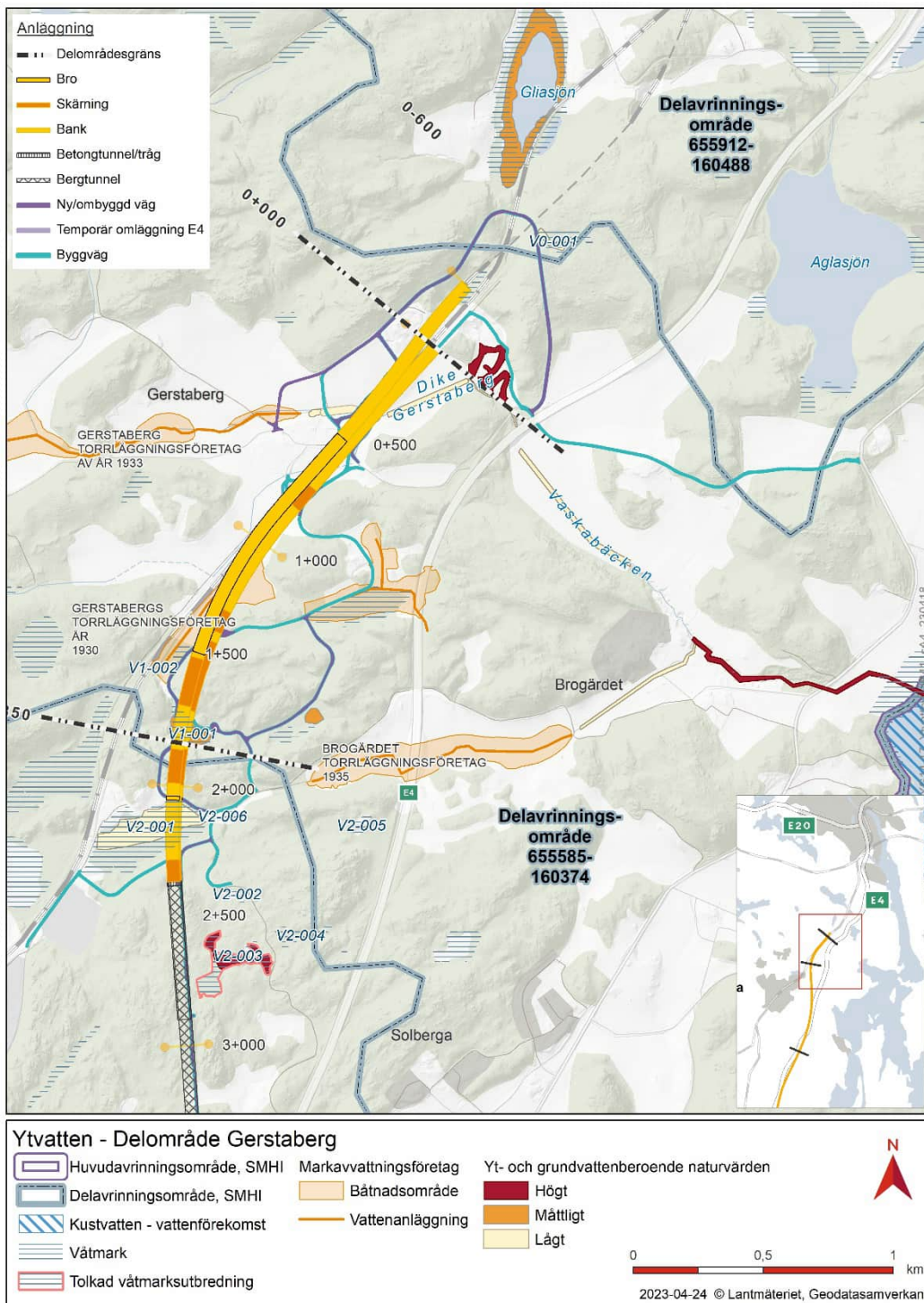
Järnvägsanläggningen passerar på sträckan genom ett delavrinningsområde för ytvatten (655585-160374) som rinner mot vattenförekomsten Näslandsfjärden (WA87665361). De vattendrag och naturvärden som Ostlänken passerar visas i Figur 18. I Bilaga D.2.2e visas naturvärden med ID.

I höjd med sträckan km 0+000–0+400 finns en sumpskog med måttligt naturvärde (NO4-13648). I norra delen av området rinner ett dike (inom projektet kallat Dike Gerstaberger) från väst till öst, som passerar den planerade järnvägsanläggningen. Diket bedöms ha lågt naturvärde (NO4-13874 och NH4-10302). Som en utvidgning av diket har ett småvatten identifierats, även detta med lågt naturvärde (NO4-28386). Figur 19 visar Dike Gerstaberger.

En del av diket ingår i markavvattningsföretaget Gerstaberger torrläggingsföretag av år 1933. Markavvattningsföretagets anläggning avslutas cirka 40 meter uppströms järnvägsanläggningen och dess intilliggande serviceväg. Inom närområdet finns även markavvattningsföretagen Gerstaberger torrläggingsföretag år 1930, Brogårdet-Gerstaberger torrläggingsföretag 1936 samt Brogårdet torrläggingsföretag 1935.

Medelvattenflödet i Dike Gerstaberger är 0,1 m³/s och medelvattennivån är +21,3 cirka tio meter uppströms passagen av järnvägsanläggningen enligt utförda beräkningar. Med den nya anläggningen blir vattenhastigheten något högre, men vattennivån något lägre och det är endast vid 200-årsflödet som en mindre översvämningrisk föreligger och då endast lokalt inom jordbruksmark. För en detaljerad beskrivning av Dike Gerstaberger med sektioner, profiler och flöde vid olika återkomsttider, se Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten* som utgör underbilaga till den tekniska beskrivningen.

Cirka 300 meter nedströms där Dike Gerstaberger korsar järnvägen finns ett viltvatten med högt naturvärde (NO4-28880). Det höga naturvärdet motiveras av ett flertal naturvårdsarter som större vattensalamander och bäver samt av att våtmarken bidrar till goda förutsättningar för en rik fågelfauna och ett stort antal fladdermusarter, vilka alla omfattas av artskyddsförordningen. Större vattensalamander är fridlyst enligt 4, 5 § artskyddsförordningen.



Figur 18: Översiktskarta över ytvatten i delområde Gerstaberget. Klassning av grundvattenberoende naturvärden (högt-måttligt-lågt) har endast gjorts på inventerade/berörda naturvärden. Våtmark (randig symbol) är en sammanslagning av våtmarker och sankmark från marktäckedatabasen och terrängkartan.



Figur 19: Dike Gerstabergr kantas av jordbruksmark i norr och öppen gräsmark i söder.

En mindre våtmark (V1-001), karterad som sumpskog, av måttligt naturvärde (NH4-10063) finns vid cirka km 1+700–1+850. Sumpskogen har naturvärden knutna till naturlig föryngring i trädsiktet, död ved i olika nedbrytningsstadier samt hög fuktighet i både marken och luften. Våtmarken kommer att passeras på bank och tryckbank behöver anläggas invid järnvägen. Åtgärderna medför vattenverksamhet. Våtmarken avvattnas idag norrut mot Gerstabergrs gård och har ett avrinningsområde på drygt 10 ha. Medelflödet har beräknats till cirka 0,7 l/s. Avrinningsriktningen från kvarstående våtmarken ändras till att rinna österut i stället för som idag norrut, se avsnitt 7.3.2.

Vatten som avrinner från anläggningen inom detta delområde når Vaskabäcken (NO4-13868). Medelvattenföring i Vaskabäcken bedöms vara 0,1 m³/s. Vaskabäcken hyser förutsättningar för ekologiska funktioner och livsutrymme för ett flertal vattenlevande arter. Naturligheten är hög och biotopvärdet bedöms som påtagligt. Öring leker i bäcken, vilket motiverat ett påtagligt artvärde. Naturvärdet bedöms som högt. Vaskabäcken påverkas inte fysiskt eller indirekt av vattenverksamheterna inom detta delområde men kan hypotetiskt påverkas om kväverikt länshållningsvatten från Gerstabergrstunneln (kapitel 7) leds till våtmark V2-001 som i sin tur avbördas via diken till vattendraget. Effekterna från kväverikt länshållningsvatten utreds i MKB för vattenverksamhet.

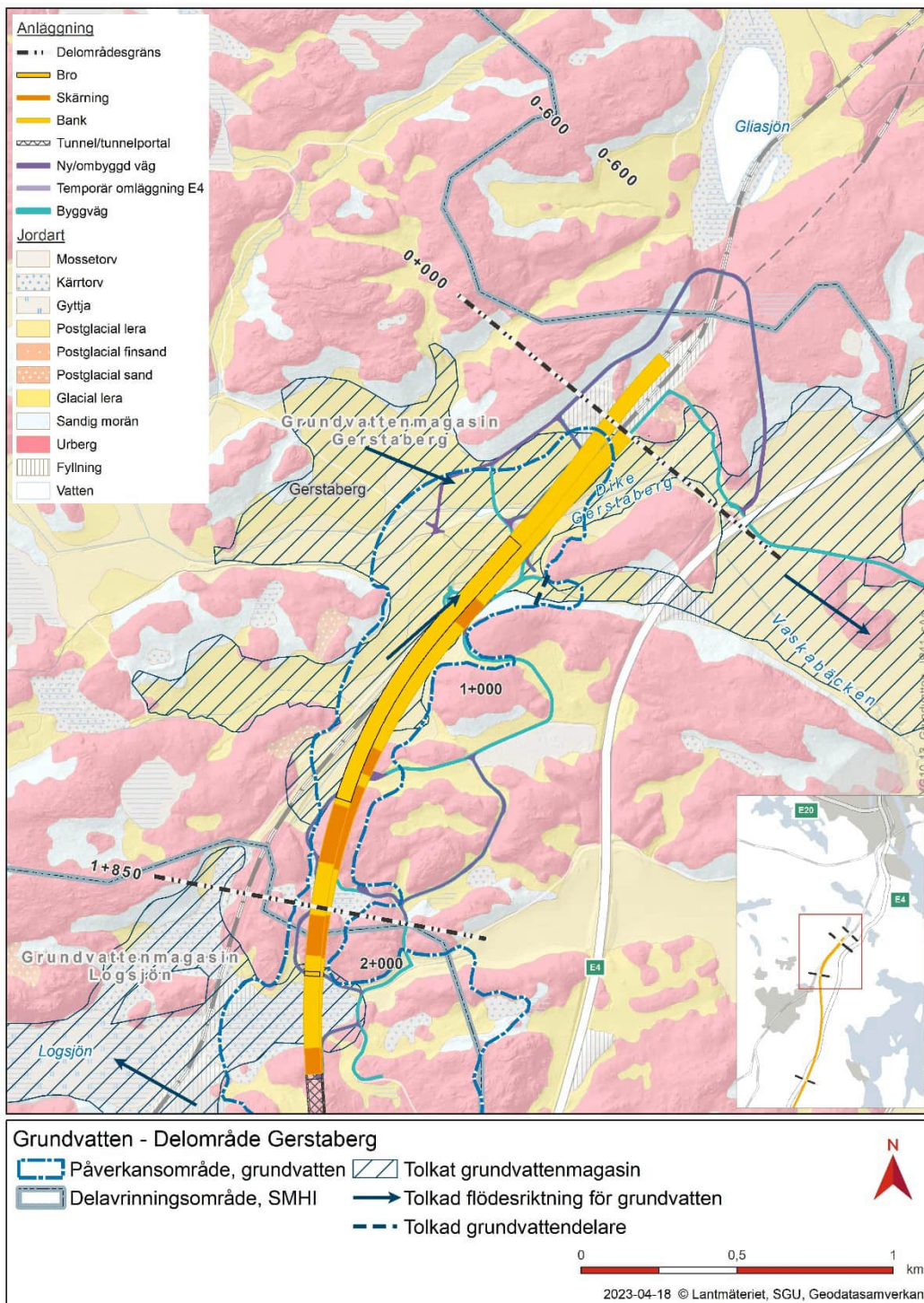
7.2.2.3. Grundvatten och jordartsgeologi

Vid km 0+000–1+275 utgörs området i huvudsak av en lertäckt dalgång (se 2.4.3 för motsvarande typmiljö), med undantag för en höjd med marknära berg vid km 0+700–0+850. Det största uppmätta djupet till berg är cirka 24 meter. Jordlagerföljden utgörs av varvig lera med tunna siltskikt ovan friktionsjord på berg. I den nordligaste delen vid cirka km 0+060–0+900 har fyllningar påträffats kring spårområdet och vid km 0+100 har berg i dagen påträffats. Fyllningarnas tjocklek varierar mellan 0,5 och 6 meter.

I denna dalgång bedöms ett sammanhängande grundvattenmagasin finnas i friktionsjorden under leran, benämnt Magasin Gerstaberg, se Figur 20. Strömningsriktningen är generellt från väst till öst mot Östersjön. Grundvattennivåerna är svagt artesiska i mitten av dalgången (00G0014G) och 2–3 meter under markytan i grundvattenmagasinets utkanter (00G2029G, 15AT003G).

Grundvattenmagasinets mäktighet av sandig, grusig morän under lerlagret varierar från någon enstaka meter upp till 5–6 meter (i södra delen av grundvattenmagasinet). Huvudsaklig grundvattenbildning till grundvattenmagasinet bedöms ske genom inströmning av vatten via vattenförande jordlager i randzonen i dalgångens kanter. Slugtest visar på variationer i hydraulisk konduktivitet, inom grundvattenmagasinet under leran, på mellan 2×10^{-7} och 4×10^{-5} m/s).

I södra delen av delområdet, vid km 1+275–1+850, utgörs typmiljön av kuperat höjdområde. Vid cirka km 1+730–1+850 finns en våtmark och jordlagerföljden inom våtmarksområdet består av organisk jord ovan lera följt av morän på berg. Inom våtmarken är den ovanliggande organiska jorden uppemot 1,5 meter djup, leran uppemot 8,5 meter under ursprunglig markyta och största uppmätta djup till berg är 14 meter.



Figur 20: Översiktskarta över grundvatten i delområde Gerstaberget.

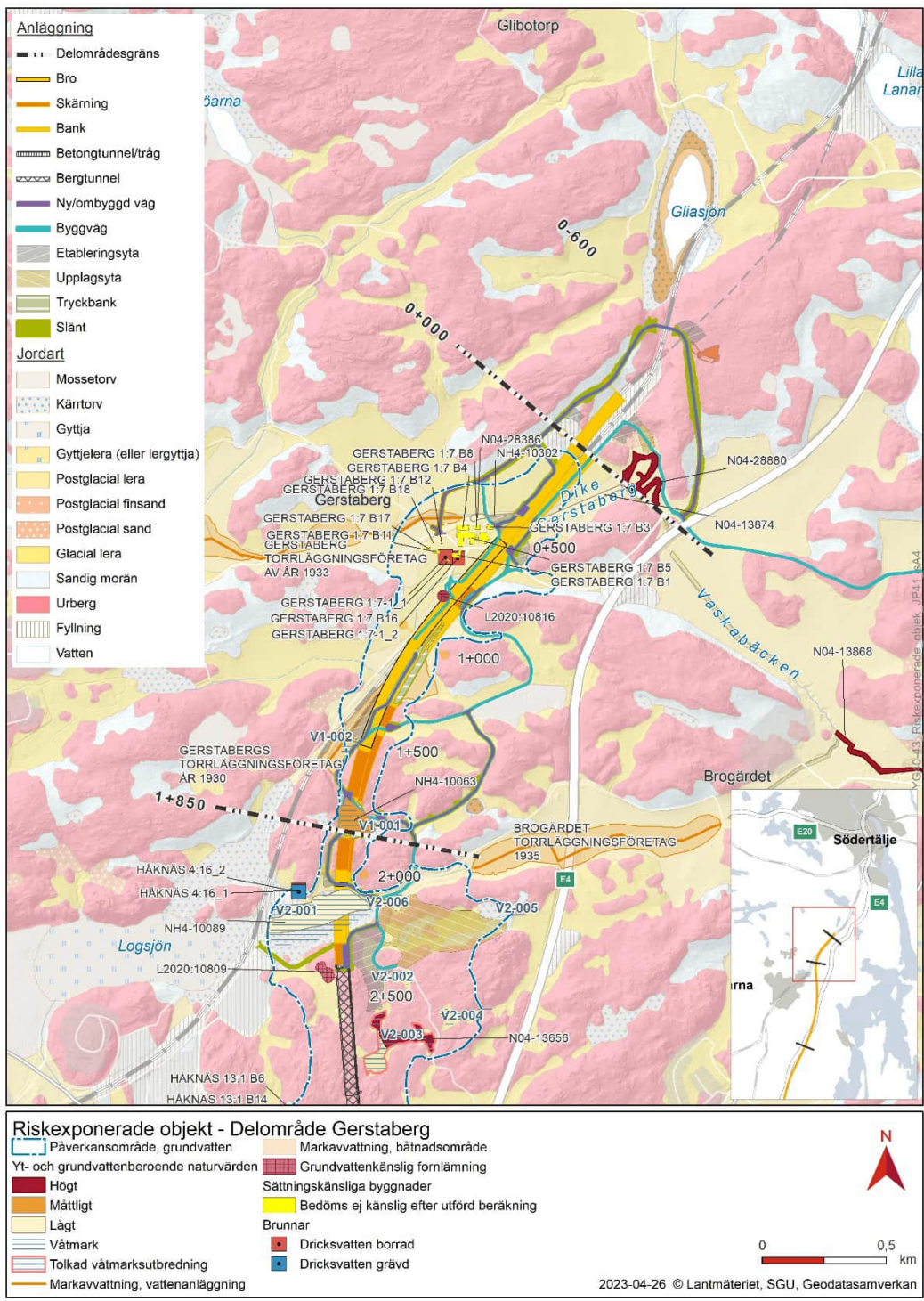
Uppgifter om grundvattennivåer baseras på grundvattennivåmätningar utförda inom kontrollprogram för Ostlänken. Om inte annat anges är det medelnivåer som redovisas. Jordartssammansättning baseras på sonderingar utförda inom projektet. Där inga undersökningar utförts har översiktlig information inhämtats från SGU:s jordartskartor.

7.2.3 Yt- och grundvattenberoende objekt

Samtliga inventerade objekt inom utredningsområdet finns i Bilaga D.2.2. Riskexponerade objekt inom delområde Gerstabergr km 0+000–1+850 framgår av Figur 21.

Riskexponerade objekt har utretts och vissa har krävt fördjupade utredningar. Fördjupade utredningar inom delområde Gerstabergr har främst fokuserat på:

- befintligt järnvägsspår/stambana
- byggnader med grundvattenberoende grundläggning: Gerstabergr gård (Gerstabergr 1:7)
- Gerstabergrs torrlägningsföretag av år 1933 och Gerstabergrs torrlägningsföretag 1930
- Brogårdet torrlägningsföretag 1935
- lövsumpskog (NH4-10063).



Figur 21: Riskexponerade objekt i delområde Gerstaberghus. Tolkad våtmarksutbredning är en korrigerings/utökning av våtmarksutbredning utifrån observationer i fält.

7.3 Vattenverksamheter Gerstaberg

I detta kapitel redovisas vattenverksamheter inom delområde Gerstaberg. En beskrivning av vattenverksamheterna med bedömd påverkan och effekt redovisas i avsnitt 7.3.1–7.3.5.

En mer detaljerad beskrivning av anläggningen och vattenverksamheterna tillsammans med följdverksamheter som till exempel hantering av länshållningsvatten finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*.

7.3.1 Schakt för grundläggning av brostöd G0-003 km 0+500–1+490

7.3.1.1 Påverkan

Grundvattenbortledning kommer ske i ett stort antal enskilda schakt för grundläggning av brostöd (G0-003) inom Magasin Gerstaberg, längs km 0+500–1+490. Anläggningen i detta område utgörs av norra anslutningsbron (km 0+500–0+919), bro över befintlig järnväg (km 0+919–1+147) och södra anslutningsbron (km 1+147–1+490). Schakterna för brostöd bedöms generellt ha ett schaktdjup på cirka 4 meter under markytan. Grundvattennivåerna är marknära eller svagt artesiska längs sträckningen.

7.3.1.2 Riskexponerade objekt

En översikt över av de riskexponerade objekt vid vattenverksamheten från den planerade bron inom delområde Gerstaberg visas i Figur 22.

Riskexponerade objekt som kan påverkas av schakterna är:

- två borrhade brunnar (Gerstaberg 1:7-1_1, Gerstaberg 1:7-1_2)
- befintlig järnväg
- byggnader med grundvattenberoende grundläggning: Gerstaberg 1:7 (B1, B3, B4, B5, B8, B11, B12, B16, B17 och B18)
- en dagvattenledning
- våtmark (V1-002)
- småvatten (NO4-28386)
- fornlämning (hård L2020:10816).

Vattenförsörjning

Innanför påverkansområdet, men utanför markanspråk, förekommer: två bergborrade dricksvattenbrunnar (Gerstaberg 1:7-1_1 och Gerstaberg 1:7-1_2). Brunnarna kan bli påverkade genom att nivån i brunnarna temporärt sänks av i byggskedet. Detta kan leda till en effekt av eventuellt tillfälligt försämrade vattenkvalitet och minskad uttagskapacitet. Då schakten för brostöden är tillfällig, sker i jord och till ett begränsat djup, är risken att de bergborrade brunnarna påverkas liten. Effekten av en grundvattensänkning klassas som obetydlig för de borrhade brunnarna eftersom brunnarna är djupa i förhållande till den förväntade grundvattensänkningen.

Byggnader och anläggningar

Schakt för brostöd med erforderlig grundvattenbortledning görs i direkt anslutning till befintliga spår. Längs vissa sträckor är grundläggningen och undergrunden för de fyra befintliga spåren av en sådan art att de är känsliga för konsolideringssättningar och krypsättningar, vilket det finns risk för i området då befintligt spår ligger på lera. Sättningar kan exempelvis ske om grundvattenytan sänks eller om uppfyllnader sker i närheten av befintligt spår. För sträckan har sättningsberäkningar gjorts för tiden då grundvattennivåsänkning bedöms ske och med en grundvattensänkning som är större än 1,5 meter (bedömd avsänkning är ca 3 till upp till 5 meter lokalt) vilket kommer att leda till totalsättningar under befintlig stambana blir större än de 10 centimeter som är gällande gränsvärde för STH 250, se avsnitt 5.3.1. Effekten på befintliga spår bedöms som stor och eftersom det kan

uppkomma skada på befintliga spår och gränsvärdet för totalsättningar överstigs, behöver skyddsåtgärder vidtas för att begränsa grundvattenpåverkan och därmed minska risken för skada på anläggningen. På grund av närheten och risken för skada så kommer de skyddsåtgärder som vidtas för spåren innebära att påverkan begränsas även för övriga objekt. Anläggningens påverkan på befintlig järnväg ger utan skyddsåtgärder störst effekt jämfört med påverkan på andra riskexponerade objekt inom påverkansområdet.

Arbeten vid brostöden kan under byggskedet, om inte skyddsåtgärder vidtas, ge upphov till grundvattensänkning med ett påverkansområde som sträcker sig bland annat till Gerstabergrård (Gerstabergr 1:7) som ligger väster om planerat spår. Inom påverkansområdet finns fyra bostadshus (B11, B16, B17 och B18) och sex komplementbyggnader (B1, B3, B4, B5, B8 och B12) på sättningsbenägen mark. De fyra byggnaderna längs till väster är grundlagda på murar (B11, B12, B17 och B18). B5 har byggts till i omgångar och har därför olika typer av grundläggning där delar är grundlagda på torpargrund, delar på platta på mark och delar på plintar. Övriga byggnader är grundlagda med platta på mark. Sättningsberäkningar visar att inga skadliga sättningar kommer uppkomma vid dessa byggnader. Effekten på byggnaderna, med avseende på sättningar till följd av avsänkningen, bedöms därmed som obetydlig.

En dagvattenledning inom påverkansområdet kan påverkas av schakten för brostöden. Dagvattenledningen som ligger på sättningsbenägen mark och därmed kan påverkas är en betongledning mellan km 0+800–1+000.

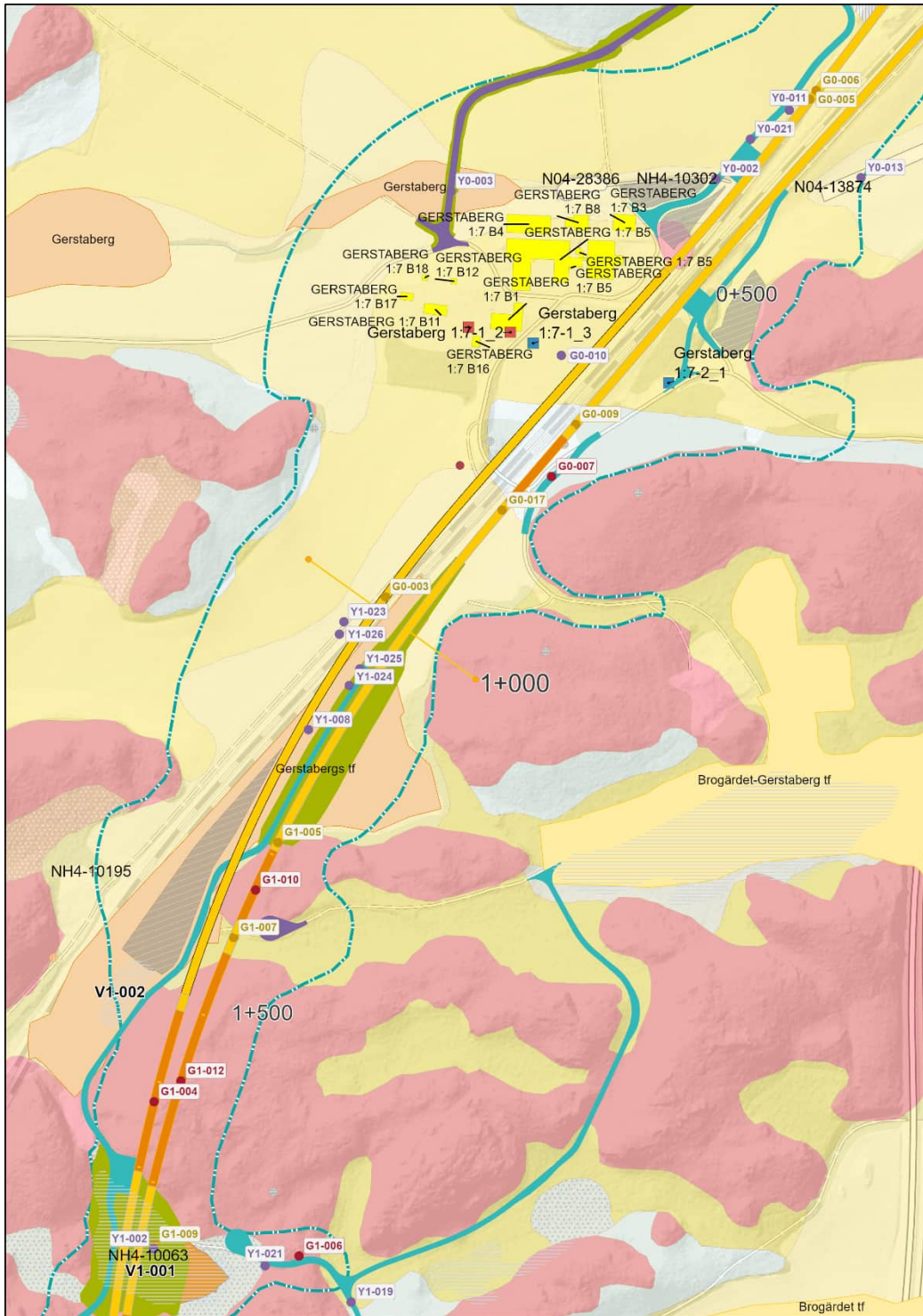
Naturmiljö och våtmarker

Våtmarken (V1-002) vid km 1+500 ligger i utkanten av det temporära påverkansområdet för schakt för brostöd. Våtmarken är ca 2500 m² och har inga naturvärden. Jordartskartan indikerar tät botten då den visar på torv på underliggande lera. Lera har även påträffats vid sondering. Grundvattensänkningen sker i undre magasin och påverkan i övre magasin i våtmarken bedöms vara begränsad. Eventuellt får våtmarken något minskad tillrinning då en liten del av vattnet som annars skulle rinna till våtmarken bedöms rinna ner i planerad skärning (G1-004). Effekten på våtmarken bedöms bli att perioder med torrare förhållanden kan bli något längre.

Ett naturvärdesobjekt med lågt värde (N04-28386), av typen småvatten, finns i utkanten av påverkansområdet. Täta lerlager gör att detta objekt inte bedöms påverkas av en grundvattenavsänkning och ingen effekt uppstår.

Kulturmiljö

En fornlämning (härd L2020:10816) finns inom påverkansområdet. Fornlämningen kan påverkas av att grundvattenytan sänks och lämningen syresätts och genom sättningar. Fornlämningen ligger inom ett större lerområde. Den temporära grundvattenavsänkningen förväntas endast ske i grundvattenmagasinet under leran och sänkning av grundvattennivå i leran (dräneringen av leran), som skulle kunna påverka fornlämningen bedöms ta lång tid i lera. Eventuella sättningar i området i lera av en storlek som kan skada lämningen, förväntas ta längre tid än den tid schaktarbeten pågår. Det innebär att för fornlämningen förväntas ingen påverkan och ingen effekt uppstår.



Figur 22: Översikt över området med flest riskexponerade objekt vid vattenverksamheten från den planerade bron inom delområde Gerstaberget. För legend se Figur 21.

7.3.1.3. Skyddsåtgärder

Vid anläggandet av brostöd för broarna kan den temporära grundvattenbortledningen leda till skador på befintligt spårrområde om inte skyddsåtgärder för att begränsa avsänkningen runt schakterna vidtas. Åtgärder behövs främst för den norra anslutningsbron där friktionsjorden är mer genomsläpplig och anläggningen är belägen närmare befintligt spår.

Områden där det behövs infiltration och infiltrationsbrunnar har identifierats vid spårområdet för att upprätthålla grundvattennivåerna mot spåret. Skyddsinfiltrationen har vattenverksamhets-ID Go-010. Skyddsinfiltrationsytornas placering visas i *Bilaga C Teknisk beskrivning vattenverksamhet*.

Åtgärderna som kan utföras vid behov för den norra anslutningsbron är att brostöden kan utföras i vattenfyllda schakt eller inom schakter med tätskärm. För den södra anslutningsbron kan brostöden göras i schakt med tätskärm vid behov, detta gäller framför allt de nordligare brostöden, se avsnitt 7.3.1. Dessa åtgärder är även fördelaktiga för att förenkla produktionen då genomsläppligheten i friktionsjorden bedöms vara stor och en avsänkning inom schakt utan tätande åtgärder kan bli svår.

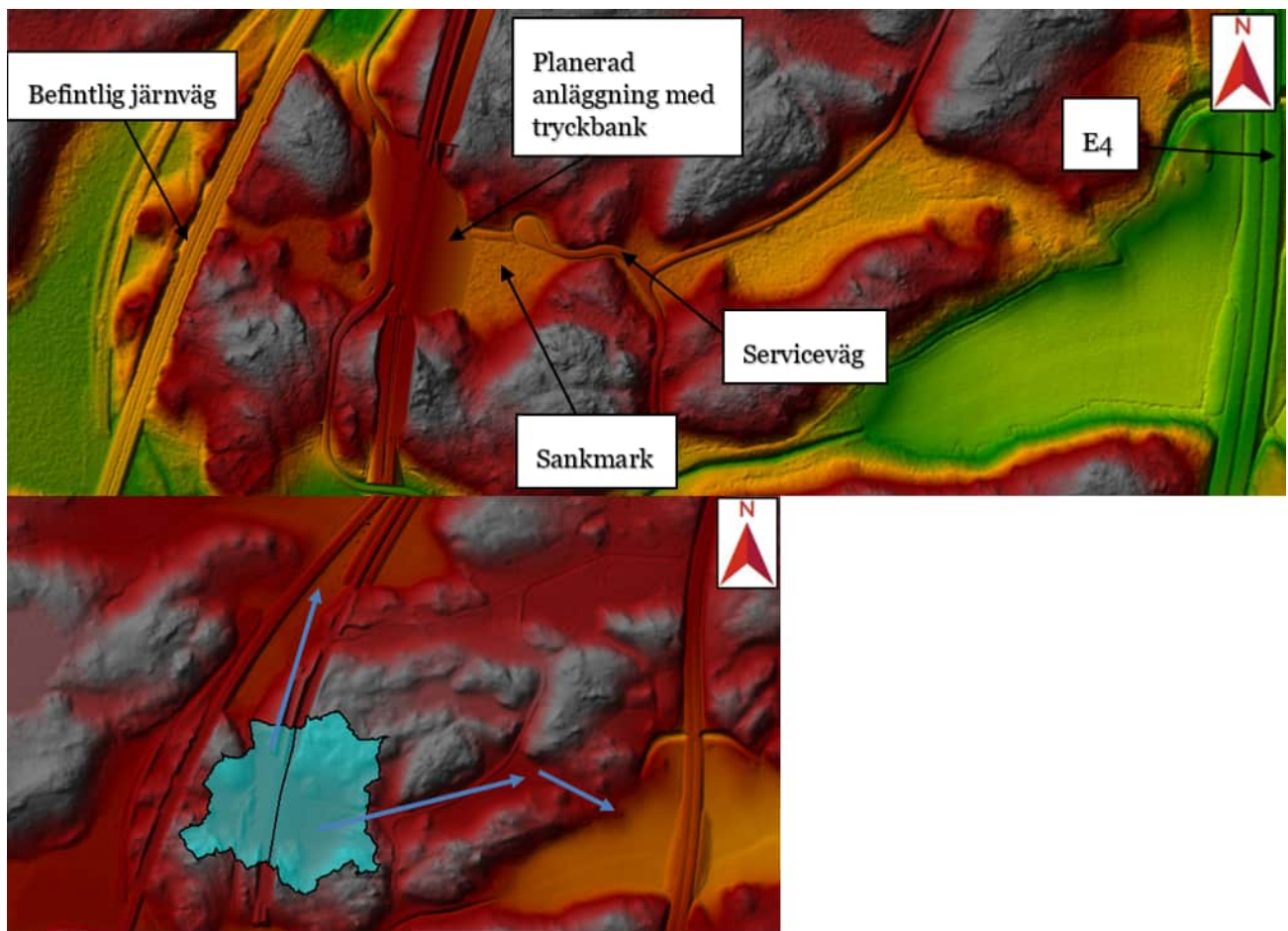
Med skyddsåtgärder minskar påverkansområdet från grundvattensänkningen.

Grundvattensänkningen med skyddsåtgärder för spåren begränsas så att det inte uppkommer någon eller mycket liten grundvattensänkning vid befintliga spår. Det i sin tur leder till att det inte uppkommer någon eller mycket liten grundvattensänkning vid de övriga riskexponerade objekten, då de ligger längre bort från anläggningen än befintliga spår. Riskerna för påverkan på befintlig järnväg minskar och eventuella sättningar överstiger inte gränsvärdet för totalsättningar. Effekten, med avseende på sättningar till följd av avsänkningen, bedöms bli liten. Befintliga spår är styrande för vilken påverkan som får uppkomma i det här området. Vid övriga riskexponerade objekt kommer grundvattensänkningen minska med skyddsåtgärder jämfört med fallet utan skyddsåtgärder och effekten vid dessa bedöms bli obetydlig.

7.3.2 Utfyllnad av våtmark

Inom denna beskrivning av utfyllnad i våtmark, vid km 1+700–1+850, ingår vattenverksamheterna för utskiftning (G1-009), tryckbank (Y1-002), omledning av avvattningsriktning i trumma (Y1-019) och dike (Y1-021)

Vid km 1+700–1+850 kommer båda spåren att gå på bank, som är förstärkt med tryckbank, över en våtmark V1-001 som inrymmer ett naturvärdesobjekt av typen lövsumpskog (måttligt naturvärde, NH4-10063) vilket medför arbete i vattenområde och uppförande av anläggning i vattenområde (Y1-002), se Figur 23. Banken anläggs med en maxhöjd på cirka 4 meter ovan befintlig markyta genom våtmarksområdet. Grundläggning planeras att utföras genom markförstärkning med vertikaldränering och förbelastning. Järnvägsbankens och tryckbankens utbredning kommer ta större delen av våtmarken (och naturvärdesobjektet) i anspråk. I samband med anläggning av tryckbanken kommer utskiftning av organisk jord att ske på upp till 1,5 meters djup vilket medför en vattenverksamhet (G1-009). Avsänkning för utskiftningen kommer att innebära bortledning av grundvatten som motsvarar 2 meter under grundvattentrycket i organisk jord.



Figur 23. Överst illustreras den planerade anläggningen. I den nedre bilden illustreras förändrad avrinningsriktning vid våtmark 1+700. Blå polygon anger befintligt avrinningsområde till våtmarken. Flödesriktning efter åtgärd indikeras med blå pilar. Avvattningen från hela våtmarksområdet sker idag norrut mot Gerstabergets gård. Efter anläggning av tryckbanken kommer de östra delarna av våtmarksområdet att i stället avvattnas österut.

Risikexponerade objekt som kan påverkas av vattenverksamheterna är

- lövsumpskog (NH4-10063)
- Gerstabergets torrlägningsföretag av år 1933 och Gerstabergets torrlägningsföretag 1930
- Brogårdet torrlägningsföretag 1935.

Grundvattensänkning i samband med utskiftningen kommer ske före anläggandet av tryckbanken. Hela våtmarken riskerar att påverkas men då tiden för avsänkningen kommer vara kort, cirka en vecka, bedöms effekten av grundvattensänkningen försumbar.

Våtmarken avvattnas idag åt nordväst vid skogsvägen genom en trumma och sedan vidare mot Gerstabergets torrlägningsföretag (från år 1930) för att sedan rinna ut i dike Gerstaberget. Avrinningsområdets storlek är 0,1 km². För att undvika rörläggningar under tryckbanken ändras avvattningsriktningen så att avvattningen i stället sker österut för den kvarstående delen av våtmarken. Åtgärden medför att cirka 7 hektar av ursprungliga avrinningsområdet byter recipient. Våtmarken kommer då att avvattnas i dike (Y1-021) längs med serviceväg, ledas igenom en trumma under servicevägen (Y1-019), för att sedan rinna i naturliga vattenstråk och ansluta till en åkerkulvert strax uppströms E4 tillhörande Brogårdets torrlägningsföretag (från år 1935). Trumman och diket (Y1-019 och Y1-021) i anslutning till våtmarkens utlopp vid cirka 1+700, leder vattnet mot Brogårdets torrlägningsföretag 1935 i sydöstlig riktning. Torrlägningsföretaget påverkas i viss mån genom att avrinningsområdet ökar (med cirka 7 hektar) till följd av den avskärande banken vid km 1+700.

Flödet beräknas öka vid medel av årshögsta flöde från cirka 160 l/s till cirka 170 l/s. Nivåhöjningen i markavvattningsföretagets kulvert beräknas vara cirka 1 centimeter vid årshögsta flöde. Vid medel- och låga flöden förväntas det inte någon nivåhöjning. Effekten på vattenanläggningens funktion och avvattningen av markavvattningsföretaget av nivåhöjningen förväntas bli obetydlig gällande dämning och omgivande grundvattennivåer.

Även om avrinningen från våtmarken byter riktning kommer vattnet att nå Vaskabäcken via diken i östlig riktning. Några effekter på Vaskabäckens hydrologi bedöms därmed inte uppstå på grund av åtgärderna i våtmarken. Den långa rinnsträckan mellan anläggningsarbetena och värdefulla biotoper i Vaskabäcken gör att det inte finns risk för effekter på vattenkvaliteten i Vaskabäcken.

Vattennivåerna i den östra, kvarstående delen, av våtmarken blir högre efter åtgärd. Förändringen jämfört med före åtgärd är höjning av vattennivån om 0,7 meter vid normalsituation och 0,8 meter vid högflödessituation. Utökad våtmarksutbredning på grund av vattennivåhöjningen i den östra kvarstående delen förväntas bli cirka 0,5 hektar. Eftersom vattenytan höjs kommer förlusten av våtmarksareal i viss mån kompenseras av att nya arealer av omgivande mark sätts under vatten. Att vattennivåerna blir högre och våtmarken därmed större i den östra delen bedöms minska den negativa påverkan från uppförande av anläggning i vattenområde något. Förlusten av biotopen motverkas således något av att nytt våtmarksområde breder ut sig till följd av vattenverksamhet, vilket gynnar biotopens kvalitet och artsammansättning. Sammantaget bedöms effekten bli måttligt negativ för lövsumpskogen.

En naturvårdsart förekommer men inga skyddade eller rödlistade arter. Förlusten av biotopen i och med anläggandet av tryckbank har även konsekvensbedömts i järnvägsplanens MKB.

Den befintliga våtmarksmiljön är redan idag huvudsakligen impediment varför skogsproduktionen inte förändras nämnvärt. Våtmarken omges av relativt kuperad terräng varför våtmarkens ökade utbredning ger en begränsad påverkan på produktionskog då den minskar i samma omfattning (cirka 0,5 hektar) som våtmarken ökar.

7.3.3 Skärningar

Inom delområde Gerstaberg finns fem skärningar som bedöms medföra permanent grundvattenbortledning. Inga allmänna eller enskilda objekt bedöms påverkas av skärningarna. Bedömningen baseras på att det saknas riskexponerade objekt inom påverkansområdet för respektive skärning. Det finns heller inga riskexponerade objekt som kan påverkas av dessa skärningar i kombination med andra vattenverksamheter.

- G0-007, km 0+700
- G1-010, km 1+290–1+400
- G1-012, km 1+450–1+710
- G1-004, km 1+510–1+710
- G1-006, km 1+800

7.3.4 Tillfälliga schakt

Inom delområde Gerstaberget finns utöver tidigare beskrivna schakt ytterligare åtta verksamheter som medför tillfälliga schakt med tillfällig grundvattenbortledning. Av dessa vattenverksamheter bedöms fem inte ha någon påverkan på allmänna eller enskilda intressen eftersom det inte finns några grundvattenberoende objekt inom dess påverkansområden. De tillfälliga schakt som kan medföra påverkan på riskexponerade objekt beskrivs närmare nedan.

De vattenverksamheter som inte har några riskexponerade objekt inom påverkansområdet och därav inte bedöms påverka enskilda eller allmänna intressen är

- G0-010, km 0+440–1+430
- G0-009, km 0+695–0+698
- G0-017, km 0+820–0+830
- G1-005, km 1+275–1+290
- G1-007, km 1+390–1+420.

Tillfälliga schakt där riskexponerade objekt finns inom beräknat påverkansområde är

- G0-005, km 0+150–0+325
- G0-006, km 0+180–0+270
- G1-009, km 1+710–1+830 (beskrivs under 7.3.2).

7.3.4.1. Utskiftning G0-005 km 0+150–0+325

Grundvattenbortledning vid utskiftning av lösa jordlager (G0-005), km 0+150–0+325, berör Magasin Gerstaberget.

Riskexponerade objekt som kan påverkas av utskiftningen är

- befintlig järnväg.

Befintlig järnväg ligger på sättningsbenägen lera inom påverkansområdet vilken innebär att sättningar kan uppkomma vid en grundvattensänkning. Befintlig järnväg ligger delvis även inom påverkansområdet för G0-003 och G0-006. Den sammantagna påverkan från dessa vattenverksamheter av grundvattensänkning vid befintligt spår bedöms kunna bli upp till 3 meter och 2 meter om endast G0-005 tas i beaktande. Utskiftning och tillhörande återfyllning har bedömts att utföras på 4 arbetsveckor. Sättningar har dock beräknats konservativt för 12 arbetsveckor och uppgår till mindre än 0,1 meter, utan skyddsåtgärder med 3 meter avsänkning. En sättning på 0,1 meter överskrider inte valt gränsvärde, se kapitel 5.3.1 Sättningskrav. Effekten, i form av sättningar till följd av avsänkningen, bedöms därmed som liten.

7.3.4.2. Utskiftning (uppspår) G0-006 km 0+180–0+270

Grundvattenbortledning vid utskiftning av lösa jordlager (G0-006), km 0+180–0+270, berör Magasin Gerstaberget.

Riskexponerade objekt som kan påverkas av utskiftningen är

- befintlig järnväg.

Befintlig järnväg ligger på sättningskänslig lera inom påverkansområdet vilket innebär att sättningar kan uppkomma vid en grundvattensänkning. Befintlig järnväg ligger delvis även inom påverkansområdet för G0-003 och G0-005. Den sammantagna påverkan av grundvattenavsänkning från dessa båda vattenverksamheter vid befintligt spår bedöms kunna bli upp till 3 meter för G0-003 och 2 meter endast för G0-006. Utskiftning och tillhörande återfyllning har beräknats att utföras inom 4 arbetsveckor. Sättningar har dock beräknats konservativt för 12 arbetsveckor och uppgår till

mindre än 0,1 meter utan skyddsåtgärder med 3 meter avsänkning. En sättning på 0,1 meter överskrider inte valt gränsvärde, se avsnitt 5.3.1 Sättningskrav. Effekten i form av sättningar till följd av avsänkningen, bedöms därmed som liten.

7.3.5 Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder

Inom delområde Gerstaberg utförs 12 dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder som ger upphov till vattenverksamheter. Av dessa bedöms två varken påverka enskilda eller allmänna intressen eftersom det inte finns några riskexponerade objekt för de enskilda vattenverksamheterna. Kulvert- och dikesåtgärderna samt anläggandet av trummor utgör vattenverksamhet till följd av arbete i vattenområde eller omledning av vatten från vattenområde.

De vattenverksamheter som inte bedöms påverka enskilda eller allmänna intressen är

- YO-011, km 0+200–0+320, omledning av mindre dike utan naturvärden
- YO-021, km 0+320, omledning av mindre dike utan naturvärden.

De vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten är

- YO-013, km 0+220–0+360
- YO-002, km 0+360–0+370
- YO-003, km 0+580
- Y1-023, km 1+030–1+060
- Y1-026, km 1+060
- Y1-024, km 1+097
- Y1-025, km 1+060–1+097
- Y1-008, km 1+090–1+220
- Y1-021, km 1+770–1+820, beskrivs under 7.3.2
- Y1-019, km 1+830, beskrivs under 7.3.2.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten.

7.3.5.1. Ny rörledning i dike, omläggning/förlängning av rörledning och anläggning av trumma under ersättningsväg YO-003, YO-002 och YO-013 km 0+220–0+580

Anläggning av trumma (YO-003) planeras under en ny ersättningsväg uppströms järnvägsanläggningen. Trumman anläggs i dike Gerstaberg, som på den aktuella sträckan är en del av vattenanläggningen som tillhör Gerstabergs tf 1933. Diket vid Gerstaberg rinner österut och passerar befintlig järnväg vid cirka km 0+360. Befintlig trumma under befintlig järnväg förlängs uppströms (YO-002). Den befintliga trumman under järnvägen förlängs med samma dimension och skapar ingen ytterligare dämning. Öster om järnvägen kommer, beroende på om ytterligare uppställningsspår blir aktuellt inom projektet, ca 100 meter av det öppna diket att rörläggas (YO-013).

Riskexponerade objekt som kan påverkas av vattenverksamheterna är

- delar av Dike Gerstaberg (NH4-10302; NO4-13874)
- anlagt viltvatten (NO4-28880)
- Vaskabäcken (NO4-69).

Åtgärderna (YO-003, YO-002 och YO-013) ska anläggas i Dike Gerstaberg som bedöms ha lågt naturvärde (NH4-10302; NO4-13874). Nedströms den nya vägtrumman (YO-003) finns ett naturvärdesklassat objekt i form av småvatten i jordbrukslandskap (NO4-28386, lågt naturvärde). Cirka 300 meter nedströms det planerade systemet (YO-003, YO-002 och YO-013) finns ett anlagt viltvatten som pekats ut som naturvärdesobjekt med högt naturvärde (NO4-28880) till följd av att

fladdermöss uppehåller sig vid viltvattnet samt förekomst av större vattensalamander. Cirka 500 meter nedströms de planerade åtgärderna (Yo-003, Yo-002 och Yo-013) ligger Vaskabäcken (No4-13868) med högt naturvärde.

Den nya ersättningsvägen korsar här markavvattningsföretagets (Gerstabergets Tf 1933) huvudavledning/dike och båtnadsområde. Vattenförhållandena i omgivande mark bedöms inte påverkas eftersom den nya trumman (Yo-003) dimensioneras för 50-årssituation, liksom nedströms befintlig trumma, för att erhålla motsvarande kapacitet som dagens situation.

Arbete med Yo-003, Yo-002 och Yo-013 planeras att göras i torrhet genom att vattnet pumpas förbi arbetsområdena. Därigenom undviks omfattande grumling och att flödet i diket bryts. I samband med omkopplingen till pumpning bedöms dock en mindre grumling uppstå med små effekter på närmast nedströms belägna naturvärdesobjekt ("Dike Gerstaberget", No4-13874; viltvatten, No4-28880). Skyddsåtgärd för att minimera erosionen och grumlingen vidtas vid behov, exempelvis anläggande av ett mindre erosionsskydd eller grop där vatten samlas. Vid anläggande av rörledningen bedöms påverkan på diket (NH4-10302, lågt värde) samt viltvatten (No4-28880, högt värde) vid Gerstaberget bli lokal och liten effekt till följd av grumling i byggskedet.

Förbindelsen mellan NH4-10302 och viltvatten (No4-28880) nedströms innebär att skyddade arter som påträffats i viltvattnet även kan förekomma i NH4-10302.

Som skyddsåtgärd kommer arbete i vattendraget ske i torrhet eller med omledning av vattnet förbi arbetsområdet för att förhindra grumling. Groddjursstängsel kommer att användas som placeras ut inom den period som groddjur inte finns i vattnet (1 oktober till 28 februari).

Den cirka 100 meter långa kulverteringen av Dike Gerstaberget är en liten del av hela diketets längd. Därmed bedöms kulverteringen endast medföra liten effekt. I driftskedet bedöms obetydlig effekt uppstå på viltvattnet.

Avståndet mellan åtgärderna (Yo-003, Yo-002 och Yo-013) och Vaskabäcken (No4-13868) tillsammans med föreslagna skyddsåtgärder innebär att effekten av åtgärderna på Vaskabäcken bedöms som obetydlig.

7.3.5.2. *Omledning av Gerstaberget Tf 1930 Y1-023, Y1-026, Y1-024, Y1-025, Y1-008 km 1+030–1+220*

Markavvattningsföretaget Gerstaberget torrlägningsföretag av år 1930 ligger söder om Gerstabergets gård och är idag förändrat av kulvertering och justeringar vid befintlig järnväg. Huvudledningen i Gerstabergets torrlägningsföretag (Gerstaberget Tf) 1930 leder vatten i nordöstlig riktning. Ny avvattning kommer huvudsakligen att bli en del av Ostlänkens järnvägsanläggning. Vid cirka km 1+110–1+180 korsar huvudledningen framtida järnväg och serviceväg/ersättningsväg/byggväg. Gerstabergets Tf:s rörledningssystem kommer således behöva läggas om till följd av anläggandet av den nya järnvägen. Omledningen av huvudledningen (Y1-023, Y1-024, Y1-026, Y1-025, Y1-008) kommer att dras parallellt med järnvägen på dess västra sida. I samråd med markägaren planeras torrlägningsföretaget att avvecklas i en separat process.

Åtgärderna söder om båtnadsområdet medför att en del av avrinningsområdet till företaget försvinner vilket minskar medelavrinningen. Anläggningen medför dock att flödespulserna kan bli något kraftigare på grund av snabbare avrinning. Sammantaget beräknas att effekter av minskat tillrinningsområde samt snabbare avrinning vara begränsade och i viss mån ta ut varandra och flödespåverkan därmed inte bli märkbar.

8 Järna, km 1+850–km 6+930

8.1 Översikt

I delområdet kommer järnvägsanläggningen att gå genom höjdparter i omväxlande skärning, bank och bro. Vid km 2+384–3+697 går järnvägen i bergtunnel (Gerstabergrstunneln) och därefter betongtunnel till km 3+940.

Söder om bergtunneln kommer järnvägsanläggningen att gå över den flacka Järnaslätten, i huvudsak på bank, men även på broar över Moraån i km 4+535–4+552 och skärning. Vid km 5+100–5+809 går järnvägsanläggningen i tunnel och anslutande tråg, där den passerar under E4. Söder om betongtunnel under E4 går anläggningen på bank över lerslätten och därefter i skärning.

Flera trummor kommer anläggas eller läggas om på sträckan, vilka en del orsakar vattenverksamhet. De större vattenverksamheterna på sträckan som krävt fördjupade utredningar är kopplade till anläggande av den 1,3 kilometer långa Gerstabergrstunneln inklusive påslag, anläggning av broar och erosionsskydd i Moraån samt betongtunnel under E4 vid Järnaslätten, vilka beskrivs i separata kapitel. Andra vattenverksamheter som förekommer är permanent grundvattenbortledning vid skärningar, tillfällig grundvattenbortledning vid bland annat utskiftningar, schakt för brostöd och uttag av processvatten, skyddsinfiltration och arbete i vattenområde vid olika dikesåtgärder.

Samtliga vattenverksamheter i delområde Järna redovisas i Figur 24.

Den tekniska utformningen av de anläggningar som medför vattenverksamhet, där även den lokala geologin framgår, finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Vattenverksamheterna redovisas i plan i Bilaga C.1 *Plankartor anläggning och vattenverksamheter*.

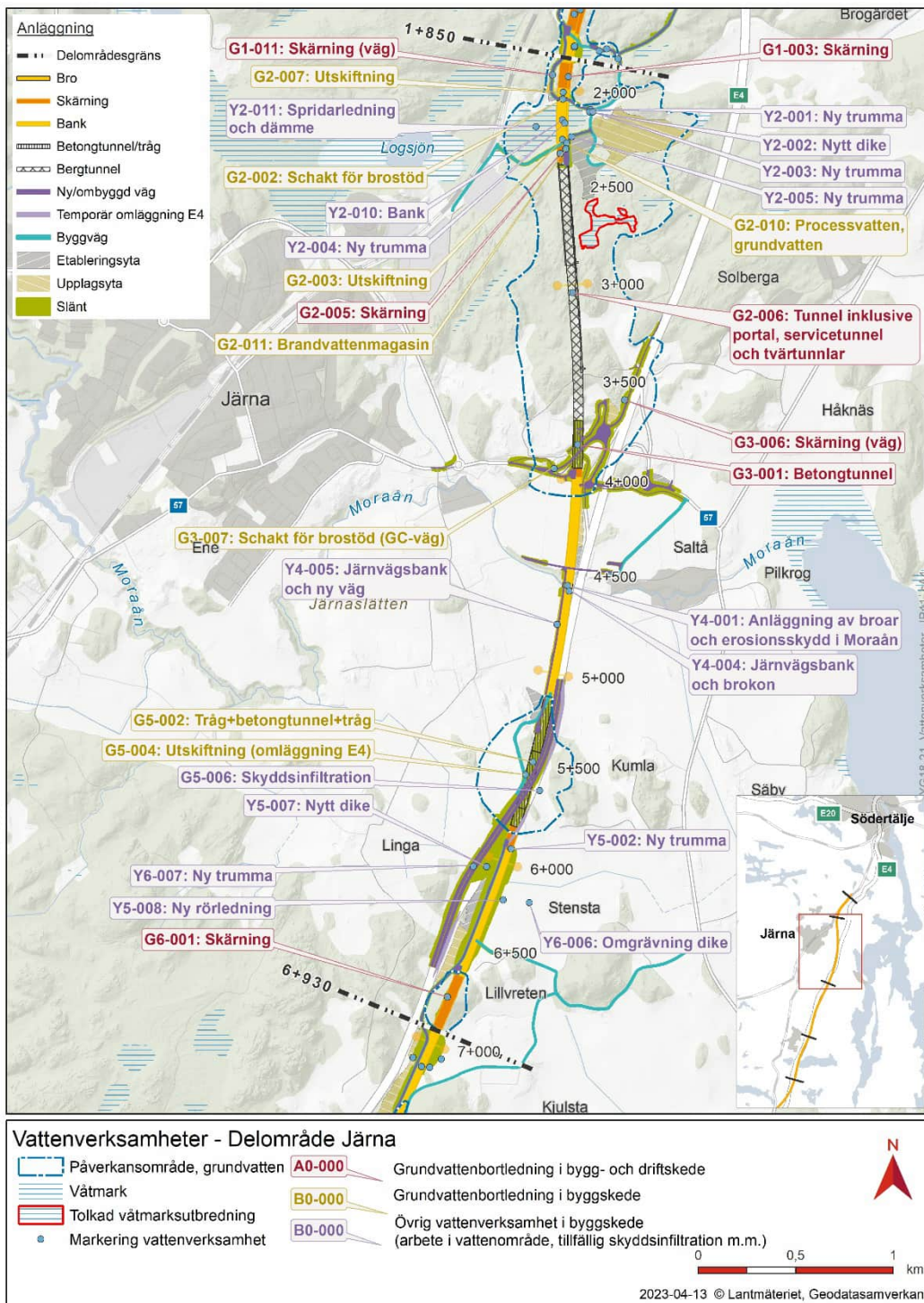
Hydrogeologiska kartor med vattenverksamheter, påverkansområden, mätpunkter för grundvatten, ytvatten och hydrauliska tester presenteras i Bilaga D.2.1a-c.

Samtliga inventerade värden och objekt redovisas i Bilaga D.2.2. Alla riskexponerade objekt inom delområdet redovisas i Figur 28 och beskrivs mer ingående i efterföljande avsnitt.

I Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten* samt i Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten* redovisas underlag, metoder, antaganden och beräkningsresultat som påverkans- och effektbedömningar baseras på.

I Bilaga D.1 *Bedömningsgrunder* redovisas en bedömningsskala enligt vilka de riskexponerade objektens värde bedömts samt vilken effekt som uppstår på grund av vattenverksamheten. För vissa objekt har det inte varit möjligt att ange generella bedömningsgrunder utan varje bedömning har behövt göras objektspecifikt, till exempel bedömning på sättningskänsliga byggnader och våtmarker.

Varje vattenverksamhet har fått en beteckning följt av ett löpnummer som baseras på vid vilken längdmätning för järnvägsanläggningen som vattenverksamheten förekommer vid. Beteckningen G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och beteckningen Y innebär arbeten i ytvattenområde.



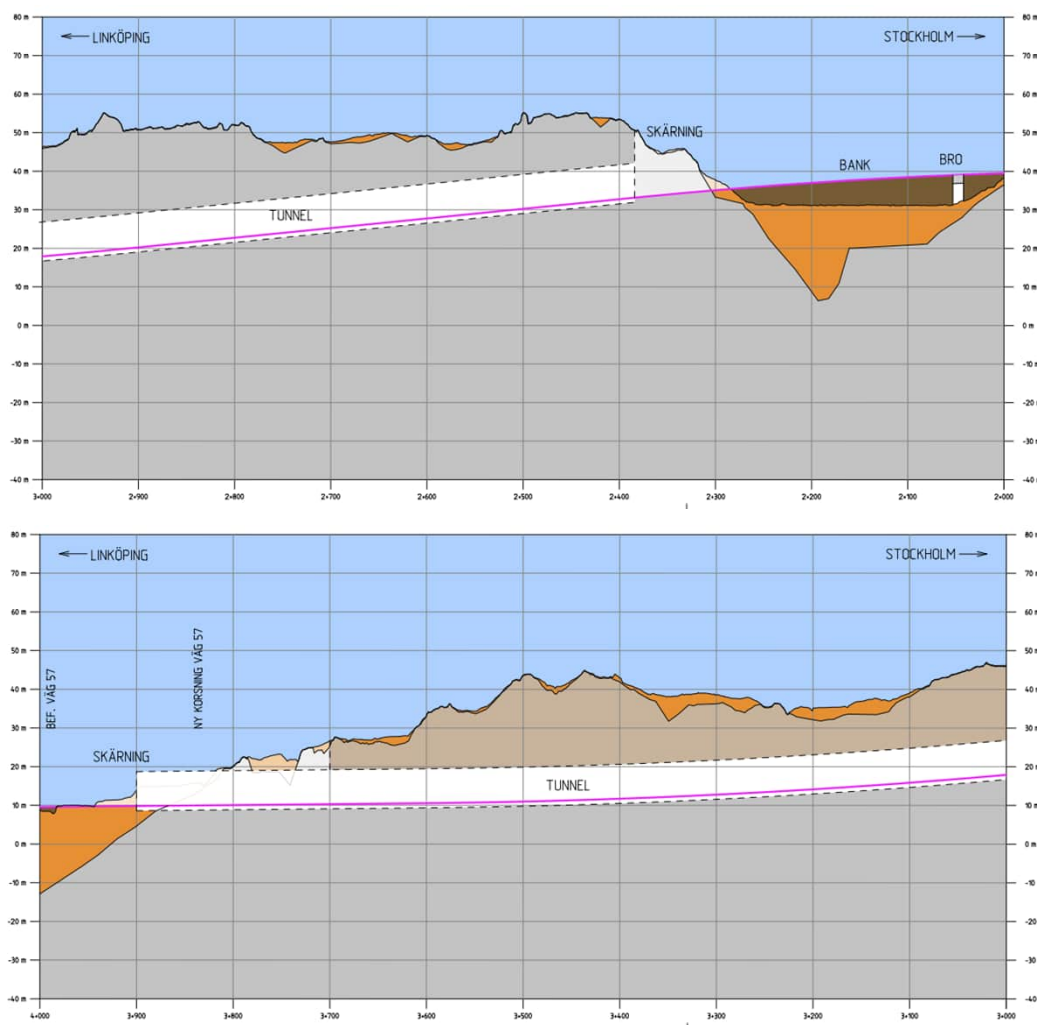
Figur 24: Vattenverksamheter inom delområde Järna. Markering vattenverksamhet är en centrumpunkt. Våtmark (randig symbol) är en sammanslagning av våtmarker och sankmark från marktäckedatabasen och terrängkartan. Tolkad våtmarksutbredning är en korrigerings/utökning av våtmarksutbredning utifrån observationer i fält. G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och Y arbeten i ytvattenområde.

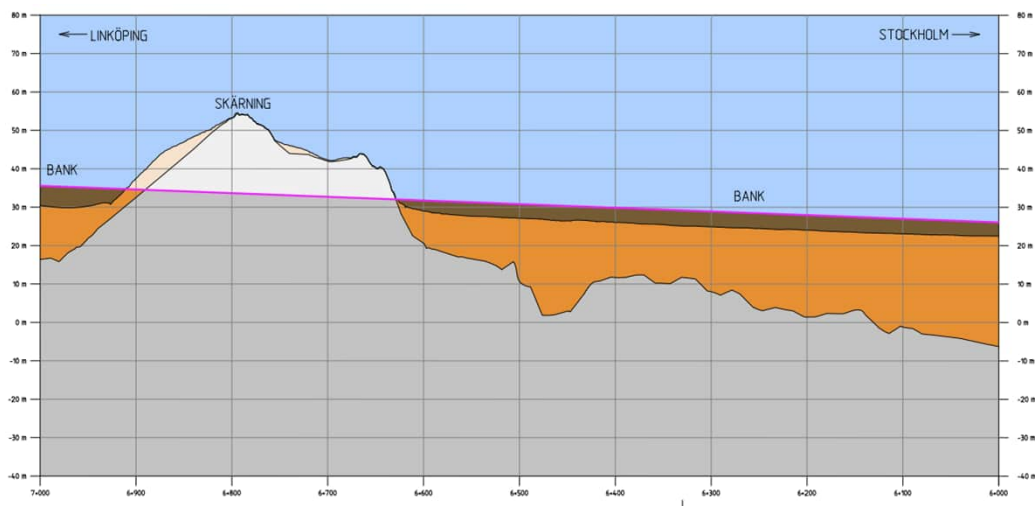
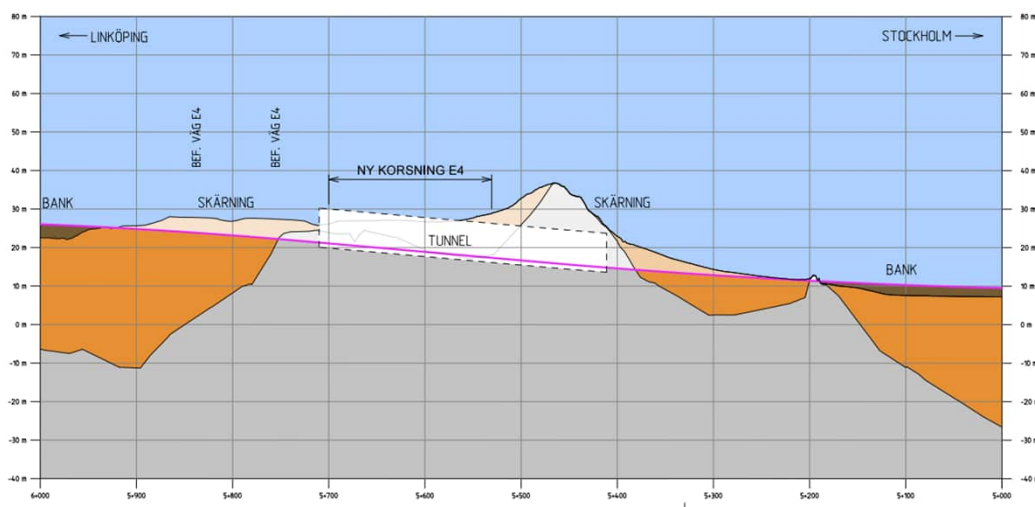
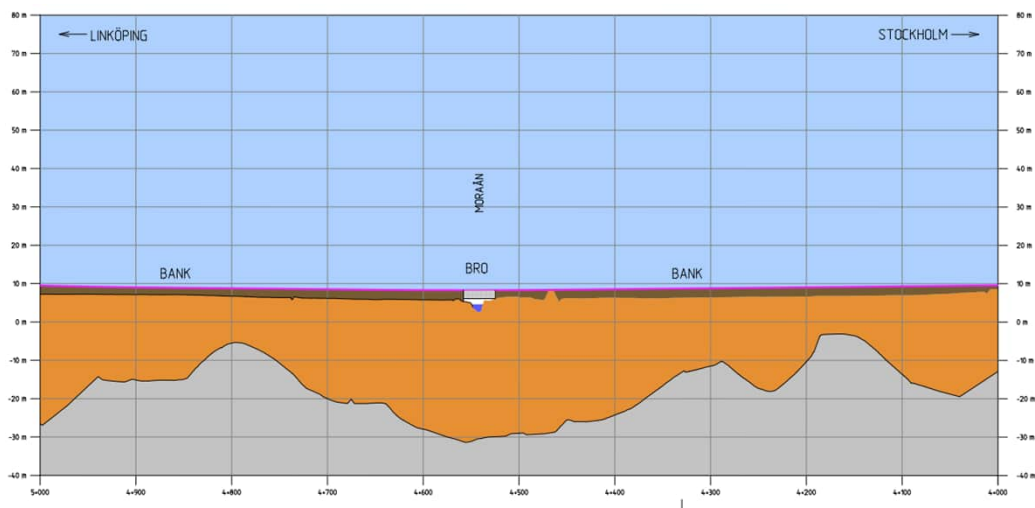
8.2 Områdesbeskrivning

8.2.1 Topografi och markanvändning

Järnvägssträckningen kommer i norra delen av sträckan vid km 1+850–4+000 att passera över ett höjdområde med höjder som mest på cirka +60. Norr om höjdpartiet finns en våtmark, km 2+100 på cirka +30. Terrängen sjunker succesivt till cirka +10 vid cirka km 4+000, där järnvägsanläggningen går ut på Järnaslätten, som är en lertäckt dalgång. Vid cirka km 4+100 kommer planerad järnvägsanläggning att passera öster om ett område med hårdgjorda ytor och byggnader. Där finns en stor och flera mindre byggnader nära planerad järnvägsanläggning. Järnaslätten utgörs till största delen av flack åkermark. Fastmarkspartier förekommer och utgör värdefulla miljöer ur ett natur- och kulturhistoriskt perspektiv.

Den flacka åkermarken, Järnaslätten, sträcker sig vid cirka km 4+000–5+200. Järnvägsanläggningen passerar ett höjdparti, beläget mitt i Järnaslätten, med värdefull kulturmiljö och marknivåer upp till cirka +40. Vid cirka km 6+000 går järnvägen åter ut på Järnaslättns flacka åkermark, med marknivå på cirka +20 och stiger mot söder fram till cirka km 6+600 där ett höjdparti nås i slutet av delområdet fram till cirka km 6+930. Höjdpartiet har marknivå på upp till cirka +55. Figur 25, som finns i större format i Bilaga C.7 *Profiler över spårinjen*, visar en översiktlig profil för delområdet.





Figur 25: Översiktlig profil för delområde Järna. Rosa linje visar profilen på nerspåret, grått är berg, orange är jord och brunt är fyllning. Samtliga profiler är 1 km långa. Profilen högst upp visar km 2+000 till 3+000 och under det visas nästa km och så vidare ner till profilen längst ner som visar km 6+000 till 7+000.

8.2.2 Mark- och vattenförhållanden

8.2.2.1 Berggrund

Berggrunden har undersökts på de ställen där anläggningen kommer i kontakt med berggrunden såsom i skärningar och tunnlar som exempelvis går genom berget. Baserat på kartering av berg i dagen består bergmassan vid km 1+860–1+995, där spåret går i skärning, huvudsakligen av sedimentgnejs med inslag av gnejsgranit. Vid km 2+290–3+880, där spåret går genom Gerstabergstunneln, består bergmassan av sedimentgnejs och vid km 5+360–6+900 (bland annat sträckan för betongtunnel under E4), av sedimentgnejs med inslag av pegmatit. Längs dessa sträckor finns flera svaghetszoner vilka beskrivs närmare tillsammans med berggrundens hydrogeologi i avsnitt 8.3.1 och 8.3.3.

8.2.2.2 Ytvatten

Järnvägsanläggningen passerar på delsträckan tre delavrinningsområden för ytvatten; det norra (655585-160374) och det mellersta (655219-160045) som rinner mot vattenförekomsten Näslandsfjärden (vattenförekomst-ID: WA87665361) och det södra (654784-160137) som avrinner till Stavbofjärden (vattenförekomst-ID: WA16216440). Ytvattendelaren mellan de tre avrinningsområdena går i höjdpartierna på cirka km 1+950 och cirka km 6+750. De vattendrag som Ostlänken passerar visas i Figur 26.

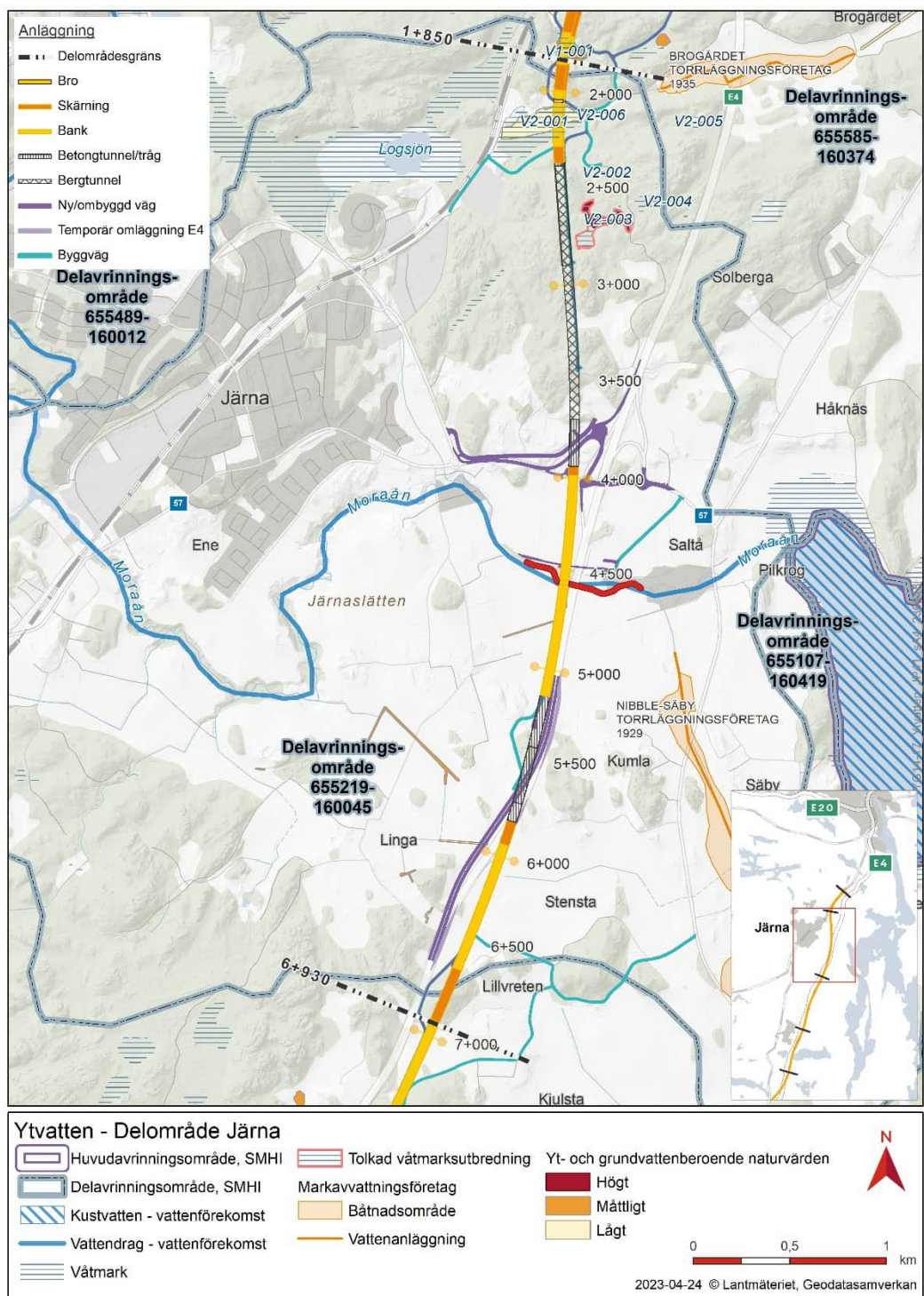
Vid cirka km 2+100 passeras en våtmark öster om Logsjön (V2-001). Våtmarken identifierades vid inledande inventeringar som ett naturvärdesobjekt (sumpblandskog NH4-10089; lågt naturvärde). Objektet är idag påverkad till följd av utdikning och rensning och skogen är avverkad. Vattnet avrinner österut från våtmarken och når cirka en kilometer längre nedströms Vaskabäcken. Vaskabäcken har högt naturvärde och Vaskabäcken beskrivs mer utförligt i avsnitt 6.2.

Centralt på Järnaslätten kommer planerad järnvägsanläggning att passera Moraån på broar vid cirka km 4+550, se Figur 26. Avrinningsområdet är 18,9 km² stort och består till största delen av skogs- och jordbruksmark. Jordarterna utgörs till cirka 35 % av olika leror, 25 % tunnjord eller kalt berg, 16 % morän och 10 % silt och andra finjordar. Ån är belägen i ett område med tjocka lerlager och står inte i kontakt med grundvatten Järna under leran (för mer information om Magasin Järna, se kap 5).

Medelflödet (MQ) i Moraån är 0,6 m³/s, medelflödes hastigheten är 0,4 m/s och medelvattenståndet 10 meter uppströms järnvägsanläggningen är +2,7 meter. Järnvägsbron kommer ha en spännvidd på cirka 17 meter och en fri höjd över vattenytan på cirka 3,7 meter vid medelvattenföring och 2,7 meter ovan ytan vid medelhögvattenföring. Servicevägen passerar Moraån på en cirka 19 meter lång balkbro av betong och kommer ha en fri höjd över vattenytan på cirka 4,2 meter vid medelvattenföring och 3,2 meter ovan ytan vid medelhögvattenföring. Samtliga brostöd placeras vid sidan av vattendraget så att medelstort vilt (till exempel utter) kan passera på en strandremsa vid sidan av vattnet. Även vid de högsta flödena beräknas vattnet i Moraån rymmas i åfåran.

Moraån, se Figur 26, utgör vattenförekomst (WA77846827). Miljökvalitetsnormerna för Moraån är god ekologisk status 2033 samt god kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Nämnade ämnen överskrider gränsvärdena i samtliga vattenförekomster i landet. Kemisk status exklusive dessa överallt överskridande ämnen uppnår god status. Den ekologiska statusen är måttlig (VISS, 29 juni 2022) till följd av bland annat övergödning. Kvävehalterna är relativt låga i dagsläget (Tabell 6) och marginal finns till försämrade status för nitrat och ammoniak. Uppströms, liksom ett hundratal meter nedströms, den planerade järnvägsanläggningen finns ett lek område för havsöring och Moraån utgör ett av länets viktigaste havsöringsvattendrag. Till följd av en rik fiskfauna, med bland annat flodnejonöga och stensimpa samt den rödlistade arten lake (kategori: sårbar), bedöms naturvärdet som högt (naturvärdesobjekt NO4-13638). Sommartid är vattenföringen ofta låg vilket tillsammans med naturvärdena gör att Moraån bedöms som en känslig recipient. En kilometer uppströms den planerade järnvägen finns

Moraåns dalgångs naturreservat. Eventuella effekter på områdesskydd redovisas i MKB för vattenverksamhet.



Figur 26: Översiktskarta över ytvatten i delområde Järnaslätten. Det har noterats att SMHI:s delavrinningsområde inte stämmer där planerad anläggning passerar våtmark öster om Logsjön. Gränsen ska ligga väster om V2-001 vid sträcka ca km 2+100, men den ligger öster därom. Tolkad våtmarksutbredning är en korrigerings/utökning av våtmarksutbredning utifrån observationer i fält.

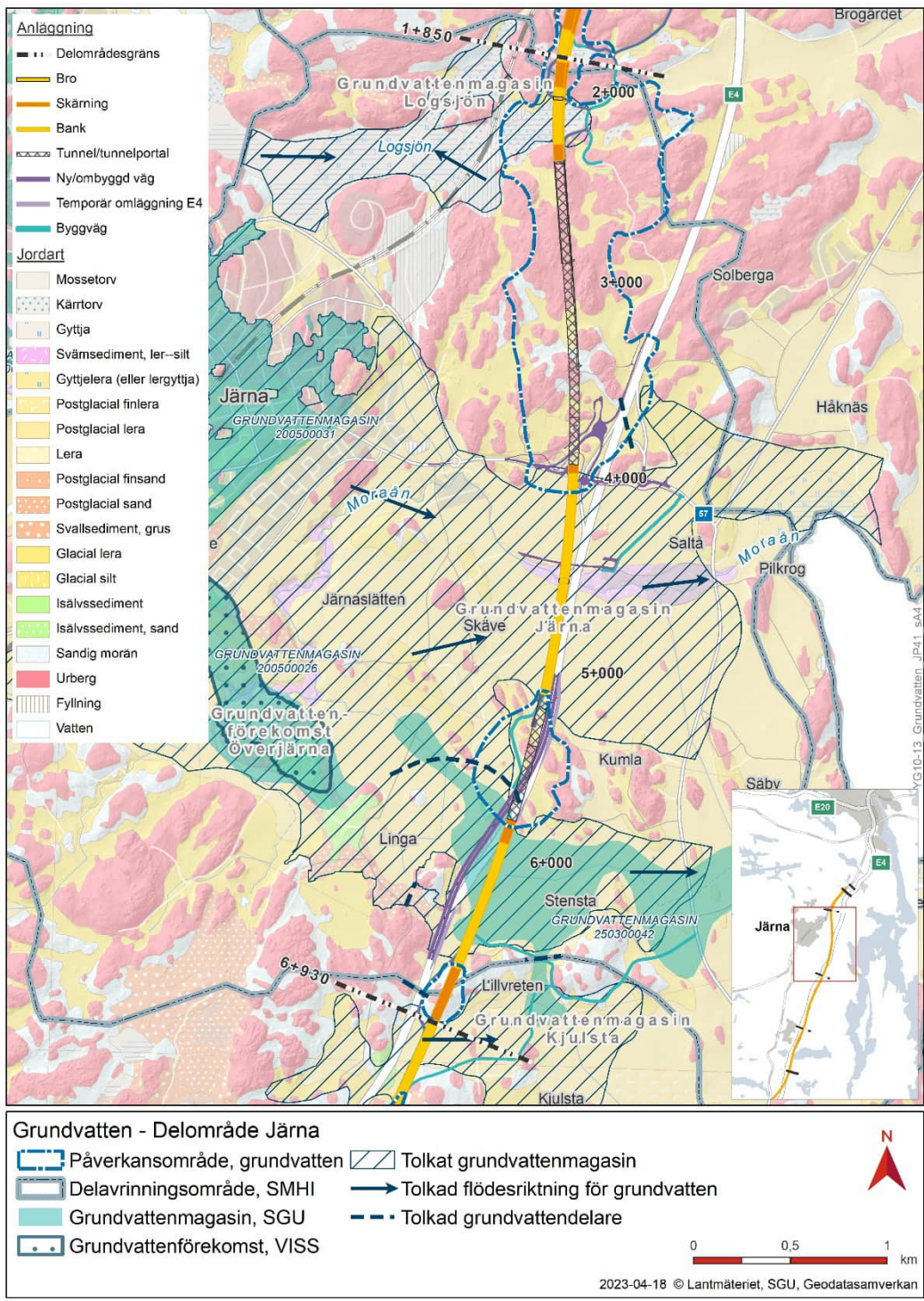
8.2.2.3. Grundvatten och jordartsgeologi

Vid cirka km 2+050-2+300 passeras Magasin Logsjön (se beskrivning av grundvattenmagasinet i kapitel 6), där även en våtmark (V2-001) finns, se Figur 27. Jordlagerföljden inom grundvattenmagasinet är torv, lera (0–19 meter) ovanpå morän (0–6 meter) på berg. Största uppmätta djup till berg är cirka 25 meter. Det i projektet tolkade Magasin Järna är beläget slutet under leran. Stående ytligt vatten i våtmarken bedöms inte vara i hydraulisk kontakt med Magasin Logsjön i friktionsjorden under lerlagret. Hydraulisk kontakt mellan våtmarken och Magasin Logsjön kan dock förekomma i randområden (där lerans mäktighet är ringa). För Magasin Logsjön är grundvattennivåerna ytliga till artesisiska och varierar mellan cirka 0,5 meter under markytan till 0,5 meter ovan markytan (02G1014G). Magasin Logsjöns strömningsriktning är mot sjön Logsjön i väst, tvärtemot strömningen i våtmarken som avleds via en trumma österut.

Söder om Logsjön passerar Ostlänken Järnaslätten, som är en lertäckt dalgång. Marken är mestadels flack men bergytans nivå varierar kraftigt och jorddjup på mellan 0 och 42 meter har uppmätts. I friktionsjorden finns ett tolkat större, till största del slutet, sammanhängande grundvattenmagasin (cirka km 4+000–5+700) vilket i projektet benämns som Magasin Järna (se beskrivning av grundvattenmagasinen i kapitel 5), se Figur 27. Inom det tolkade magasinet finns det ett av SGU identifierat grundvattenmagasin med beteckningen 200500026.

Anläggningen passerar 700 meter öster om Överjärna grundvattenförekomst, vid cirka km 5+900–6+500.

Uppgifter om grundvattennivåer baseras på grundvattennivåmätningar utförda inom kontrollprogrammet för Ostlänken där, om inte annat anges, medelnivåer redovisas. Jordartssammansättning baseras på sonderingar utförda inom projektet. Där inga undersökningar utförts har översiktlig information inhämtats från SGU:s jordartskartor.



Figur 27: Översiktskarta över grundvatten i delområde Järna.

Överjärna grundvattenförekomst (WA22668379) finns i isälvssediment sydost om Järna inom Magasin Järna. Grundvattenförekomsten Överjärna bedöms ha god kemisk och kvantitativ status. Vattenförekomsten är dock inte med bland de prioriterade dricksvattenresurserna i Regional vattenförsörjningsplan för Stockholms läns (Länsstyrelsen Stockholms rapportserie, rapport 2018:24). I isälvssedimentet som delvis överlagras av lera, finns även ett grundvattenmagasin som identifierats av SGU (25030042).

Magasin Järna är delvis slutet under lera, uppströms finns områden med isälvssediment upp till markytan. I de centrala delarna finns morän-isälvsmaterial (0–20 meter) överlagrat av lera (0–32 meter).

Grundvattennivåerna faller av från cirka +11 (03G0030G), norr om Magasin Järna vid Gerstabergrstunnelns södra mynning till +7 (13AT52GV), i norra delen av Magasin Järna, vid befintlig väg 57. För Magasin Järna är trycknivåerna i grundvattnet mestadels ytliga eller artesiska i de norra delarna, främst runt Moraån har höga artesiska nivåer uppmätts (13AT52GV, 13AT50GV, 04H1001G, 04G0030G, 04G0047G, 04G0042G). Längre söderut ökar djupet till grundvattennivån och ligger cirka 5 meter (06G0007G) under markytan. Medelgrundvattennivåerna i den del av grundvattenmagasinet där järnvägen passerar E4 ligger kring +10 (05G0004G) i norra delen av Järnaslätten (norr om cirka km 5+200), vilket motsvarar 0,5 meter under markytan. Längs med planerad järnvägsanläggning i södra delen (cirka km 5+900) av Magasin Järna ligger medelgrundvattennivå på cirka +19,6 (05H1008G), vilket motsvarar cirka 5 meter under markytan. Huvudströmningsriktningen i hela grundvattenmagasinet är österut.

Magasin Järnas hydrauliska konduktivitet bedöms som hög, cirka 7×10^{-4} m/s, baserat på en provpumpning vid södra tråget och flera slugtester i grundvattenmagasinet. Dock visar slugtester vid Magasin Järnas utkanter något lägre hydraulisk konduktivitet, cirka 1×10^{-6} – 1×10^{-5} m/s.

Huvudsaklig grundvattenbildning till grundvattenmagasinet bedöms ske genom inströmning av vatten via vattenförande jordlager i randzonen i dalgångens kanter. Beräknad grundvattenbildning för hela Magasin Järnas avrinningsområde är 116 mm/år, vilket motsvarar ett flöde på 61 l/s.

I höjdparter utanför Magasin Logsjön och Magasin Järna bedöms inget sammanhängande grundvattenmagasin finnas i jord. I dessa höjdparter kan det finnas tunna lerlager men generellt består dessa av morän eller berg i dagen. Där moränlager finns varierar mäktigheten mellan 0–7 meter och grundvattnets flödesriktning följer generellt terrängen.

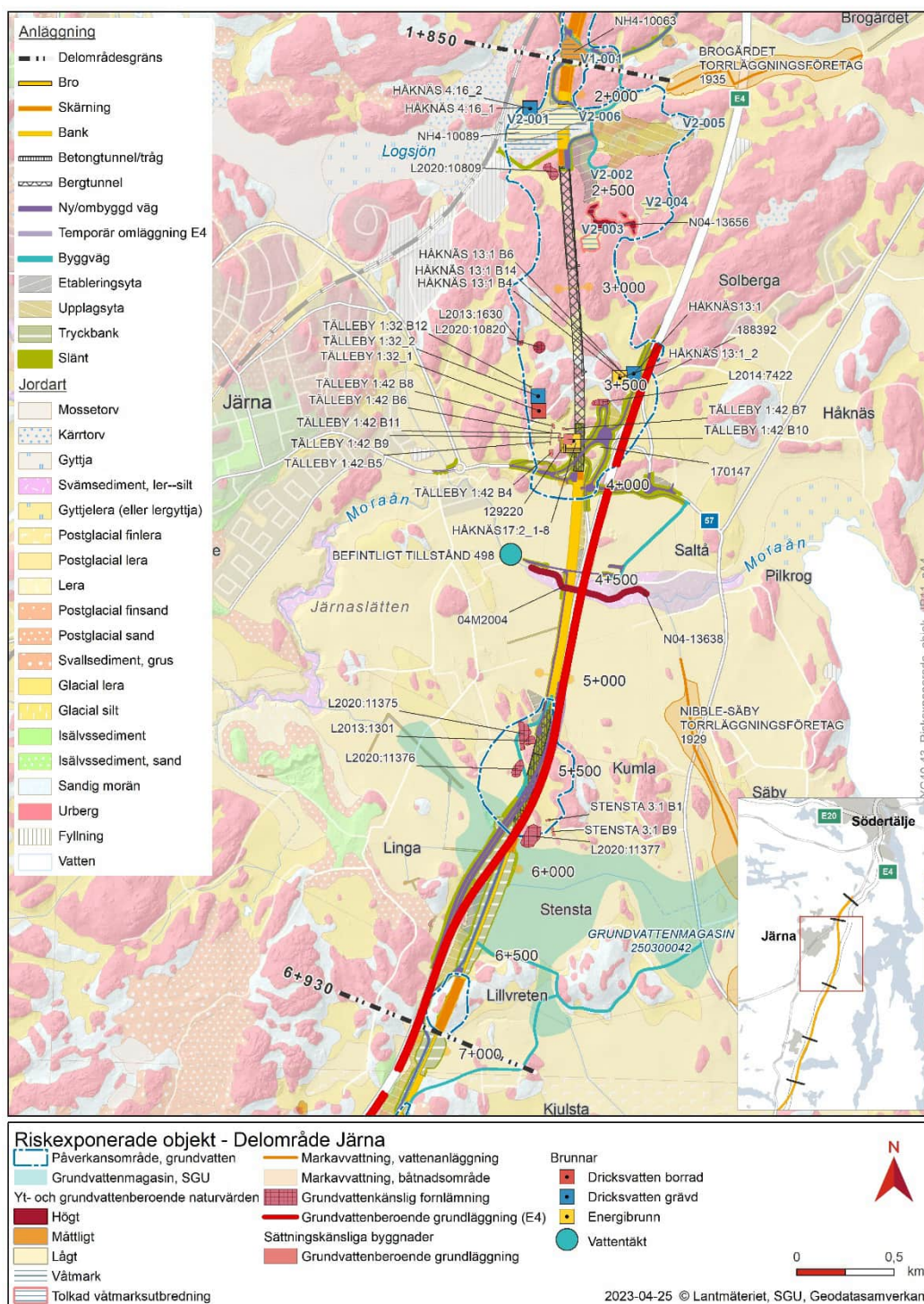
Det är främst vid förekomst av lera som risk för skadliga sättningar på omgivningen finns. Inom delområdet har följande sträckor utretts med avseende på risk för påverkan från en grundvattensänkning:

- E4 – trafikplats Järna, km 3+710–4+100
- E4 längs med betongtunnel under E4 på Järnaslätten
- Byggnader längs sträcka, km 3+697–4+000 och km 5+600–6+600.

Grundvatten förekommer även i berg och beskrivs utförligt under de kapitel där det är relevant till exempel under avsnitt som berör Gerstabergrstunneln och Betongtunnel under E4.

8.2.3 Yt- och grundvattenberoende objekt

Samtliga inventerade objekt inom utredningsområdet finns i Bilaga D.2.2. Riskexponerade objekt inom delområde Järna km 1+850–6+930 framgår av Figur 28.



Figur 28: Riskexponerade objekt i delområde Järna. Tolkad våtmarksutbredning är en korrigering/utökning av våtmarksutbredning utifrån observationer i fält.

Riskexponerade objekt har utretts och vissa har krävt fördjupade utredningar. Fördjupade utredningar inom delområde Järna km 1+850–6+930 har främst fokuserat på

- befintlig och ny sträckning av E4
- byggnader med grundvattenberoende grundläggning: Tälleby 1:32 B12, Tälleby 1:42 (B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10 och B11), Håknäs 13:1 (B4, B6 och B14) och Stensta 3:1 (B1 och B9)
- Moraån (högt naturvärde NO4-13638, samt vattenförekomst (WA77846827), se 7.2.2).

Vid fördjupade utredningar har vissa objekt visat sig att inte utgöra riskexponerade objekt till exempel eftersom marken inte är sättningsbenägen.

8.3 Vattenverksamheter Järna

I detta kapitel redovisas vattenverksamheter inom delområde Järna. En beskrivning av vattenverksamheterna med bedömd påverkan och effekt redovisas i avsnitt 8.3.1–8.3.7.

En mer detaljerad beskrivning av anläggningen och vattenverksamheterna tillsammans med följdverksamheter som till exempel hantering av länshållningsvatten finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*.

8.3.1 Gerstabergrstunneln

I detta avsnitt redovisas den norra förskärningen till Gerstabergrstunneln (G2-005), bergtunnel Gerstabergrstunneln inklusive portal, servicetunnel och tvärtunnlar (G2-006), den södra delen av Gerstabergrstunneln (G3-001) där bergtunneln övergår i en tät betongtunnel, schakt för brostöd (G3-007) samt uttag av processvatten (G2-010). Tunnlar och skärning utgör vattenverksamhet till följd av grundvattenbortledning i bygg- och driftskede medan schakt för brostöd, samt uttag av processvatten endast medför en temporär påverkan under byggskedet. Vattenverksamheterna hanteras samlat i detta avsnitt då påverkan från dessa kan antas samverka.

Delar av Gerstabergrstunneln där riskexponerade objekt finns inom beräknat påverkansområde och som därmed kan innebära negativa effekter är

- G2-005, km 2+280–2+368
- G2-010, km 2+300
- G2-006, km 2+368–3+697
- G3-001, km 3+697–3+940
- G3-007, km 3+900–4+000.

8.3.1.1 Förutsättningar

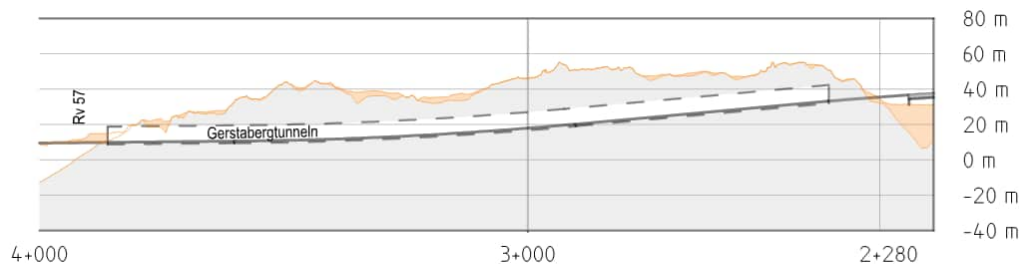
Söder om våtmarken (V2-001) km 2+200, vid km 2+280–2+368, kommer planerad järnvägsanläggning gå i en som mest cirka 19 meter djup bergskärning (G2-005), vilket innebär en permanent grundvattensänkning. Skärningen är en förskärning till Gerstabergrstunneln.

Via en kort betongtunnel övergår skärningen i en cirka 1 300 meter lång bergtunnel (G2-006). Järnvägsanläggningen går i bergtunnel fram till km 3+697, där den gränsar till trafikplats Järna. Bergtunneln med parallell servicetunnel lutar från norr mot söder och går som djupast cirka 30 meter under markytan.

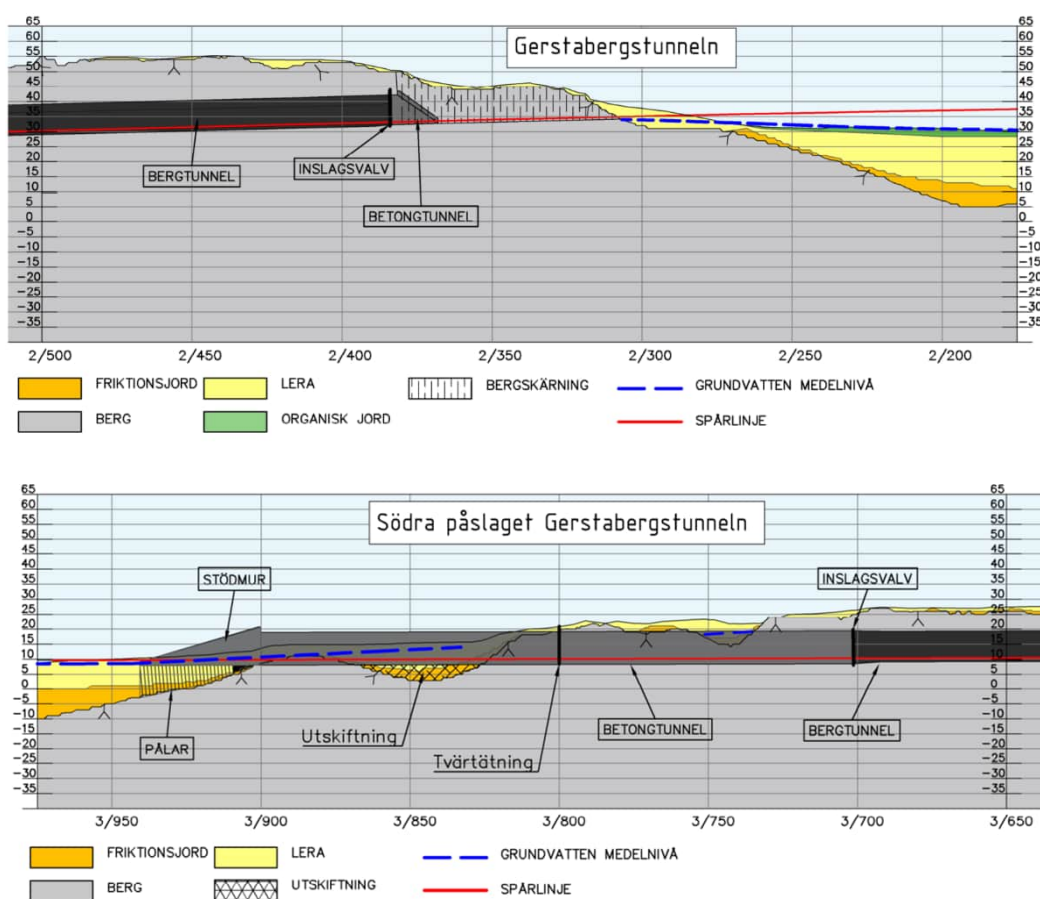
Söder om km 3+697 övergår bergtunneln till en betongtunnel som grundläggs på packad fyllning på berg på större delen av sträckan och mellan km 3+820–3+870 sker grundläggningen genom utskiftning och packad fyllning på berg eller friktionsjord, alternativt kan sträckan på grundläggas. I byggskede planeras spont att slås runt jordschaktet för att minska schaktets utbredning.

Betongtunneln kommer leda till en permanent grundvattensänkning då återfyllningen runt betongtunneln är mer genomsläpplig än de naturliga jordlagren i området vilket medför att grundvattennivåerna i området utjämnas.

En översiktlig profil presenteras i Figur 29 och detaljerade profiler för norra och södra tunnelpåslaget presenteras i Figur 30.



Figur 29: Översiktlig profil med befintlig mark för km 2+280-4+000.



Figur 30: Profil norra och södra påslaget för Gerstabergrtunneln.

Vid trafikplats Järna planeras en ny gång- och cykelväg som passerar väg 57 på bro. Bron planeras grundläggas på ca sex brostöd. Vid schakt för grundläggning av brostöden erfordras temporär grundvattenbortledning (G3-007) under tiden schaktning pågår, som längst under cirka 6 månader. Brostödsschakten bedöms generellt ha ett schaktdjup på cirka 4 meter under markytan. Grundvattennivåerna bedöms ligga cirka 1 meter under markytan. Bedömd avsänkingsnivå för schaktningen av brostöden är maximalt cirka 3 meter under grundvattnets trycknivå i jord.

Grundvatten längs med sträckan för bergtunnel förekommer i osammanhängande moränlager, samt i sprickor i berget. Vid de platser där det finns mätpunkter för grundvatten både i jord och berg (exempelvis 03G0025G och OLP4K009) finns korrelation mellan grundvattennivåer i jord och berg, grundvattnets trycknivå är ungefär densamma i berg och jord. Därför bedöms berget ha en hydraulisk kontakt med moränjordar ovan berg. I mindre lerdalgångar mellan höjder är grundvattnets trycknivå i berg nära markytan medan i områden relativt högt jämfört med omgivningen är nivåerna fler meter under markytan i både berg och jord.

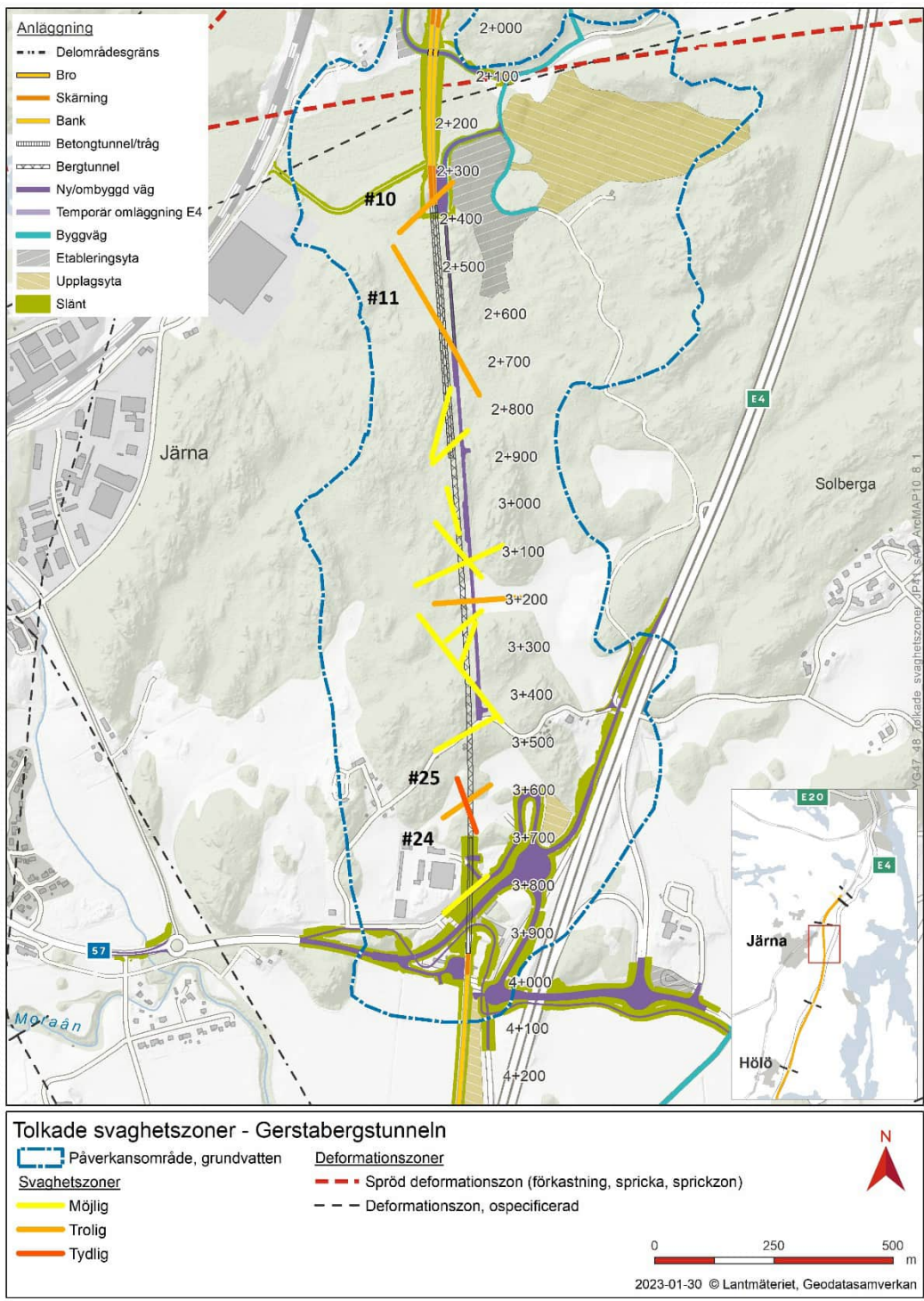
Grundvattennivån vid betongtunneln vid södra tunnelpåslaget är i den norra delen +18,7 meter (03G0013G). Grundvattennivåerna följer topografin i stort och söderut faller grundvattennivåerna kraftigt, vid betongtunnelns slut är grundvattennivåerna i Magasin Järna cirka +7,7 meter (03G0035G). Det finns korrelation mellan grundvattennivåer i berg och morän och grundvattennivåer är ungefär densamma i berg och jord därför bedöms det finnas en hydraulisk kontakt mellan dessa grundvattenmagasin.

Hydraulisk konduktivitet i berg har tagits fram genom vattenförlustmätningar vid tre lägen längs Gerstabergrstunneln och genom analys av data från befintliga borrhål, främst med data från SGU:s brunnsarkiv. Den effektiva hydrauliska konduktiviteten bedöms baserat på detta varieras inom påverkansområdet för Gerstabergrstunneln mellan 7×10^{-9} och 7×10^{-8} m/s. I den effektiva hydrauliska konduktiviteten ingår lokala variationer som sprick- och krosszoner och ska i detta fall ses som ett medelvärde på den hydrauliska konduktiviteten förutsatt att man använder den hydrauliska konduktiviteten på ett större område, till exempel för beräkningar av påverkansområdet. Lokalt kan stora variationer i bergmassans hydrauliska konduktivitet finnas.

Efter bergtekniska undersökningar och utredningar har svaghetszoner delats in i tre klasser, möjliga, troliga och tydliga svaghetszoner:

- Svaghetszoner som enbart baseras på lineamenttolkning benämns som möjliga.
- Svaghetszoner som baseras på lineamenttolkning och där bergmassan vid kartering av berg i dagen bedöms uppvisa mineraler, strukturer eller andra indikationer relaterade till svaghetszoner benämns som troliga.
- Svaghetszoner som baserats på lineamenttolkning och där bergmassan vid kartering av berg i dagen tydligt uppvisar mineraler, strukturer eller andra indikationer relaterade till svaghetszoner benämns som tydlig. Vidare bedöms en zon som tydlig i de fall där lineamentets utbredning korsas av kärnborrhål som lokalt uppvisar tydliga tecken på markant försämrade bergkvalitet, alternativ lineament som korsar karterad bergskärning som uppvisar tydliga tecken på markant försämrade bergkvalitet.

I Gerstabergrstunnelns sträckning finns en tydlig svaghetszon (verifierad) vid km 3+610–3+680 (ID 25) och fyra troliga svaghetszoner vid km 2+350–2+370 (ID10), 2+605–2+655 (ID11), 3+195–3+205 (ID17) och 3+605–3+630 (ID24). Utöver dessa fem svaghetszoner har även tio möjliga svaghetszoner tolkats men ingen av dessa har verifierats i fältundersökningar. De verifierade svaghetszonernas transmissivitet varierar mellan 4×10^{-7} – 2×10^{-6} m²/s vilket undersökts genom vattenförlustmätningar i kärnborrhål. Tydliga, troliga och möjliga svaghetszoners läge i plan visas i Figur 31. Zonernas läge i plan är till viss del osäker, speciellt de zoner som enbart tolkats utifrån lineament. Alla zoner är tolkade att vara vertikala, då det inte finns tillräcklig information för att kunna bedöma zoners stupning. Tolkade lägen i plan på kartan är tolkat läge på markytan, men läget är antaget att vara detsamma på tunnelnivå.



Figur 31: Identifierade svaghetszoner i berg. Svaghetszoner har tolkats efter fördjupade utredningar och undersökningar medan deformationszoner är hämtade från SGU:s karteringar som redovisas i deras berggrundskartor.

På sträckan km 3+697–3+900 planeras en tät betongtunnel vilket kommer att medföra jord- och bergschakt. På denna sträcka består jorden av ett icke sammanhängande tunt skikt morän ovan berg som överlagras av lera. Lerdjupet varierar men blir generellt djupare söderut och vid södra änden av betongtunneln vid km 3+940 består lerlagret av 1–2 meter torrskorpelera ovan 10 meter lös lera. Undersökningar av det vattenförande friktionslagret visar på en hydraulisk konduktivitet på mellan 4×10^{-6} och 3×10^{-8} m/s (slugteter utförda i 03G0030G, 03G0035G, 03G013G och 03H2001G). Bergövertytan varierar kraftigt men faller generellt av söderut. Betongtunnelns norra del skär genom

berg medan den södra delens schaktbotten ligger i lera. Grundvattnets flödesriktning är mot Järnaslätten i söder. Mellan km 3+697–3+820 är schakten främst i berg.

Ett område med förorenad mark finns vid före detta Underås handelsträdgård (riskklass 3) (cirka km 3+500) på Håknäs 12:1 (öster om E4 i höjd med förlängda avfartsrampen).

Vid trafikplats Järna (cirka km 3+700) finns fyra potentiellt förorenade områden från tidigare verksamheter: en vägstation, ett oljegrus- och asfaltverk, bilverkstad samt biltvätt för personbilar. Verksamheten vid den före detta vägstationen vid trafikplats Järna har medfört föroreningspåverkan på mark och grundvatten. Prover från området visar på förhöjda halter av alifatiska kolväten i mark och förhöjda halter av tungmetaller och klorid i grundvattnet. Inga föroreningar över Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM) har dock påträffats i spårlinjen. Nuvarande flödesriktning bedöms vara i terrängens riktning.

8.3.1.2. Påverkan

Ett gemensamt påverkansområde har tagits fram för Gerstabergrstunneln, både berg- och betongtunneln, samt schakt för brostöd (G3-007). Påverkan kommer att bli permanent för tunnel och temporär för brostöd. Påverkansområdet avgränsas i de flesta delar av avrinningsområdet genom fasta grundvattendelare, vilket innebär att förutsättningarna för att områden utanför påverkansområdet ska kunna påverkas är liten. Därför finns det inte någon risk för samverkande effekter som kan påverka till exempel Magasin Järna. Grundvattennivåerna i Magasin Järna, söder om tunneln, ligger lägre än grundläggningsnivån för Gerstabergrstunneln vilket medför en gräns söderut för det permanenta påverkansområdet. Det finns dock en viss risk för temporär påverkan från schakt för brostöd (G3-007) på tolkat Magasin Järna.

Påverkansområdet för Gerstabergrstunneln visas bland annat i Figur 31 och dess utbredning från påverkanskällan har beräknats med både analytiska och numeriska modeller och därefter anpassats efter topografiskt och fasta grundvattendelare samt andra typer av hydrauliska ränder där sådana begränsar påverkansområdets utbredning.

Påverkansområdet för bergtunnlar har verifierats med en vattenbalansberäkning vilka indikerar att grundvattenbildningen är större än det förväntade inläckaget till bergtunnlar. Påverkansområdet har använts som vattenbalansområde för beräkningarna. Vattenbalansberäkningar visar att inläckaget till Gerstabergrstunneln är cirka 51 % av grundvattenbildningen till berg för en otätad tunnel. Grundvattenbildningen till berg kommer sannolikt att öka under byggskede och i driftskede då en större tryckgradient uppkommer mellan grundvattenmagasin i jord och grundvattenmagasin i berg då avsänkningen av grundvattennivåer är större i berg än i jord. Den ökade grundvattenbildningen till berg motverkar en ytterligare utbredning av påverkansområdet.

Det förväntade inläckaget till bergtunnlarna presenteras i Tabell 5. Metod och resultat av inläckage, vattenbalanser samt framtagande av hydrogeologiska domäner och påverkansområde framgår av Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten* där även ett utvecklat resonemang om osäkerheter återfinns. Beräkningarna är gjorda utifrån en analytisk beräkningsmodell vilket innebär att grundvattennivån är statisk och tillgången av grundvatten är oändlig vilket medför att inläckaget överskattas. Över tid kommer grundvattennivåerna att sänkas av vilket minskar tryckskillnaden mellan berg och tunnel och sedermera också inläckaget.

Tabell 5. Beräknat inläckage till Gerstabergrstunneln utan tätningsåtgärder. Typinläckage är det förväntade genomsnittliga inläckaget över en sträcka.

Del-sträcka km-tal	Typ-inläckage (l/min och 100 m)	Typ-inläckage (l/min)	Zon-inläckage (l/min)	Totalt inläckage	
				Delsträcka (l/min)	Hela tunneln (l/min)
2+384– 2+500	15	17,4	-	18	118
2+500– 3+170	2	13,4	1,4	17	
3+170– 3+400	8	18,4	4,3	22	
3+400– 3+697	18	53,5	7,6	62	

Spont planeras kring den södra schakten för betongtunneln för att minska schaktens utbredning. Det förväntade inläckaget till schakt beror på val av spontlösning, spontan planeras att utföras som en tät spont.

Såväl Gerstabergrstunneln, servicetunnel som skärningen kommer att ge en sänkning av grundvattennivåerna i bygg- och driftskedet på grund av inläckage av grundvatten. Påverkansområdets avstånd från tunneln för Gerstabergrstunneln bedöms vara ungefär 100 till 400 meter, störst är påverkansområdet i de mellersta delarna där tunneln är som djupast och i de sydliga delarna där betongtunneln skär genom jordlagren.

Grundvattenbortledning vid schakt för grundläggning av brostöd GC-väg (G3-007) vid km 3+900–4+000 bedöms kunna medföra temporär grundvattensänkning i friktionsjord under tätande lerlager.

Grundvattenbortledning vid uttag av processvatten (G2-010) vid km 2+300 bedöms kunna medföra en temporär grundvattensänkning i mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Uttag av processvatten kommer att ske genom bergborrade brunnar. Påverkan från dessa brunnar kommer primärt att ske i berg men det kan även medföra viss påverkan i grundvattenmagasinen i jord. Påverkan i jord begränsas dock av att dessa magasin generellt har ett överskott av vatten jämfört med grundvatten i berg.

8.3.1.3. Skadeförebyggande åtgärder

Injektering för att uppnå en tätare tunnel bedöms medföra en begränsat minskad risk för effekter på riskexponerade objekt. Riskexponerade objekt inom påverkansområdet för bergtunneln innefattar främst E4 och två våtmarker varav ett innefattar ett naturvärde. Av dessa skulle endast några objekt få märkbart mindre effekt av en tätningsåtgärd. De riskexponerade objekt som skulle få en minskad risk för påverkan och effekt i och med en injektering av tunneln bedöms även utan injektering få en liten påverkan och effekt. Därför anses det inte försvarbart med injektering ur ett kostnad- och nyttoperspektiv.

För att ändå minska risk för permanent påverkan på E4 och byggnader i närheten av betongtunneln i driftskedet planeras för tvärtätning i kringfyllnaden till betongtunneln på sträcka km 3+800.

Tvärtätning minskar den dränerande effekten från kringfyllnaden och minskar därigenom avsänkningen av grundvattennivåerna längs betongtunneln. Mellan tvärtätningen kvarstår dock en dränerande effekt med utjämnade grundvattennivåer men den blir betydligt mindre jämfört med en lösning utan tvärtätning.

8.3.1.4. Riskexponerade objekt

Inom påverkansområdet för Gerstabergrstunneln, schakt för brostöd och uttaget för processvatten där vattenverksamheterna G2-005, G2-010, G2-006, G3-001, G3-007 finns, förekommer:

- tre grävda brunnar (Tälleby 1:32_2, Håknäs 13:1 och Håknäs 4:16_2)
- två borrhade brunnar (Tälleby 1:32_1 och Håknäs 4:16_1)
- E4
- byggnader med grundvattenberoende grundläggning (Håknäs 13:1: B4, B6 och B14)
- byggnader med grundvattenberoende grundläggning (Tälleby 1:32: B12)
- byggnader med grundvattenberoende grundläggning (Tälleby 1:42: B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10 och B11)
- ledningar
- nio energibrunnar (Håknäs 17:2_1-17:2_8 samt Håknäs 13:1_2)
- Vaskabäcken (NO4-13868) och Moraån (NO4-13638), båda med högt naturvärde
- två våtmarker innefattandes naturvärden (V2-003 med sumpskogen NO4-13656 med högt naturvärde samt V2-001 med den avverkade sumpskogen NH4-10089 med lågt naturvärde) samt fyra våtmarker utan grundvattenberoende naturvärden (V2-002, V2-004, V2-005 och V2-006)
- grundvattenkänslig fornlämning (Boplats L2020:10809).
- grundvattenkänslig fornlämning (Lägenhetsbebyggelse L2013:1630)
- grundvattenkänslig fornlämning (Härd L2020:10820)
- grundvattenkänslig möjlig fornlämning (Boplats L2014:7422)
- förorenad mark (188392, 170147 och 129220).

Figur 28 respektive Figur 32 visar en översikt över vattenverksamheten och riskexponerade objekt för hela Gerstabergrstunneln respektive zoomat för södra påslaget till Gerstabergrstunneln.

Den nordligaste delen av tunneln ger en lokal förändring av avrinningsområdet genom tunneldränning som i driftskedet leds söderut. Idag sker avrinning mot Brogårdets torrlägningsföretag 1935. Förändringen i flöde till Brogårdet kompenseras i viss mån av åtgärden vid 1+700 (se avsnitt 6.3.4), som ger tillskottsflöde till Brogårdet. Flödestillskottet till Moraån är försumbart i jämförelse med flödet i Moraån.

Vattenförsörjning

En grundvattensänkning inom Gerstabergrstunnelns påverkansområde kan leda till en permanent avsänkning av grundvattennivån i tre dricksvattenbrunnar (Tälleby 1:32_1 och 1:32_2 och Håknäs 13:1). Brunnarna Tälleby 1:32_1 och 1:32_2 påverkas av både berg- och betongtunnel, men påverkan bedöms vara liten från båda vattenverksamheter då de är långt från påverkanskällan. Effekten bedöms som liten eftersom den förväntade grundvattensänkningen inte bedöms påverka uttagskapaciteten i brunnarna. Brunn Håknäs 13:1 påverkas endast av bergtunnel och effekten av avsänkning bedöms vara liten från vattenverksamheten eftersom brunnen ligger långt från påverkanskällan. Effekten klassas som liten för Håknäs 13:1 då uttagskapaciteten inte bedöms påverkas i betydande omfattning.

Den borrhade brunnen (Håknäs 4:16_1) och grävda brunnen (Håknäs 4:16_2) riskerar att påverkas av temporärt sänkta nivåer eftersom de påverkas av uttaget av processvatten, men är belägna i närheten av påverkansområdets gräns, varför påverkan bedöms bli liten. Risker för påverkan är mindre på den borrhade brunnen eftersom en borrhad brunn är djupare och därmed innebär en grundvattensänkning en förhållandevis mindre påverkan. Effekterna på den borrhade brunnen bedöms därmed som liten. Den grävda brunnen riskerar en liten påverkan. Brunnen är grund men det bedöms finnas tillräckligt med vatten för att brunnen inte ska riskera att bli torr på grund av uttaget för processvatten.

Byggnader och anläggningar

En grundvattensänkning från Gerstabergrstunneln kan sträcka sig under E4. Påverkan på E4 sker då genom att sprickzoner under E4 står i kontakt med anläggningen. Detta skulle teoretiskt kunna vara fallet i den nordliga delen av den sättningsbenägna sträckan på E4, vilket skulle kunna medföra liten effekt. Även schaktarbeten för betongtunneln kan påverka E4 i byggskedet men påverkan sker i det fallet genom avsänkta grundvattennivåer i det tunna moränlagret alternativt genom ett ytligt uppsprucket berg. Trolig avsänkning under E4 vid km 3+500 är mellan 0 och 1 meter, och vid km 3+800 kan avsänkningen uppgå till mellan 0 och 2 meter. E4 kan ha förstärkts med vertikaldräner vid dessa sträckor. Sättningskravet uppfylls med god marginal vid sträckorna och vid bedömda avsänkningar. Detta gäller även om dränerna har någon funktion kvar som skulle kunna påverka sättningsförloppet vid en grundvattensänkning.

En grundvattensänkning kan leda till sättningar på byggnader inom påverkansområdet om de har en grundvattenberoende grundläggning. Påverkansområdet sträcker sig över fastigheten Tälleby 1:42, Tälleby 1:32 och Håknäs 13:1.

På Tälleby 1:42 finns en huvudbyggnad av industrityp med grundvattenberoende grundläggning (B10). Huvudbyggnaden är delvis grundlagd på pålar och har delvis fribärande golv. Kring byggnaden finns flera byggnader med grundvattenberoende grundläggning varav två är industribyggnader (B4 och B7), fyra är komplementbyggnader (B5, B6, B8 och B9) och en är övrig byggnad (B11). Dessa byggnader har olika grundläggningssätt såsom betongplintar på mark, hel styvbottenplatta på mark, armerad kantbalk. Påträffat material i området för Tälleby 1:42 är lerig silt alternativt siltig lera och jorden är överkonsoliderad. Huvudsakligen förväntas elastiska sättningar som kommer att utbilda momentant. Förväntade sättningar är i samma storleksordning som sättningskravet för alla byggnader vid bedömda avsänkningar med spont. Därmed bedöms byggnaderna som inte speciellt känsliga för sättningar till följd av en grundvattensänkning. Differenssättningskravet för byggnaderna bedöms gälla även för serviceledningar längs och emellan byggnaderna. Förväntade sättningar för dessa ledningar är på samma sätt i samma storleksordning som sättningskravet vid bedömda avsänkningar med spont.

En grundvattensänkning kan också påverka pålar för huvudbyggnaden B10 på Tälleby 1:42 som har en grundläggning på spetsburna pålar av betong ned till berg. Påverkan på pålarna från en eventuell grundvattensänkning kan i så fall bli i form av påhängslaster. Det är osäkert hur stor extra last som pålarna tål, eftersom längd och diameter på pålarna är okänd. Påhängskrafter beaktas enligt praxis endast ner till en nivå där den omgivande jorden sätter sig 5 mm mer än pålarna (Pålkommissionens Rapport 100, 2004, och SGI:s Pålgrundläggningsbok, 1993). Detta kan ske från 1,5–2 meter grundvattensänkning enligt sättningsberäkningarna, vilket är mindre än de bedömda avsänkningarna även om skyddsåtgärder vidtas. Den relativt stora avsänkningen som kan ske även med vidtagna skyddsåtgärder beror främst på att avståndet mellan spont och pålar är kort. Men pålarna kan vara dimensionerade för påhängslaster. I de fall pålarna redan är utsatta för påhängslaster ökar inte dessa med större sättningar, vilket gör att den pålade delen av byggnaden ej blir känslig för grundvattensänkningar.

Sammantaget bedöms vattenverksamheten medföra acceptabla sättningar inom Tälleby 1:42. Risk för påhängslaster (B10) bedöms som liten då det dels är troligt att pålarna redan utsatts för dessa laster, dels att det är troligt att pålarna klarar dessa laster. Effekten kan dock inte åtgärdas med skyddsåtgärder på grund av byggnadernas närhet till planerad schakt. Eftersom risk för påhängslaster inte kan uteslutas kommer uppföljning av påverkan i området att finnas med i kommande kontrollprogram. Sammantaget medför en grundvattensänkning vid byggnaderna en måttlig negativ effekt.

Vid fastighet Tälleby 1:32, väster om spårlinjen, finns en byggnad (B12) som ligger på lera enligt jordartskartan. Byggnaden är ett öppet skjul som grundlagts på nedgrävda plintar och bedöms ej vara speciellt sättningskänslig. Dessutom bedöms lermäktigheten vara begränsad under byggnaden på grund av närhet till berg i dagen. Ingen känslighetsanalys har gjorts för denna byggnad. Effekt bedöms som liten.

På fastigheten Håknäs 13:1 finns ett bostadshus (B4) med grundvattenberoende grundläggning samt två komplementbyggnader (B6 och B14). Byggnaderna inom Håknäs 13:1 ligger på gränsen till sättningsbenägen mark med grundvattenberoende grundläggning. Huvudbyggnaden B4 består av ett suterränghus som i huvudsak är grundlagt på berg och komplementbyggnaderna är grundlagda på platta på sättningsbenägen mark. En stödmur på upp till cirka 2 meter har anlagts vid den östra delen av huvudbyggnaden för att få en plan yta kring huset. Stödmuren kan vara känslig mot grundvattensänkningar beroende på hur den är grundlagd och på förekommande jordart. Informationen om jordartsförhållandena är bristfällig vilket medför att skador inte kan uteslutas. Stödmuren bedöms vara känsligast för sättningar och kan orsaka skador på komplementbyggnad om den rasar. Huvudbyggnaden bedöms klara en mindre sättning. Komplementbyggnaderna anses vara mindre känsliga än stödmuren kring B4 då de antas kunna sätta sig relativt homogent. Sammantaget bedöms effekten liten för byggnaderna (B4, B6 och B14) inom Håknäs 13:1.

Det finns sex ledningar på sättningsbenägen mark kring trafikplats Järna och ett ledningspaket. Dessa ledningar kommer alla att ledas om och då tas hänsyn till markförhållanden i området.

Energibrunnar

Åtta energibrunnar på fastigheten Tälleby 1:42 (tidigare fastighetsbeteckning Håknäs 17:2) riskerar påverkan från planerad vattenverksamhet. Vid en grundvattennivåsänkning minskar kontakten mellan kollektorslangen och vattnet, vilket medför att effektuttaget minskar. Energibrunnarna på fastigheten är belägna centralt inom påverkansområdet vilket kan innebära en avsänkning av grundvattennivån. Alla brunnar ligger inom ett område där grundläggningsnivåerna ligger i jord eller i det ytliga berget och energibrunnarna är cirka 200 meter djupa vilket medför en förhållandevis liten påverkan på energibrunnarna eftersom endast en mindre del av kollektorslangen riskerar att hamna ovanför grundvattenytan. Avsänkningen i brunnen bedöms som mest uppgå till några procent av det totala grundvattendjupet och innebär därmed en försumbar effektförlust. Sammantaget bedöms effekten vara liten på energibrunnarna i området.

På fastigheten Håknäs 13:1 finns en energibrunn (Håknäs 13:1_2) som ligger inom påverkansområdet. Brunnen ligger dock relativt långt ut i påverkansområdet och är 250 meter djup. Avsänkningen i brunnen bedöms uppgå till mindre än 10% av det totala grundvattendjupet och innebär därmed en försumbar effektförlust. Effekten på energibrunnen bedöms vara liten.

Naturmiljö och våtmarker

I den yttre delen av påverkansområdet finns en sumpskog (NO4-13656) av högt naturvärde som ligger inom ett våtmarksområde (V2-003), se Figur 28. Jordartskarta och fältinventering visar på underliggande lera, ställvis dock endast 0,7 meter djupt. Våtmarken har flera grävda diken, ett större grävt inlopp och utloppet utgjordes av ett mindre, flödande vattendrag. Detta, tillsammans med jordartsobservationerna, indikerar tät botten och våtmarken bedöms inte dräneras av bergtunneln eller uttag av processvatten. Tillrinningen kan dock minska på grund av ökad grundvattenbildning till berg, vilket bedöms kunna leda till att utflödet från våtmarken minskar. Förhållandena i våtmarken bedöms inte påverkas i någon betydande omfattning. Den påverkan som sker i och med grundvattensänkande åtgärder bedöms få obetydlig till liten effekt för biotopens kvalitet och artsammansättning. Det förekommer naturvårdsarter som är knutna till skoglig kontinuitet och fuktig miljö men inga rödlistade eller skyddade arter relevanta för vattenverksamheten.

Våtmark (V2-002, V2-004, V2-005 och V2-006) påverkas temporärt av grundvattenbortledning för processvatten. Jordartskarta visar dock på underliggande lera för våtmarkerna V2-002, V2-004 och V2-006, vilket indikerar tät botten och därmed ingen direkt påverkan av grundvattensänkningen. Lera har även bekräftats vid fältbesök för V2-002. Våtmark V2-002 ligger relativt högt i terrängen och har ett tydligt utlopp vilket också indikerar tät botten. Tillrinningen till samtliga våtmarker kan dock komma att minska på grund av ökad grundvattenbildning till berg vilket leder till utströmningen från grundvattenmagasinen till våtmarken minskar. Effekten blir att perioder med torrare förhållanden kan bli något längre för våtmarkerna V2-002, V2-004 och V2-006. V2-005 ligger enligt jordartskartan på morän och berg, men endast en liten del ligger inom påverkansområdet och påverkan bedöms därmed bli mycket begränsad.

Kulturmiljö

Inom påverkansområdet finns fyra grundvattenkänsliga kulturmiljöobjekt, två boplatser L2014:7422 och L2020:10809, en lägenhetsbebyggelse L2013:1630 och en härd L2020:10820.

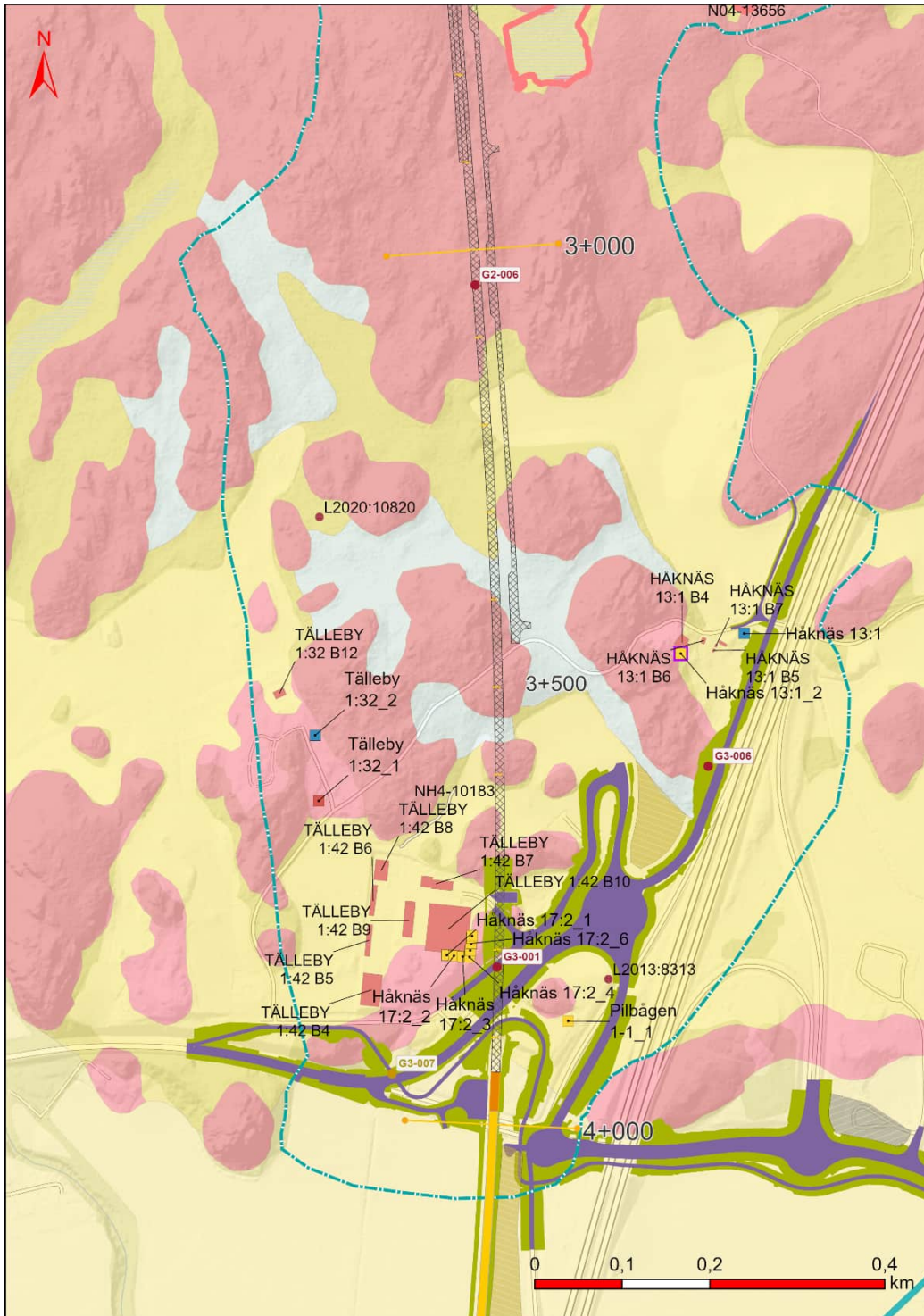
Effekten på kulturmiljöobjekt är en grundvattensänkning vilket kan utsätta objektet för en syrerik miljö. Boplatsen L2014:7422, lägenhetsbebyggelse L2013:1630 och härd L2020:10820 ligger alla inom lerområden som riskerar att påverkas permanent av sänkta grundvattennivåer. Boplatsen L2014:7422 är enligt KMR delundersökt men då det inte framgår vilken del som avses utgår effektbedömningen från att delar av lämningen finns kvar och riskerar att påverkas av vattenverksamheten. Boplatsen L2020:10809 ligger delvis på lera och delvis på berg och delen på lera riskerar därmed att påverkas. Det finns därför en risk för en stor negativ effekt för dessa kulturmiljöer då dessa riskerar att utsättas för en syrerik miljö.

Förorenad mark

I ett område vid före detta Underås handelsträdgård (188392, riskklass 3) inom Håknäs 12:1 (öster om E4 i höjd med förlängda avfartsrampen) finns markföroreningar. Markarbete kan riskera att öka spridning av bekämpningsmedel under byggskedet men föroreningen bedöms inte innebära någon miljörisk under driftskedet. Risken bedöms som obetydlig att föroreningen ska spridas till vatten eller grundvatten på grund av avståndet mellan planerade anläggningsarbeten och förorening samt att föroreningarna bedöms vara bundna till ytliga jordpartiklar.

Vid trafikplats Järna inom påverkansområdet (cirka km 3+700) finns fyra potentiellt förorenade områden från tidigare verksamheter: en vägstation, ett oljegrus- och asfaltverk (170147), bilverkstad (129220) samt biltvätt för personbilar.

När schakten för betongtunneln utförs finns risk att föroreningar mobiliseras, framför allt föroreningar som inte binder hårt till jordpartiklar. Under tiden schakt pågår hanteras eventuellt inläckande vatten och renas innan det släpps vidare till recipient. I driftskedet kvarstår viss risk för mobilisering av föroreningar eftersom grundvattennivåerna i betongtunnelns närhet kommer att vara påverkade. Påverkan minskas dock av planerad tvärtätning och endast en mindre förändring av grundvattnets flödesstorlek eller flödesmönster förväntas kvarstå. Effekten bedöms därmed bli obetydlig.



Figur 32: Översikt över riskexponerade objekt vid vattenverksamheten från det södra påslaget till Gerstabergrstunneln inom delområdet Järna. För legend, se Figur 28. Fastigheten Tälleby 1:42 hette tidigare Häknäs 17:2, energibrunnarna har kvar gamla fastighetsbeteckningen som ID.

8.3.1.5. Vattenhantering

Tekniskt utförande av vattenhantering beskrivs i 8.1.1 Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Länshållningsvatten som uppstår vid drivning av Gerstabergrstunneln samt en tid efteråt (tills kvävehalter avklingat) leds till kommunalt avloppsreningsverk eller till våtmark vid km 2+070–2+190 (våtmark V2-001) med lågt naturvärde. Lösningen innebär pumpning till upplagsytan där sediment- och oljeavskiljning sker liksom, vid behov, pH-justering. Därefter leds vatten till kommunalt avloppsreningsverk alternativt pumpas det behandlade vattnet så att det kan genom/översila våtmark (våtmark V2-001) för vidare avbördning via befintliga åkerdiken/kulvertar till Vaskabäcken och slutligen Näslandsfjärden. I våtmarken bedöms uppehållstiden vara stor och kvävet bedöms till viss del reduceras. Vaskabäcken redovisas i kapitel 7.2.2.2. Effekterna på kvävehalterna i Vaskabäcken utreds i Bilaga D, *MKB för vattenverksamhet Gerstabergr-Långsjön*. Inläckande grundvatten för spårtunnel och servicetunnel blir enligt mycket grova beräkningar strax under 2 l/s. Om ifall allt länshållningsvatten (inläckande grundvatten och processvatten) pumpas norrut mot våtmarken och Vaskabäckens avrinningsområde kommer avrinningen till Vaskabäcken successivt att öka i takt med att tunneln växer. Som mest beräknas länshållningsvattnet uppgå till cirka 3 l/s. Processvattnet tas ut inom Vaskabäckens avrinningsområde som sträcker sig till cirka km 2+900, vilket gör att endast inläckande grundvatten från tunneldelen söder om vattendelaren bidrar med ökat flöde till Vaskabäcken. Flödet från delen söder om vattendelaren beräknas grovt bli 2 l/s. Det gör att flödet i Moraån minskar med i genomsnitt cirka 1 l/s och att flödet i Vaskabäcken ökar med som mest cirka 1 l/s i byggskedet.

Moraån kommer således vara recipient för dränvatten från Gerstabergrstunneln (vattenverksamhet ID G2-006) i driftskedet. Vattnet leds till Moraån via dränledning och bankdiken på Järnaslätten. Utbyggnaden av järnvägen, ger i driftskedet upphov till ett ökat flöde i Moraån med cirka 1 l/s. I Tabell 6 redovisas förändring av Moraåns flöde vid olika regnscenarios.

Tabell 6. Sammanställning av ökat flöde efter exploatering för regn med återkomsttid 1, 10 och 100 år samt tillskottsflöde från sidoområde.

Km-tal	Utsläpp till	Flöde efter exploatering [l/s] 10-årsregn, dimensionerande varaktighet	Skillnad flöde (före-efter) [l/s] 10-årsregn, dimensionerande varaktighet	Flöde efter exploatering [l/s] 1-årsregn, 24 timmar varaktighet	Skillnad flöde (före-efter) [l/s] 1-årsregn, 24 timmar varaktighet	Flöde efter exploatering [l/s] 100-årsregn, dimensionerande varaktighet	Skillnad flöde (före-efter) [l/s] 100-årsregn, dimensionerande varaktighet	Tillskott från sidoområdet [km, öst/väst]
4+538	Moraån	149,2	144,2	3,7	3,1	318,8	308,2	-
4+614	Öst om spåret mot åkerdike som leder till Moraån	110,2	97,8	7,8	5,9	232	205,9	-

Utförligare beskrivning av sammantagen påverkan på Moraån redovisas i avsnitt 8.3.2.

I samma omfattning som flödet till Moraån ökar beräknas flödet till Vaskabäcken minska. I förhållande till medelvattenföringen på cirka 100 l/s (SMHI vattenwebb) bedöms minskningen med cirka 1 l/s ha en obetydlig effekt på Vaskabäckens hydrologi. Vid låg vattenföring bedöms effekten som liten.

8.3.2 Anläggning av broar och erosionsskydd i Moraån

8.3.2.1. Förutsättningar

Järnvägsanläggningen kommer att passera Moraån på broar för järnvägsanläggning och serviceväg vid km 4+550, se Figur 33 och Figur 34. För att korsa Moraån planeras en balkbro i ett spann, och parallellt med denna kommer en vägbro för serviceväg anläggas. Broarnas brostöd anläggs vid sidan om vattendraget, utanför det definierade vattenområdet (HW100). Arbete med schakt och fyllning för brostöd samt anläggande av erosionsskydd har vattenverksamhets-ID Y4-001.

Båda broarnas landfästen planeras att pågrundläggas. Pålängden bedöms variera mellan 31 och 33 meter. På grund av brostödens närhet till Moraån planeras grundläggning av brostöd att utföras inom spont. Spontning görs delvis inom vattenområdet där ungefär 10 m² av vattenområdet är lokaliserat inom spanten. Spanten kapas under marknivå eller dras upp efter byggskedet. Schaktvolym inom vattenområdet uppgår till cirka 35 m³.

Erosionsskyddet kommer att omfatta botten och stränder längs en 80–100 meter lång sträcka i anslutning till brofästena. Detta görs genom att ett 0–1 meter tjockt lager av naturligt sulfidhaltig lera eller något sulfidhaltig lera och annat bottenmaterial schaktas ur och ersätts med ett undre lager av krossmaterial samt ett övre lager av sten med rundade kanter. Åsträckan där erosionsskydd och brofundament anläggs domineras av mjukbotten (lera och gyttja). Vid biotopkartering och inventering av bottenfauna och musslor har inte några känsliga arter eller livsmiljöer påträffats inom sträckan som erosionsskydd anläggs i.

De muddermassor som grävs upp vid utskiftningen läggs nederbördsskyddat med möjlighet till kontroll av lakvattnets kemi. Lakvattnet som avrinner från de uppgrävda massorna samlas upp och genomgår ett sedimentationssteg innan det tillåts rinna ned i Moraån. Om kontrollprogram visar på behov kommer massorna att föras till deponi.

Erosionsskyddets utbredning bedöms uppgå till 1 500 m² varav cirka 1 100 m² är inom vattenområdet.



Figur 33: Illustration av Ostlänkens passage över Moraån. Broar för järnvägsanläggning och serviceväg utförs som balkbro i ett spann. Norr är till vänster i figuren.

I Tabell 7 redovisas vattennivåer och vattenhastigheter vid olika återkomsttider med och utan den planerade anläggningen.

Tabell 7. Modellerade vattenstånd med och utan anläggning vid järnvägs korsningen. Den grå markerade raden redovisar det dimensionerande flödet och respektive vattenstånd och flödes hastighet cirka 10 meter uppströms den planerade anläggningen i Moraån.

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

Vid alla ovanstående scenarier håller vattendraget sig innanför åfåran och den planerade anläggningen medför ingen dämning.



Figur 34: Moraån, vid platsen för Ostlänkens passage.

Två befintliga åkerdiken söder om Moraån som mynnar i Moraån kommer att korsas av anläggningen. De kommer därför att fyllas igen och ersättas av nytt dike längs järnvägens västra sida. Åkerdike (NH4-10181) kommer att fyllas igen (Y4-005) vid km 4+730–4+750. Den totala ytan som påverkas

inom dikets vattenområde är 130 m². Åkerdike (NH4-10182) kommer att fyllas igen (Y4-004) vid km 4+560–4+580. Den totala ytan som påverkas inom dikets vattenområde är 60 m². Både NH4-10181 och NH4-10182 har generellt biotopskydd och ingår i åkermarkens avvattning. Det generella biotopskyddet är hanterat i MKB för järnvägsplanen.

8.3.2.2. Påverkan och riskexponerade objekt

Riskexponerade objekt som kan påverkas av arbete med erosionsskydd i Moraån och anläggning av serviceväg, järnvägsbank och brokon är

- Moraån (NO4-13638)
- bevattningsanläggning (anläggningsnummer 498)
- funktion i befintliga åkerdiken.

Anläggningsarbetena för Y4-001 bedöms medföra en stor påverkan på den berörda åsträckan genom att botten och stränder grävs ur och ersätts med erosionsskyddande material. Utan några skyddsåtgärder bedöms omfattande grumling och sedimentation av nedströms belägna del av ån uppstå. Det finns därför en risk att lekområdet för havsöring nedströms anläggningen påverkas varaktigt negativt genom förhöjd sedimentation. Effekten av Y4-001 bedöms som stor i byggskedet.

Utskiftningen innebär att stränder och botten förändras från finpartikulärt material till sten och grus. Förutsättningar för arter som lever i mjuka sediment bedöms försämrats, medan det erosionsskyddande stenlagret bedöms gynna andra arter som föredrar hårt substrat. På lång sikt bedöms bottenarna i åtminstone delar av åfåran sedimentera igen av finpartikulärt material vilket i så fall ger en dominans av mjukbotten. Därigenom bedöms bottenarna på lång sikt utgöras av en kombination av rundat erosionsmaterial och finpartikulärt material vilket skapar en mer divers livsmiljö och förutsättningar för flera arter. På lång sikt bedöms även vegetation återetableras längs stränderna. Effekten av utskiftningen bedöms vara obetydlig på lång sikt. Endast en mycket liten andel av den cirka 2 kilometer långa vattenförekomsten kommer att påverkas varför den påverkade andelen av vattenförekomsten och dess närområde samt svämplan ökar endast obetydligt (se *PM Miljökvalitetsnormer för vatten, Bilaga 3 till Bilaga D.3 MKB för järnvägsplan, avsnitt 5.3.10.1, sidan 37*).

Uppströms vattenverksamhet Y4-001 inom fastighet Skäve 1:13 tas vatten ut ur Moraån för bevattning av jordbruk (se Figur 28, befintliga tillstånd nr 498), för mer information se avsnitt 4.2.1.

Vattenuttaget sker långt uppströms (ca 300 meter) vattenverksamhet Y4-001 och bedöms därmed inte påverkas av dessa arbeten.

Vid anläggning av serviceväg, järnvägsbank och brokon (Y4-004 och Y4-005) kommer två åkerdiken att fyllas igen. Åkerdikena är nästintill torra en stor del av tiden. Åkermarkens avvattning kommer att ledas om via nytt dike vid järnvägsbankens västra sida mot Moraån. Påverkan på naturvärden i de dikessträckor som fylls igen (NH4-10181 och NH4-10182) har hanterats i MKB för järnvägsplanen eftersom de ligger inom järnvägsplanens markanspråk. Nytt dike anläggs i torrhet innan åkerdiken ansluts till det nya diket. Endast tillfällig och begränsad grumling förväntas uppkomma är dikena kopplas om. Vid behov vidtas grumlingsbegränsande åtgärder.

8.3.2.3. Skyddsåtgärder

För att minimera grumling vid anläggande av brostöd och erosionsskydd kommer grumlingskydd att användas. Anläggningsarbetet görs innanför grumlingskyddet längs en strand i taget för att möjliggöra fiskvandring, vilket gör att några tidsrestriktioner för arbetena inte behövs. För information om utformning se Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*, avsnitt 7.4 Y4-001.

Efter att grumlande arbete slutförts kommer spont och siltgardiner som anlagts för att minska grumlingen att tas bort. Sponten kan dras upp med hjälp av maskiner som placeras på ömse sidor av vattendraget eller kapas under åns botten.

8.3.2.4. Kumulativa effekter

I driftskedet ökar tillrinningen till Moraån med omkring 1 l/s genom att avrinningsområdet ökar då hela Gerstbergstunneln avvattnas mot ån. På motsvarande vis minskar avrinningsområdet och tillrinningen till Vaskabäcken med grovt räknat 1 l/s. För båda vattendragen gäller att den hydrologiska förändringen är liten i förhållande till deras medelvattenföring, men vid låg vattenföring i Vaskabäcken bedöms effekten som måttlig genom något minskat livsutrymme för vattenlevande organismer.

PM Miljö kvalitetsnormer för vatten (Bilaga 3 till Bilaga D.3 *MKB för järnvägsplan*, avsnitt 8.3.2.2, sidan 48) visar att Ostlänken inte innebär risk för försurning av vattenförekomsten, men att risk för negativ påverkan av metallhaltigt lakvatten ännu inte kan uteslutas. Först när berget tas ut i byggskedet kan säkra analyser göras av bergets metallinnehåll. I de fall dessa kontroller visar på risk för påverkan på vattenkemin i vattenförekomsten kommer skyddsåtgärder att göras.

8.3.3 Betongtunnel under E4

I detta kapitel redovisas tråg och betongtunnel (G5-002), samt utskiftning (G5-004) och skyddsinfiltration (G5-006). Tråg, betongtunnel och utskiftning utgör vattenverksamhet till följd av grundvattenbortledning i byggskede. Vattenverksamheterna hanteras samlat i detta kapitel, då eventuell påverkan från dessa kan antas samverka eftersom utskiftning (G5-004) utförs inom påverkansområdet för betongtunnel (G5-002).

Den vattenverksamhet som inte bedöms påverka vare sig allmänna eller enskilda intressen är

- G5-006, km 5+500–5+700.

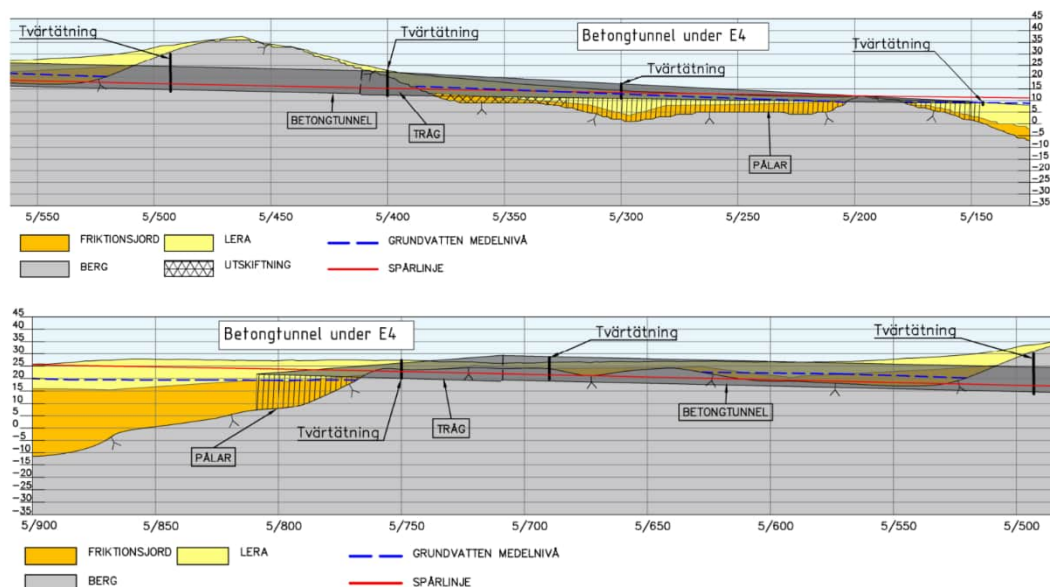
De vattenverksamheter där riskexponerade objekt finns inom bedömt påverkansområde är

- G5-002, km 5+140–5+790
- G5-004, km 5+660–5+700.

8.3.3.1. Förutsättningar

För att passera under E4 kommer järnvägsanläggningen att förläggas i betongtunnel och betongtråg i en skärning (G5-002), km 5+140–5+790, under nuvarande marknivå, se Figur 35. Byggnation av tunneln erfordrar grundvattenbortledning i byggskede, som är en vattenverksamhet. Anläggningen passerar i jordskärning mellan km 5+140–5+380, i jord- och bergskärning vid km 5+380–5+400, i bergskärning vid km 5+400–5+490, i jord- och bergskärning vid km 5+490–5+760 och i jordskärning vid km 5+760–5+790. Arbeten med betongtunnel och tråg planeras att utföras i torrhet med avsänkning och länshållning av schakt, som behöver ske i byggskedet. Genom att järnvägsanläggningen anläggs med täta konstruktioner i form av betongtunnel och tråg begränsas grundvattenpåverkan i driftskedet. Den lutar från söder mot norr och går som djupast cirka 25 meter under markytan.

Temporär grundvattenbortledning i Magasin Järna kommer även att ske vid utskiftning för grundläggning av ny sträckning av E4 (G5-004), km 5+660–5+700. Utskiftningen utförs till som mest 3 meter och grundvattensänkning bedöms kunna bli cirka 1 meter.



Figur 35: Profil med befintlig mark samt projekterad järnväg för km 5+140–5+810.

Magasin Järna i området utgörs av isälvmaterial och morän, som till stora delar täcks av ett lerlager. Grundvattenmagasinet är i huvudsak att betrakta som ett slutet grundvattenmagasin, dock förekommer områden väster om järnvägen där isälvmaterial går i dagen och grundvattenmagasinet är öppet. Vid betongtunnel under E4 förekommer en höjdrygg med berg i dagen. I anslutning till höjdryggen är lerdjupen generellt mindre och moränen tunnare. I anslutning till höjdryggen förekommer en grundvattendelare i öst-västlig riktning. Norr om höjdryggen förekommer marknära eller artesisiska grundvattennivåer (05G0004G) och söder om den ligger grundvattennivån på cirka 3–5 meter under markytan (05G0014G). Grundvattennivån vid tunneln är i den norra delen +10,1 (05G0004G). Grundvattennivån stiger mot söder och är i den södra delen +23,8 (05G0018G). Schaktbotten bedöms vara cirka 0–3 meter under grundvattennivån. Vid de platser där det finns mätpunkter för grundvatten nära både i jord och i berg (exempelvis 05G0008G och OLP4K011) är grundvattennivåerna endast lite högre i kärnbrorrhålet vilket tyder på en korrelation mellan grundvattennivåer i jord och i berg. Därför bedöms berget ha hydraulisk kontakt med moränjordar ovan berg.

Magasin Järnas egenskaper har undersökts vid en provpumpning där pumpbrunnen var lokaliserad strax öster om E4, där planerad anläggning korsar E4, med syftet att förbättra kunskapen om grundvattenmagasinet i jords hydrauliska egenskaper. Provpumpningen visade på hög hydraulisk konduktivitet i grundvattenmagasinet, cirka 7×10^{-4} m/s. Utbredningen av avsänkning vid provpumpningen var som störst i väst-östlig riktning och begränsas mot norr där bergövertytan stiger och övergång mellan betongtunnel och tråg är planerad.

En vattenförlustmätning i berg har gjorts vid km 5+400 som visar på en hydraulisk konduktivitet i berg på cirka 1×10^{-8} m/s (OLP4K011).

Berget är undersökt längs sträcka km 5+360–5+790 med avseende på bland annat svaghetszoner. Där finns en tydlig svaghetszon som är markerad som deformationszon av SGU och sammanfaller med lokalt sämre bergkvalitet i bergskärning vid km 5+370–5+390 (ID 29) och två möjliga svaghetszoner vid km 5+355–5+370 (ID 31), 5+525–5+560 (ID 30).

Framtagande av påverkansområde framgår av Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten*. Grundvattenbortledning berör de yttre delarna av Magasin Järna, samt mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Dock passerar planerad järnvägsanläggning på avstånd grundvattenförekomsten Överjärna (WA22668379), se Figur 40. Grundvattenströmningen är från grundvattenförekomst Överjärna och mot Moraån, på ett avstånd av 700 meter varför påverkan på Överjärna grundvattenförekomst kvantitet eller kvalitet inte bedöms uppkomma.

Järnvägsanläggningen passerar två av SGU:s identifierade grundvattenmagasin med beteckningen 200500026 respektive 250300042, se Figur 40. Järnvägsanläggningen passerar igenom grundvattenmagasinet 250300042. Grundvattenmagasinet 200500026 ligger cirka 700 meter väster om den planerade järnvägsanläggningen och bedöms inte påverkas varken i bygg- eller driftskedet. Inom den del av grundvattenmagasinet (tolkade grundvattenmagasinet, Magasin Järna och magasinet 250300042) som är närmast E4 bedöms grundvattnet strömma österut. Bedömningen baseras på den tolkade grundvattendelaren och uppmätta grundvattennivåer i området. En liten del av ny planerad omlagd E4 överlappar grundvattenmagasinet (250300042) men ingen grundvattenbortledning bedöms ske inom grundvattenmagasinet till följd av omläggningen.

8.3.3.2. *Skadeförebyggande åtgärder*

För att upprätthålla grundvattennivåerna och förhindra en permanent påverkan planeras en tät konstruktion i form av betongtråg och betongtunnel. Med betongtunnel och tråg skyddas anläggningar och bebyggelse med grundvattenberoende grundläggning. Betongtunnel är också nödvändig för att passera under E4.

Vid planerad betongtunnel, cirka km 5+600, har en grundvattendelare identifierats. Grundvattennivåerna söder om höjdpartiet ligger högre än de norr om höjdpartiet. För att förhindra läckage från söder till norr efter byggnation behöver bergets tätande funktion bibehållas. Detta görs genom att sex tvärtätningar (strömningsavskärande konstruktioner) utförs som skadeförebyggande åtgärd. En lokal, begränsad grundvattensänkning kan uppstå även i driftskedet då grundvattennivåer utjämnas mellan tvärtätningarna om fyllnadsmaterialet kring tunneln har högre hydraulisk konduktivitet jämfört med naturlig jord.

8.3.3.3. *Risikexponerade objekt*

Grundvattensänkning bedöms främst ske temporärt i byggskedet då konstruktionen utförs tät. Inom påverkansområdet för grundvattenbortledning finns:

- grundvattenmagasin (250300042)
- befintlig och ny sträckning av E4
- byggnader med grundvattenberoende grundläggning (Stensta 3:1 B1 och B9)
- dagvattenledning på sättningsbenägen mark
- fyra fornlämningar (Boplatssområden L2020:11375 och L2020:11376, Gravfält L2013:1301 samt Grav- och boplatssområde L2020:11377)

Dessa objekt redovisas även i Figur 28.

Vattenförsörjning

Öster om Överjärna grundvattenförekomst, förekommer ett grundvattenmagasin med beteckningen 250300042 som ingår i SGU:s sammanställning. Påverkansområdet berör en liten del av grundvattenmagasinet för betongtunneln under E4. Eftersom påverkansområdet endast berör utkanten av grundvattenmagasinet bedöms effekten på grundvattenmagasinet bli liten.

Järna kommun är berättigad att nyttja tre grundvattentäkter för Järna samhälle och Mölnbo samhälle. Bland annat att i Ene 4:62 i Överjärna socken ta ut 865 m³ vatten/dygn som medeltal per år, dock högst 1300 m³/dygn. Domen innehåller även specificerade uttag vid Mölnbo 7:1 och Ene 15:1.

Vattenverksamhet G5-002 ligger långt nedströms till den tillståndsgivna verksamheten. Dessa vattentäkter bedöms inte påverkas av vare sig vattenverksamhet G5-002 eller någon annan del av anläggningen.

Byggnader och anläggningar

Vattenverksamheten kan påverka E4 genom grundvattensänkning, vilket leder till spänningsökningar i leran under vägen, vilket i sin tur kan leda till konsolideringssättningar och krypsättningar. Alla delar av E4 inom påverkansområdet ska byggas om och ny sträckning av E4 grundläggs med olika grundläggningsmetoder anpassade för förutsättningarna, exempelvis lättfyllning, bankpålning och vertikaldräner med överlast. Följaktligen påverkas ny sträckning av E4 inte av grundvattensänkning. För kontroll av eventuella sättningar på ny sträckning av E4 till följd av en grundvattensänkning i byggskedet har en känslighetsanalys utförts för en beräkningssektion vid km 5+230 (lättfyllning) och en beräkningssektion vid km 5+800 (vertikaldränering med överlast) med varierande grundvattensänkning mellan 0,5 och 2 eller 3 meter. För en temporär grundvattensänkning vid byggskede om max 2 meter vid ny sträckning av E4 (större än bedömd storlek av grundvattenavsänkningen ifall inga skyddsåtgärder utförs) bedöms uppkomna sättningar ligga inom sättningskravet.

På fastigheten Stensta 3:1 finns två komplementbyggnader (B1 och B9) med grundvattenberoende grundläggning inom påverkansområdet. B1 är ett plåtskjul och är grundlagt på plintar på mark. B9 är en ladugård som är grundlagd med mur, plintgrund och delvis stensatt grund.

Grundvattensänkningen vid byggnaderna öster om järnvägen beräknas bli mindre än en meter. Geologin är varierande i området. En känslighetsanalys av påverkan från sättningar vid olika jorddjup och 0,5 till 2 meter grundvattensänkning har gjorts. Beräknade sättningar i marken vid de båda byggnaderna är mindre än sättningskravet efter två år med bedömd avsänkning. Effekten bedöms som obetydlig.

Det finns en dagvattenledning på sättningsbenägen mark inom påverkansområdet som kan komma att påverkas av temporär grundvattensänkning.

Kulturmiljö

Fyra fornlämningar (boplatssområden L2020:11375 och L2020:11376, gravfält L2013:1301 och grav- och boplatssområde L2020:11377) riskerar påverkas av sänkt grundvattennivå. Dessa ligger inom ett kuperat höjdområde med lera och berg. Uppmätta grundvattennivåer varierar kraftigt i området med marknära nivåer i norra delen av området (05G2003G, 05G0004G, 05G0008G). Dessa grundvattenrör ligger dock i topografiska lågpunkter vilket kan förklara de höga nivåerna. I övriga grundvattenrör (15AT007G, 05H1003G, 05G0014G, 05H100G, 05H1005G, 05G0018G, 05H1006G, 05H2001G, 05G0031G, 05G0027G, 15 AT008G) ligger medelnivån 1,2-5,4 meter under markytan. Den temporära grundvattensänkningen förväntas ske mest i friktionsjorden under leran, men även i berg. Troligen är majoriteten av fornlämningarna belägna ovan grundvattennivån och de fornlämningar som är belägna på berg bedöms redan ha utsatts för naturlig variation av grundvattennivån, vilket medfört att fornlämningarna redan har utsatts för syrerika miljöer. Ingen effekt bedöms uppstå från vattenverksamheten.

8.3.3.4. Skyddsåtgärder

För att vid behov upprätthålla grundvattennivåer har infiltrationsytor planerats in. Infiltration är en vattenverksamhet och den har ID G5-006. Områden där det kan komma att behövas visas i Bilaga C.1 *Översikt anläggning och vattenverksamheter i plan 4.1*. Resultat från pumptest visar en tillräckligt hög genomsläpplighet för att kunna infiltrera ett grundvattenflöde för att upprätthålla grundvattennivåerna under byggskedet. Skyddsinfiltration kan eventuellt behövas under

schaktarbetet för betongtunnel om grundvattensänkningen vid de riskexponerade objekten skulle bli betydligt större än bedömt.

De riskexponerade objekt som kan få en positiv effekt av föreslagna skyddsåtgärder är

- grundvattenmagasin (250300042)
- befintlig och ny sträckning av E4
- dagvattenledning.

Grundvattenmagasinet (250300042) riskerar att påverkas motsvarande en liten effekt i byggskedet. Med skyddsinfiltration bedöms effekten i stället bli obetydlig.

Risken för att få effekten sättningar på ny sträckning av E4 bedöms som mindre med skyddsåtgärder än utan. Alla delar av E4 ska byggas om på denna sträcka. Byggnaderna (Stensta 3:1 B1 och B9) påverkas inte med skyddsåtgärder då ingen risk för påverkan då föreligger.

8.3.3.5. *Vattenhantering*

I Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet avsnitt 8.1.4* beskrivs vattenhantering för vattenverksamheten. Mängden inläckande grundvatten beräknas uppgå till mindre än 1 l/s i genomsnitt. Effekterna på kvävehalterna och MKN i Moraån beskrivs i *Bilaga D MKB för vattenverksamhet*.

8.3.4 *Utfyllnad av våtmark*

Inom denna beskrivning av utfyllnad i våtmark, vid km 2+053–2+260, ingår vattenverksamheterna för bank och arbetsväg (Y2-010), nya trummor under väg och järnväg (Y2-003 och Y2-004) och spridarledning i våtmark för kvävereduktion (Y2-011 km 2+170)

Mellan km 2+053–2+260 kommer järnvägen gå på bank över en dalgång genom ett våtmarksområde (V2-001). I våtmarksområdet södra utkant anläggs en ny arbetsväg. Dessa två åtgärder utgör arbete i arbetsområde (Y2-010).

Våtmarksområdet innefattar ett lågt naturvärde (tidigare sumpblandskog NH4-10089). Detta bedöms vara det enda riskexponerade objektet för Y2-010, Y2-003, Y2-004 och Y2-011. Området är idag påverkad till följd av utdikning och rensning. Våtmarksområdet har ett avrinningsområde på ungefär 50 hektar och avvattnas i nordostlig riktning via ett rörlednings- och dikessystem till Vaskabäcken som ligger 2 kilometer nedströms. Våtmarken har skurits av från Logsjön av den gamla stambanan väster om planerad järnväg. Området har enligt historiska kartor från 1700-talet kommunicerat integrerat med Logsjön väster om stambanan och hela området avvattnades då österut. Idag går dock stambanan mellan Logsjön och våtmarken, och kommunikationen mellan dem kan bara ske via högt belägen trumma som endast leder vatten vid mycket höga vattennivåer från våtmarken mot Logsjön. Logsjön avvattnas idag söderut mot Moraån. Kulvertsystemet som idag avvattnar våtmarksområdet öster om stambanan har en begränsad kapacitet och vid kraftig nederbörd stiger vattennivåerna i sumpskogen och vattnet avrinner då över marken och i skåldike ovan kulverten österut.

För att säkerställa att vatten kan rinna genom våtmarksområdet österut, mot Vaskabäcken, planeras en ny trumma (Y2-004) under järnvägsbanken. Trumman (Y2-004) anläggs i ett redan grävt dike som går genom området. Öster om järnvägsbanken korsas avvattningsvägen av en räddningsväg under vilken det planeras att anläggas en ny trumma (Y2-003) i de perifera delarna av vattenområdet.

Förutom arbete i vattenområde (Y2-010, Y2-004, Y2-003) planeras andra vattenverksamheter som innebär bortledning av grundvatten. Åtgärderna erfordrar också vattenverksamhet och utgörs av två utskiftningar (G2-007, G2-003), ett brostöd (G2-002), en skärning (G2-005) och ett uttag av processvatten (G2-010).

Järnvägsbankens grundläggning görs med bankpålning och omfattar ca 6500 m² av vattenområdet för våtmarken. Det totala våtmarksområdet omfattar ca 6 hektar. Både den södra och den norra utkanten av våtmarken påverkas temporärt av utskiftning (G2-007, G2-003). Den norra delen påverkas dessutom temporärt av grundvattensänkning vid schakt för brostöd. Grundvattenpåverkan sker dock i friktionsjord i våtmarkens utkanter och påverkan på övre magasin i våtmarken bedöms vara begränsad. Hela våtmarken ligger även inom påverkansområde för uttag av grundvatten för processvatten. Jordartskartan visar på kärrtorv, vilket indikerar utströmningsområde och kontakt med underliggande grundvatten. Sonderingar visar dock på att torven underlagras av lera med stor mäktighet. Våtmarken bedöms därmed inte påverkas av grundvattenbortledningen från berg. Tillrinningen till våtmarken kan dock temporärt minska på grund av ökad grundvattenbildning till berg. Detta kan leda till att perioder med torrare förhållanden blir något längre i våtmarken under tiden som uttag av processvatten sker. Ingen dränering av ytvatten kommer ske via tunneln, då vattennivån även vid extrema skyfall är under dräneringsnivå för skärningen som ansluter till tunneln. I byggskedet planeras länshållningsvatten från Gerstabergrstunneln ledas till våtmarken (se Y2-011).

Sammantaget innebär anläggningen tillsammans med ovan beskrivna vattenverksamheter att cirka 10 % av våtmarkens area försvinner. Trumman som anläggs under järnvägsbanken (Y2-004) möjliggör fortsatt hydrologisk kommunikation mot nordöst vilket även gynnar fortsatt migration av växt och djurliv i våtmarken. Påverkan på våtmarken bedöms bli längre torrperioder. Effekten av detta bedöms vara obetydlig till liten för biotopens kvalitet och artsammansättning.

Inom samma våtmarksområde (V2-001) och väster om planerad järnväg planeras åtgärder (Y2-011) på en total yta på ca 600 m² inom vattenområdet för att öka förutsättningar för nitrifikation för det kvävehaltiga länshållningsvatten från tunnel som behöver ledas hit. För beskrivning av åtgärder se Bilaga C *Teknisk Beskrivning*. Åtgärderna förväntas dock ge en liten fysisk påverkan på våtmarken, då arbetsområdet utgör en mycket begränsad del av våtmarksområdet (1 %). Effekten på våtmarkens hydrologi bedöms bli försumbar. För påverkansbedömning av kemiska och ekologiska parametrar se Bilaga D *MKB Vattenverksamhet*.

Naturvärdet (tidigare sumpblandskog NH4-10089) i våtmarken är lågt på grund av avverkning och utdikning och någon effekt på det tidigare naturvärdet uppkommer därför inte. Det finns inte längre förutsättningar för naturvårdsarter eller skyddade och rödlistade arter.

Åtgärderna i V2-001 bedöms inte ha några fysiska effekter på Vaskabäcken då eventuellt grumlande partiklar som uppkommer vid anläggningsarbetena avskiljs i våtmarken.

8.3.4.1. Skyddsåtgärd

I byggskedet kommer en skyddsåtgärd för ökad kväverening att genomföras genom att en dämmningskonstruktion anläggs på uppströmssidan av räddningsvägen i våtmarksområdets östra del. Vattennivåerna i våtmarksområdet planeras att genom dämnet kunna varieras mellan +29,8 och +30,9 för att vid behov kunna öka uppehållstiden i våtmarken och öka reningskapaciteten. Den övre dämmningsnivån är anpassad efter befintlig högflödestrumma genom stambanan i västra delen av våtmarken. Konsekvenserna avseende kvävehalter i Vaskabäcken beskrivs i MKB för vattenverksamhet.

8.3.5 Skärningar

Inom delområde Järna finns fyra skärningar som ger upphov till permanent grundvattenbortledning, som är en vattenverksamhet. Inga allmänna eller enskilda objekt bedöms påverkas av skärningarna. Bedömningen baseras på att det saknas riskexponerade objekt inom påverkansområdet för respektive skärning. Det finns heller inga riskexponerade objekt som kan påverkas av dessa skärningar i kombination med andra vattenverksamheter.

Vattenverksamhet G1-003 innebär en lokal förändring av avrinningsområde vid km 1+850–2+010. Området rinner till samma recipient som tidigare (Brogärdet). Flödesförändringen bedöms vara försumbar.

De vattenverksamheter som bedöms påverka varken allmänna eller enskilda intressen är

- G1-003, km 1+850–2+010
- G1-011, km 1+900–2+000
- G3-006, km 3+900–4+000
- G6-001, km 6+620–6+910.

8.3.6 *Tillfälliga schakt*

Inom delområde Järna finns utöver tidigare beskrivna schakt ytterligare fyra verksamheter som medför tillfälliga schakt med tillfällig grundvattenbortledning. Av dessa vattenverksamheter bedöms en schakt inte ha någon påverkan på allmänna eller enskilda intressen eftersom det inte finns några grundvattenberoende objekt inom dess påverkansområde.

Den vattenverksamhet som inte bedöms påverka enskilda eller allmänna intressen är

- G2-011, km 2+300.

De vattenverksamheter där riskexponerade objekt finns inom bedömt påverkansområde är

- G2-007, km 2+025–2+042
- G2-002, km 2+042–2+053
- G2-003, km 2+260–2+270.

Dessa tre schakter, som beskrivs nedan, riskerar alla att påverka våtmarken V2-001. Schakternas påverkan och effekt beskrivs i sin helhet i kapitel 8.3.4.

8.3.6.1 *Utskiftning G2-007 km 2+025–2+042*

Grundvattenbortledning vid utskiftning av lösa jordlager (G2-007) på sträcka km 2+025–2+042 kan ge upphov till en grundvattensänkning i mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Schakten bedöms bli som mest 1,5 meter djup. V2-001 ligger i påverkansområdets södra delar.

8.3.6.2 *Schakt för brostöd G2-002 km 2+042–2+053*

Vid km 2+042–2+053 kommer en väg att ledas förbi järnvägen på bro. Etablering av brostöd kommer medföra en liten grundvattensänkning (G2-002) i Magasin Logsjön, som är ett slutet grundvattenmagasin under lera, se avsnitt. 7.2.2. Schaktdjupet är 3–4 meter (avsänkingsnivå +28) i ett område med periodvis artesiska grundvattennivåer (02G1014G).

8.3.6.3 *Utskiftning G2-003 km 2+260–2+270*

Grundvattenbortledning vid utskiftning av lösa jordlager (G2-003), km 2+260–2+270 kommer ge upphov till grundvattensänkning i Magasin Logsjön. Schaktdjupet är ner till 2,5 meter djupt vilket bedöms resultera i en grundvattennivåsänkning på maximalt 3 meter. Grundvattenpåverkan sker dock mest i friktionsjord i våtmarkens (V2-001) utkanter och påverkan på våtmarken, som utgör ett övre magasin, bedöms vara begränsad.

8.3.7 *Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder*

Inom delområde Järna utförs dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder som ger upphov till vattenverksamheter. Av dessa bedöms fem varken påverka allmänna eller enskilda intressen eftersom inga riskexponerade finns för de enskilda vattenverksamheterna. Dessa vattenverksamheter beskrivs närmare i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Kulvert- och dikesåtgärderna samt anläggandet av trummor utgör vattenverksamhet till följd av arbete i vattenområde eller omledning av vatten från vattenområde.

De vattenverksamheter som inte bedöms påverka enskilda eller allmänna intressen är

- Y2-001, km 2+053–2+260, anläggning av trumma för mindre omledning av rinnväg utan naturvärden
- Y2-002, km 2+100–2+110, anläggning av dike för mindre omledning av rinnväg utan naturvärden
- Y2-005, km 2+250–2+260, anläggning av trumma i rinnväg utan naturvärden
- Y5-007, km 5+930–6+080, omledning av rinnväg till befintligt dike utan naturvärden mellan körbanor på befintlig E4
- Y6-007, km 6+080, anläggning av trumma för omledning av rinnväg utan naturvärden.

De vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som kan påverkas av vattenverksamheten är

- Y5-008, km 5+925–6+210
- Y5-002, km 5+930
- Y6-006, km 6+200–6+230.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten.

8.3.7.1. Omledning av dike och rörläggning Y5-008 km 5+925–6+210

Vid km 5+925–6+110 ska ett befintligt åkerdike ledas om till följd av att järnvägen anläggs på bank, som kommer att överlappa det befintliga diket. Samma dike kommer även rörläggas på en sträcka av ungefär 400 meter vid cirka km 5+950–6+210 (Y5-008). Trots stor fysisk påverkan på objektet blir de negativa effekterna för den biologiska mångfalden och ekologiska funktioner uteslutande lokala och begränsade i sin omfattning. Inga delar som är väsentliga för områdets värden påverkas. Därmed bedöms effekten bli liten. Diket har ett beräknat medelflöde på under 3 l/s och bedöms således vara torrt stora delar av året. Utifrån den låga naturligheten i diketets omgivning och att det bedöms vara torrt större delen av året bedöms naturvärdet som lågt. Järnvägsanläggningen och justeringen av E4 kan ge upphov till marginell förändring av flödesdynamiken i nedströms liggande Nibble-Säby torrlägningsföretag 1929. Effekten bedöms därmed som obetydlig.

8.3.7.2. Anläggning av rörledning under järnväg Y5-002 km 5+930

Uppströms Y5-008 ska en rörledning anläggas under järnvägen (Y5-002). Denna kopplas till Y5-008 och delar av rörledningen (mindre än 10 meter) anläggs i befintligt åkerdike. Effekten av anläggningen av rörledningen (Y5-002) bedöms som liten, då endast en mycket liten del av diket ersätts med rörledning och att flödeskapaciteten vid extrema flöden redan begränsas av uppströms liggande befintlig trumma under E4.

8.3.7.3. Fördjupning av utloppsdikey Y6-006 km 6+200–6+230

Nedströms rörläggningen (Y5-008) kommer befintligt dike med lågt värde (se bakgrund till bedömning i avsnitt för Y5-008) att fördjupas i ytterligare cirka 100 meter (Y6-006), som en anpassning till omledning vid järnvägsanläggningen. Eventuella naturvärden i diket påverkas lokalt under arbetstiden. Denna del av diket kommer dock att vara öppet efter fördjupningen och nuvarande miljöförutsättningar bedöms återetableras efter arbetstiden. Sett till att en begränsad del av den totala dikeselängden påverkas tillfälligt bedöms den sammanlagda effekten av Y6-006 som liten.

9 Hölö norra, km 6+930–km 11+250

9.1 Översikt

I delområdet Hölö norra kommer järnvägsanläggningen att gå genom höjdparter i omväxlande bank, skärning och bro vid km 6+930 fram till cirka km 9+000. Vid km 9+000 går järnvägen på bank och bro över Skillebyåns dalgång, där även Hölö grundvattenförekomst finns (WA93900274). Skillebyån är en ytvattenförekomst (WA90912146). Söder om Skillebyåns dalgång återgår järnvägen till att gå genom mindre höjdparter antingen i skärning alternativt på bank eller bro.

Det förekommer ett flertal anläggningsdelar som ger upphov till vattenverksamheter såsom skärningar, tillfälliga schakt, passage av våtmarker med mera längs sträckan. Särskilt har schakter för brostöd i närheten av Hölö grundvattenförekomst utretts. Samtliga vattenverksamheter i delområde Hölö norra redovisas i Figur 36.

Järnvägen går parallellt med befintlig E4 längs med delområdet. Grundläggning för E4 är känslig för grundvattennivåförändringar inom områden med större lermäktighet. Längs sträckan förekommer även grundvattenkänsliga fornlämningar på ömse sidor om planerad järnväg.

Dricksvatten- och energibrunnar har identifierats på östra och västra sidan om anläggningen och en grundvattenkänslig naturtyp har identifierats kring km 11+000.

Den tekniska utformningen av de anläggningar som medför vattenverksamhet, där även den lokala geologin framgår, finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Vattenverksamheterna redovisas i plan i Bilaga C.1 *Plankartor anläggning och vattenverksamheter*.

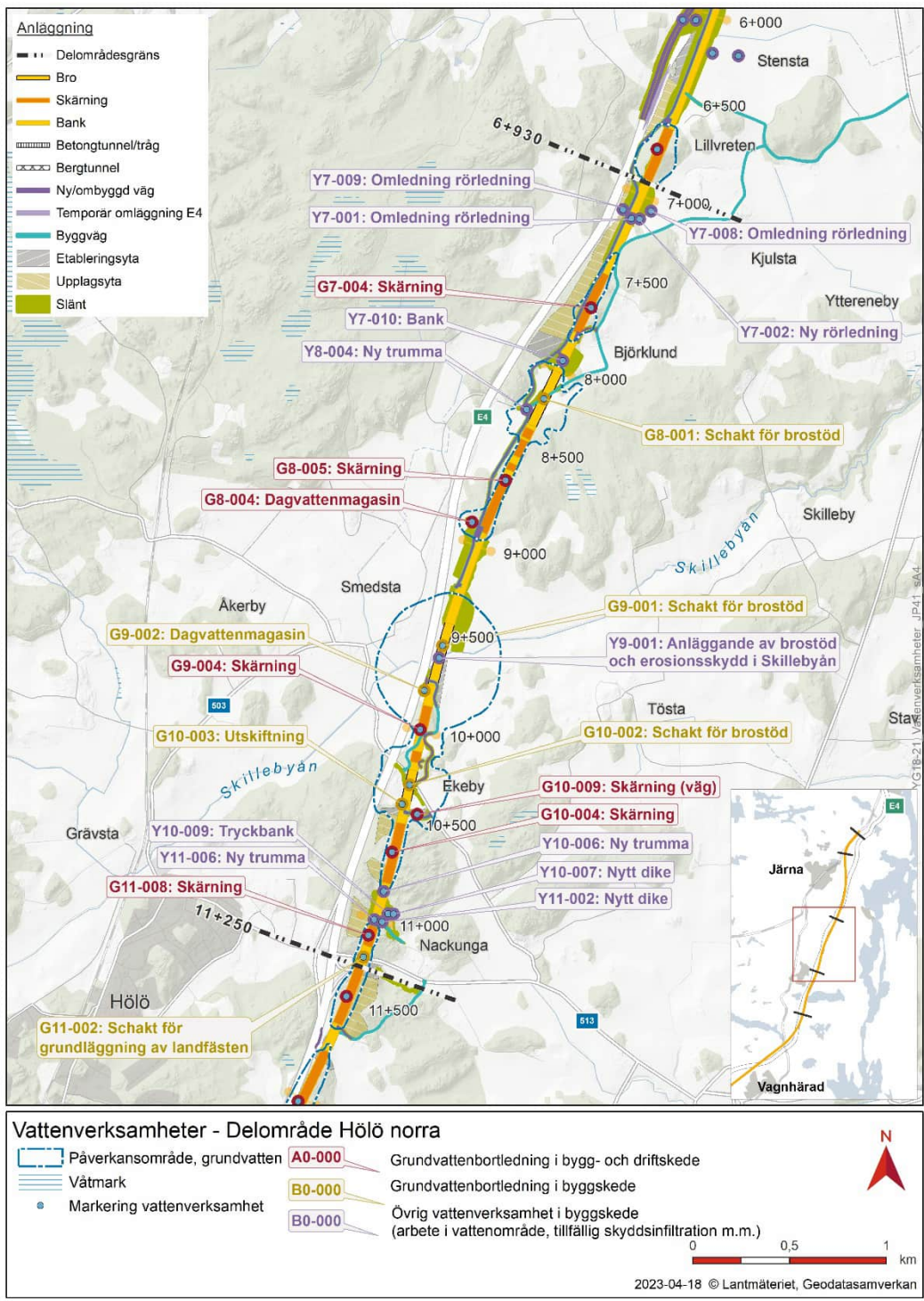
Hydrogeologiska kartor med vattenverksamheter, påverkansområden, mätpunkter för grundvatten, ytvatten och hydrauliska tester presenteras i Bilaga D.2.1a–c.

Samtliga inventerade värden och objekt redovisas i Bilaga D.2.2 a–f. Alla riskexponerade objekt inom delområdet redovisas i Figur 41 och beskriv mer ingående i efterföljande avsnitt.

I Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten* samt i Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten* redovisas underlag, metoder, antaganden och beräkningsresultat som påverkans- och effektbedömningar baseras på.

I Bilaga D.1 *Bedömningsgrunder* redovisas en bedömningsskala enligt vilka de riskexponerade objektens värde bedömts samt vilken effekt som uppstår på grund av vattenverksamheten. För vissa objekt har det inte varit möjligt att ange generella bedömningsgrunder utan varje bedömning har behövt göras objektspecifikt, till exempel bedömning på sättningskänsliga byggnader och våtmarker.

Varje vattenverksamhet har fått en beteckning följt av ett löpnummer som baseras på vid vilken längdmätning för järnvägsanläggningen som vattenverksamheten förekommer vid. Beteckningen G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och Y arbeten i ytvattenområde.

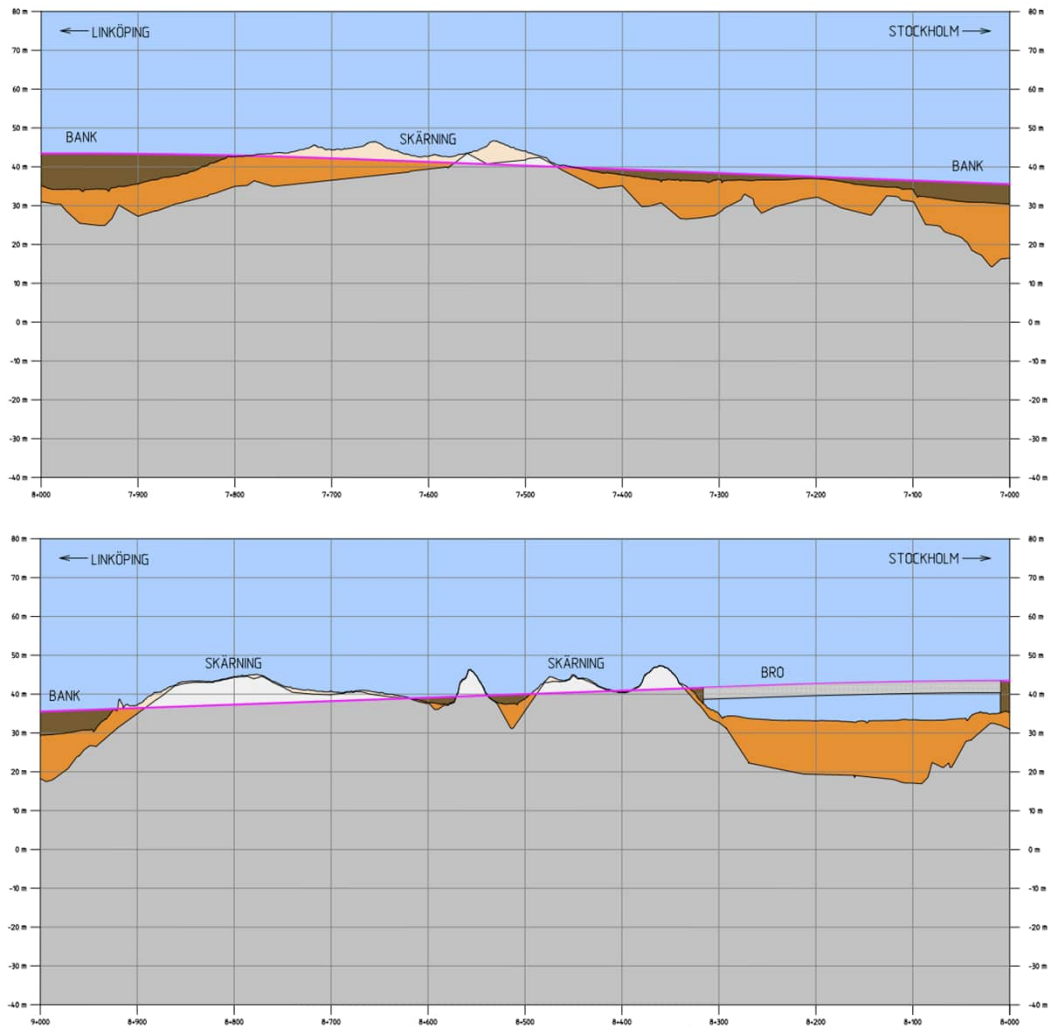


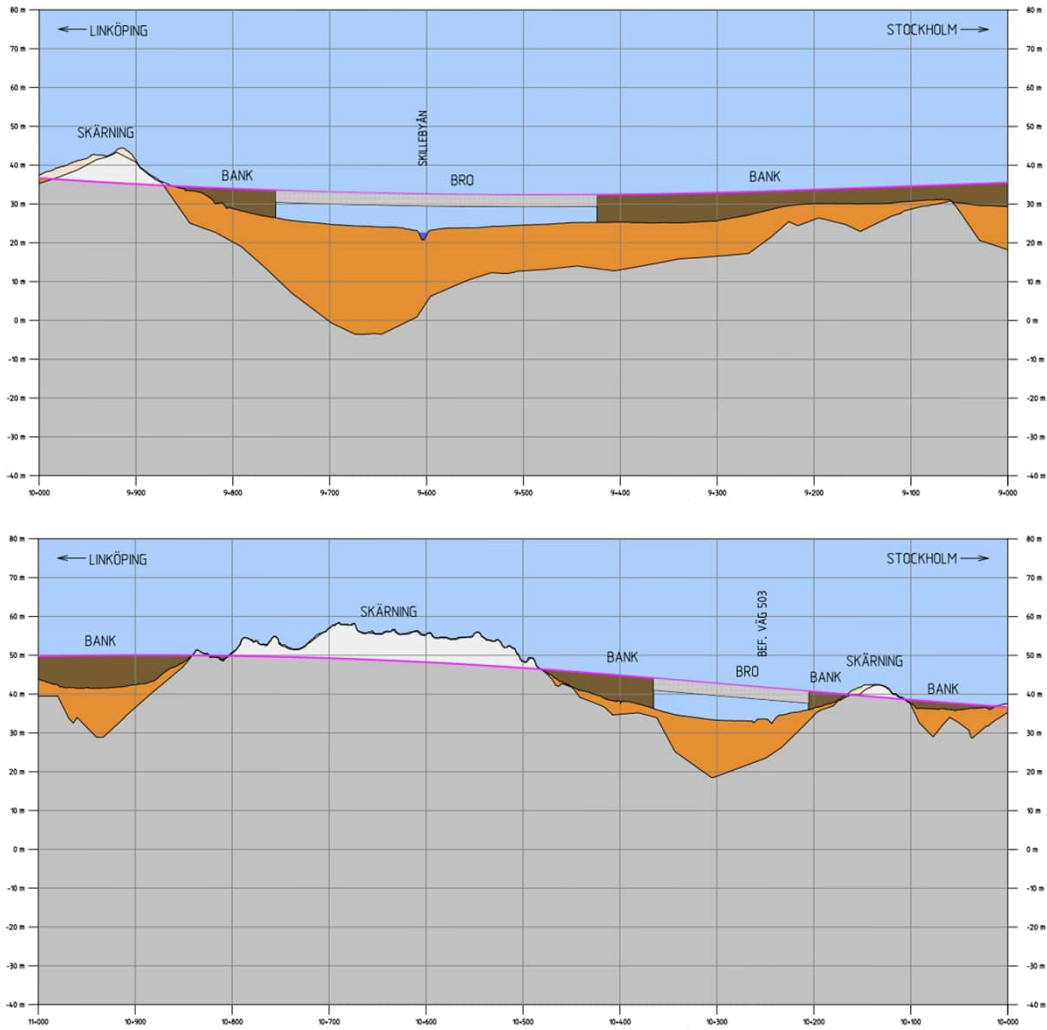
Figur 36: Vattenverksamheter inom delområde Hölo norra. Markering vattenverksamhet är en centrumpunkt. Våtmark (randig symbol) är en sammanslagning av våtmarker och sankmark från marktäckedatabasen och terrängkartan. G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och Y arbeten i ytwaterområde.

9.2 Områdesbeskrivning

9.2.1 Topografi och markanvändning

Planerad järnvägsanläggning inom delområdet planeras att förläggas parallellt med E4 på dess östra sida. Järnvägens sträckning går delvis i kuperade höjdområden och delvis i lertäckta dalgångar. I de lertäckta dalgångarna finns uteslutande jordbruksmark medan höjdområdena till stor del är skogsmark. Marknivån inom de lertäckta dalgångarna varierar mellan +22 och +35 och de kuperade höjdområdena sträcker sig 5–20 meter över dalgångarnas nivå. Figur 37, som finns i större format i Bilaga C.7 *Profiler över spårlinjen*, visar en översiktlig profil för delområdet.





Figur 37: Översiktlig profil för delområde Hölo norra. Rosa linje visar profilen på nerspåret, grått är berg, orange är jord och brunt är fyllning. Samtliga profiler är 1 km långa. Profilen högst upp visar km 7+000 till 8+000 och under det visas nästa km och så vidare ner till profilen längst ner som visar km 10+000 till 11+000.

9.2.2 *Mark- och vattenförhållanden*

9.2.2.1. *Berggrund*

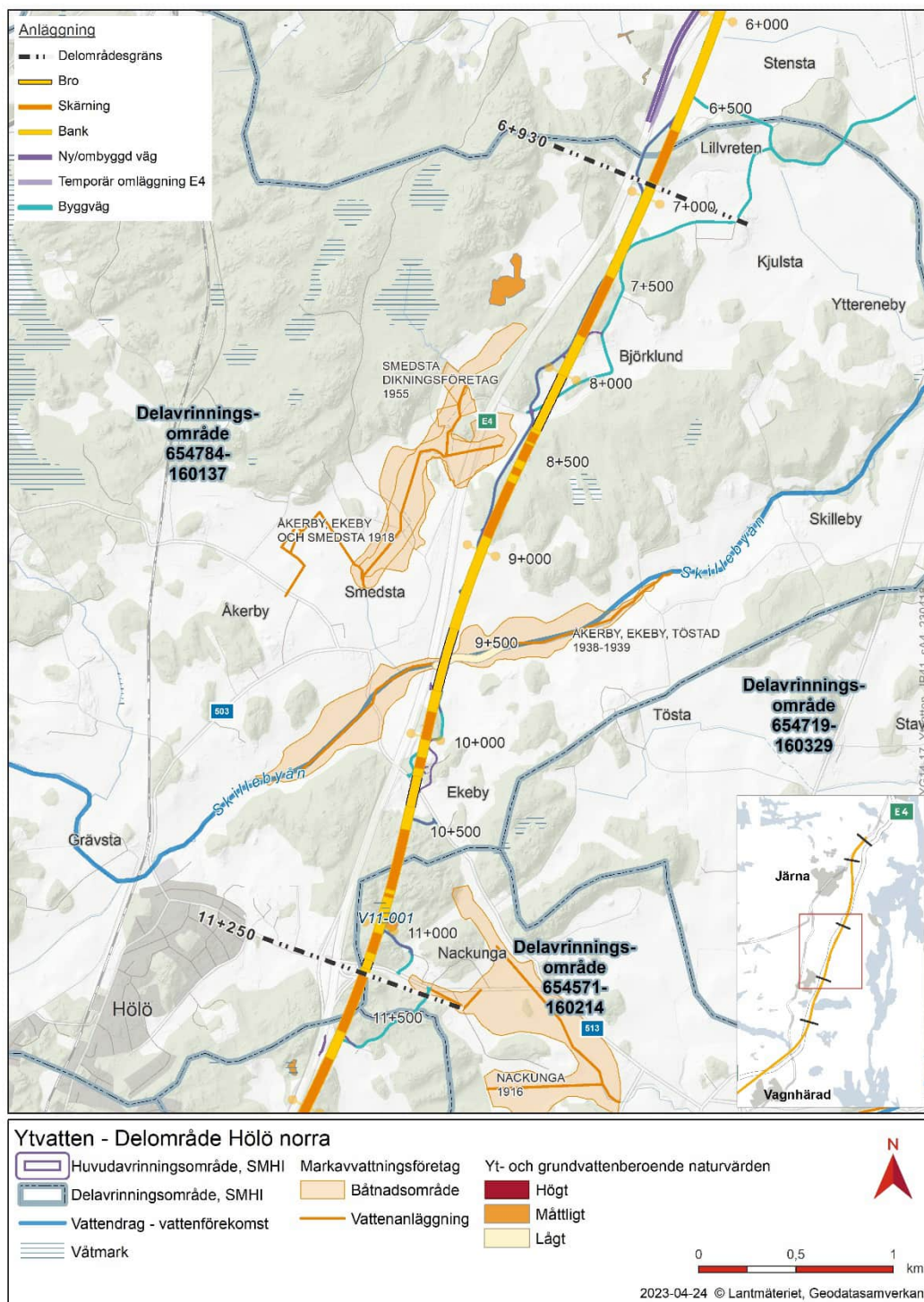
Kartering av berg i dagen samt utförda kärnborrhningar i området har visat att berggrunden består av granit, gnejsgranit och sedimentgnejs. Inga troliga eller tydliga svaghetszoner är identifierade på sträckan. Inom Hölö norra går järnvägsanläggningen endast i mindre isolerade bergskärningar och därav har inga hydrauliska tester i berg utförts för att undersöka bergets vattenförande egenskaper.

9.2.2.2. *Ytvatten*

Den norra delen av området ligger inom ett delavrinningsområde (ID 654784-160137) som avvattnas mot Skillebyån (vattenförekomst-ID:WA90912146). Skillebyån avvattnas i sin tur till Stavbofjärden (vattenförekomst-ID:WA16216440). Söder om delavrinningsområdet som avvattnas mot Skillebyån kommer anläggningen att passera en kort sträcka inom delavrinningsområde (ID 654571-160214) som avvattnas mot Åbyån (vattenförekomst-ID:WA33355523). Åbyån avvattnas till Stavbofjärden (vattenförekomst-ID:WA16216440). De vattendrag som Ostlänken passerar visas i Figur 38.

Skillebyån passerar planerad järnväg vid km 9+600, se Figur 39. Vid passagen med järnvägen utgör vattendraget ett smalt, igenvuxet åkerdike med lågt naturvärde (NO4-13639). Ungefär en kilometer nedströms järnvägs korsningen har vattendraget ett mer naturligt lopp, med ökad förekomst av ekologiska strukturer och funktioner liksom trädbevuxna kantzoner. Vid provfiske i vattendragets nedersta del har öring, lake (sårbar), abborre, gädda, mört, bäcknejonöga och sutare fångats. Den nedersta delen av vattendraget (1 kilometer från havet) ingår i Yttereneby naturreservat. Vattenverksamheternas effekter på områdesskydd tas upp i MKB för vattenverksamhet.

MKN är god ekologisk status 2027 samt god kemisk status med undantag för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Nämnade ämnen överskrider gränsvärdena i samtliga vattenförekomster i landet. Kemisk status exklusive dessa överallt överskridande ämnen uppnår god status. Den ekologiska statusen bedöms som måttlig på grund av övergödning samt förhöjda halter av ammoniak och nitrat (VISS).

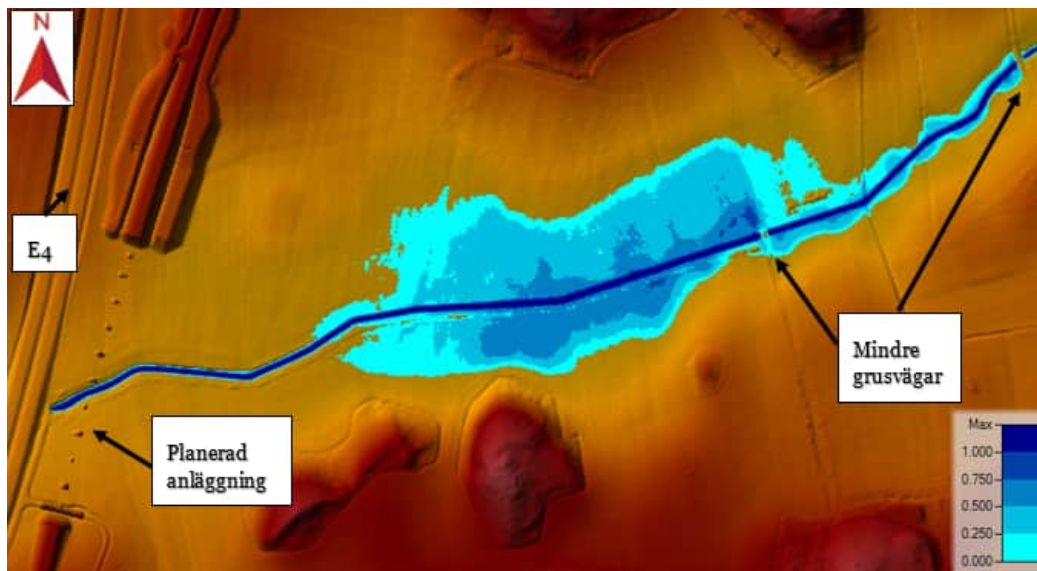


Figur 38: Översiktskarta över ytvatten i delområde Hölö norra. Klassning av grundvattenberoende naturvärden (högt-måttligt-lågt) har endast gjorts på inventerade/berörda naturvärden.

Skillebyåns avrinningsområde är cirka 25,5 km² stort 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 eller kalt berg, sammanlagt cirka 50 %, samt olika leror och finjord. Denna del av Skillebyån ingår i markavvattningsföretaget Åkerby-Ekeby-Töstad tf, 1939.

Medelflödet i Skillebyån är 0,2 m³/s, medelflödes hastigheten är 0,2 m/s och medelvattenståndet 100 meter uppströms järnvägsanläggningen är +20,9. Eftersom anläggningen planeras att gå på hög bro över Skillebyån påverkas inte nuvarande flödesförhållande av anläggningen.

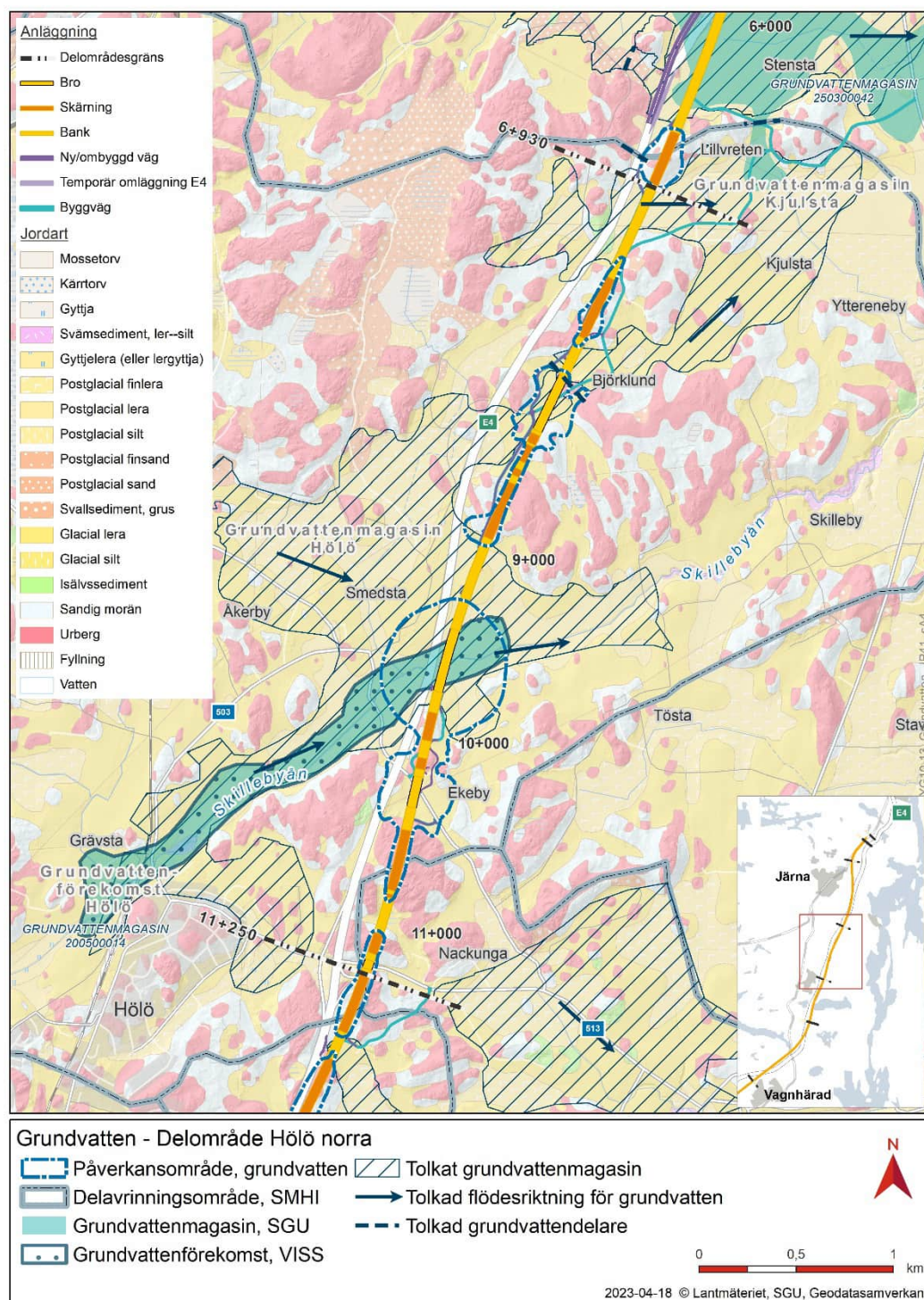
Beräkningar indikerar att Skillebyån svämmas över vid höga flöden eftersom två rörbroar nedströms planerad järnvägsanläggning dämmer vattenflödet. Dessa broar har lägre flödeskapacitet än rörbron vid E4 och genomledningen under den planerade järnvägsanläggningen. Området som riskerar att påverkas av översvämningar ligger nedströms järnvägen och består av jordbruksmark. Skillebyåns modellerade utbredning och vattendjup vid ett 200-årsflöde illustreras i Figur 39.



Figur 39: Utbredning och vattendjup [m] för Skillebyån vid ett 200-årsflöde.

9.2.2.3. Grundvatten och jordartsgeologi

Sträckan passerar grundvattenmagasinet Kjulstas västra och södra delar vid km 6+930–8+000, hädanefter benämnt Magasin Kjulsta, se Figur 40. Grundvattenmagasinet ligger i lertäckta dalgångar. Mellan dalgångarna finns höjdparter med morän och berg i dagen.



Figur 40: Översiktskarta över grundvatten sträcka km 6+930–11+250.

Friktionsjordens mäktighet i grundvattenmagasinet varierar mellan cirka 0,5–7 meter längs med sträckan och lerlagret har mäktigheter på uppemot 15 meter. Vid passage av västra delen av Magasin Kjulsta förekommer marknära och periodvis även artesiska grundvattennivåer. Vid passage av södra

delen av Magasin Kjulsta samt i grundvattenmagasinets randzoner och angränsade moränområden är grundvattennivåer något djupare under markytan, cirka 1–2 meter. Huvudsaklig strömningsriktning inom grundvattenmagasinet är mot öster. Vid km 8+000 förekommer en tolkad grundvattendelare som separerar Magasin Kjulsta från Hölö, inget utbyte av vatten sker normalt mellan grundvattenmagasinen. Magasin Kjulsta uppskattas ha en hydraulisk konduktivitet på cirka 1×10^{-6} m/s. Resultat från slugtest visar på en hydraulisk konduktivitet (09H2032G) i norra delen av Hölö grundvattenmagasin på 1×10^{-6} m/s.

Ostlänken passerar ett tolkat grundvattenmagasin Hölö vid km 8+000–10+000. Inom detta förekommer SGU:s definierade grundvattenmagasin med ID 200500014 och Hölö grundvattenförekomst (WA93900274). Grundvattenförekomsten ligger i Skillebyåns dalgång och anläggningen korsar Skillebyån vid cirka km 9+600. Hölö grundvattenmagasin avvattnas österut längs Skillebyån.

Jordlagren är mäktigast vid Hölö grundvattenförekomst strax söder om Skillebyån där består jorden av cirka 18 meter isälvsmaterial under 10 meter lera. I Hölö grundvattenmagasin utanför grundvattenförekomsten är lerlagret mellan 4–12 meter och friktionsjorden under leran varierar mellan 1–7 meter och består av morän och/eller isälvsmaterial. Under isälvsmaterial och morän finns berg. Grundvattennivåer närmast Skillebyån är artesiska och ligger generellt 0–1 meter under markytan. Längre från Skillebyån ökar djupet till grundvattenytan. Den hydrauliska konduktiviteten i den delen av Hölö grundvattenförekomst som järnvägen passerar är uppmätt till 4×10^{-5} m/s (10G0013G) genom hydrauliska slugtester av grundvattenmagasinet.

Hölö grundvattenförekomst (WA93900274) omfattas av miljö kvalitetsnormer för vatten. Förekomsten har bedömts till god kemisk och kvantitativ status. Hölö grundvattenförekomst har tidigare nyttjats för kommunal vattenförsörjning, men bedöms i rapporten Dricksvattenförekomster i Stockholms län (VAS-rådet, 2009) vara av låg prioritet för dricksvattenändamål. Motiveringen till detta är att den numera inte nyttjas och att det finns uppgifter om kvalitetsproblem i den tidigare grundvattentäkten. Vattenförekomsten finns inte nämnd bland de prioriterade dricksvattenresurserna i Regional vattenförsörjningsplan för Stockholms län (Länsstyrelsen Stockholms rapportserie, rapport 2018:24). Förekomsten bedöms ha en uttagskapacitet på 1–5 l/s.

I höjdpartierna utanför Magasin Kjulsta och Magasin Hölö bedöms inget sammanhängande grundvattenmagasin finnas. I dessa höjdparter kan det finnas tunna lerlager men generellt består dessa av morän eller berg i dagen. Där moränlager finns varierar mäktighet mellan 0–7 meter. Grundvattnets trycknivå finns oftast 1–4 meter under markytan och grundvattnets flödesriktning följer generellt terrängen.

Järnvägsanläggningen passerar på bro över väg 513 där en lertäckt dalgång återfinns. I den lertäckta dalgången finns ett mindre, uppbrutet grundvattenmagasin som inte har någon direkt koppling med större grundvattenmagasin i området. Uppmätt jorddjup varierar mellan 2 och 15 meter med de största uppmätta djupen belägna i den norra delen av lerområdet. Jordlagerföljden består av varvig lera med siltskikt ovan friktionsjord på berg. Längre söderut är jordlagerföljden lera direkt på berg. Grundvattennivåer i den lertäckta svackan ligger cirka 4 meter under markytan (11H1001G).

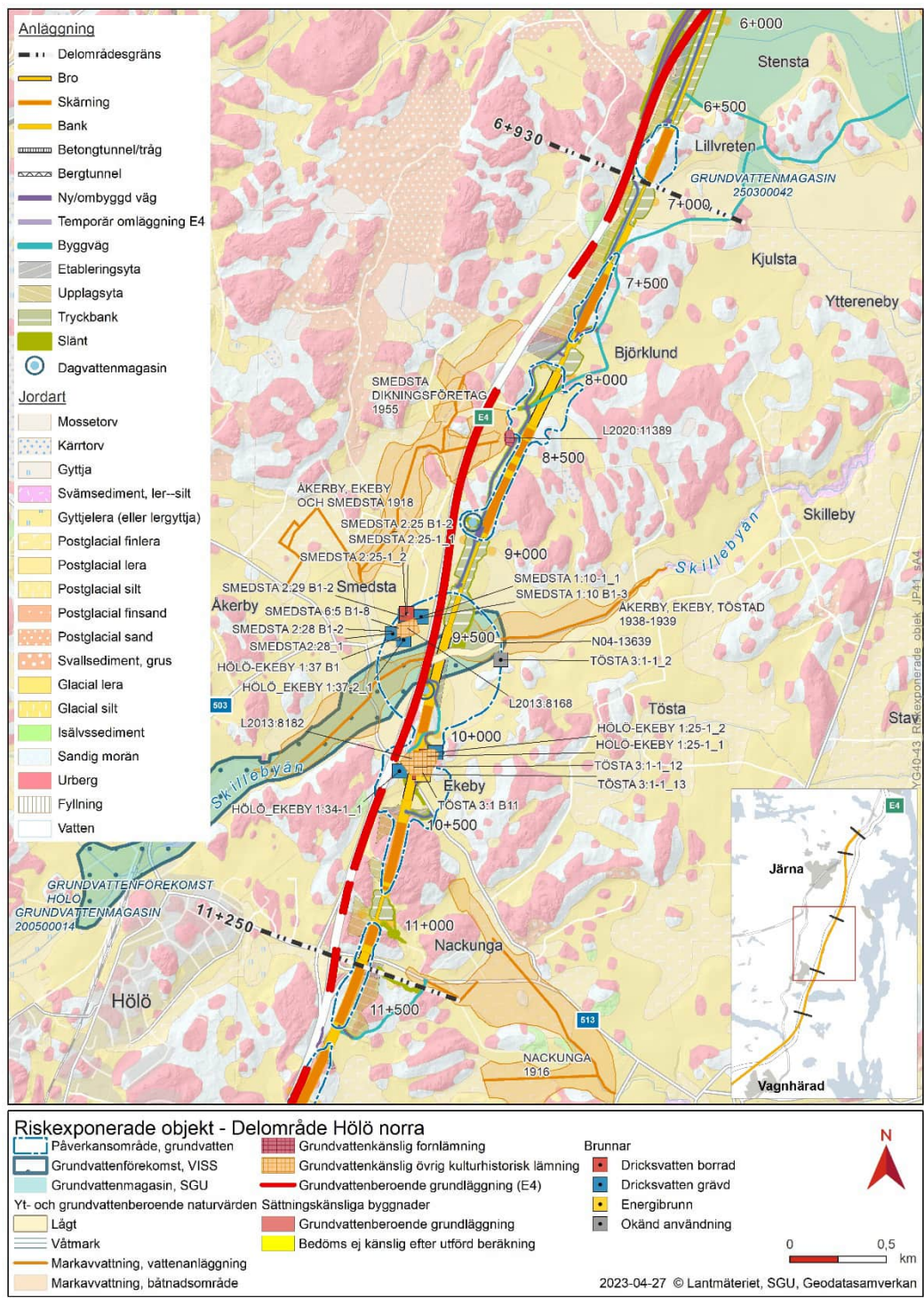
Uppgifter om grundvattennivåer baseras på grundvattennivåmätningar utförda inom kontrollprogrammet för Ostlänken där, om inte annat anges, medelnivåer redovisas. Jordartssammansättning baseras på sonderingar utförda inom projektet. Där inga undersökningar utförts har översiktlig information inhämtats från SGU:s jordartskartor.

9.2.3 Yt- och grundvattenberoende objekt

Samtliga inventerade objekt inom utredningsområdet finns i Bilaga D.2.2. Samtliga riskexponerade objekt inom Hölö norra km 6+930–11+250 framgår av Figur 41.

Risikexponerade objekt har utretts och vissa har krävt fördjupade utredningar. Fördjupade utredningar inom delområde Hölö norra har fokuserat på:

- Hölö grundvattenförekomst (WA93900274)
- Skillebyån
- befintlig E4 samt byggnader inom påverkansområdet.



Figur 41: Risikexponerade objekt inom delområde Hölö norra.

9.3 Vattenverksamheter Hölö norra

I detta avsnitt redovisas vattenverksamheter inom delområde Hölö norra. En beskrivning av vattenverksamheterna med bedömd påverkan och effekt redovisas i avsnitt 9.3.1–9.3.5.

En mer detaljerad beskrivning av anläggningen som resulterar i vattenverksamheter tillsammans med följdverksamheter som till exempel hantering av länshållningsvatten finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*.

För samtliga vattenverksamheter inom delområde Hölö norra är Skillebyån recipient för länshållningsvatten under byggskede och dränvatten i driftskede.

9.3.1 Bro över Skillebyån

9.3.1.1 Schakt för brostöd G9-001, km 9+430–9+750

Schakt för grundläggning av brostöd behöver utföras för bron över Skillebyån ytvattenförekomst (WA90912146) och Hölö grundvattenförekomst (WA93900274) vilket innebär en temporär vattenverksamhet genom grundvattenbortledning. De vattenresurser som berörs är Magasin Hölö och eventuellt Grundvattenförekomst Hölö beroende på om skyddsåtgärder vidtas eller inte.

Vattenverksamheten innefattar schakt för cirka 13 brostöd för bro över Skillebyån och omgivande dalgång. Grundvattnets trycknivå är nära markytan i området och kan i perioder vara artesiskt (09G0039G).

Hydrauliska tester (09H2031G och 09H2032G) har uppmätt en hydraulisk konduktivitet på cirka 1×10^{-6} m/s, vilket troligen beror på att dessa ligger i utkanten eller utanför grundvattenförekomsten och motsvarar en hydraulisk konduktivitet i moränjord under eller utanför grundvattenförekomsten. Bedömd uttagskapacitet för Hölö grundvattenförekomst är 1–5 l/s vilket resulterar i en betydligt högre hydraulisk konduktivitet.

Lermäktigheten är vid bropassagen av Hölö grundvattenförekomst och Skillebyån ungefär 10 meter. Det är främst postglacial lera i området och den bedöms som sättningsbenägen. Djup till berg varierar på sträckan från drygt 10 m till som mest ca 32 meter söder om Skillebyån.

Brostöden kommer att på grundläggas ned till berg. Vid schaktarbetet för bottenplattorna som ska anläggas i leran finns risk för hydraulisk bottenuppträckning på grund av det höga grundvattentrycket i den underliggande friktionsjorden. Hydraulisk bottenuppträckning behöver förhindras då det skulle innebära stora risker i byggskedet för arbetsmiljö och svårigheter med det byggnadstekniska utförandet samt leda till både temporär och permanent omgivningspåverkan på E4 och Hölö grundvattenförekomst. För att undvika hydraulisk bottenuppträckning måste antingen schaktarbetena utföras med vattenfyllda schakt eller grundvattnets trycknivå sänkas till nivå för underkant schakt genom pumpning i det underliggande friktionsjordslagret. Om penetration av lerlagret sker genom till exempel hydraulisk bottenuppträckning blir resultatet en permanent avsänkt grundvattennivå motsvarande nivån för markytan (eller dräneringsnivå för täckdiken i åkermark), vilket leder till en något minskad uttagskapacitet i grundvattenförekomsten och risk för påverkan på E4.

Riskexponerade objekt inom påverkansområdet för schakter för brostöden är

- Hölö grundvattenförekomst (WA93900274)
- SGU grundvattenmagasin (200500014)
- fyra grävda brunnar (Hölö_Ekeby 1:37-2_1, Smedsta 1:10-1_1, Smedsta 2:25-1_1 och Smedsta 2:28_1), en borrarad brunn (Smedsta 2:25-1_2) och en källa (Tösta 3:1-1_2)
- E4

- byggnader med grundvattenberoende grundläggning (Smedsta 6:5 > 1 B1 -B8, Smedsta 1:10 > 1 B1-B3, Smedsta 2:25 > 1 B1-B2, Smedsta 2:28 > 1 B1- B2, Smedsta 2:29 > 1 B1-B2 och Hölö-Ekeby 1:37 > 2 B1)
- en grundvattenkänslig övrig kulturhistorisk lämning (bytomt/gårdstomt L2013:8168).

Vattenförsörjning

Inom fastigheten Grävsta 3:53 finns en tillståndsgiven grundvattentäkt med Anläggningsnummer 481. Verksamheten har ett tillståndgivet uttag på 120 m³ vatten/dygn (cirka 1,4 l/s). Vattenverksamhet G9-001 ligger långt nedströms den tillståndsgivna verksamheten och bedöms inte påverka uttagsmöjligheterna vid Grävsta 3:53.

Hölo grundvattenförekomst (WA93900274) som sammanfaller med SGU grundvattenmagasin (200500014) riskerar en viss påverkan om schakter för brostöd måste länshållas för att inte riskera bottenuppretryckning. Påverkan på grundvattenförekomsten kan bli en permanent påverkan av grundvattenförekomstens kvantitet om flödesvägar skapas genom bottenuppretryckning i schakterna. Effekten på grundvattenförekomsten bedöms som liten eftersom den potentiella grundvattenbortledningen skulle innebära en begränsad påverkan som inte bedöms ha någon betydelse för uttagsmöjligheterna inom grundvattenförekomsten.

De fyra grävda brunnarna Hölö_Ekeby 1:37-2_1, Smedsta 1:10-1_1, Smedsta 2:25-1_1 och Smedsta 2:28_1 ligger alla inom påverkansområdet för en temporär grundvattensänkning och riskerar att påverkas av sänkta grundvattennivåer under byggtiden för brostöden. För Smedsta 2:25-1_1 och Smedsta 2:28_1 bedöms effekten som liten då båda dessa brunnar ligger långt från påverkanskällan i utkanten av påverkansområdet och därmed blir grundvattensänkningen liten. Smedsta 1:10-1_1 ligger närmare järnvägsanläggningen vilket medför en risk för större påverkan men samtidigt är brunnen djup (8 meter) med ett betydande vattendjup (cirka 3-4 meter) vilket gör att effekten bedöms som liten eftersom uttagskapaciteten i brunnen även fortsättningsvis bedöms vara tillräcklig. För Hölö_Ekeby 1:37-2_1 finns risk att den temporärt torrläggs under anläggningstiden vid en grundvattensänkning av det undre grundvattenmagasinet vid schakter för brostöd. Brunnen är grund (cirka 2,5 meter) med ett vattendjup vid inventering på cirka 1,1 meter vilket medför att brunnen under torra perioder under anläggningstiden riskerar att torrläggas. Effekten på Hölö_Ekeby 1:37-2_1 bedöms som måttlig.

På fastigheten Smedsta 2:25 finns även en borrarad brunn (Smedsta 2:25-1_2). Brunnen är 70 meter djup och ligger i utkanten av påverkansområdet. Grundvattensänkningen bedöms inte ge någon betydande effekt på brunnens funktion och effekten bedöms därför som obetydlig.

En källa (Tösta 3:1-1_2) nedströms anläggningen riskerar att påverkas genom sänkta grundvattennivåer och ett minskat flöde som resultat. Källan ligger långt från påverkanskällan i utkanten av påverkansområdet, vilket innebär att avsänkningen och därmed den temporära effekten på källan bedöms som liten.

Byggnader och anläggningar

Totalsättning under E4 från byggnation av befintlig vägbank uppgår till mellan cirka 0,1 och 0,6 meter efter 40 år, beroende på om lättfyllning har använts i banken eller inte. För reduktion av sättningarna har E4 vid ån byggts upp partiellt av lättklinker. Sättningskador har dock observerats i banken under fältinventeringen 2018. Vid grundvattensänkningar uppkommer ytterligare sättningar som ökar med avsänkningens storlek. Bedömd avsänkning under E4 utan skyddsåtgärder är 3 till 4 m. Beräkningar visar att sättningar från grundvattensänkningen överskrider totalsättningskravet på 0,3 m vid 4 m grundvattensänkning och efter 2 år om pågående sättningar under banken försummas. Sättningar till följd av 3 meter grundvattensänkning överskrider totalsättningskravet på 0,3 meter efter 10 år om pågående sättningar under banken försummas. Totalsättning som skett sedan E4 anlades 4 blir cirka 1

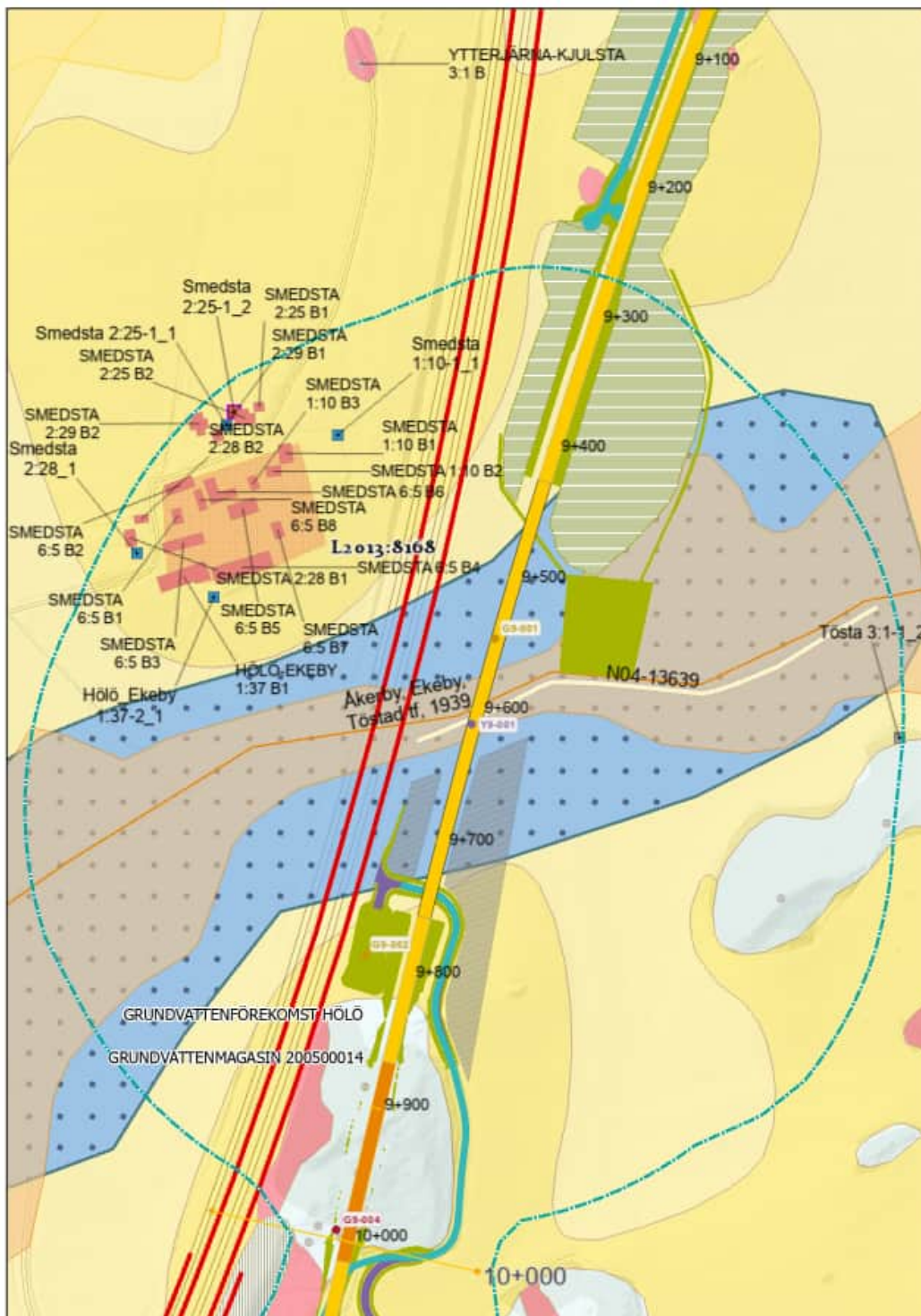
meter totalt utan lättfyllning och cirka 0,5 meter med lättfyllning efter 10 år vid 3 meter avsänkning. Sättningarna blir betydligt mindre vid 2 meter sänkning och efter 2 år. De förväntade sättningarna blir 0,1 meter utan lättfyllning om pågående sättningar under banken försummas. Skillebyån går i kulvert under E4. Det är osäkert hur mycket sättning kulverten tål. Effekten från en grundvattenbortledning om inga skyddsåtgärder vidtas bedöms vara stor för E4 och kulverten.

Det finns även risk för skadliga sättningar inom påverkansområdet på byggnaderna Smedsta 6:5 B1 till B8, Smedsta 1:10 B1 till B3, Smedsta 2:25 B1 och B2, Smedsta 2:28 B1 och B2, Smedsta 2:29 B1 och B2 och Hölö-Ekeby 1:37 B1, förutsatt att inga skyddsåtgärder vidtas. Smedsta 6:5 B2, Smedsta 1:10 B1, Smedsta 2:25 B2, Smedsta 2:28 B1 samt Smedsta 2:29 B2 är bostadshus. Övriga byggnader är komplementbyggnader. Byggnaderna ligger på glacial lera enligt SGU:s jordartskarta. Uppgifter om byggnadernas grundläggning saknas. Lerparametrar har bedömts utifrån CRS-försök som utfördes på proven taget i undersökningspunkter på andra sidan av E4 där postglacial finlera påträffas. Sättningsberäkningarna har utförts konservativt med avseende på lermäktigheten och med tanke på att glacial lera normalt har bättre egenskaper än postglacial lera. Sättningsberäkningarna visar att risk för skadliga differenssättningar vid en grundvattensänkning på 0,5 meter kan uppkomma om lermäktigheten varierar mer än cirka 7–10 meter under en byggnad, vilket inte är troligt i detta område och därför bedöms effekten som liten. Ytterligare fältundersökningar har inte bedömts nödvändiga eftersom risken för sättningar är liten.

Kulturmiljö

Det finns risk för marginellt sänkta nivåer vid lämning L2013:8168, vilket skulle medföra att organiskt material utsätts för syrerika förhållanden. Effekten bedöms vara liten.

Figur 42 visar en översikt över vattenverksamheten och riskexponerade objekt till följd av anläggande av bron över Skillebyån.



Figur 42: Översikt över riskexponerade objekt vid vattenverksamheten i samband med anläggande av bron över Skillebyån inom delområdet Hölo norra. För legend, se Figur 41.

Skyddsåtgärder

För att inte riskera skador på E4 samt en permanent påverkan på grundvattenförekomsten kommer skyddsåtgärder behövas. Eftersom det finns risk för hydraulisk bottenuppträckning vilket är negativt ur ett arbetsmiljöperspektiv och försvårar även produktionen har skyddsåtgärder utformats för att även förhindra en hydraulisk bottenuppträckning. Alternativ för att förhindra en hydraulisk bottenuppträckning och samtidigt skydda riskexponerade objekt är att antingen sänka grundvattentrycket i undre grundvattenmagasin eller att bibehålla trycket ovan leran. Åtgärderna som

kan utföras utan en betydande omgivningspåverkan är att brostöden utförs i vattenfyllda schakt eller inom schakter med tätskärm. Vattenfyllda schakt innebär att ingen grundvattensänkning i undre magasinet krävs och därmed minskar risken för bottenuppträckning. Arbete inom tätskärm innebär att grundvattensänkningen i undre magasin kan ske lokalt inom tätskärmen. Arbete i vattenfyllda schakt eller med tätskärm minskar även omgivningspåverkan i sådan utsträckning att varken E4 eller andra riskexponerade objekt riskerar att påverkas och effekten av en grundvattenbortledning blir obetydlig och medför ingen minskad uttagsmöjlighet från grundvattenmagasinet.

9.3.1.2. *Anläggning av bro och erosionsskydd i Skillebyån Y9-001 km 9+590–9+630*

Vid cirka 9+590 till 9+630 korsar järnvägen Skillebyån på bro, vilket medför arbete i vattenområde för att anlägga två brostöd. Utöver schakt för anläggande av brostöd planeras erosionsskydd i åfåran vid läge för bron (Y9-001). Skillebyån är i höjd med järnvägspassagen ett utträtat dike genom åkermark med ett avrinningsområde på cirka 25,5 km² till aktuell plats. Uppströms det planerade broläget rinner ån under E4 i rörbro och nedströms rinner ån genom broar med begränsad kapacitet under enskilda vägar.

Påverkan

Riskexponerade objekt som kan påverkas av arbete med brostöd och erosionsskydd är

- Skillebyån (NO4-13639)
- Åkerby, Ekeby, Töstad torrlägningsföretag av år 1938-1939.

Denna del av Skillebyån bedöms ha lågt naturvärde (NO4-13639) och ingår i markavvattningsföretaget Åkerby-Ekeby-Töstad tf, 1938–1939.

Avrinningsområdet mot markavvattningsföretaget ökar marginellt med cirka 0,6 hektar och järnvägsanläggningen kan komma att medföra något snabbare avrinning än idag. Dagvattenmagasin med utjämnande effekt kommer att anläggas norr och söder om ån för att inte flödespulserna ska bli högre än idag. Mer än en kilometer nedströms passagen med järnvägen har Skillebyån en mer naturlig utformning. Här finns öring med flera fiskarter och vattendraget bedöms ha högt naturvärde.

Arbetet med att anlägga brostöden kommer att avskiljas av spont som ligger cirka 2 meter innanför vattenområdets yttre gräns. Schaktvolym inom vattenområdet uppgår till totalt cirka 27 m³. Anläggande av brostöden medför temporärt intrång i markavvattningsföretagets tillståndsgivna vattenanläggning, men ligger utanför vattenanläggningen i driftskedet. Brostöd kan medföra ett marginellt intrång i båtnadsområdet för markavvattningsföretaget. I samband med anläggningsarbetena pumpas vattnet förbi arbetsområdet. Åfåran kommer efter anläggningsarbetena ha samma utbredning som i nuläget men påverkas av anläggningens beskuggning. Påverkan från anläggandet av brostöd bedöms som liten på naturvärdesobjektet och markavvattningsföretaget i såväl bygg- som driftskede.

I anslutning till brostöd anläggs erosionsskydd (Y9-001) i markavvattningsföretagets tillståndsgivna vattenanläggning. Erosionsskyddet planeras längs vattendragets botten och slänter på en sträcka av cirka 60 meter och en yta av cirka 380 m². Anläggandet medför schakt av ursprungligt material i diket och fyll av krossmaterial. Erosionsskyddet är dimensionerat utifrån vattenhastigheter, vattennivåer, släntlutning och jordarter samt så att skyddet klarar förväntade klimatförändringar. Erosionsskyddet påverkar inte vattenanläggningens funktion eller utformning, annat än temporärt vid schakt och fyll, och utformas i enlighet med markavvattningsföretagets tillståndsgivna dikesanläggning. Effekten av erosionsskyddet på markavvattningsföretagets vattenanläggning bedöms därför som obetydlig.

Effekten i form av grumling bedöms som obetydlig eftersom vattnet leds förbi arbetsområdet och eftersom finpartikulärt material ersätts med erosionsskydd. Effekten i form av att 60 meter av vattendraget torrläggs tillfälligt bedöms som liten utifrån att en kort sträcka av vattendraget påverkas

under en kort tid. Inom den påverkade sträckan bedöms värdefulla livsmiljöer för vattenlevande arter saknas. Den permanenta förändringen som erosionsskyddet ger upphov till innebär ett ökat inslag av sten och grus i vattendragsfåran vilket bedöms ge upphov till ökad variationsrikedom och förekomst av strukturer att leva på för vattenlevande arter. Inslaget av sten bedöms göra att igenväxningen av kärlväxter minskar. På mycket lång sikt bedöms dock finkornigt material sedimentera mellan och på stenarna och skapa förutsättningar för rotad vegetation och ökad igenväxning. De lokala effekterna på naturvärdesobjektet (NO4-13639) bedöms som stora eftersom en betydande del av dess yta skiftas ur, men sett till hela vattendraget bedöms effekten i bygg- och driftskede som liten. De nedre delarna av vattendraget med högt naturvärde bedöms inte påverkas.

9.3.2 Skärningar

Inom delområde Hölö norra planeras sju skärningar som ger upphov till permanent grundvattenpåverkan. Skärningarna utförs för att passera lokala höjdryggar inom kuperade höjdområden med mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Grundvattenpåverkan från skärningarna blir därför liten. För fem av skärningarna finns det inga grundvattenberoende objekt inom bedömt påverkansområde för respektive skärning. Dock påverkar en av dessa skärningar befintliga markavvattningsföretag då avrinningsområdet påverkas. Påverkan från fem skärningar som inte påverkar riskexponerade objekt beskrivs inte ytterligare. Läget på skärningarna, för järnvägen alternativt serviceväg, i förhållande till andra vattenverksamheter medför heller ingen risk för en sammantagen effekt då inga av dessa vattenverksamheter förväntas påverka samma område eller objekt.

Vattenverksamhet G7-004 innebär en mindre lokalt byte av avrinningsområde vid km 7+700–7+800. Avrinning kommer att bli norrut och idag sker avrinning söderut. Flödesförändringen bedöms vara försumbar då markområdet som berörs endast är cirka 0,3 hektar stort.

Även vid km 11+050–11+150 sker en lokal förändring av avrinningsområdet i och med skärningen. Avrinning planeras mot Kyrkvägens norra vägdike. Idag sker avrinning västerut, dock till samma vägdike. Flödesförändringen bedöms vara försumbar.

De skärningar som inte medför risk för enskilda eller allmänna intressen eftersom inga riskexponerade objekt finns inom påverkansområdet är:

- G7-004, km 7+500–7+800
- G8-004, km 8+900
- G10-004, km 10+470–10+850
- G10-009, km 10+500
- G11-008, km 11+030–11+150.

Skärningar där riskexponerade objekt finns inom beräknat påverkansområde eller nedströms skärning är

- G8-005, km 8+330–8+930
- G9-004, km 9+830–10+170.

9.3.2.1. Skärningen G8-005, km 8+330–8+930

Skärning går genom ett kuperat höjdområde och innebär permanent bortledning av grundvatten. Dock finns inga riskexponerade objekt inom påverkansområdet.

Vattenverksamheten innebär en lokal förändring av avrinning som innebär att cirka 6 ha byter avrinningsområde. Avrinning från området sker idag mot markavvattningsföretagen Smedsta dikningsföretag 1955 och Åkerby, Ekeby och Smedsta 1918. I samband med skärningen kommer järnvägen att dräneras söderut. Vatten från dräneringsledningarna kommer att avledas till ett dagvattenmagasin med utlopp mot markavvattningsföretaget Åkerby, Ekeby, Töstad 1938-1939.

Effekten av detta blir att Smedsta dikningsföretag 1955 och Åkerby, Ekeby och Smedsta 1918 får minskad tillrinning. Den minskade tillrinningen kommer inte att påverka funktionen i företagens vattenanläggning och ingen effekt uppstår. Något snabbare tillrinning, på grund av förändrad flödesväg genom skärning G8-005, till Åkerby, Ekeby, Töstad 1938-1939 kan i någon mån påverka företagens vattenanläggning men effekten förväntas bli obetydlig utifrån liten förändring relativt det totala avrinningsområdet samt utifrån fördröjningsåtgärder (G9-002).

9.3.2.2. Skärning G9-004 km 9+830–10+170

Skärning går genom ett kuperat höjdområde och innebär permanent bortledning av grundvatten.

Vattenverksamheten innebär en lokal förändring av avrinningen inom avrinningsområdet där avrinning planeras ske norrut. Idag sker avrinning till Åkerby dike söderut. Förändringen innebär dock inte ett byte av recipient utan recipient kommer fortfarande att vara Skillebyån. Flödesförändringen bedöms vara försumbar.

Risikexponerade objekt som kan påverkas av skärningen är

- övrig kulturhistorisk lämning (bytomt/gårdstomt L2013:8182).

För vattenverksamhet G9-004 finns ett risikexponerat objekt inom påverkansområdet, en grundvattenkänslig övrig kulturhistorisk lämning (bytomt/gårdstomt L2013:8182). Lämningen påverkas även av den temporära grundvattensänkningen orsakad av G10-002. Järnvägsanläggningen skär delvis genom fornlämningen som dels ligger inom kuperade höjdområden, dels inom ett lerområde. I lågområden kring höjdpartierna är grundvattennivån oftast 4–5 meter (10G1013G och 15AT012G) under marknivån. Det finns risk att leran dräneras genom den permanenta grundvattensänkningen. Lämningen ligger dock troligtvis redan ovan grundvattennivån och ingen effekt uppstår därmed av vattenverksamheten. Delar av fornlämningen som ligger inom markanspråket för järnvägsanläggningen har hanterats i järnvägsplanearbetet och dessa delar effektbedöms inte här.

9.3.3 Tillfälliga schakt

Inom Hölö norra finns utöver tidigare beskrivna schakt ytterligare fyra verksamheter som medför tillfälliga schakt med tillfällig grundvattenbortledning. Schakt där risikexponerade objekt finns inom beräknat påverkansområde är

- G8-001, km 8+015–8+310
- G9-002, km 9+775
- G10-002, km 10+211–10+360
- G11-002, km 11+188–11+223.

9.3.3.1. Schakt för brostöd G8-001, km 8+015–8+310

Vattenverksamheten innebär schakt för grundläggning av brostöd och medför temporär grundvattenbortledning. Den berörda vattenresursen för vattenverksamheten är Magasin Hölö.

Grundvattennivåer i det undre grundvattenmagasinet är i området nära markytan (08G2007G).

Risikexponerade objekt som kan påverkas av schakten:

- Fornlämning (Boplats L2020:11389).

De delar av fornlämningen som ligger inom påverkansområdet ligger enligt SGU:s jordartskarta på lera. Den temporära grundvattenavsänkningen förväntas endast ske i det undre grundvattenmagasinet under leran och dräneringen av leran, som skulle kunna påverka fornlämningen, förväntas ta längre tid än den tid schaktarbetena pågår. Ingen effekt bedöms uppkomma på L2020:11389.

9.3.3.2. *Dagvattenmagasin G9-002, km 9+775*

Schakt för anläggande av dagvattenmagasin med utjämnande funktion i övre grundvattenmagasin. Dagvattenmagasinet ska användas för att minska flödespulser av tillskottsvatten från omkringliggande skärningar till Skillebyån. Eftersom det är höga trycknivåer i det undre grundvattenmagasinet, cirka 0,7 meter under markytan (09H2032G), kan grundvatten behöva bortledas temporärt från det undre grundvattenmagasinet under tiden då schaktarbeten pågår för att inte riskera bottenuppträckning i schakten. Lermäktigheten är mellan 5 och 10 meter och den hydrauliska konduktiviteten i grundvattenmagasinet är uppmätt till 1×10^{-6} m/s (09H2032G). Berörd vattenresurs är Magasin Hölö och Hölö grundvattenförekomst (WA93900274).

Risikexponerade objekt som kan påverkas av vattenverksamheten är

- Hölö grundvattenförekomst
- E4.

Eventuell påverkan från anläggandet av fördröjningsmagasinet förväntas bli liten då grundvattenbortledningen och därmed grundvattensänkningen bedöms bli begränsad och temporär och leder till en liten effekt på Hölö grundvattenförekomst och E4.

9.3.3.3. *Schakt för brostöd G10-002 km 10+211–10+360*

Vattenverksamheten innebär temporär grundvattenbortledning vid schakt för grundläggning av brostöd för bro över väg 503 inom mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Grundvattennivåer i magasinets norra och södra delar är flera meter under markytan men med stora variationer (10G2013G och 10G2023G). I de mer centrala delarna uppvisar grundvattennivåerna mer marknära nivåer (10G2026G).

Påverkansområdet avgränsas främst till lerdalgången men i den norra delen vid Ekeby kan en viss påverkan ske även i moränjordar där flera av de riskexponerade objekten finns, se Figur 43. Jorden består generellt av 1–2 meter morän som överlagras av 2–11 meter lera. Hydraulisk konduktivitet i det vattenförande jordlagret, morän, har uppmätts till 3×10^{-6} m/s (10G0012G).

Marken i området där glacial lera överlagras morän är sättningsbenägen och skadliga sättningar kan uppkomma på byggnader eller anläggningar med grundvattenberoende grundläggning.

Risikexponerade objekt som finns inom påverkansområdet är

- två grävda brunnar (Hölö_Ekeby 1:34-1_1 och Hölö-Ekeby 1:25-1_2)
- två borrhållningar (Hölö-Ekeby 1:25-1_1 och Tösta 3:1-1_12)
- en energibrunn (Tösta 3:1-1_13)
- E4
- byggnad med grundvattenberoende grundläggning (Tösta 3:1 B11)
- en övrig kulturhistorisk lämning (bytomt/gårdstomt L2013:8182).

En översikt över riskexponerade objekt vid vattenverksamheten från den planerade bron över väg 503 visas i Figur 43.

Vattenförsörjning och energibrunn

Den grävda brunnen Hölö_Ekeby 1:34-1_1 ligger i utkanten av beräknat påverkansområde och effekten, i form av lägre nivå i brunnen, kommer därför vara liten. Det finns inga uppgifter om vattendjup i brunnen vilket medför att det finns osäkerheter i bedömningen. Om vattendjupet i brunnen är ringa kan även en mindre påverkan medföra tidvis torra förhållanden i brunnen. I brunn Hölö-Ekeby 1:25-1_2 kan möjligtvis en mindre påverkan uppkomma men denna effekt bedöms som obetydlig på grund av avståndet till påverkanskällan.

För de två borrade brunnarna Hölö-Ekeby 1:25-1_1 och Tösta 3:1-1_12 samt energibrunn Tösta 3:1-1_13 finns en liten risk för en marginell påverkan. Men med hänsyn till att grundvattenpåverkande arbeten främst sker i jord och de borrade brunnarna är djupa (70–250 meter) med ett stort vattendjup bedöms effekten, i form av sänkta grundvattennivåer, på dessa brunnar som obetydlig.

Byggnader och anläggningar

Påverkansområdet från schakten för brostöd sträcker sig till E4. E4 är grundlagd på sättningsbenägen jord men bedöms inte sättningskänslig då banken troligtvis är pålgrundlagd. Sättningar till följd av en temporär grundvattensänkning kan dock leda till påhängslaster på befintliga pålar. En bedömning av påhängslasterna är inte möjlig då inga uppgifter om pålarna finns tillgängligt samt att denna information inte går att erhållas med fältundersökningar. Det är osäkert hur stor extra last som pålarna tål, eftersom längd och diameter på pålarna är okänd. Pålarna kan eventuellt redan vara utsatta för påhängslaster. Ifall pålarna redan är utsatta för påhängslaster ökar inte dessa med större sättningar, vilket gör att den pålade delen av vägbanken inte är känslig för grundvattensänkningar. Sammantaget riskerar effekten av en grundvattensänkning på väg E4 att bli stor eftersom skador på pålar inte kan uteslutas utan skyddsåtgärder.

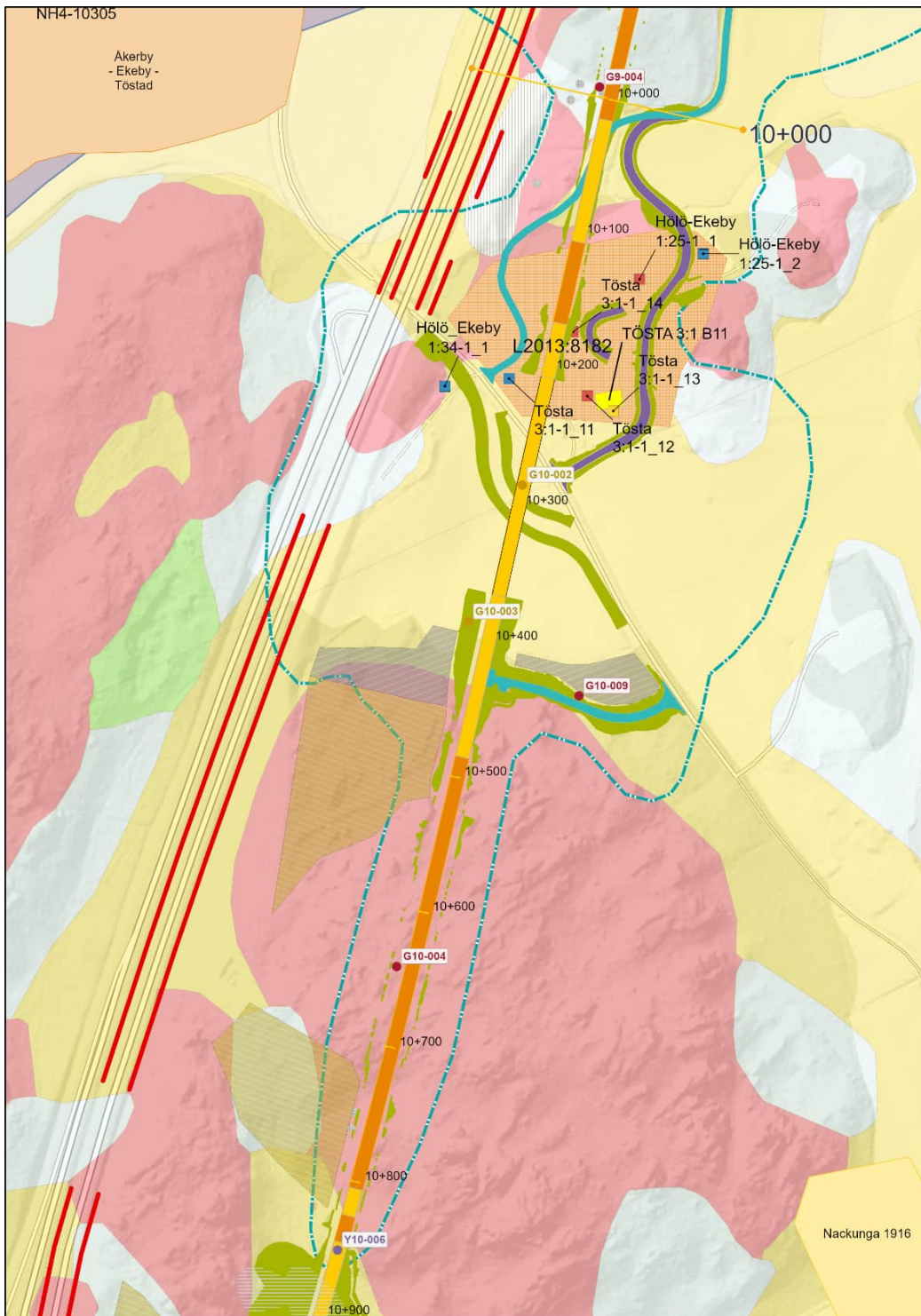
Ett bostadshus (Tösta 3:1 B11) har utretts vidare. En känslighetsanalys har gjorts och beräknade sättningar är mindre än 1 centimeter för alla beräkningsfall. Byggnaden bedöms därmed inte påverkas av grundvattensänkningen.

Kulturmiljö

Den grundvattenkänsliga övriga kulturhistoriska lämningen (L2013:8182) ligger till största delen inom berg i dagen och moränområde inom ett kuperat höjdområde norr om lerslätten där järnvägsanläggningen går på bro. Det finns en risk att de delar av fornlämningen som ligger innanför påverkansområdet, under rådande grundvattennivå, hamnar över grundvattennivå och utsätts för en syrerik miljö. Troligen har den naturliga fluktuationen av grundvattennivåer inneburit att kulturobjektet redan utsatts för syrerika miljöer och ingen effekt bedöms uppstå på grund av grundvattensänkningen.

Skyddsåtgärder

För att utesluta risken för påhängslaster på befintliga pålar under E4, på grund av sättningar, kan skyddsåtgärder krävas. Skyddsåtgärderna som kan utföras vid behov är schakter med tätskärm. Skyddsinfiltration kan även göras vid E4 vid behov. Med skyddsåtgärder i form av tätskärm och skyddsinfiltration bedöms effekten på E4 bli obetydlig eftersom det då inte föreligger någon risk för en grundvattensänkning under E4.



Figur 43: Översikt över riskexponerade objekt vid vattenverksamheten från den planerade bron över väg 503. För legend, se Figur 41.

9.3.3.4. *Utskiftning G10-003 10+360–10+430*

Vattenverksamhet G10-003 innebär utskiftning av lösa jordlager där grundvattenbortledning kan behöva ske vilket skulle innebära en temporär grundvattenpåverkan. Grundvattennivåerna ligger 2–3 meter under marknivå inom området för utskiftningarna.

Inom påverkansområdet finns fem riskexponerade objekt:

- En grävd brunn (Hölö_Ekeby 1:34-1_1),
- En borrarad brunn (Tösta 3:1-1_12),
- Energibrunn (Tösta 3:1-1_13).
- Del av E4
- En byggnad med grundvattenberoende grundläggning (Tösta 3:1 B11).

Vattenförsörjning

För den grävda brunnen Hölö_Ekeby 1:34-1_1 se vattenverksamhet G10-002. Utskiftningen medför risk för en sammantagen effekt tillsammans med G10-002 i och med att påverkan på brunnarna från de båda vattenverksamheterna samverkar. Styrande för påverkan bedöms G10-002 vara och utskiftningen bedöms endast ge ett marginellt temporärt tillskott av påverkan på brunnarna och den sammantagna effekten bedöms vara densamma som i G10-002.

Det finns även en viss risk att den borrarade brunnen Tösta 3:1-1_12 och energibrunnen Tösta 3:1-1_13 påverkas genom sänkta grundvattennivåer. Effekten bedöms som liten på grund av att avsänkningen i brunnarna, till följd av utskiftningen, blir så pass liten i relation till brunnarnas djup.

Byggnader och anläggningar

För E4 se vattenverksamhet från schakt för brostöd (G10-002). Effekten från utskiftningen är liten men tillsammans med G10-002 leder utskiftningen till en kumulativ effekt på E4 som blir stor på grund av risken för sättningar till följd av grundvattenavsänkningen.

Byggnaden med grundvattenberoende grundläggning (Tösta 3:1) är ett bostadshus (B11) som ligger på glacial lera och har en delvis utgrävd källare. Byggnaden är grundlagd på murar. Konservativa sättningsberäkningarna avseende lermäktigheten under denna byggnad (fyra meter lera) har utförts. Beräknade sättningar överstiger ej sättningskravet och är mindre än en centimeter. Effekten på byggnaden från en grundvattensänkning bedöms därför ge en obetydlig effekt.

9.3.3.5. *Schakt för grundläggning av landfästen G11-002 km 11+188–11+223*

Vattenverksamheten medför grundvattenbortledning i och med schakt för grundläggning av landfästen för bro över befintlig väg 513. Grundvattenbortledningen sker från mindre uppbrutna grundvattenmagasin och är temporär och efter färdigställande av landfästen tillåts grundvattennivåer återgå till nivåer i nivå med nuvarande grundvattensituation.

Det riskexponerade objektet som finns inom påverkansområdet är

- befintlig väg 513
- dagvattenledning vid km 11+226.

Effekten på väg 513 bedöms bli liten då lermäktigheten är relativt liten och grundvattensänkningen temporär vilket endast bedöms medföra en liten effekt som medför risk för mindre sättningar väl under ställda sättningskrav.

Inom påverkansområdet finns även en dagvattenledning som ligger på sättningsbenägen mark och därmed kan påverkas av grundvattensänkningen.

9.3.4 *Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder*

Inom delområde Hölö norra utförs sex dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder som ger upphov till vattenverksamheter. Av dessa bedöms två påverka varken allmänna eller enskilda intressen och beskrivs närmare i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Kulvert- och dikesåtgärderna samt anläggandet av trummor utgör vattenverksamhet till följd av arbete i vattenområde eller omledning av vatten från vattenområde.

De vattenverksamheter som inte bedöms påverka enskilda eller allmänna intressen är

- Y7-010, km 7+950–7+955
- Y8-004, km 8+250–8+260 (anläggning av trumma i ytlig rinnväg över brukad åkermark utan naturvärden).

De vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten är

- Y7-008, km 7+010–7+107
- Y7-009, km 7+090–7+130
- Y7-001, km 7+107–7+130
- Y7-002, km 7+130.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten.

9.3.4.1 *Omläggning av rörledning Y7-008, Y7-009, Y7-001, Y7-002 km 7+010–7+130*

Vid cirka km 7+010–7+130 ska en befintlig rörledning ledas om kring den nya banken som ska anläggas. Den del av befintlig ledning som ska läggas om har en längd på ungefär 193 meter. Den befintliga ledningen tar emot vatten från omgivande åkermark samt åkermark väster om E4. Till den enskilda ledningen leds visst vatten från en mindre skärning i nordöst samt dagvatten från banken. Till följd av att vatten från anläggningen leds till ledningen kommer flödet till ledningen öka något. Flödesökningen bedöms dock vara marginell varvid påverkan på ledningen bedöms vara liten.

9.3.5 *Utfyllnad av våtmark*

Inom delområde Hölö norra utförs utfyllnad av våtmark som utgör vattenverksamhet till följd av arbete i vattenområde. Vattenverksamheterna saknar dock riskexponerade objekt. De vattenverksamheter som planeras men inte bedöms påverka enskilda eller allmänna intressen är

- Y10-009 km 10+860–11+010 (anläggning av tryckbank)
- Y10-006, Y10-007, Y11-006, Y11-002 km 10+850–11+050 (anläggning av trummor och bankdiken).

10 Hölö södra km 11+250–km 14+700

10.1 Översikt

I delområdet Hölö södra kommer järnvägsanläggningen att gå genom höjdparter i omväxlande bank och skärning från km 11+250 fram till cirka km 12+250. Därefter kommer järnvägen ner i den lertäckta dalgången som innefattar Dike Österby, Lillsjön och Kyrksjön samt Magasin Kyrksjön. Från cirka km 12+250 och fram till Kyrksjön går järnvägsanläggningen på bank eller skärning för att vid Kyrksjön övergå till en 725 meter lång bro i kanten av Kyrksjön (km 13+238–13+963). Efter bron går järnvägen åter igen in i ett kuperat höjdområde där järnvägen förläggs i tunnel och skärning.

Kyrksjön har högt naturvärde (NVI-id: N04-13634) men dålig ekologisk status på grund av övergödning.

Arbetet i Kyrksjöns vattenområde är den enskilt största vattenverksamheten på sträckan Hölö södra. Arbetet innefattar uppförande av bro över Kyrksjöns vattenområde.

Det förekommer även ett flertal vattenverksamheter såsom skärningar, tillfälliga schakt och arbete i vattenområde (mindre diken) längs sträckan. Samtliga vattenverksamheter i delområde Hölö södra redovisas i Figur 44.

Järnvägen går parallellt med befintlig E4 vars grundläggning är känslig för grundvattennivåförändringar inom områden med större lermäktighet. Längs delsträckan förekommer även grundvattenkänsliga fornlämningar på ömse sidor om planerad järnväg.

Den tekniska utformningen av de anläggningar som medför vattenverksamhet, där även den lokala geologin framgår, finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. Vattenverksamheterna redovisas i plan i Bilaga C.1 *Plankartor anläggning och vattenverksamheter*.

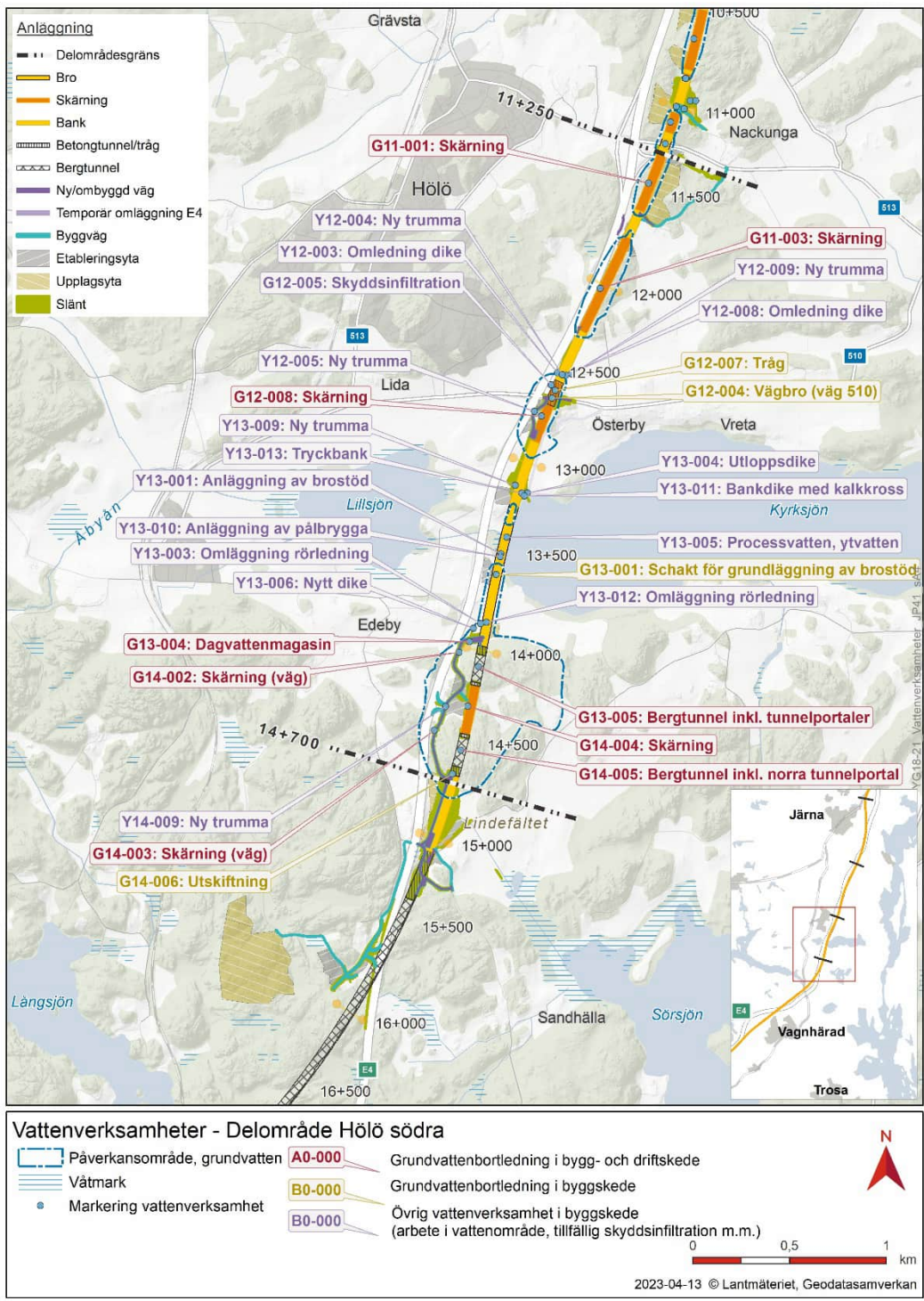
Hydrogeologiska kartor med vattenverksamheter, påverkansområden, mätpunkter för grundvatten, ytvatten och hydrauliska tester presenteras i Bilaga D.2.1a–c.

Samtliga inventerade värden och objekt redovisas i Bilaga D.2.2. Alla riskexponerade objekt inom delområdet redovisas i Figur 44 och beskrivs mer ingående i efterföljande avsnitt.

I Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten* samt i Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten* redovisas underlag, metoder, antaganden och beräkningsresultat som påverkans- och effektbedömningar baseras på.

I Bilaga D.1 *Bedömningsgrunder* redovisas en bedömningsskala enligt vilka de riskexponerade objektens värde bedömts samt vilken effekt som uppstår på grund av vattenverksamheten. För vissa objekt har det inte varit möjligt att ange generella bedömningsgrunder utan varje bedömning har behövt göras objektspecifikt, till exempel bedömning på sättningskänsliga byggnader och våtmarker.

Varje vattenverksamhet har fått en beteckning följt av ett löpnummer som baseras på vid vilken längdmätning för järnvägsanläggningen som vattenverksamheten förekommer vid. Beteckningen G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och Y arbeten i ytvattenområde.

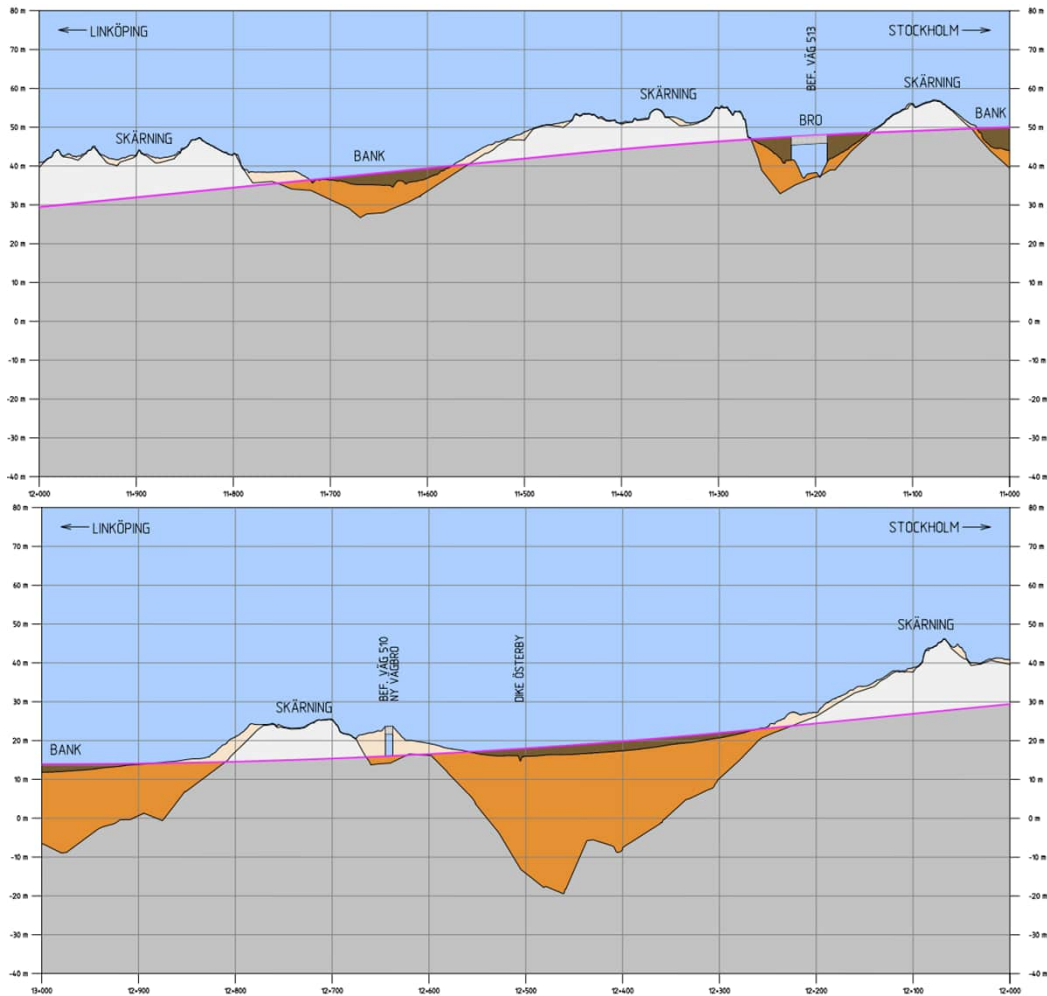


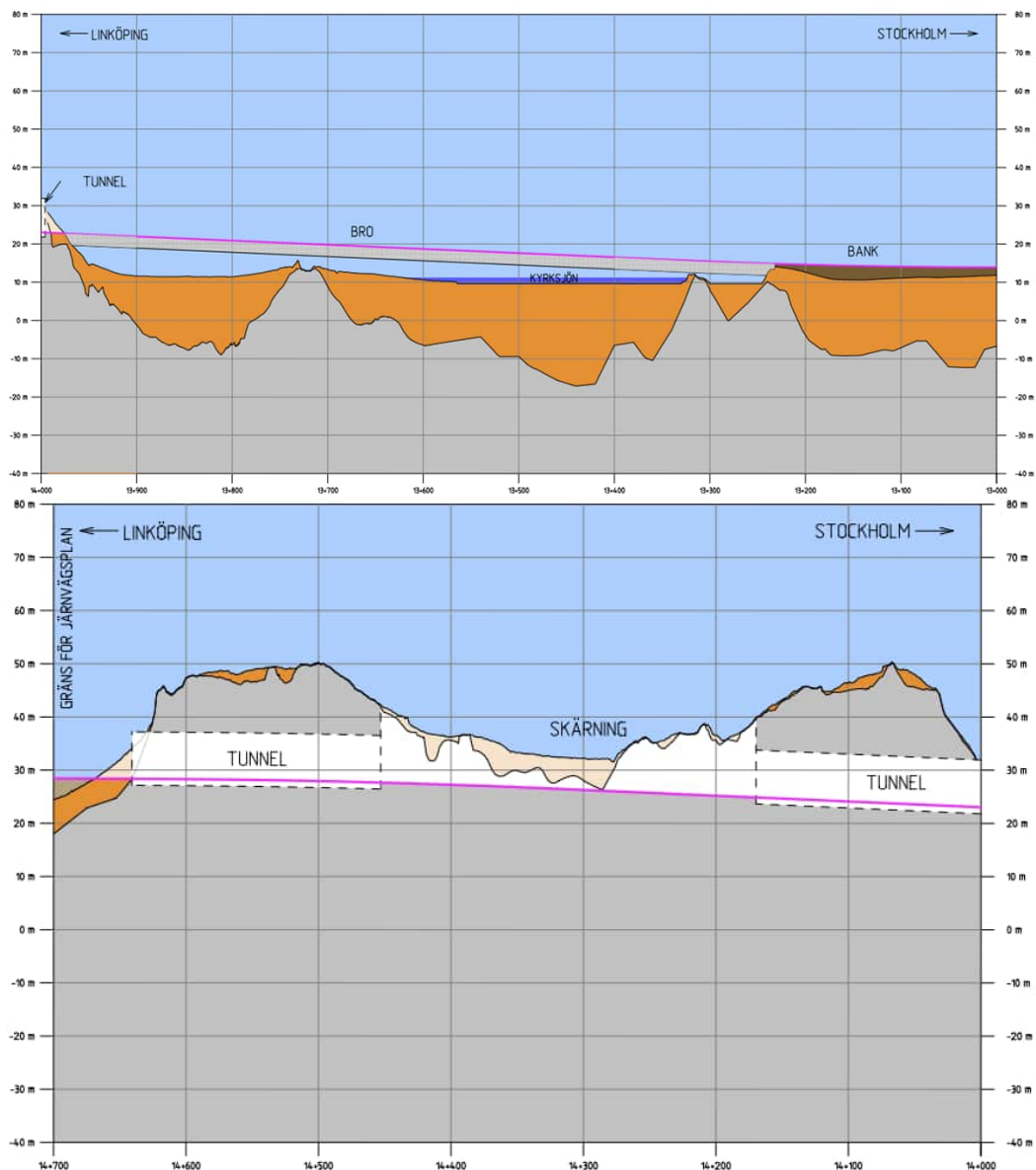
Figur 44: Vattenverksamheter inom delområde Hölo södra. Markering vattenverksamhet är en centrumpunkt. G i namnet på vattenverksamheten innebär vattenverksamhet som medför grundvattenbortledning eller infiltration och Y arbeten i ytvattenområde.

10.2 Områdesbeskrivning

10.2.1 Topografi och markanvändning

Sträckan utgörs i huvudsak av ett låglänt parti med lertäckta dalgångar, kring sjöarna Lillsjön och Kyrksjön, samt kuperade höjdområden i norr och söder. Markanvändningen består till stor del av jordbruk som kompletteras av skogsmark i de mer höglänta områdena. Marknivån sjunker från höjdområdet i början av sträckan vid km 11+250 från cirka +55 ned mot cirka +10 mellan Kyrksjön och Lillsjön. Efter sjöarna blir terrängen återigen mer kuperad med dalar på +10 till +20 och toppar på +50. Hölö tätort ligger i de norra delarna inom aktuell delsträcka. Figur 45, som finns i större format i Bilaga C.7 *Profiler över spårlinjen*, visar en översiktlig profil för delområdet.





Figur 45: Visar profil över sträckan där rosa linje visar profilen på nerspåret, grått är berg, orange är jord och brunt är fyllning. Samtliga profiler är 1 km långa utom den längst ner. Profilen högst upp visar km 11+000 till 12+000 och under det visas nästa km och så vidare ner till profilen näst längst ner som visar km 13+000 till 14+000. Profilen längst ner visar km 14+000 till 14+700.

10.2.2 Mark- och vattenförhållanden

10.2.2.1. Berggrund

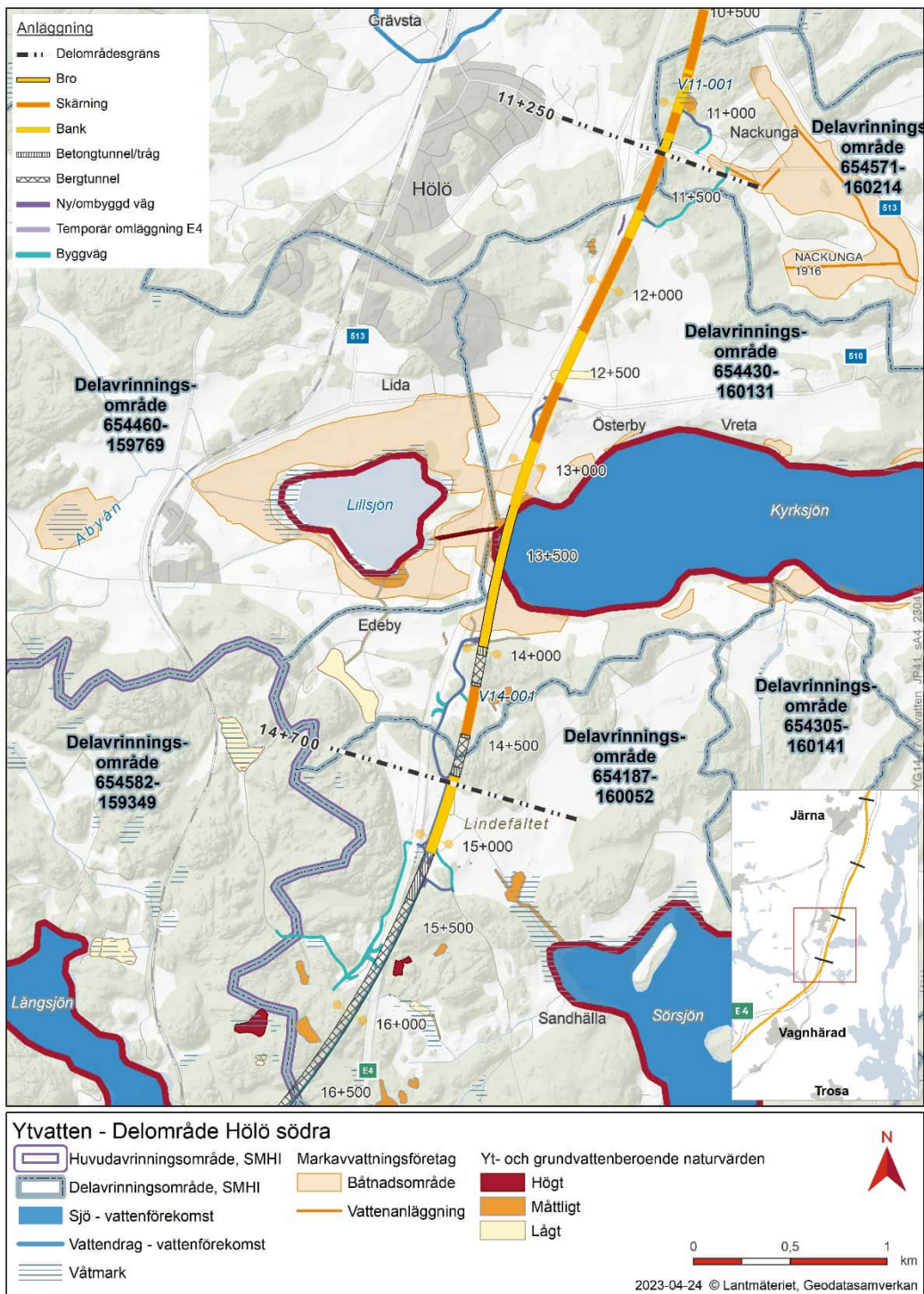
Berg i dagen vid km 11+700–13+000 består övervägande av sedimentgnejs, ögongnejs, granitisk gnejs, granit och granodiorit.

Området kring Kyrksjön har kalkstensberggrund enligt SGU:s berggrundskarta. Söder om Kyrksjön, vid km 13+700 och vid km 14+000 mot E4, har det karterats marmor/kalksten. Områdets strukturgeologi tillsammans med berggrundens hydrogeologi beskrivs under avsnitt 10.3.3.

10.2.2.2. Ytvatten

En kort sträcka av anläggningens nordligaste del på denna delsträcka ligger inom delavrinningsområde (ID 654571-160214) som avvattnas mot Åbyån (vattenförekomst-ID:WA33355523). Söder om detta delavrinningsområde kommer anläggningen att passera delavrinningsområde (ID: 654430-160131) på en betydande del av sträckan. Detta delavrinningsområde avvattnas mot Kyrksjön (vattenförekomst-ID:WA99859623). Kyrksjön avvattnas till Åbyån, som i sin tur avvattnas till Stavbofjärden (vattenförekomst-ID: WA16216440), se Figur 47. Längst i söder på en kort sträcka ligger anläggningen inom delavrinningsområde (ID 654187-160052) som avvattnas mot Sörsjön (vattenförekomst-ID:WA17180374). Sörsjön avvattnas i sin tur mot Kyrksjön (vattenförekomst-ID:WA99859623).

På sträckan kommer planerad järnvägsanläggning att vid cirka km 12+500 korsa Dike Österby med lågt naturvärde (ID: NO4-13647). Dike Österby är ett dike i jordbruksmark som rinner mot Kyrksjön. Medelvattenföringen i diket vid genomledningen uppgår till cirka 7 l/s. Diket har sedan innan ett antal genomledningar men är till största delen öppet. Diket har förr runnit västerut och mynnat i Lillsjön, men löper numera i E4 vägdike och mynnar i Kyrksjön.



Figur 46: Översiktskarta över ytvatten i delområde Hölo södra. Klassning av grundvattenberoende naturvärden (högt-måttligt-lågt) har endast gjorts på inventerade/berörda naturvärden. Våtmark (randig symbol) är en sammanslagning av våtmarker och sankmark från marktäckedatabasen och terrängkartan.



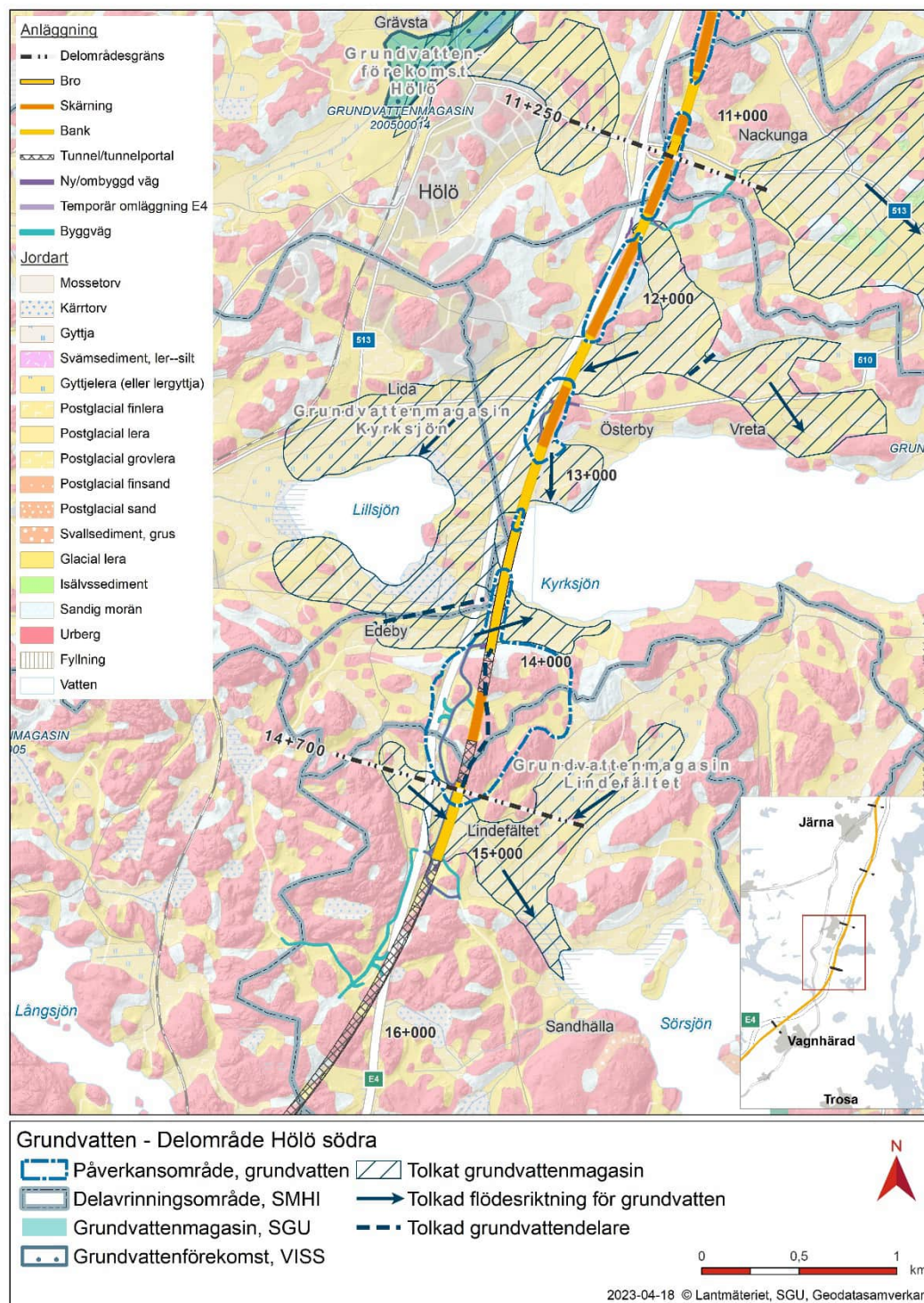
Figur 47: Åbyån, nedströms Kyrksjön. För legend se figur 46.

Åtgärder på anläggningen medför att tillrinningsområdet till markavvattningsföretaget Nackunga 1916 minskar med två procent.

Kyrksjön (NO4-13634) med högt naturvärde ingår i Åbyåns avrinningsområde, se Figur 46, och är en cirka 2 km² stor näringsrik sjö med ett medeldjup på drygt 4 meter, maximalt djup på 5 meter och omsättningstid på 1,4 år (SMHI Vattenweb, 2019). Till följd av naturliga stränder med förutsättningar för ekologiska funktioner, nio arter av fisk (ingen rödlistad) samt fem arter av inhemska stormusslor, varav två rödlistade (ähta målarmussla, och flat dammussla, båda nära hotade) bedöms sjöns naturvärde som högt (ID: NO4-13634), trots omfattande övergödning. Övergödningen har resulterat i att ekologisk status bedömts som dålig (VISS, 29 juni 2022). För utförlig redovisning av MKN, kemisk och ekologisk status hänvisas till *PM Miljö kvalitetsnormer för vatten*, Bilaga 3 till Bilaga D.3 *MKB för järnvägsplan*. Kyrksjön förbinds via Åbyån med Lillsjön som ligger ett par hundra meter väster om, och uppströms, Kyrksjön. Nivån i sjöarna regleras vid Åbykvarn nedströms Kyrksjön. Sjöarna avvattnas via Åbyån som mynnar i Stavbofjärden cirka 2 kilometer nedströms Kyrksjön. Vid Åbykvarn i Åbyån finns ett dämme som förhindrar fiskvandring. Från sträckan nedströms dämnet finns äldre uppgifter (elfiskeresultat från 1995) om nio fiskarter, bland annat lake (sårbar) och öring. Vid elfisket fångades juvenil öring, vilket indikerar att reproduktion kan ha ägt rum i ån. Ingen naturvärdesinventering har gjorts inom projektet. Inventeringsinsatser avseende bland annat fisk planeras sensommaren 2023.

10.2.2.3. Grundvatten och jordartsgeologi

Större delen av sträckan ligger inom Magasin Kyrksjöns avrinningsområde och i de större lertäckta dalgångarna går järnvägen på grundvattenmagasinet, se Figur 48. Växelvis finns kuperade höjdområden som fungerar som lokala grundvattendelare på sträckan. Den generella flödesriktningen inom Magasin Kyrksjön är mot Kyrksjön alternativt Lillsjön där den slutliga recipienten är Kyrksjön och sedermera Östersjön.



Figur 48: Översiktskarta grundvatten sträcka km 11+250–14+700.

Vid km 11+650 passerar järnvägsanläggningen en andra lertäckt dalgång på bank. Jorddjupet i dalgången bedöms vara cirka 5–8 meter och jordlagerföljden består av cirka 0–2 meter lera ovanpå friktionsjord följt av berg. Dalgången innefattas i det större sammanhängande Magasin Kyrksjön och utgör dess nordligaste del. Grundvattennivåer har uppvisat svagt artesiska nivåer och har varierat mellan 0,1–1,5 meter under markytan (11G1007G).

Vid cirka km 11+750–12+250 och km 12+600–12+800 påträffas höglänta områden, där planerad järnvägsanläggning kommer gå i cirka 10 meter djup skärning. Inom de höglänta områdena finns friktionsjord med en mäktighet på upp till cirka 8 meter. Grundvattennivåerna ligger 3–7 meter under markytan inom höjdområdena (12G0010G och 12G0011G).

Söder om km 12+250 mynnar järnvägsanläggningen ut över ett större flackt och lertäckt område som breder ut sig i väst-östlig riktning och som innefattar både Lillsjön och Kyrksjön. Det flacka landskapet sträcker sig till cirka km 14+000, med undantag för ett stråk vid km 12+600–12+800 och i höjd med väg 510. Jordlagerföljden i dalgången är 5–20 meter lera ovan 3–17 meter friktionsjord och jorddjup på upp emot 35 meter har observerats.

Merparten av Magasin Kyrksjön finns inom denna dalgång och har grundvattennivåer som sammanfaller med uppmätta nivåer i Kyrksjön. Grundvattenmagasinet bedöms således stå i hydraulisk kontakt med Kyrksjön och den uppströms belägna Lillsjön. Grundvattnets generella strömningsriktning i dalgången är mot Kyrksjön och nivån i sjön bedöms vara styrande för grundvattennivåerna inom grundvattenmagasinet. I grundvattenmagasinets centrala delar är grundvattennivån ungefär 0,5 meter under markytan. Friktionsjordens är heterogen med varierande hydrauliska konduktivitet inom grundvattenmagasinet. Resultat från utvärdering av slugtester visar på konduktivitet som varierar mellan 4×10^{-8} (12G0015G) och 3×10^{-5} m/s (12G0011G).

I Kyrksjön är uppmätt djup till berg cirka 14–26 meter. Jordlagerföljden består av mycket lösa bottensediment med mäktighet uppemot 15 meter bestående av gyttja eller gyttjig lera, varvig lera delvis sulfidhaltig, ovan ett friktionsjordsskikt på berg.

Vid km 14+000 övergår järnvägsanläggningen från att gå på bro till tunnel och därmed markeras även slutet på föregående lertäckta område. Vid km 14+000–14+650 går planerad järnväg i tunnel, skärning och slutligen åter tunnel. I detta område bedöms inget sammanhängande grundvattenmagasin finnas utan endast mindre, öppna grundvattenmagasin i moränområden eller mindre, slutna grundvattenmagasin i friktionsjord i mindre lertäckta svackor. Resultat från utvärdering av slugtест i en stängd akvifer i friktionsjord, visar på en konduktivitet som är relativt hög i området (4×10^{-5} m/s).

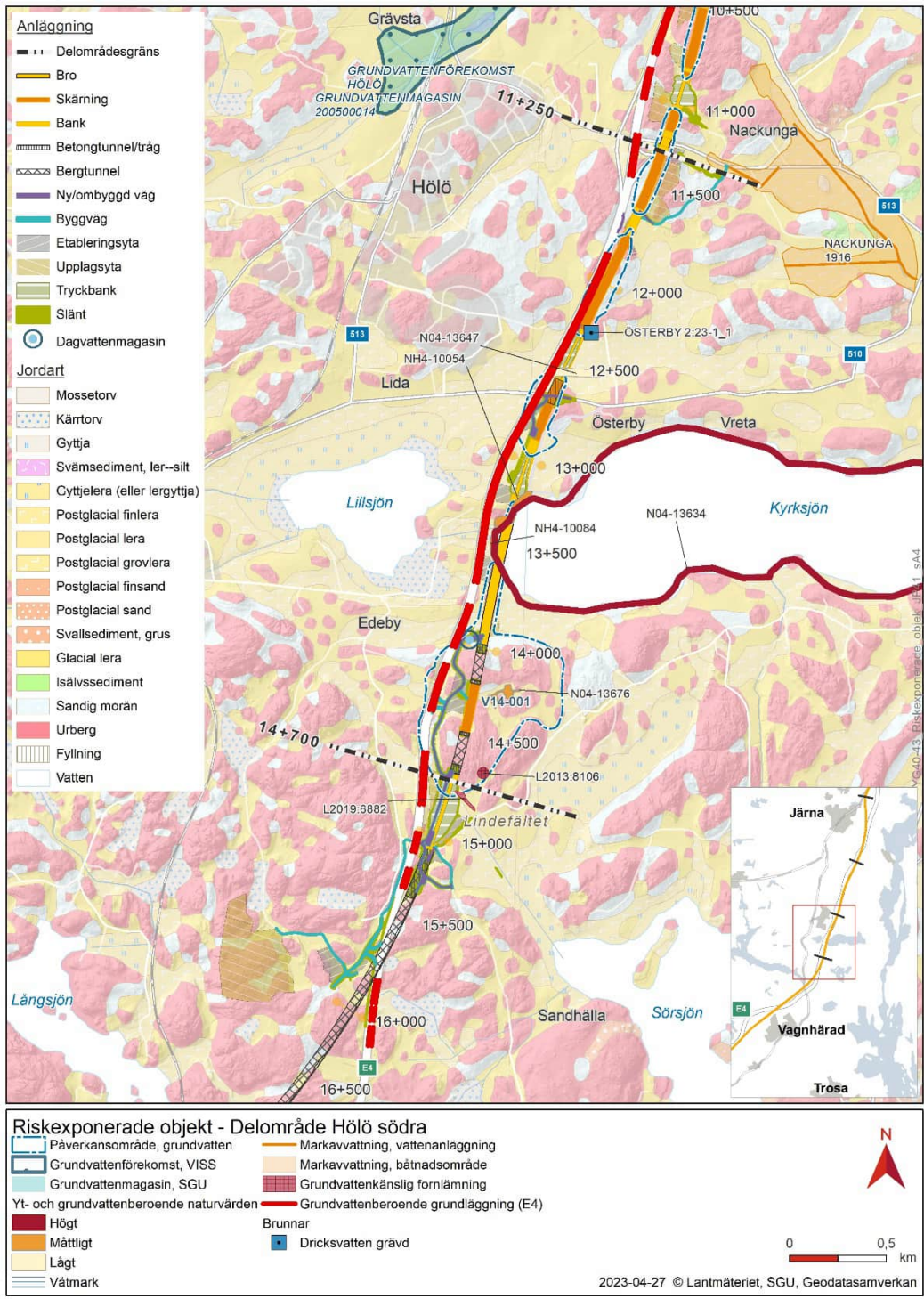
Uppgifter om grundvattennivåer baseras på grundvattennivåmätningar utförda inom kontrollprogrammet för Ostlänken där, om inte annat anges, medelnivåer redovisas. Jordartssammansättning baseras på sonderingar utförda inom projektet. Där inga undersökningar utförts har översiktlig information inhämtats från SGU:s jordartskartor.

10.2.3 Yt- och grundvattenberoende objekt

Samtliga inventerade objekt inom utredningsområdet finns i Bilaga D.2.2. Riskexponerade objekt inom Hölö södra km 11+250–14+700 framgår av Figur 49.

Riskexponerade objekt har utretts och vissa har krävt fördjupade utredningar. Fördjupade utredningar inom delområde Hölö södra har fokuserats till yt- och grundvattenberoende objekt med måttligt till högt värde, vilka är

- Kyrksjön (högt naturvärde, ID: NO4-13634)
- E4
- väg 510.



Figur 49: Riskexponerade objekt inom delområde Hölo Södra. Våtmark (randig symbol) är en sammanslagning av våtmarker och sankmark från marktäckedatabasen och terrängkartan.

10.3 Vattenverksamheter Hölö södra

I detta avsnitt redovisas vattenverksamheter inom delområde Hölö södra. En beskrivning av vattenverksamheterna med bedömd påverkan redovisas i avsnitt 10.3.1–10.3.6.

En mer detaljerad beskrivning av utförande av anläggningen och dess vattenverksamheter finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*. I den tekniska beskrivningen ingår även en beskrivning av följdverksamheter som till exempel hantering av länshållningsvatten.

Länshållningsvatten från schakt och skärningar inom delområde Hölö kommer efter erforderlig rening att avledas lokalt till mindre diken eller infiltration inom Kyrksjöns avrinningsområde. Länshållningsvatten från Edebytunnlarna (G13-005, G14-004, och G14-005) planeras dock att hanteras utanför Kyrksjöns avrinningsområde (Trosaån).

10.3.1 Tråg under väg 510

Järnvägsanläggningen ska passera under väg 510 i direkt närhet till E4. Eftersom E4 är sättningsbenägen på denna sträcka kommer järnvägsanläggningen att förläggas i ett vattentätt tråg (skadeförebyggande åtgärd) för att inte riskera permanenta skador på väg E4. En ny bro över tråget planeras att anläggas för väg 510 och söder om tråget går anläggningen i skärning genom ett höjdområde med ytnära berg. Utöver tråget uppförs även två tvärtätningar i båda ändar av tråget för att förhindra dränering längs anläggningen som skulle kunna leda till sänkta grundvattennivåer inom delar av trågkonstruktionen. I detta avsnitt hanteras anläggningsdelar vid passage av väg 510 och dessa ger upphov till vattenverksamheterna

- G12-007 (tråg km 12+550–12+680)
- G12-004 (vägbro för väg 510 km 12+640)
- G12-008 (skärning och utskiftning serviceväg km 12+680–13+020).

Norr om höjdområdet i lerdalgången förekommer cirka 5–20 meter lera ovan cirka 5–10 meter morän. Vid passagen av väg 510 finns en mindre svacka i berget med upp till 5 meter lera och 10 meter morän. Grundvattennivåerna ligger generellt cirka 3 meter (12G0010G och 12G2010G) under den naturliga markytan vid passagen för väg 510.

Påverkansområdet största utbredning är främst inom höjdområdet men är utdraget avsmalnande i järnvägens längdriktning norr och söderut. Påverkansområdet sträcker sig ut över E4 där den går på sättningsbenägen mark.

Skyddsåtgärder planeras vid passagen av väg 510 för att förhindra skadlig påverkan på E4 och väg 510 från grundvattensänkning vid anläggandet av tråg för järnvägen. Om skyddsinfiltation utförs mellan schakt och E4 bedöms inga skadliga sättningar uppkomma på vägarna. Inom påverkansområdet har infiltrationsförsök utförts som visat på goda förutsättningar för skyddsinfiltation med tillräckligt hög hydraulisk konduktivitet för att möjliggöra brunnar som kan upprätthålla grundvattennivåer i byggskedet.

10.3.1.1. Förutsättningar

Vattenverksamheten innebär schakt för betongtråg (G12-007) och schakt för brostöd (G12-004) och medför temporär grundvattenbortledning från vattenresursen Magasin Kyrksjön samt mindre uppbrutna grundvattenmagasin. G12-007 och G12-004 utförs inom ett gemensamt schakt.

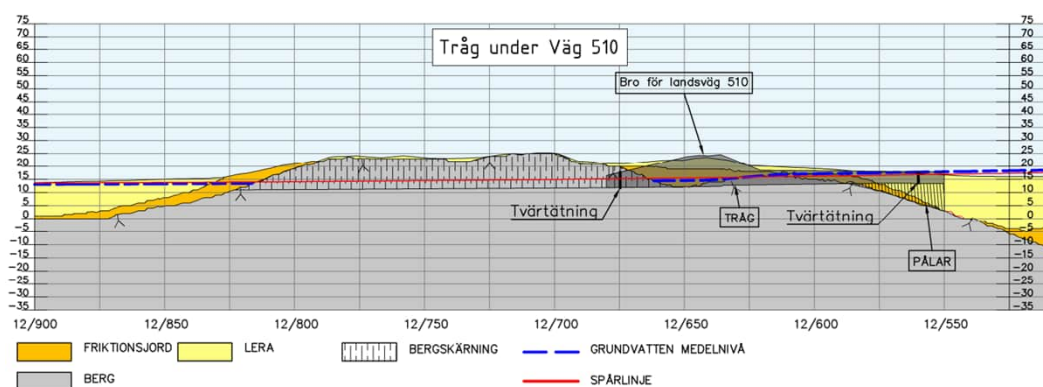
Avsänkningens storlek under E4 i den mest kritiska sektionen bedöms kunna orsaka sättningar på E4 med konservativa antaganden för jordens hydrauliska konduktivitet. Därför ska en tät konstruktion i form av betongtråg uppföras vid km 12+550–12+680. Trågstart sker där lermäktigheten bedöms vara tillräckligt stor under schaktbotten för att kontakt med den underliggande friktionsjorden inte ska uppstå. Tråget utförs som en tät betongkonstruktion och efter färdigställande av tråget kommer

grundvattennivåerna kring tråget att tillåtas återgå till grundvattensituationen innan schaktarbetena påbörjades. För att järnvägsanläggningen och kringfyllnaden runt tråget inte ska dränera grundvatten mot norr eller söder har två tvärtätningar projekterats vid trågstart km 12+560 samt vid trågslut cirka km 12+675, visas i Figur 50. Tvärtätningen ska ligga runt hela trågkonstruktionen och gå upp till trågets överkant. Konstruktionen av tråget medför att ingen permanent grundvattenpåverkan kommer att ske.

Anläggandet av ett tätt betongtråg under väg 510 kommer att innebära ett större schakt under rådande grundvattennivå med arbeten som behöver utföras i torrhet. Schakten kommer att länshållas och grundvatten bortledas vilket medför att riskexponerade objekt i anläggningens närhet kan påverkas av en temporär grundvattensänkning.

Söder om tråget går järnvägsanläggningen i skärning och väster om skärningen utförs en utskiftning för serviceväg (G12-008) Vattenverksamheten innebär permanent grundvattenbortledning från skärning och temporär grundvattenbortledning från del av utskiftning. Även för intilliggande serviceväg görs bitvis utskiftning som kan innebära temporär grundvattenbortledning. Spårlinjen går i bergskärning genom en höjd mellan km 12+660 och 12+820, med ett skärningsdjup på upp till cirka 12 meter (vid km 12+700) och därefter fortsätter Ostlänken i skärning i jord fram till cirka km 12+900, med ett jordskärningsdjup på upp till cirka 4 meter (vid km 12+850). Skärningen dräneras söderut. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i både jord och berg erfordras. Järnvägen går i skärning delvis genom jordbruksmark och delvis genom ett höjdparti med berg i dagen eller ett tunt moränlager.

Mellan km 12+820 och 12+830 sker utskiftning av lösa jordlager vilket innebär en temporära påverkan.



Figur 50: Profil över tråg under väg 510.

10.3.1.2. Riskexponerade objekt

Riskexponerade objekt som kan påverkas av vattenverksamheten är

- E4
- väg 510
- dagvattenledning.

Väster om järnvägen förekommer E4 med grundläggning som är känslig för grundvattensänksningar. Utförda beräkningar visar att det pågår sättningar under banken som redan nu närmar sig totalsättningskravet på 0,3 m. Bedömd avsänkning under E4 är 0,5 meter (konservativ bedömning). Ytterligare sättningar från en grundvattensänkning under banken med upp till 0,5 m är mindre än 0,1 m efter 2 år.

Effekten av bedömd grundvattensänkning under E4 från vattenverksamheter i området bedöms som liten då endast mindre sättningar hinner bildas under den i sammanhanget korta tidsperioden som en grundvattensänkning sker. Utskiftningen för servicevägen som ligger närmare E4 bedöms ge en mindre påverkan på grundvattennivåerna än skärningen och, då den ligger nära intill skärningen och skärningen har en djupare dräneringsnivå.

Befintlig vägbro för väg 510 riskerar sättningsskador vid en grundvattensänkning i området och har haft problem med sättningsskador på den västra sidan av bron över E4. Det finns indikationer på att den västra vägbanken kan ha förstärkts med träpålar som riskerar att skadas om de utsätts för en syrerik miljö. Om det västra landfästet är grundlagt på stödpålar av betong, kommer påhängslaster att uppstå på pålarna. Den västra vägbanken ligger långt från schakten och en eventuell grundvattenpåverkan bedöms vara betydligt mindre än de naturliga variationerna i grundvattennivå i området. Väg 510 kommer till stor del att läggas om inom påverkansområdet och risken att träpålar syresätts eller att påhängslaster uppstår bedöms som liten och därför bedöms den sammantagna effekten på väg 510 som liten.

Grundvattennivåer under väg 510 riskerar även att påverkas permanent på grund av skärningen. Den permanenta påverkan förväntas bli liten då vägen är i utkanten av påverkansområdet.

I området finns en dagvattenledning som ligger på sättningsbenägen mark.

På grund av planerade skadeförebyggande åtgärder (tråg) bedöms skador inte uppstå på E4 men om en grundvattenavsänkning blir större än förväntat under E4 kan skyddsåtgärder i form av skyddsinfiltration vid passagen under byggskedet vidtas.

10.3.1.3. Skyddsåtgärder

För att hindra negativa effekter på riskexponerade objekt har möjligheten till skyddsåtgärder undersökts vid tråget under väg 510.

För att begränsa inströmningen av grundvatten i schakt under byggskedet och minska omgivningspåverkan planeras schaktningen ske inom tätskärm.

Skyddsinfiltration (G12-005 km 12+520–12+640) kan behöva utföras om grundvattennivåerna sänks av mer än förväntat i byggskedet. Infiltrationen innebär tillförsel av grundvatten med syftet att upprätthålla grundvattennivåer mellan schaktet för tråg och E4 samt under väg 510. Med skyddsinfiltration minskas risken för skadliga sättningar på berörd sträcka av E4. Skyddsinfiltration kan behövas under tiden då grundvattenbortledning pågår för vattenverksamheterna G12-007 och G12-004. Riskexponerade objekt inom påverkansområdet från skyddsinfiltrationen är det samma som för G12-007 och G12-004. Den sammantagna bedömningen på riskexponerade objekt förutsatt att skyddsinfiltration vidtas är att den negativa effekten på riskexponerade objekt minskar med skyddsinfiltration och är obetydlig.

Placering av skyddsinfiltration har valts med avseende på närhet till E4 och där jorddjup och genomsläpplighet bedöms vara tillräcklig.

10.3.2 Bro över Kyrksjön

I detta avsnitt hanteras vattenverksamheter som medför arbete i vattenområde och grundvattenbortledning i anslutning till Kyrksjön. De vattenverksamheter som ingår i detta avsnitt är

- G13-001, km 13+238–13+963
- Y13-001, km 13+240–13+980
- Y13-010, km 13+240–13+600
- Y13-005, km 13+400.

10.3.2.1. Förutsättningar

Bro uppförs över den västra delen av Kyrksjön och vidare över den södra delen av dalgången (km 13+238–13+963). Nio av brostöden anläggs inom Kyrksjöns vattenområde (Y13-001) och övriga på land. För schakt för brostöd på land kommer grundvattenbortledning att erfordras i byggskedet (G13-001). Arbete med brostöd i vattenområdet planeras att ske från en tillfällig pålbrygga (Y13-010), som uppförs i vattenområdet. Norr om bron uppförs järnvägsanläggningen på bank (Y13-013). Banken utförs utanför Kyrksjöns utbredning vid högvattenstånd men innanför det definierade vattenområdet, vid km 12+980–13+180.

10.3.2.2. Påverkan

I samband med bland annat etablering av provisorisk bro samt pålnings- och spontningsarbeten för brostöd (Y13-010 och Y13-001) bedöms omfattande grumling och sedimentation uppstå i merparten av Kyrksjön. Gjord sedimentprovtagning visade på en halt av antracen som överstiger MKN i ett sedimentskikt i en punkt utanför Åbyåns utlopp. Vid övriga provpunkter och sedimentdjup var halten av antracen och övriga analyserade ämnen lägre än MKN eller lägre än analysmetodikens detektionsnivå. I byggskedet bedöms det finnas en risk för spridning av sediment med något förhöjd halt av antracen. Utan skyddsåtgärder bedöms effekterna i byggskedet bli stora.

I driftskedet bedöms anläggningen ha små effekter i form av att brostöd upptar en yta som motsvarar mindre än 0,05 procent av sjöns yta, samt genom ökad beskuggning vilket bedöms leda till något mindre utbredning av vegetation och livsmiljöer för fauna än i nuläget. Bottenförhållanden och ekologiska funktioner bedöms i övrigt återbildas inom loppet av några säsonger efter brobyggets slutförande. Avståndet mellan bronns underkant och vattenytan ger tillräckligt goda passagemöjligheter längs sjöns stränder för sådan vattenlevande fauna som nyttjar strandbiotoperna. Därmed uppstår inte något vandringshinder för vattenlevande fauna. Effekten på naturvärdesobjektet Kyrksjön (NO4-13634) bedöms som liten i driftskedet.

Grundvattenbortledning i byggskedet (G13-001) i samband med schakt för brostöd kan ge upphov till en temporär påverkan på grundvattennivåerna i Magasin Kyrksjön.

Uttag för processvattnet (Y13-005) till den planerade tunneldrivningen av Edebytunnlarna, skyddsinfiltration vid väg 510 (G12-005) samt som alternativ för tunneldrivningen för Tullgarnstunnelns norra front planeras i Kyrksjön för att därefter leda vattnet i ledning till tunnelmynningen vid södra Edebytunneln. Uttaget bedöms inte bidra till märkbart lägre lågvattennivåer i Kyrksjön. Exempelvis kommer ett uttag om 7 l/s i ett dygn (ca 600 m³/dygn) ge en sänkning av vattenytan om 0,3 mm/dygn vid ett noll inflöde och avdunstning om 3,2 mm/dygn (10 cm/månad). Effekterna på sjöns hydrologi bedöms därmed som små. Eftersom sjöns volym påverkas endast obetydlig bedöms inte de ekologiska värdena i Kyrksjön påverkas av uttaget.

Utän skyddsåtgärder riskerar fisk att sugas in i pumpsystemet, varför skyddsåtgärd i form av galler som förhindrar detta behövs.

Åbyåns naturvärde har inte inventerats men det bedöms kunna vara högt utifrån att nio fiskarter, däribland yngel av öring, fångades vid elfiske 1995 (Länsstyrelsen Stockholm 1997). Under nederbördsfattiga perioder torkar dock Åbyån ut enligt SMHI:s S-HYPE data från den senaste

10-årsperioden. Förekommande fisk antas under sådana förhållanden överleva i djuphålur, simma ut i havet eller förolyckas. Merparten av processvattnet som tas ut ur Kyrksjön kommer att användas för infiltration inom sjöns avrinningsområde, vilket gör att vattnet åter tillförs sjön och att den hydrologiska effekten av detta bedöms som liten. Processvattenuttagets påverkan på Åbyåns flöde kommer därmed i huvudsak att utgöras av den andel som används som processvatten vid tunneldrivning, vilket utgör cirka 1 l/s eller 0,4–0,6 procent av Åbyåns medelflöde. Denna förändring bedöms ha obetydliga effekter på flödet i Åbyån samt på fisk och övriga naturvärden.

Under sommaren 2023 planeras flödesmätning och elfisken för att klargöra öringens status och därmed eventuellt behov av skyddsåtgärder för att förhindra negativa effekter.

10.3.2.3. Kumulativa effekter

Tullgarnstunneln är en bergtunnel för Ostlänken som kommer att utföras söder om detta delområde och beskrivs i en annan prövning. Tullgarnstunneln utförs dock delvis inom Kyrksjöns avrinningsområde varför inläckaget till dessa delar av tunneln medför effekter på Kyrksjöns tillrinning.

I driftskedet kommer Tullgarnstunnelns dränvatten tas ut via den södra arbetstunneln och ledas mot Norasjön. Det gör att flödet till Sörsjön, Kyrksjön, Åbyån och slutligen havet minskar med cirka 6 l/s. I byggskedet tillkommer en påverkan på detta flöde genom att uttag av processvatten leder till att ytterligare 1 l/s lämnar Åbyåns avrinningsområde (se kapitel 10.3.2.2). I slutet av byggskedet då inläckaget är som störst i tunneln kan flödesminskningen i Åbyån som mest komma att uppgå till 7 l/s vilket utgör cirka 2–4 procent av Åbyåns vattenföring (200–300 l/s enligt Bilaga C.4 *Beräkningar ytvatten*). Den samlade effekten av både vattenuttag ur Kyrksjön och grundvattenbortledning kan vara förlängda perioder med låg vattenföring i Åbyån. Se vidare avsnitt 10.3.2.2 för planerade åtgärder för att klargöra öringens status.

Den ökade beskuggningen, till följd av anläggningens brostöd, som kan påverka utbredning av vegetation och livsmiljöer för fauna kommer delvis att kompenseras för genom trädsäkring längs järnvägen. Trädsäkringen innebär att större träd kommer att avverkas inom 20 meter från närmaste spårmit, vilket leder till något mer solinstrålning än i nuläget.

10.3.2.4. Riskexponerade objekt

Andra riskexponerade objekt som kan påverkas av vattenverksamheterna är

- en dagvattenledning, enskild kulvert
- tre naturvärdesobjekt (NH4-10054, NH4-10084 och NO4-13634).

En dagvattenledning, enskild kulvert, korsar anläggningen söder om Kyrksjön. Den ligger på sättningsbenägen mark och kan därmed påverkas av grundvattenledningen.

Ett naturvärdesobjekt (NH4-10054) med måttligt naturvärde av typen svämlövskog finns invid Kyrksjöns strand. Naturvärdena är knutna till trädskiktet och död ved i olika dimensioner och nedbrytningsstadier. Området har värden för vedlevande skalbaggar. Omfattningen av vattenverksamheten under bygg- och driftskede bedöms bli sammantaget stor då en rad olika vattenverksamheter utförs. Effekten av de vattenverksamheter som genomförs bedöms vara liten för biotopens kvalitet och obetydlig för artsammansättningen. Påverkan är främst genom anläggande av diken som tar habitat i anspråk och till liten del för ändring av vattennivåer. Inga för vattenverksamheten relevanta naturvårdsarter, skyddade eller rödlistade arter förekommer i objektet. Förlusten av biotopen till följd av markanspråket har konsekvensbedömts i järnvägsplanens MKB.

I direkt anslutning (km 13+380–13+520) finns naturvärdesobjektet NH4-10084 som består av en sumpskog med måttligt naturvärde. Naturvärdena är knutna till den självföryngrade skogen, översilad mark, rikligt med död ved i olika nedbrytningsstadier och värden för vedlevande skalbaggar. Effekten

av de vattenverksamheter som genomförs bedöms vara liten för biotopens kvalitet och obetydlig för artsammansättningen. Påverkan sker i mindre omfattning genom anläggande av brostöd, procesvattenuttag och risk för tillfälligt sänkta vattennivåer. Inga naturvårdsarter, skyddade eller rödlistade arter förekommer i objektet. Förlusten av biotopen till följd av markanspråket har konsekvensbedömts i järnvägsplanens MKB.

Kyrksjön vid km 12+345–13+735, har identifierats som ett naturvärdesobjekt (NO4-13634) med högt naturvärde. Effekter på Kyrksjöns naturvärde beskrivs ovan i avsnittet om påverkan.

Kyrksjön och Lillsjön omfattas av regleringsföretaget Kyrksjön-Lillsjön 1947.

Markavvattningsföretaget reglerar nivåerna i sjöarna via en dammanläggning vid Åby kvarn. Den aktiva reglermöjligheten är dock numera inte längre i funktion. Ostlänken korsar den uppströms liggande delen av Kyrksjön och gör mindre intrång i båtomsområdet genom brostöd. Ingen fysisk påverkan sker på den tillståndsgivna vattenanläggningen och åtgärden påverkar inte vattennivåerna i sjöarna. Söder om Kyrksjön görs utsläpp av dräneringsvatten till enskild kulvert i riktning mot Kyrksjön, men genom att anlägga dagvattenmagasin som har en fördröjande funktion kommer flödena inte att öka.

10.3.2.5. Skyddsåtgärder

För att förhindra spridning av partiklar i Kyrksjön kommer arbetsområdets yttre sida (mot sjön) avgränsas med dubbla tätslutande siltgardiner, eller motsvarande. Grumlingskyddet ansluter till en flytläns och förankras i botten. Grumlingskyddet delas upp i två delar och lämnar på så vis öppet för fiskvandring samt utflödande vatten från Åbyån/Lillsjön. Allt grumlande arbete genomförs innanför grumlingskyddet. Påverkan utanför arbetsområdet bedöms kunna undvikas.

Grumlingskydd mellan pålningsområdet och stranden i väster har övervägts, men utgått då anläggande och upptagande av grumlingskydden bedöms ge större negativa effekter på naturmiljön än själva grumlingen. De övervattensväxter som dominerar vattenvegetationen i denna del bedöms inte som grumlingskänsliga då de växer på någon decimeters djup där ljuset inte bedöms reglera skottens tillväxt under våren.

Risken för att fiskar förolyckas vid intaget av procesvatten i Kyrksjön reduceras genom att ett fiskavskiljande galler placeras vid intaget så att fiskar inte sugas in i pumpen. Intagsgallrets storlek anpassas så att vattenhastigheten inte överstiger fiskarnas maximala simhastighet. Fiskarna kan därmed simma ifrån gallret och undvika att förolyckas. Effekterna med denna skyddsåtgärd bedöms som små.

10.3.2.6. Vattenhantering

Länshållningsvatten hanteras så att inte MKN påverkas. För beskrivning av hantering vatten, se Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*.

10.3.2.7. Skärning G11-003 11+680–12+370

Permanent grundvattenbortledning kommer att ske från skärningen som främst ligger inom mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Påverkan från skärningen tangerar även Magasin Kyrksjön, dock bedöms påverkan på Magasin Kyrksjön bli obetydlig.

Järnvägsanläggningen går i skärning genom ett kuperat höjdområde. Maximal skärningsdjup är 18 meter vid km 12+080. Påverkansområdet från skärningen innefattar en grävd brunn (Österby 2:23-1_1), E4 och en dagvattenledning.

Risikexponerade objekt som kan påverkas är

- grävd brunn (Österby 2:23-1_1)
- E4
- dagvattenledning.

Den grävda brunnen Österby 2:23-1_1 riskerar att påverkas av en permanent grundvattensänkning då grundvatten leds till skärningen. Brunnen ligger dock i utkanten av påverkansområdet inom ett angränsande höjdområde. Eftersom brunnen ligger inom ett angränsande höjdområde är det osäkert om brunnen står i hydraulisk kontakt med en framtida skärning för järnvägen. Brunnen är grund, bara en meter djup, vilket medför att påverkan inte kan uteslutas ske i sådan utsträckning att det kan ha betydelse för möjligheten att nyttja brunnen under torra perioder. Avsänkningen bedöms dock bli liten och sammantaget bedöms effekten på brunnen från skärningen som liten.

E4 ligger i utkanten av påverkansområdet och har grundvattenberoende grundläggning vid km 12+200–12+300. Beräknade sättningar är obetydliga vid sektion km 12+200. Utförda beräkningar med banken från E4 vid km 12+300 visar att det pågår sättningar under banken. Ytterligare sättningar från bedömd grundvattensänkning på cirka 0,5 meter (konservativ bedömning) är cirka 0,2 meter efter 40 år om hänsyn tas till krypning vilket i sig kan medföra en liten effekt på E4. Tillsammans med redan pågående sättningar bedöms effekten bli måttlig.

En dagvattenledning ligger inom påverkansområdet, på sättningsbenägen mark, och kan därmed påverkas av grundvattensänkningen.

Inom påverkansområdet finns ett område med förorenad mark. Eftersom föroreningen ligger i övre magasin och bedöms bindas till jordpartiklar finns inte någon risk för mobilisering av föroreningen.

10.3.3 Edebyttunnlarna

I detta avsnitt redovisas bergtunnlarna norra och södra Edebyttunnlarna, förskärningar för tunnlarna, skärning som förbinder de båda bergtunnlarna samt en mindre utskiftning söder om tunnlarna. Tunnlar och skärning utgör vattenverksamhet till följd av grundvattenbortledning i bygg- och driftskede, medan utskiftning medför grundvattenbortledning i byggskede.

Vattenverksamheterna i listan hanteras i detta avsnitt samlat då påverkan från dessa kan antas samverka och de ansluter varandra.

- G13-005, km 13+978 – 14+183 (norra Edebyttunneln)
- G14-004, km 14+183–14+440 (skärning mellan tunnlarna)
- G14-005, km 14+440 – 14+613 (södra Edebyttunneln)

10.3.3.1. Förutsättningar

Tunnlarna och skärningen kommer att medföra permanent grundvattenbortledning från mindre uppbrutna grundvattenmagasin samt grundvatten i berg. Mellan tunnlarna förekommer en svacka i terrängen där upp till 7 meter lera noterats ovan någon meter morän. Grundvattennivåer i moränen är cirka 1 meter under markytan, men periodvis kan artesiska nivåer förekomma (cirka 0,3 meter över markytan) (14G0005G). Grundvattennivåer i berg uppvisar liknande nivåer som grundvattennivåer i moränen vilket tyder på en hydraulisk koppling mellan morän och berg. Bergmassans effektiva hydrauliska konduktivitet har beräknats till 8×10^{-8} m/s vid vattenförlustmätning (OLP4K303) och genom analys av befintliga brunnar i området till 6×10^{-8} m/s. Svaghetszoner och lokala sprick- och krosszoner kan lokalt ha högre hydraulisk konduktivitet. Hydraulisk konduktivitet i moränen ovan berg är 1×10^{-5} – 1×10^{-7} m/s baserat på slugtester i grundvattenrör (14G0005G och 14G0052G).

Efter bergtekniska undersökningar och utredningar har svaghetszoner delats in i tre klasser, möjliga, troliga och tydliga svaghetszoner.

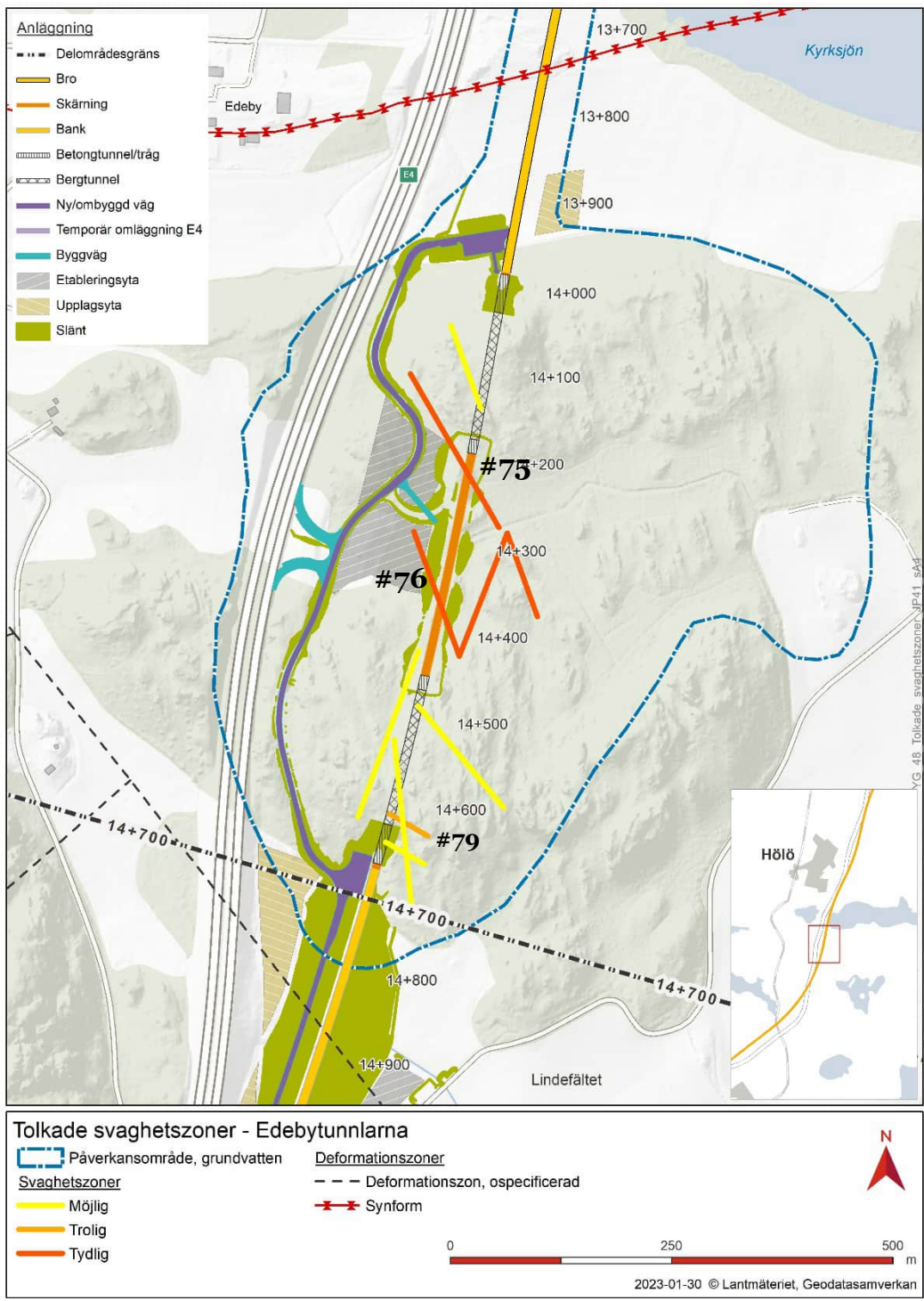
- Svaghetszoner som enbart baseras på lineamenttolkning benämns som möjliga.
- Svaghetszoner som baseras på lineamenttolkning och där bergmassan vid kartering av berg i dagen bedöms uppvisa mineraler, strukturer eller andra indikationer relaterade till svaghetszoner benämns som troliga.

- Svaghetszoner som baserats på lineamenttolkning och där bergmassan vid kartering av berg i dagen tydligt uppvisar mineraler, strukturer eller andra indikationer relaterade till svaghetszoner benämns som tydlig. Vidare bedöms en zon som tydlig i de fall där lineamentets utbredning korsas av kärnborrhål som lokalt uppvisar tydliga tecken på markant försämrad bergkvalitet, alternativ lineament som korsar karterad bergskärning som uppvisar tydliga tecken på markant försämrad bergkvalitet.

Inom sträckan för Edebytunnlarna har två tydliga svaghetszoner verifierats på längdmätning km 14+190–14+215 och km 14+340–14+370 (ID 75 och 76). De verifierade svaghetszonerna ligger båda inom området för bergsskärning mellan tunnlarna. Utöver de tydliga svaghetszonerna finns en trolig svaghetszon vid km 14+595–14+610 (ID 80) och fyra möjliga svaghetszoner inom hela sträckan för norra och södra Edebytunnlarna.

Det finns även tre mindre krosszoner som konstaterats vid kärnborrhål i området (OLP4K302 och OLP4K303).

I Figur 51 visas möjliga, troliga och tydliga svaghetszoner inom området för Edebytunnlarna och Tabell 8 illustrerar de hydrogeologiska domäner med dess hydrauliska konduktivitet som använts för bedömning av grundvattenpåverkan från tunnlarna och skärningar. Zonernas läge i plan är till viss del osäker, speciellt de zoner som enbart tolkats utifrån lineament. Alla zoner är tolkade att vara vertikala, då det inte finns tillräcklig information för att kunna bedöma zoners stupning. Tolkade lägen i plan på kartan är tolkat läge på markytan, men läget är antaget att vara detsamma på tunnelnivå.



Figur 51: Identifierade svaghetszoner i berg. Svaghetszoner har tolkats efter fördjupade utredningar och undersökningar medan deformationszoner är hämtade från SGU:s karteringar som redovisas i deras berggrundskartor.

10.3.3.2. Påverkan

Påverkansområdet begränsas västerut topografiskt genom att nivån för lerdalgången där E4 löper är lägre än dräneringsnivån för tunnarna och skärningen. Dessutom löper stora delar av E4 väster om planerad anläggning i en skärning genom höjdpartiet ifråga med en dränerande nivå som är i nivå med planerad anläggning.

Påverkansområdet för bergtunnlar har verifierats med en vattenbalansberäkning som visar att grundvattenbildningen är större än det förväntade inläckaget till bergtunnlar och skärningar. Vattenbalansberäkningar visar att inläckaget till Edebytunnlarna är cirka 40 % av grundvattenbildningen till berg för en otätad tunnel. Vattenbalansberäkningarna baseras på grundvattenbildningen till jord eftersom detta bedöms vara den potentiella grundvattenbildningen till berget och därmed det grundvatten som är tillgängligt för inläckage till tunnarna.

Grundvattenbildningen till berg kommer sannolikt att öka under byggskede och i driftskede då en större tryckgradient uppkommer mellan grundvattenmagasin i jord och grundvattenmagasin i berg då avsänkningen av grundvattennivåer är större i berg än i jord.

Det förväntade inläckaget till bergtunnlarna presenteras i Tabell 8. Metod och resultat av inläckage, vattenbalanser samt framtagande av hydrogeologiska domäner framgår av Bilaga D.2.3 *Beräkningar grundvatten* där även ett utvecklat resonemang om osäkerheter återfinns.

Tabell 8. Beräknade förväntat inläckage för norra respektive södra Edebytunneln, samt totalt inläckage för hela tunneln. Typinläckage är det förväntade genomsnittliga inläckaget över en sträcka.

Namn på tunnelobjekt	Delsträcka km-tal	Typinläckage (l/min och 100 m)	Typinläckage (l/min)	Totalt inläckage	
				Delsträcka (l/min)	Båda tunnarna (l/min)
Norra Edebytunneln	14+021 – 14+167	19	27,7	28	49
Södra Edebytunneln	14+456 – 14+613	13	20,4	21	

10.3.3.3. Riskexponerade objekt

Inom påverkansområdet finns fyra riskexponerade objekt:

- E4
- Ett småvatten i skog (N04-13676)
- Våtmark (V14-001)
- Grundvattenkänslig fornlämning (stensättning L2013:8106).

Småvattnet med måttligt naturvärde, ligger inom våtmark (V14-001) öster om grund- och ytvattendelaren, består av småvatten/dike i skog på tidigare odlingsmark. Småvattnet bedömdes vid naturvärdesinventeringen kunna hysa värden för exempelvis groddjur men avfärdades att ha dessa kvaliteter vid utförd groddjursinventering. I och med järnvägsanläggningen kan grundvattendelaren komma att flytta sig något österut vilket innebär att området för våtmarken kan komma att påverkas av en grundvattennivåsenkning. Våtmarken ligger dock högt i terrängen inom ett lerområde och bedöms inte ha någon kontakt med vare sig det undre grundvattenmagasinet eller grundvattenmagasinet i berg. Tillrinningen till våtmarken kommer troligtvis att minska genom att ytavrinning rinner in mot skärningen i stället för mot våtmarken (cirka 3 % av tillrinningsområdet). Ingen minskad tillrinning bedöms uppstå på grund av bergtunneln då topografien är mycket brant och ytvattnet därför troligtvis även fortsatt kommer rinna av så snabbt att det inte hinner infiltrera. Förhållandena i våtmarken bedöms inte förändras mer än marginellt. Effekten på biotopens kvalitet

bedöms vara obetydlig till liten och obetydlig för artsammansättningen. Inga, naturvårdsarter, skyddade eller rödlistade arter förekommer.

Södra Edebytunneln innebär att en mindre del av avrinningsområdet förändras och det sker ett förändrat avrinningsområde genom bortledning av dräneringsvatten från tunneln. Området avrinner idag mot Sörsjön, men efter åtgärd avleds dräneringsvattnet mot Kyrksjön. Flödesförändringen bedöms vara försumbar.

Sättningskänsliga delar av E4 ligger inom påverkansområdet cirka 200 meter väst om planerad skärning mellan Edebytunnlarna och nordväst om Norra Edebytunneln. Avståndet från Edebytunneln tillsammans med nivån på E4 i förhållande till järnvägsanläggningen medför att en grundvattensänkning inte bedöms kunna bli större än en meter. Ingen information om grundläggning finns för de delar av E4 som ligger på lera. E4 går i lerskärning, vilket gör att leran under E4 är avlastad. En känslighetsanalys har utförts för att veta om det kan uppkomma skadliga sättningar under E4 vid grundvattensänksningar. E4 klarar upp till 2 meter sänkning med god marginal, vilket är större än den bedömda avsänkningen i området till Edebytunnlarna. Med hänsyn till E4 bedöms ingen skyddsåtgärd behövas för bergtunnlarna, varken i bygg- eller i driftskedet. Effekten på E4 från anläggningsdelarna vid Edebytunneln bedöms som liten.

Grundvattenkänslig fornlämning (stensättning L2013:8106) kan påverkas av den permanenta avsänkningen från tunnlar. Eftersom stensättningen ligger inom ett moränområde där grundvattennivåvariationerna är relativt stora bedöms stensättningen redan utsatts för syrerika miljöer varpå ytterligare påverkan från Edebytunnlarna bedöms resultera i en obetydlig effekt.

Injektering för att uppnå en tätare tunnel bedöms inte förändra bedömningen av effekt på riskexponerade objekt. Något skäl till injektering av tunnel för att begränsa omgivningspåverkan föreligger därför inte.

10.3.3.4. *Vattenhantering*

Prövning av vattenhantering till följd av vattenverksamhet sker i annan ordning. När järnvägsanläggningen är i drift kommer dränvatten och dagvatten från Edebytunnlarna att ledas till Kyrksjön. För beskrivning av hantering vatten, se Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*.

10.3.4 *Skärningar*

Det planeras tre skärningar inom Hölö södra vilka är vattenverksamhet och medför permanent grundvattenpåverkan förutom G11-003 som hanteras under avsnitt 10.3.2. Inga allmänna eller enskilda objekt bedöms påverkas av skärningarna. Bedömningen baseras på att det saknas riskexponerade objekt inom påverkansområdet för respektive skärning. Det finns heller inga riskexponerade objekt som kan påverkas av dessa skärningar i kombination med andra vattenverksamheter.

Tre skärningar ligger inom kuperade höjdområden med mindre uppbrutna grundvattenmagasin och inga riskexponerade objekt ligger inom påverkansområdet. Läget på skärningarna, för järnvägen alternativt serviceväg, i förhållande till andra vattenverksamheter medför ingen risk för en negativ kumulativ effekt då inga vattenverksamheter förväntas påverka samma område. Sammantaget medför detta att dessa tre skärningar inte beskrivs ytterligare.

De skärningar som inte medför risk för enskilda eller allmänna intressen är

- G11-001, km 11+260–11+590
- G14-002, km 14+000
- G14-003, km 14+500.

10.3.5 *Tillfälliga schakt*

I detta avsnitt redovisas övrigt på delsträckan Hölö södra som utgör vattenverksamhet till följd av grundvattenbortledning samt arbete i vattenområde.

En sammanställning av vattenverksamheterna med bedömd påverkan och effekt redovisas i detta avsnitt. En mer detaljerad beskrivning av anläggningen och vattenverksamheterna tillsammans med följdverksamheter som till exempel hantering av länshållningsvatten finns i Bilaga C *Teknisk beskrivning vattenverksamhet*.

Vattenverksamheter som inte medför risk för enskilda eller allmänna intressen, då det inte finns grundvattenberoende objekt inom påverkansområdet, är

- G13-004, km 13+967 (fördröjningsmagasin).

Vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt inom påverkansområdet är

- G14-006, km 14+660–14+700 (utskiftning).

Ett fördröjningsmagasin för hantering och fördröjning av dag- och dränvatten från järnvägsanläggningen planeras vid km 13+967. Det finns risk att grundvatten tillrinner fördröjningsmagasinet vid höga grundvattennivåer vilket innebär permanent grundvattenbortledning. Bortledningen av grundvatten påverkar främst mindre uppbrutna grundvattenmagasin och inom dess påverkansområde finns inga riskexponerade objekt identifierade. Effekter från grundvattenbortledning vid anläggande av fördröjningsmagasinet beskrivs således inte ytterligare.

10.3.5.1 *Utskiftning G14-006 km 14+660–14+700*

Åtgärden innebär bortledning av grundvatten vid utskiftning av lösa jordlager över en kort sträcka söder om Edebytunnlarna. Grundvatten kan behöva bortledas under en kort period medan arbeten med utskiftning pågår. Grundvattenbortledningen sker temporärt från mindre uppbrutna grundvattenmagasin.

Inom det temporära påverkansområdet förekommer en grundvattenkänslig fornlämning (boplatslämning L2019:6882). Fornlämningen är belägen inom ett lerområde och grundvattensänkningen bedöms inte pågå tillräckligt länge för att dränera leran så att fornlämningen riskerar hamna i en syrerik miljö. Ingen effekt bedöms uppkomma.

10.3.6 Dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder

Inom delområde Hölö södra utförs 13 dikes-, trum- och rörlägningsåtgärder som ger upphov till vattenverksamheter. Av dessa bedöms fyra varken påverka allmänna eller enskilda intressen eftersom inga riskexponerade finns för de enskilda vattenverksamheterna. Dessa vattenverksamheter beskrivs närmare i Teknisk beskrivning vattenverksamhet. Kulvert- och dikesåtgärderna samt anläggandet av trummor utgör vattenverksamhet till följd av arbete i vattenområde eller omledning av vatten från vattenområde.

De vattenverksamheter som inte har riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten är

- Y12-005, km 12+750 (anläggning av trumma under serviceväg, ersättningsväg, arbetsväg)
- Y13-009, km 13+130 (anläggning av trumma för omledning av ytlig rinnväg på brukad åkermark)
- Y14-009, km 14+310 (anläggning av trumma för omledning av rinnväg i skogsmark).

De vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten är

- Y12-008, km 12+500–12+520
- Y12-009, km 12+500
- Y12-003, km 12+510-12+520
- Y12-004, km 12+520-12+520
- Y13-004, km 13+135–13+180
- Y13-011, km 13+140–13+190
- Y13-012, 13+850–13+860
- Y13-003, km 13+860–13+890
- Y13-006, km 13+890–13+960.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter där det finns riskexponerade objekt som riskerar att påverkas av vattenverksamheten.

10.3.6.1. Omgrävning och anläggande av trummor i Dike Österby Y12-008, Y12-009, Y12-003, Y12-004, km 12+500–12+520

Vid cirka km 12+600 korsar järnvägen ett större dike, Dike Österby med lågt naturvärde (NO4-13647). Öster om järnvägen ska en trumma anläggas (Y12-009) i diket för att kunna möjliggöra anläggandet av en jordbruksöverfart. För att genomledningen under järnvägen ska kunna dras vinkelrätt mot anläggningen leds Dike Österby om (Y12-008, Y12-003) en kortade sträcka (cirka 10–15 meter) uppströms och nedströms den planerade trumman under järnvägen (Y12-004).

Dag- och dränvattenhanteringen innebär ett ökat flöde till Dike Österby men inga ytterligare flödesutjämnande åtgärder behövs då utjämning av flöde sker i befintligt vägdike. Sträckan som påverkas fysiskt av omledningen och anläggandet av trumman är relativt kort jämfört med hela diket sträckning. Under arbetet med anläggning av trummor och omledning av dike leds vattnet i befintlig åfåra. Detta gör att arbetet kan genomföras i torrhet och på så vis undvika grumling nedströms. Om detta inte är möjligt pumpas vattnet förbi arbetsområdet. Viss grumling kan uppstå vid omkopplingen. Effekterna bedöms som små i såväl bygg- som driftskede.

10.3.6.2. *Anläggning av bank med tryckbank Y13-013, bankdike Y13-011 och utloppsdikey Y13-004 km 13+135–13+190*

Den sista biten av bank med tryckbank (Y13-013) anläggs inom sjöns utbredningsområde vid ett 100-årsflöde och utgör därmed arbete i vattenområde. Totalt omfattar banken cirka 1 400 m² av vattenområdet med bankhöjd som uppgår till cirka 3,3 meter. Ingen del av tryckbanken ligger under sjöns medelvattenstånd.

Invid den planerade tryckbanken (Y13-013) planeras ett bankdike (Y13-011) på östra sidan av järnvägen med en längd om ca 50 meter. Diket mynnar ut i ett utloppsdikey (Y13-004) som också har en längd på 50 meter. Mellan vattnet och diket kommer vegetation att sparas så att vattnet kan sila ut över marken innan det når Kyrksjön. Dikena omfattar tillsammans cirka 220 m² av Kyrksjöns vattenområde men ligger inte inom Kyrksjön vid medelvattennivå i sjön.

Inget grävarbete ska utföras i sjön eftersom utloppsdiket (Y13-004) slutar en bit från strandkanten och påverkan bedöms på Kyrksjön (N04-13634) från dessa verksamheter är liten i såväl bygg- som driftskede.

Den södra delen av banken och dikena anläggs inom avgränsningen för en svämlövskog som utgör ett naturvärdesobjekt (NH4-10054) med måttligt värde. Åtgärdernas markanspråk utgör cirka 0,2–0,3 %. Effekten av detta har hanterats i MKB för JP.

10.3.6.3. *Omläggning av rörledning Y13-012 och Y13-003 och omläggning av dikey Y13-006 km 13+850–13+960*

Vid cirka km 13+850 planeras ett brostöd att anläggas över en befintlig rörledning, som leder vatten från områden söder ifrån ned mot Kyrksjön. Till följd av detta ska rörledningen läggas om (Y13-012, Y13-003) på en sträcka av cirka 70 meter. Den nya rörledningen planeras att dras några meter norr om befintlig ledning och ansluts till befintlig enskild ledning vid cirka km 13+850. Till den nya rörledningen ansluter ett befintligt dikey som även det kommer att grävas om (Y13-006) på en sträcka om cirka 65 meter. Avrinningsområdet är cirka 12 ha och medelvattenföringen cirka 1,08 l/s. Till det omgrävda diket och den nya ledningen kommer dagvatten från anläggningen att ledas. Detta vatten kommer dock fördröjas i dagvattenmagasin innan det släpps till ledningen varvid flödet inte förväntas att öka i befintlig åkerkulvert nedströms. Den befintliga åkerkulverten avvattnas i nordöstlig riktning och har sitt utlopp i Kyrksjön.

Ledningen, och till viss del diket, anläggs inom båtnadsområdet för Regleringsföretaget Kyrksjön-Lillsjön av år 1947. Ingen del av företagens anläggning kommer att påverkas av åtgärderna. Således bedöms varken företaget eller flödet i den enskilda ledningen att påverkas.

Det öppna diket som ska grävas om är ett grävt dikey i åkermark med generellt biotopskydd (NH4-10178). Intrång som sker i diket i samband med järnvägsanläggningen hanteras i MKB för järnvägsplanen.

11 Referenser

11.1 Underlagsrapporter

1. *PM Brunnsinventering GerstaberghLångsjön, OLP4-04-025-41000-0_0-0040*
2. *PM Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning 4.1, OLP4-04-025-41000-0_0-0026*
3. *PM Hydrogeologisk våtmarksutredning GerstaberghLångsjön, OLP4-04-025-41000-0_0-0045*
4. *Rapport Naturvärdesinventering av vatten GerstaberghLångsjön, OLP4-04-025-40000-0_0-0006*
5. *Rapport Naturvärdesinventering GerstaberghLångsjön, OLP4-01-025-40000-0_0-0053*
6. *Rapport Naturvärdesinventering utanför utredningskorridoren GerstaberghLångsjön, OLP4-04-025-40000-0_0-0021*
7. *Rapport Kompletterande naturvärdesinventering GerstaberghLångsjön, OLP4-04-025-40000-0_0-1233*
8. *eDNA Groddjur och fisk GerstaberghLångsjön, OLP4-04-025-40000-0_0-1241*
9. *Rapport Naturvärdesinventering grundvattenberoende områden, komplettering GerstaberghLångsjön, OLP4-04-025-40000-0_0-1237*
10. *Rapport Artinventeringar GerstaberghLångsjön, OLP4-04-024-40000-0_0-1016*
11. *Rapport Naturvärdesinventering vattenberoende naturvärden, komplettering , GerstaberghLångsjön OLP4-04-025-40000-0_0-0026*

11.2 Referenser

Barton, N.R., 2002. Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*, Vol. 39, pp. 185-216.

Eklund, Helen Stejmar, 2002. Hydrogeologiska typmiljöer: verktyg för bedömning av grundvattenkvalitet, identifiering av grundvattenförekomster samt underlag för riskhantering längs vägar. Lic.-avh. Chalmers tekniska högskola, Geologiska institutionen. Göteborg. (Publ. A 101).

Fransson Å, Merisalu, J, in press. Vattenverksamhet i urbana områden: Tillstånd, undersökningar, tekniska åtgärder och kontroll med fokus på infrastrukturbyggande – Förstudie. BeFo Rapport 175.

Länsstyrelsen Stockholm 1997. Havsöringens reproduktion i Stockholms län 1995. Rapport 1997:06.

Länsstyrelsen Stockholm, 2018. Regional vattenförsörjningsplan för Stockholms län. Länsstyrelsen Stockholms rapportserie, rapport 2018:24.

Merisalu J, Fransson Å, 2018. Hydrogeological reference conditions for assessment of environmental impact and for grouting design. *Proceedings ARMS10 10th Asian Rock Mechanics Symposium The ISRM International Symposium for 2018, 29 Oct - 3 Nov, Singapore.*

Pålkommisionen 2004 Kohesionspålar. Rapport 100.

SGI 1993 Plattgrundläggning. ISBN 91-7332-662-3.

SGI 1993 Pålgrundläggning ISBN 91-7332-663-1.

SGU, 2015. Grundvattenberoende ekosystem. Förslag på prioritering av svenska naturtyper inom nätverket Natura 2000. Dnr 423-1298/2015.

SLU Översvämmingar på jordbruksmark – utredning av konsekvenser på mark och produktion. Ingrid Wesström m.fl. 2016).

SMHI 2018a Klimatologi Nr 47, 2017.

Trafikverket 2014. Avvattnings teknisk dimensionering och utformning – MB 310, TR Avvattning. TDOK 2014:0051.

Trafikverket 2014 Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner TK Geo 13 TDOK 2013:0667.

Trafikverket 2016a. Utrednings-PM Dimensioneringsförutsättningar, klimatsäkring. OLPO-08-025-40000-0_0-0020. Reviderad 2019-03-25.

Trafikverket 2016b. Utrednings-PM Projekteringsförutsättningar, klimatsäkring. OLPO-08-025-40000-0_0-0021. Reviderad 2019-03-25.

Trafikverket 2016c. Utrednings-PM Underlag projekteringsförutsättningar, klimatsäkring. OLPO-08-025-40000-0_0-0022. Reviderad 2019-03-25.

Trafikverket 2016d. Utrednings-PM Underlag projekteringsförutsättningar, klimatsäkring Bilaga 1, Jämförelse av hur klimatförändringar och klimatparametrar hanteras i olika underlagsdokument. OLPO-08-025-40000-0_0-0023.

Trafikverket 2016e. Utrednings-PM Underlag projekteringsförutsättningar, klimatsäkring Bilaga 2, Screening av riskområden för höga havsvattenstånd inom korridoren OLP4. OLPO-08-025-40000-0_0-0024.

Trafikverket 2016f. Utrednings-PM Underlag projekteringsförutsättningar, klimatsäkring Bilaga 3, Beskrivning av regnklass 3 (CDS). OLPO-08-025-40000-0_0-0025.

Trafikverket, 2016. Riktlinje Landskap. TDOK 2015:0323. Version 1.

Trafikverket 2020a. Program för referensprovtagning i ytvatten. OLP4-04-025-40000-0_0-0035.

Trafikverket 2022b. Rapport Artskyddsinventeringar av groddjur 2022. OLP4-04-025-40000-0_0-0027.

11.3 Figurer och bilagor

För figurer och bilagor som tillhör PM Yt- och grundvatten gäller copyright:

Underlag/data	Beskrivning	Figur/Bilaga	Copyright
Lantmäteriet			
Terrängkartan Sankmark	Våtmarker från Terrängkartan	Figur 14, Figur 13, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 16, Figur 24, Figur 36, Figur 44, Figur 21, Figur 28, Figur 41, Figur 49, Bilaga D.2.1a, Bilaga D.2.2e, Figur 22, Figur 32, Figur 42, Figur 43	© Lantmäteriet
Fastighetsgräns	Topografi 10	Bilaga D.2.2a, Bilaga D.2.2c, Bilaga D.2.2d	© Lantmäteriet
Fastighetskartan	Bakgrund	Figur 31, Figur 51, Bilaga D.2.2a, Bilaga D.2.2d, Bilaga D.2.2c, Figur 22, Figur 32, Figur 42, Figur 43	© Lantmäteriet
Terrängkartan	Bakgrund	Figur 20, Figur 27, Figur 40, Figur 48, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 46, Figur 47, Figur 16, Figur 24, Figur 36, Figur 44, Figur 21, Figur 28, Figur 41, Figur 49, Bilaga D.2.1a, Bilaga D.2.2b, Bilaga D.2.2e, Bilaga D.2.2f, Bilaga D.2.2gD.2.3 (Figur 4-2,	© Lantmäteriet

Underlag/data	Beskrivning	Figur/Bilaga	Copyright
		Figur 4-5, Figur 4-7, Figur 4-10, Figur 4-13, Figur 4-14, Figur 4-15, Figur 4-16)	
Översiktskartan	Bakgrund	Figur 1, Figur 7, Figur 8, Figur 9, Figur 6, Figur 14, Figur 13, Figur 12, Figur 15, Figur 10, Bilaga D.2.3 (Figur 4-2, Figur 4-5, Figur 4-7, Figur 4-10, Figur 4-13, Figur 4-14, Figur 4-15, Figur 4-16)	© Lantmäteriet
Järnvägar GSD, Sverigekartan	Bakgrund	Figur 1, Figur 7, Figur 8, Figur 9, Figur 6, Figur 14, Figur 13, Figur 12, Figur 15, Figur 10	© Lantmäteriet
Visningstjänst ortofoto	0,16 m upplösning	Bilaga D.2.1b, Bilaga D.2.1c	© Lantmäteriet
Visningstjänst ortofoto	0,5 m upplösning	Figur 6, Figur 7	© Lantmäteriet
Länsstyrelsen			
Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter		Bilaga D.2.2g	
Potentiellt förorenade områden	Riskklass, EBH	Bilaga D.2.2g	
VISS grundvattenförekomst	Grundvatten – vattenförekomst	Figur 14, Figur 20, Figur 27, Figur 40, Figur 48, Figur 21, Figur 28, Figur 41, Figur 49, Bilaga D.2.2a, Figur 22, Figur 32, Figur 42, Figur 43	
VISS ytvattenförekomster	Vattendrag – vattenförekomst	Figur 13, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 46, Figur 47	
VISS ytvattenförekomster	Sjö – vattenförekomst	Figur 13, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 46, Figur 47	
VISS ytvattenförekomster	Kustvatten – vattenförekomst	Figur 13, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 46, Figur 47	
VISS övriga vatten	Vattendrag – övrigt vatten	Figur 13	
VISS övriga vatten	Sjö – övrigt vatten	Figur 13	
Naturvårdsverket			
Våtmark	Våtmarker från nationella marktäckesdatabasen	Figur 14, Figur 13, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 16, Figur 24, Figur 36, Figur 44, Figur 21, Figur 28, Figur 41, Figur 49, Bilaga D.2.1a, Bilaga D.2.2e, Figur 22, Figur 32, Figur 42, Figur 43	

Underlag/data	Beskrivning	Figur/Bilaga	Copyright
Våtmark på skog	Våtmarker från nationella marktäckesdatabasen	Figur 14, Figur 13, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 16, Figur 24, Figur 36, Figur 44, Figur 21, Figur 28, Figur 41, Figur 49, Bilaga D.2.1a, Bilaga D.2.2e, Figur 22, Figur 32, Figur 42, Figur 43	
SGU			
Grundvattenmagasin	SGU Grundvattenmagasin	Figur 14, Figur 20, Figur 21, Figur 22, Figur 23, Figur 43, Figur 44, Figur 45, Figur 46, Bilaga D.2.2a	© Sveriges geologiska undersökning
Deformationszoner	Strukturlinjer från SGU:s Berggrundskarta	Figur 12, Figur 31, Figur 51	© Sveriges geologiska undersökning
Berggrundskarta	Berggrundsytter från SGU:s Berggrundskarta	Figur 12	© Sveriges geologiska undersökning
Jordartskartan (20-11-25) 1:25 000-1:100 000, alt1	Jordart, grundlager från SGU:s Jordartskartan	Figur 8, Figur 9, Figur 14, Figur 20, Figur 27, Figur 40, Figur 48, Figur 21, Figur 28, Figur 41, Figur 49, Bilaga D.2.2a, Bilaga D.2.2d, Bilaga D.2.1b, Bilaga D.2.1c, Bilaga D.2.2f, Figur 22, Figur 32, Figur 42, Figur 43, Bilaga D.2.3 (Figur 4-2, Figur 4-5, Figur 4-7, Figur 4-10, Figur 4-13, Figur 4-14, Figur 4-15, Figur 4-16)	© Sveriges geologiska undersökning
SMHI			
Avrinningsområden, SMHI	Huvudavrinningsområde	Figur 13, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 46, Figur 47	
Avrinningsområden, SMHI	Delavrinningsområde	Figur 14, Figur 13, Figur 20, Figur 27, Figur 40, Figur 48, Figur 18, Figur 26, Figur 38, Figur 46, Figur 46, Figur 47	
Trosa kommun			
Vattenskyddsområde	Vattenskyddsområde Trosa, inre skyddszon & yttre skyddszon Vattenskyddsområde Tunsätter inre & yttre skyddszon Planerat vattenskyddsområde Sörtuna/Trosa kommun inre skyddszon & yttre skyddszon	Figur 14, Bilaga D.2.2a	

12 Begrepp och definitioner

Akvifer	En i berg eller jord vattenförande formation som kan avge vatten i användbara volymer. (SGU:s ordlista)
Artesiskt grundvatten	De flesta brunnar i kvartära avlagringar tar sitt vatten ifrån s.k. slutna magasin. Ett slutet magasin begränsas uppåt av ett för vattnet ogenomträngligt lager, till exempel tät moränlera. I ett sådant artesiskt magasin kan man mäta ett grundvattentryck som når över magasinets övre gräns och som ibland når över markytan. (SMHI ordlista). I denna rapport tillämpas begreppet dock endast där grundvattentrycket når över marknivån.
Avrinningsområde	Det område uppströms en viss punkt som vatten dräneras ifrån. Avrinningsområdet för ytvatten begränsas av höjdryggar, som delar flödet från regn och smältvatten åt olika håll. Gränsen för avrinningsområdet utgörs av ytvattendelaren. Avrinningsområdet omfattar både markytan och ytan av områdets sjöar. Om man däremot räknar endast markytan varifrån vatten avrinner till sjöar och vattendrag i området så benämns detta tillrinningsområde. Avrinningsområde för grundvatten sammanfaller ofta, men inte alltid med avrinningsområde för ytvatten. Det förekommer utöver fasta grundvattendelare, såsom höjdryggar även gravitationsvattendelare, vars läge kan variera beroende på variationer i grundvattennivån och yttre påverkan, såsom grundvattenbortledning.
Biologiska kvalitetsfaktorer	De biologiska kvalitetsfaktorerna är: bottenfauna, makroalger, makrofyter, kiselalger, växtplankton och fisk. Dessa ger en bild av om vattnet är påverkat av mänsklig verksamhet och ligger till grund för bedömning av ekologisk status.
Byggskede för vattenverksamhet	Det skede verksamheter pågår som förändrar bortledning av grundvatten, exempelvis drivning och tätning av bergtunnlar, länshållning av grundvatten i öppna schakt, med mera För arbeten i ytvatten motsvarar byggskedet den tid under vilket anläggningsarbeten i vattenområdet pågår fram till dess att de permanenta anläggningarna färdigställts och eventuella skyddsåtgärder i vattenområde avetablerats.
Båtadsområde	Område som fått ett förhöjt värde genom förbättrade odlingsmöjligheter genom en markavvattnings-, diknings-, eller sjösänkingsåtgärd. Området avgör ofta vilka fastigheter som ska ingå i markavvattningsföretaget.
Driftskede för vattenverksamhet	Det skede som startar efter byggskede vattenverksamhet. Under driftskedet fortgår bortledning av grundvatten från permanent dränerande konstruktioner, exempelvis bergtunnlar. För arbeten i ytvatten sker ingen vattenverksamhet efter att byggskedet har avslutats och vattenanläggningar är färdigställda.
Dagvatten	Tillfälligt vatten på ytan av mark eller konstruktion, till exempel regnvatten, smältvatten, framträngande grundvatten.
Dränvatten	Inläckande grundvatten (i schaktgrop eller anläggning under grundvattennivån) som leds bort i dräneringsledning till diken eller liknande.
Energibrunnsanläggning	Ett eller flera borrhål i berg för utvinning eller lagring av energi. Borrhålslager är en energibrunnsanläggning med flera borrhål där växelvis värme och kyla inlagras och utvinns.
Grundvatten	Grundvatten är det vatten som finns där jordens porer (hålrum) och bergets sprickor är helt vattenfyllda. (SGU)
Grundvattenberoende objekt	Samlingsnamn för de allmänna eller enskilda intressen som inventerats inom utredningsområdet och som är beroende av grundvattensituationen för att bibehålla sitt värde eller sina egenskaper. Det kan vara anläggningar som är grundlagda på sättningskänslig mark, naturvärden som är beroende av grundvattenutströmning, naturliga källor etcetera.
Grundvattenmagasin	Grundvattenförande lager med relativt stor mäktighet och avgränsat så att det kan betraktas som en hydrologisk enhet. Ett genomsläppligt jordlager där grundvatten förekommer kallas för en akvifer medan grundvattenmagasin används för att beteckna en avgränsad del av ett genomsläppligt jordlager.

	<p>Grundvatten kan förekomma i öppna eller slutna magasin. I ett öppet magasin kan nederbördsvatten som inte tas upp av vegetationen i markzonen direkt perkolera till grundvattenmagasinet. I ett slutet (undre) magasin begränsas magasinet av ett ovanliggande tätande jordlager, vanligtvis lera, och magasinet fylls huvudsakligen på genom tillrinning från sidan. Om omgivande grundvattenbildningsområden för ett slutet magasin ligger högre i terrängen än området med den tätande lerjorden kan det slutna (undre) magasinets trycknivå vara högre än marknivån. Det kallas artesiskt grundvatten. Öppna magasin ovanför ett tätande lerlager brukar kallas ett övre magasin och vanligen handlar det om grundvatten i fyllnadsmaterial och torrskorpelera men det kan även förekomma naturligt eller i svallade material som svallats ut över ett lerskikt.</p>
Hydrogeologi	<p>Inom hydrogeologin undersöks de geologiska förutsättningarna för grundvattnets bildande, dess förekomst, strömning och sammansättning. Även grundvattnets betydelse som en geologisk faktor för till exempel vittring, korrosion, stabilitetsförhållanden och erosionsföreteelser. I projekt Ostlänken används begreppet i stället för det ofta använda begreppet "geohydrologi" med snarlik innebörd.</p>
Länshållningsvatten/ Länsvatten	<p>Det vatten som leds bort från tunnel eller öppna schakt för att hålla torrt i byggskedet benämns länshållningsvatten. Länshållningsvatten kan utgöras av en blandning av nederbörd, dagvatten från omgivningen, dränvatten och processvatten.</p>
Markavvattning	<p>Markavvattning, en åtgärd som utförs för att avvattna mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för något visst ändamål.</p>
Markavvattningsföretag	<p>Markavvattningsföretag har ofta tillkommit genom förrättning när flera fastigheter var i behov av ny markavvattning. De kallas även vattenavledningsföretag, dikningsföretag, invallningsföretag eller regleringsföretag, beroende på när och varför de tillkom.</p> <p>I samband med att ett markavvattningsföretag tillkom bildades en samfällighet för att sköta underhållet av den gemensamma vattenanläggningen och ta tillvara samfällighetens intressen. Namnet på samfälligheten är samma som på tillståndet eller vattenanläggningen. Samfälligheterna är viktiga sakägare i samband med till exempel ny bebyggelse.</p>
Processvatten	<p>Processvatten är vatten som används för anläggningsarbeten, exempelvis vid betonggjutning eller till kylning vid bergborrning. Vid tunneldrivning blandas processvatten med inläckande grundvatten, vid skärningar och påslag även med dagvatten.</p>
Påverkansområde för grundvatten	<p>Det område utanför vilket någon påverkan av betydelse för något grundvattenberoende objekt inte förväntas uppkomma. En sådan påverkan bedöms kunna uppkomma vid en sänkning av grundvattennivå motsvarande > 0,3 m i jord och > 1 meter i berg (jämfört mot tidigare års nivåvariation). Utbredningen av området är bedömd inklusive de skadeförebyggande åtgärder som ingår i projekterad anläggning (tätning, strömningsavskärande fyllning etcetera), men utan eventuella skyddsåtgärder, såsom infiltration av vatten för att höja grundvattennivåerna.</p>
Riskenxponerade objekt	<p>De yt- eller grundvattenberoende objekt och värden som efter utredning bedöms kunna påverkas av vattenverksamheterna.</p>
Rinnväg	<p>Rinnstråk där vatten rinner tidvis såsom vid kraftiga regn, snösmältning eller vid långa regnperioder men där det inte finns ett permanent dike eller vattendrag.</p>
Rörledning	<p>Anordning av rör, avsedd att genomleda vatten. I denna handling särskiljs rörledning från trumma genom att rörledningens inlopp och/eller utlopp är försedd med särskild anslutningsanordning såsom brunn eller avvinkling.</p>
Skadeförebyggande åtgärder	<p>Åtgärder som är en förutsättning för anläggningens utförande i syfte att minska negativa effekter för omgivningen. De utgör en förutsättning för konsekvensbedömningen.</p>
Skyddsåtgärd	<p>Skyddsåtgärder är sådana åtgärder som vidtas i för att minska omgivningspåverkan. Skyddsåtgärder kan utgöras av exempelvis ytterligare tätning, infiltration eller grumlingskydd.</p>
Släntfot	<p>Där den nedre delen av järnvägsbankens slänt möter omgivande mark.</p>
Trumma	<p>En trumma har öppet in- och utlopp och är avsedd att leda vatten genom en väg eller järnväg, samt har en teoretisk spännvidd ≤ 2,0 m.</p>
Utredningsområde	<p>Utredningsområdet avgränsar det område som inventeringar, undersökningar och utredningar utförs inom för att utreda påverkan av planerade vattenverksamheter. Området motsvarar ofta även samrådskretsen för vattenverksamheten. Området är tilltaget med god marginal för att inventeringsarbetet ska få en tillräcklig omfattning.</p>

Utskiftning	Urgrävning av marklager, exempelvis jord, som sedan ersätts (återfylls) med lämpligt material.
Vattenförekomst	<p>I princip allt vatten i Sverige, förutom det öppna havet, är indelat i mindre enheter som kallas vattenförekomster. Detta görs för att kunna beskriva tillståndet i vattnet och bedöma vilka mål, miljö kvalitetsnormer, som ska gälla.</p> <p>Det finns fyra sorters vattenförekomster: sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten. Vattenförekomsterna får inte vara hur små som helst utan de ska ha en viss storlek. Till exempel ska en sjö vara minst en kvadratkilometer stor och en grundvattenförekomst ge minst tio kubikmeter vatten per dygn, eller kunna förse minst 50 personer med dricksvatten. Vatten som inte klassats som vattenförekomster kallas övrigt vatten. (Vattenmyndigheterna)</p>
Vattenområde	Ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd. (11 kap. Miljöbalken)
Vattentäkt	Bortledning av ytvatten eller grundvatten för vattenförsörjning, värmeutvinning eller bevattning. Beteckningen används också om grundvattenmagasin, sjö eller vattendrag där vattenverk hämtar sitt råvatten.
Ytvattenberoende objekt och värden	Samlingsnamn för de allmänna eller enskilda intressen som inventerats inom utredningsområdet och vars värde eller egenskaper beror av ytvattensituationen, inklusive vattennivå, flöde och vattenkvalitet.
Återkomsttid	Återkomsttid är ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga händelser kan förväntas. Med en händelses återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid. Återkomsttider beräknas med statistiska metoder genom extremvärdesanalys av långa serier av kontinuerliga mätningar. Återkomsttider kan beräknas för olika parametrar såsom vattennivå, regnmängd, vattenflöde, temperatur, vindhastighet eller snödjup. (https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/extremer/aterkomsttider-1.89085)
Öppet grundvattenmagasin	se Grundvattenmagasin.
Övre grundvattenmagasin	se Grundvattenmagasin.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 172 90 Sundbyberg. Besöksadress: Solna Strandväg 98.

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

www.trafikverket.se