

Ostlänken

Teknisk beskrivning vattenverksamhet Gerstabergr-Långsjön Södertälje kommun, Stockholms län

Bilaga C till ansökan om tillstånd

2023-06-13



Trafikverket

Postadress: 172 90 Sundbyberg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Teknisk beskrivning vattenverksamhet Gerstabergr-Långsjön

Författare: Konsortiet ÅF/Tyréns

Dokumentdatum: 2023-06-13

Ärendenummer: TRV 2019/65709

Version: _ .11

Kontaktperson: Anna Roxell, Linda Abrahamsson

Innehållsförteckning

Bilageförteckning	10
1. Inledning	11
1.1 Läsanvisning.....	11
1.2 Övergripande om Ostlänken.....	12
1.3 Översiktlig beskrivning av delsträcka.....	13
1.4 Vattenverksamhet	15
1.4.1 Arbeten i vattenområde.....	15
1.4.2 Bortledning av grundvatten.....	15
1.4.3 Skyddsinfiltration	15
1.4.4 Markavvattning	16
2. Höjdsystem, fixpunkt och koordinatsystem	17
3. Begreppslista	19
4. Planerad anläggning	22
4.1 Bana på bank	22
4.1.1 Avvattning/dränering av anläggning	23
4.1.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet.....	23
4.2 Bana i skärning.....	24
4.2.1 Avvattning/dränering av anläggning.....	25
4.2.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet.....	25
4.3 Betongtråg och betongtunnel.....	25
4.3.1 Avvattning/dränering av anläggning.....	26
4.3.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet.....	26
4.4 Bergtunnel	26
4.4.1 Inklädnad	27
4.4.2 Avvattning/dränering av anläggning	28
4.4.3 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet	28
4.5 Bro.....	29
4.5.1 Avvattning/dränering av anläggning	30
4.5.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet	30
4.6 Passage av vattenområden	30
4.6.1 Utformning av vattenpassager – genomledningar och passager.....	30
4.6.2 Dimensionering – klimatanpassning.....	31
4.7 Övriga anläggningar.....	31
4.7.1 Dagvattenmagasin	31
4.7.2 Servicevägar och räddningsvägar.....	31

4.8	Tillfälliga anläggningar	31
4.8.1	Arbetsvägar	31
4.8.2	Etableringsytor och arbetsytor	32
4.8.3	Tillfälliga arbetsbryggor eller pontoner	32
5.	Byggmetoder	33
5.1	Byggmetoder i berg.....	33
5.1.1	Tunneldrivning	33
5.1.2	Tätning av tunnel	34
5.1.3	Bergschakt för bergskärning.....	35
5.1.4	Ridå- och botteninjektering av berg	36
5.2	Jordschakt.....	37
5.2.1	Sponter	37
5.2.2	Jetinjektering	38
5.2.3	Sekantpålar	38
5.3	Grundläggningsmetoder	39
5.3.1	Pålgrundläggning	39
5.3.2	Plattgrundläggning	39
5.3.3	Markförstärkningsåtgärder	40
5.4	Bortledning av grundvatten	43
5.4.1	Bortledning av länshållningsvatten från öppna schakt i byggskedet	43
5.4.2	Bortledning av länshållningsvatten från berganläggningar i byggskedet	43
5.5	Anläggning av mindre trummor och diken.....	43
6.	Skadeförebyggande åtgärder och skyddsåtgärder	44
6.1	Arbeten inom vattenområde	44
6.1.1	Arbete i diken och vattendrag	44
6.1.2	Grumlingsbegränsande åtgärder	44
6.1.3	Gjutning av betong i vattenområde	46
6.1.4	Erosionsskydd	46
6.2	Påverkan på grundvattenförhållanden	46
6.2.1	Tätning kring schakt i jord/berg.....	47
6.2.2	Tätning av tunnlar	48
6.2.3	Anläggningar för skyddsinfiltration	48
6.2.4	Strömningsavskärande fyllning.....	50
7.	Anläggningsbeskrivning vattenverksamhet.....	51
7.1	Gerstaberget km 0+000–1+850	52
	Go-005 Utskiftning uppspår – km 0+150–0+325	53

Go-006 Utskiftning provisoriskt skyddsspår – km 0+180–0+270	54
Yo-011, Yo-021 Omledning av dike och anläggning av trumma – km 0+200–0+220 ...	54
Yo-013 Rörläggning av dike Gerstabergr – km 0+220–0+360.....	54
Yo-002 Omläggning/förlängning av järnvägstrumma under serviceväg – km 0+360– 0+370	55
Yo-003 Anläggning av trumma under ny väg – km 0+580.....	56
Go-003 Schakt för grundläggning av brostöd (uppspår) – km 0+500–1+490	56
Go-010 Skyddsinfiltation – km 0+440–1+430.....	59
Go-009 Utskiftning nedspår – km 0+695–0+698.....	60
Go-007 Skärning för väg – km 0+700.....	60
Go-017 Utskiftning nedspår – km 0+820–0+830	60
Y1-023, Y1-026, Y1-025, Y1-024, Y1-008 Omläggning av rörledning vid Gerstabergrs torrlägningsföretag år 1930 – km 1+030–1+220	60
G1-005 Utskiftning – km 1+275–1+290.....	61
G1-010 Skärning nedspår – km 1+290–1+400	61
G1-007 Schakt nedspår – km 1+390–1+420	62
G1-012 Skärning norr om våtmark V1-001 nedspår – km 1+450–1+710	62
G1-004 Skärning norr om våtmark V1-001 uppspår – km 1+510–1+710	62
G1-009, Y1-002, Y1-021 och Y1-019 Utskiftning för bank och tryckbank över våtmark V1-001 – km 1+700–1+850	63
G1-006 Skärning för väg – km 1+800	64
7.2 Gerstabergrstunneln och norra påslaget km 1+850–3+697.....	65
G1-003 Skärning mellan våtmarker – km 1+850–2+010	66
G1-011 Skärning för väg – km 1+900–2+000.....	67
G2-007 Utskiftning – km 2+025–2+042.....	67
G2-002 Schakt för grundläggning av brostöd för järnvägsbro över serviceväg – km 2+042–2+053	67
Y2-010, Y2-004, Y2-003, Y2-011 Anläggningar i våtmark V2-001 samt anläggning av nya trummor och diken – km 2+053–2+260	68
Y2-001, Y2-002 Anläggning av trumma i rinnväg och anläggning av dike – km 2+090– 2+110	69
G2-003 Utskiftning – km 2+260–2+270	70
G2-010 Uttag av processvatten för tunneldrivning Gerstabergr Norra – km 2+300.....	70
G2-005 Norra förskärningen Gerstabergrstunneln – km 2+280–2+384	71
G2-011 Brandvattenmagasin – km 2+330.....	71
G2-006 Gerstabergrstunneln inklusive portal, servicetunnel och tvärtunnlar – km 2+384–3+697.....	71
Trummor	75

7.3	Södra påslaget Gerstabergrstunneln och trafikplats Järna km 3+697-4+080	76
	G3-001 Södra tunnelpåslaget Gerstabergrstunneln – km 3+697-3+940	76
	G3-006 Jordskärningar för avfartsramp från E4 – km 3+900-4+000	77
	G3-007 Schakt för grundläggning av brostöd GC-väg – km 3+900-4+000	77
7.4	Järnaslätten och Moraån km 4+080-6+930	79
	Y4-001 Anläggning av broar och erosionsstkydd i Moraån – km 4+535-4+552	79
	Y4-004, Y4-005 Järnvägsbank, brokon och ny väg – km 4+560-4+750	82
	G5-002 Tråg och betongtunnel under E4 – km 5+140-5+790	83
	G5-006 Skyddsinfiltration – km 5+500-5+700	85
	G5-004 Utskiftning för omläggning av E4 – km 5+660-5+700	85
	Y5-002, Y5-007, Y5-008, Y6-006, Y6-007 Ny trumma under E4, nytt dike, omledning av dike och rörläggning samt fördjupning av dike – km 5+925-6+230	86
	G6-001 Skärning för järnväg – km 6+620-6+910	86
7.5	Kjulsta km 6+930-8+015	88
	Y7-008, Y7-009, Y7-001, Y7-002 Omledning av åkerkulvert och anläggning av nya rörledningar – km 7+010-7+130	89
	G7-004 Skärning för järnväg – km 7+500-7+800	90
	Y7-010 Anläggning av järnvägsbank – km 7+950-7+955	90
7.6	Hölö och Skillebyån km 8+015-11+250	91
	G8-001 Schakt för grundläggning av brostöd – km 8+015-8+310	91
	G8-005 Skärning för järnväg – km 8+330-8+930	91
	G8-004 Dagvattenmagasin – km 8+900	92
	G9-001, Y9-001 Schakt för anläggande av brostöd och erosionsstkydd Skillebyåns dalgång – km 9+430-9+750	92
	G9-002 Dagvattenmagasin – km 9+775	93
	G9-004 Skärning – km 9+830-10+170	94
	G10-002 Schakt för grundläggning av brostöd – km 10+211-10+360	94
	G10-003 Utskiftning – km 10+360-10+430	94
	G10-004 Skärning – km 10+470-10+850	95
	G10-009 Skärning för serviceväg – km 10+500	95
	Y10-009, Y10-006, Y11-006, Y10-007, Y11-002 Bankutfyllnad i våtmark V11-001 och förbiledning – km 10+860-11+200	95
	G11-008 Skärning norr om väg 513 – km 11+030-11+150	96
	G11-002 Schakt för grundläggning av landfästen – km 11+188-11+223	96
	Trummor	97
7.7	Kyrksjön km 11+250-13+970	98
	G11-001 Skärning söder om väg 513 – km 11+260-11+590	99

G11-003 Skärning – km 11+680–12+370	100
Y12-004, Y12-009, Y12-003, Y12-008 Anläggning av nya trummor samt omledning av Dike Österby – km 12+500–12+520	100
G12-007 Tråg under väg 510 – km 12+550–12+680.....	101
G12-005 Skyddsinfiltration för tråg under väg 510 – km 12+520–12+720	103
G12-004 Vägbro för väg 510 över järnväg – km 12+640	103
G12-008 Skärning söder om väg 510 samt utskiftning för serviceväg – km 12+680– 13+020.....	104
Y13-013, Y13-011, Y13-004 Tryckbank, bankdike samt utloppsdikey inom Kyrksjöns vattenområde – km 12+980–13+190	104
G13-001, Y13-001 och Y13-010 Grundläggning av brostöd för Järnvägsbro och anläggning av tillfällig pålbrygga Kyrksjön – km 13+238–13+963	105
Y13-005 Uttag av processvatten Kyrksjön – km 13+400	108
Y13-012, Y13-003, Y13-006 Omläggning av rörledning och omgrävning av dike – km 13+850–13+960.....	109
G13-004 Dagvattenmagasin – km 13+967.....	109
Trummor.....	110
7.8 Norra och Södra Edebytunnlarna km 13+970–14+700	111
G13-005 Norra Edebytunneln inkl. tunnelportaler – km 13+978–14+183.....	111
G14-002 Skärning för serviceväg – km 14+000	112
G14-004 Skärning mellan Edebytunnlarna – km 14+183–14+440	112
G14-005 Södra Edebytunneln – km 14+440–14+613	113
G14-003 Skärning för serviceväg väster om spår – km 14+500	114
G14-006 Utskiftning – km 14+660–14+700	114
Trummor	115
8. Vattenhantering	116
8.1 Hantering av länshållningsvatten i byggskedet.....	116
8.1.1 Länshållningsvatten från tunneldrivning	116
8.1.2 Länshållningsvattnet från öppna schakt och skärningar.....	118
8.1.3 Kontroll av vattenbehandlingsanläggning.....	120
8.2 Dränvatten från färdig anläggning	120
9. Referenser	122
9.1 Figurer.....	123
Figurförteckning	
Figur 1: Planerad sträckning Ostlänken	12
Figur 2: Delsträcka Gerstaberg–Långsjön med delområdesindelningar.....	14
Figur 3: Karta över fixpunkter, delsträcka Gerstaberg–Långsjön.	17
Figur 4: Illustration för förklaring av järnvägstekniska benämningar, TDOK 2015:0198.	21

Figur 5: Typsektion bank, skogsmark.....	22
Figur 6: Typsektion jordskärning.	24
Figur 7: Typsektion bergskärning. Breddad sektion ska utföras för skärningar i berg där slänthöjden överstiger 10 meter.	24
Figur 8: Principiell utformning av betongtunnel och tråg.....	25
Figur 9: Illustration, typsektion bergtunnel.	26
Figur 10: Illustration, typsektion servicetunnel.	27
Figur 11: Utförande av platsgjuten betonginklädnad av bergtunnlar.	28
Figur 12: Principsektion dubbelpårsbro.	29
Figur 13: Principskiss schakt för brostöd, plattgrundläggning.....	29
Figur 14: Principiell arbetsmetod för tunneldrivning.	33
Figur 15: Olika typer av stålspont. Spontens tvärsnitt visas ovan fotografierna.	38
Figur 16: T.v. bakåtförankrad tätspont. T.h. stämpad tätspont.....	38
Figur 17: Bakåtförankrad sekantpålevägg (NL12, Norra länken).	39
Figur 18: Utskiftningsbredd kopplat till djup och fyllnadsmaterial.....	40
Figur 19: Vertikaldräner.....	41
Figur 20: Installation av kalk-cementpelare.	42
Figur 21: Exempel där geotextil lagts ut för att samla upp sediment vid anläggande av trumma. (Källa: Trafikverket 2014.)	45
Figur 22: Exempel på skyddsåtgärd med tillfälligt dämme i vattendrag. Vatten pumpas förbi arbetsområdet. (Källa foto: Trafikverket, Agne Gunnarsson.).....	45
Figur 23: Exempel med skyddsåtgärd där halmbalar lagts ut för att fånga sediment vid arbete i vattendrag. (Källa, foto: Trafikverket, Agne Gunnarsson.)	46
Figur 24: Strategi för åtgärder för att begränsa grundvattenbortledning och grundvattenpåverkan..	47
Figur 25: Princip för infiltrationsanläggning.	49
Figur 26: Geografisk kapitelindelning, teknisk beskrivning.	51
Figur 27: Översiktskarta över grundvatten för Gerstaberg och Logsjön.	53
Figur 28: Profil över Norra anslutningsbron med jordlagerföljd och medelvattennivå, norr åt höger i figur.	57
Figur 29: Profil över Norra anslutningsbron och Bro över befintlig järnväg med jordlagerföljd och medelvattennivå, norr åt höger i figur.	57
Figur 30: Profil över Södra anslutningsbron med jordlagerföljd och medelvattennivå, norr åt höger i figur.	57
Figur 31: Översikt, bro över befintlig järnväg (flyover) och anslutningsbroar.....	59
Figur 32: Översiktskarta över grundvatten i delområde Järna.	66
Figur 33: Gerstabergstunneln, profil.	73
Figur 34: Layout för Gerstabergstunneln med vy mot syd.	74
Figur 35: Plan byggskede södra tunnelpåslaget Gerstabergstunneln.	77
Figur 36: Moraån, bro under E4, fotograferad från väster till öster, Saltå kvarn i bakgrunden. Strömningsriktningen redovisas med orange pil.....	80
Figur 37: Illustration av principlösning för anläggning av erosionskydd med siltgardin, norra sidan Moraån. Teckenförklaring syns i den lilla figuren ovan.	81
Figur 38: Illustration av principlösning för anläggning av erosionskydd med siltgardin, södra sidan Moraån. Teckenförklaring syns i den lilla figuren ovan.	82
Figur 39: Schematisk profil betongtunnel under E4.	83

Figur 40: Byggskedesfigur betongtunnel under E4.....	85
Figur 41: Översiktskarta över grundvattnet i Kjulsta och Hölö.....	89
Figur 42: Översiktskarta över grundvattnet i Kyrksjön.....	99
Figur 43: Profil över Tråg under väg 510.....	101
Figur 44: Plan byggskede tråg under Väg 510.....	103
Figur 45: Skiss över läge för siltgardiner, röd streckat linje, och öppning vid Lillåns utlopp.....	107
Figur 46: Nedsänkning av betongplatta. Foto: Bo Vading.....	108
Figur 47: Tätkassun. Foto: Bo Vading.....	108
Figur 48: Profil över Norra Edebytunneln.....	111
Figur 49: Profil över Södra Edebytunneln.....	113
Figur 50: Schematisk översikt av vattenbehandlingsanläggning för länshållningsvatten från tunneldrivning. Försedimentering med oljeavskiljning (A), pH-justering (B), flockning och sedimentering (C), sandfiltrering för processvatten vid behov (D), avledning av länshållningsvatten (E).	116
Figur 51: Planerad lösning för hantering av länshållningsvatten och dränvatten från Gerstabergstunneln samt hantering av länshållningsvatten från schakt vid södra tunnelpåslaget Gerstabergstunneln och schakt under E4. Spridarledningen placering är schematisk och detaljprojekteras i senare skede.	117
Figur 52: Schematisk översikt av en möjlig sedimenteringscontainer sett från sidan. Inloppslåda (A), spalt för fördelning av vatten (B), högsta vattenyta (C) och plåt för oljeavskiljning (D).....	118
Figur 53: Planerad lösning för hantering av länshållningsvatten från schakt vid Väg 510 samt dränvatten från Edebytunnlarna.....	119

Bilageförteckning

Bilaga C.1 Översikt anläggning och vattenverksamheter i plan

Bilaga C.2 Plan- och sektionsritningar ytvattenpassager

Bilaga C.3 Profiler för vattendrag

Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten

Bilaga C.5 PM Erosionsskydd

Bilaga C.6 PM Stabilitetsutredning

Bilaga C.7 Profiler över spårlinjen

Bilaga C.8 Sammanställning samtliga vattenverksamheter

Bilaga C.9 Fotodokumentation vattendrag/dike/våtmark/sjö med vattenverksamheter

1. Inledning

Detta dokument utgör en teknisk beskrivning (TB) som hör till ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för Ostlänken för sträckan Gerstabergr-Långsjön. Dokumentet redovisar det tekniska utförandet av planerade vattenverksamheter samt de anläggningsdelar som medför eller påverkar utförandet av vattenverksamheter. Här redovisas även utförandet av skadeförebyggande åtgärder och skyddsåtgärder som planeras för att begränsa vattenverksamheternas omgivningspåverkan.

Underlag till den tekniska beskrivningen är huvudsakligen hämtat från systemhandlingsprojekteringen. Syftet med en systemhandling är att redovisa en genomförbar lösning som är optimerad utifrån teknik, ekonomi, miljö och produktion. Slutligt utförande eller val av byggmetoder görs i en bygghandlingsprojektering, av Trafikverket upphandlad teknisk konsult eller av entreprenören, beroende på om entreprenadformen är en totalentreprenad eller en utförandeentreprenad. Trafikverket ansvarar för framtagandet av bygghandlingar inom utförandeentreprenader medan totalentreprenad innebär att bygghandlingar utarbetas av entreprenören. I förfrågningsunderlaget för en totalentreprenad ställer Trafikverket krav på anläggningens funktion och gestaltning. Det innebär att entreprenören har en viss frihet att ta fram tekniska lösningar för utformning och genomförande.

De metoder som presenteras i teknisk beskrivning är de som planeras att utföras, och som bedöms utgöra bästa möjliga teknik för förhållanden på den aktuella platsen och anläggningstypen. Detaljprojektering kan dock senare visa att det föreligger mer ändamålsenliga och effektiva byggmetoder för vissa platser.

1.1 Läsanvisning

Inledande kapitel 2–6, är i huvudsak generella och gemensamma för samtliga tekniska beskrivningar för Ostlänkens olika delar. I kapitel 4 beskrivs Ostlänkens anläggningsdelar och på vilket sätt de kan medföra vattenverksamhet. I kapitel 5 beskrivs aktuella byggmetoder, dvs. hur de olika anläggningsdelarna som kan medföra vattenverksamhet kommer att utföras. I kapitel 6 beskrivs skadeförebyggande åtgärder och skyddsåtgärder. I kapitel 7 beskrivs utförandet av samtliga planerade vattenverksamheter på sträckan från norr till söder. Kapitlet är uppdelat efter geografiska områden och i varje delkapitel beskrivs vattenverksamheterna för anläggningen. I kapitel 8 beskrivs vattenhanteringen längs sträckan.

I Bilaga C.1 *Översikt anläggning och vattenverksamheter i plan* visas samtliga vattenverksamheter i plan. I plan framgår bland annat utbredning av banker och skärningar samt ytvattendragens riktning vid omledning och befintliga översvänningsområden med 100-års återkomsttid. I Bilaga C.2 *Plan- och sektionsritningar ytvattenpassager* visas detaljerade ritningar för broarna över Moraån, Skillebyån och Bro över Kyrksjön. I broprofilerna visas medelvattennivå, medelhögvattennivå, högsta högvattennivå med 50-års återkomsttid och högsta högvattennivå med 100-års återkomsttid (respektive flöde redovisas i Bilaga C.4). I Bilaga C.3 *Profiler för vattendrag* visas längsgående profiler och tvärsektioner över diken och kulvertar. Syftet med bilagorna C.1, C.2 och C.3, är att redovisa de tillståndssökta anläggningarnas läge och nivåer samt möjliggöra uppföljning av tillstånden. I Bilaga C.4 *PM Beräkningar ytvatten* finns beräkningar och dimensioneringar för ytvattenpassager, trummor och kulverteringar. Vattennivåerna i dessa vattendrag har modellerats med medelvattenföring samt ett antal högvattenföringar för att bland annat dimensionera genomledningar samt utreda vattenutbredning, eventuella översvänningsrisker och befintliga samt framtida dämningar vid trummor och broar. I Bilaga C.5 *PM Erosionsskydd* beskrivs beräkningar för erosionsskydden vid Moraån och Skillebyån. Erosionsskydden visas även i skisser i plan och sektioner. I Bilaga C.6 *PM Stabilitetsutredning* beskrivs de geotekniska stabilitetsutredningar som gjorts för sträckan. I Bilaga C.7 *Profiler över spårlinjen* visas den kompletta spårlinjen i profil för sträckan i form av järnvägsplanens illustrationsritningar. I Bilaga C.8 *Sammanställning samtliga vattenverksamheter* är samtliga vattenverksamheter sammanställda i tabellform. I Bilaga C.9 *Fotodokumentation vattendrag/dike/våtmark/sjö med vattenverksamheter* redovisas foton vid platser för ytvattenverksamheter.

Beskrivningen av var de olika vattenverksamheterna och anläggningsdelarna är lokaliserade utgår ifrån områdes- eller vägnamn, namn på vattendrag etcetera, men till stor del även av spåranslagningens längdmätning (kilometer+meter, exempelvis km 0+700). Längdmätningen för Ostlänken börjar vid Gerstaberget i Södertälje med km 0+000, ökar söderut och refererar till järnvägen. Varje avgränsad vattenverksamhet har getts ett löpnummer som startar på aktuella km-angivelse enligt längdmätningen. Den beskrivande texten i den Tekniska Beskrivningen är kopplad till vattenverksamheternas komplexitet och storlek; en mindre vattenverksamhet har en kortare beskrivande text medan en komplex vattenverksamhet har ett större utrymme i den Tekniska Beskrivningen.

Beskrivning av nuvarande förhållanden samt påverkan och effekter av vattenverksamheten beskrivs i Bilaga D.2 PM Yt- och grundvatten. Vattenverksamheternas miljökonsekvenser beskrivs i Bilaga D Miljökonsekvensbeskrivning för vattenverksamhet (MKB).

1.2 Övergripande om Ostlänken

Ostlänken är en 16 mil dubbelspårig järnväg för snabba persontåg mellan Järna och Linköping, se Figur 1.

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

Ostlänken går genom tre län: Stockholm, Södermanland och Östergötland. Fem nya resecentrum byggs i Vagnhärad, Skavsta, Nyköping, Norrköping och Linköping. Vid Skavsta och Nyköping byggs en bibana till Skavsta flygplats och centrala Nyköping. Översiktsplanerna för respektive kommuner stödjer utbyggnaden av Ostlänken.

Ostlänken planeras vara klar för tågtrafik 2035 med en restid mellan Stockholm och Linköping på cirka en timme. Möjlig maximal hastighet för tågen blir 250 km/h och samtliga korsningar för väg och järnväg blir planskilda.



Figur 1: Planerad sträckning Ostlänken.

Den 7 juni 2018 meddelade regeringen tillåtlighet för Ostlänken enligt 17 kap. miljöbalken. Beslutet innebär att järnvägsanläggningen tillåts att anläggas inom en särskild geografisk korridor. Tillåtligheten för Ostlänken är förenad med villkor.

1.3 Översiktlig beskrivning av delsträcka

Delsträckan sträcker sig från Gerstabergr i norr till Långsjön i söder. I Gerstabergr passerar det västra spåret, det så kallade uppspåret (upp mot Stockholm), över stambanan på en cirka 990 meter lång bro, medan nedspåret (mot Nyköping) går på en bank öster om stambanan och vidare söderut.

Söder om Gerstabergr anläggs järnvägen i en cirka 1 300 meter lång bergtunnel som avslutas i en cirka 240 meter lång betongtunnel ned mot Järnaslätten och passerar under den nya dragningen av Väg 57 (Södertäljevägen). Spårn kommer ut ur tunneln vid trafikplats Järna och följer därefter E4 på den västra sidan över Järnaslätten. Moraån passeras på en låg järnvägsbro. Järnvägen korsar E4 strax söder om Järna i en cirka 300 meter lång järnvägstunnel för att därefter följa E4 på dess östra sida. Utöver betongtunneldel tillkommer två tunnelportaler och tråg som sammanlagt är 300 meter långa.

I den mindre dalgången vid Björklund korsar den nya järnvägen Kjulstavägen och åkermarken på en cirka 300 meter lång bro. Därefter går den nya järnvägen omväxlande på bank och i skärning. Skillebyåns dalgång passeras nära E4 på både bank och en cirka 300 meter lång bro. Efter dalgången ligger järnvägen även där omväxlande på bank och i skärning. Vid Ekeby passerar järnvägen nära bostadshus och korsar väg 503 (Brobyvägen) och åkermark på en cirka 150 meter lång bro och bank. Vid Hölo passerar spårnlinjen på östra sidan om E4, på motsatt sida jämfört med samhället.

Järnvägen passerar väg 513 på en kortare bro (cirka 35 meter) och fortsätter i skärning genom skogsmark. Järnvägen passerar under Väg 510 i ett cirka 130 meter långt tråg och fortsätter sedan söderut i en djupare bergsskärning. Vid Lillsjön och Kyrksjön ligger spårnlinjen på en cirka 700 meter lång bro öster om E4 och i Kyrksjöns strand- och vattenområde. Söder om Kyrksjön passeras en mindre höjdrygg med två korta tunnlar, Norra Edebytunneln (cirka 200 meter bergtunnel med tunnelportaler) och Södra Edebytunneln (cirka 200 meter bergtunnel med tunnelportaler), fram till Lindefältet. Därefter tar järnvägsplanen för delsträckan Långsjön–Sillekrog vid. Den totala längden på delen Gerstabergr–Långsjön är 14,7 km, varav 10 km är på mark, 2,5 km på bro och 2,2 km i tunnel. I Figur 2 visas delsträckan i en översikt.



Figur 2: Delsträcka Gerstberg–Långsjön med delområdesindelningar.

1.4 Vattenverksamhet

Definitionen av vad som utgör vattenverksamhet finns i 11 kap. 3 § miljöbalken i en punktlista. Vattenverksamhet är enligt dessa definitioner:

- arbeten inom vattenområde (punkt 1, 2, 4 och 5) dvs. uppförande, ändring, lagning eller utrivning av en anläggning i ett vattenområde, fyllning eller pålning i ett vattenområde, grävning, sprängning eller rensning i ett vattenområde eller annan åtgärd i ett vattenområde som syftar till att förändra vattnets djup eller läge
- grundvattenbortledning eller utförande av anordningar för detta (punkt 6)
- tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden eller utförande av anordningar för detta (punkt 7)
- markavvattning (punkt 8).

1.4.1 Arbeten i vattenområde

Ostlänken kommer att korsa många vattendrag och diken samt även beröra sjöar och våtmarker. Vid i princip samtliga passager kommer någon typ av arbete utföras inom vattenområdet, vilket innebär vattenverksamhet.

Anläggningar som kan komma att utföras inom vattenområde är exempelvis brostöd, kulvertar, erosionsskydd samt delar av bank för banan. Utfyllnad i vattenområde kan bli aktuellt exempelvis kring trummor i vattendrag för banan, samt i de fall etableringsområden eller vägar anläggs nära eller över vattendrag, tillfälligt eller permanent.

Vattendrag kan behöva grävas om permanent för att få en kortare passage under Ostlänken. I byggskedet kan omgrävning eller omledning ske tillfälligt för att arbeten ska kunna utföras i torrhet i befintlig åfåra.

Tillfälliga anläggningar i vattenområde kan vara pålbryggor att utföra arbeten ifrån, arbetsbäddar, tillfälliga utfyllnader, sponter, ledningar för avledning av länshållningsvatten med mera.

Arbeten inom vattenområde sker i första hand under byggskedet. I driftskedet kan det bli aktuellt med underhåll av exempelvis diken, dammar och erosionsskydd.

1.4.2 Bortledning av grundvatten

Under byggskedet kommer länshållningsvatten att ledas bort från öppna schakt i jord och berg samt från tunnlar och andra berganläggningar för att arbete ska kunna ske i torrhet. Länshållningsvatten kan utgöras av en blandning av nederbörd, dagvatten från omgivningen, inläckande grundvatten och processvatten. Schakter kan till exempel bli aktuellt för grundläggning av brostöd, ledningar, samt vid utskiftning av massor med mera, då kan grundvatten behöva ledas bort för att kunna bygga i torrhet. Större schakter utförs vid anläggande av exempelvis tråg och betongtunnlar. Även dräner, som installeras för att dränera ut lera under banker och därmed snabbare utbilda sättningar i denna, kan medföra viss grundvattenbortledning.

I driftskedet kommer inläckande grundvatten (dränvatten) att behöva ledas bort från djupa skärningar, bergtunnlar och andra anläggningsdelar som medför dränering under rådande grundvattennivåer. Tråg och betongtunnlar utförs generellt som täta konstruktioner mot inläckande grundvatten där så krävs för att minska omgivningspåverkan. Där en grundvattenpåverkan kan tillåtas anläggs en dränerande ledning utanför betongkonstruktionen som då kan göras tunnare för att spara mängden betong och armering. Betongkonstruktioners dräneringsnivå väljs utifrån vilken omgivningspåverkan som kan tillåtas.

1.4.3 Skyddsinfiltration

Anläggningar för skyddsinfiltration för att öka grundvattenmängden kan komma att behövas i byggskedet för att motverka avsänkta grundvattennivåer till följd av grundvattenbortledning i anslutning till riskexponerade objekt, exempelvis E4.

Skyddsinfiltration kan utföras i jordlagrens övre eller undre grundvattenmagasin eller i sprickor i berggrunden.

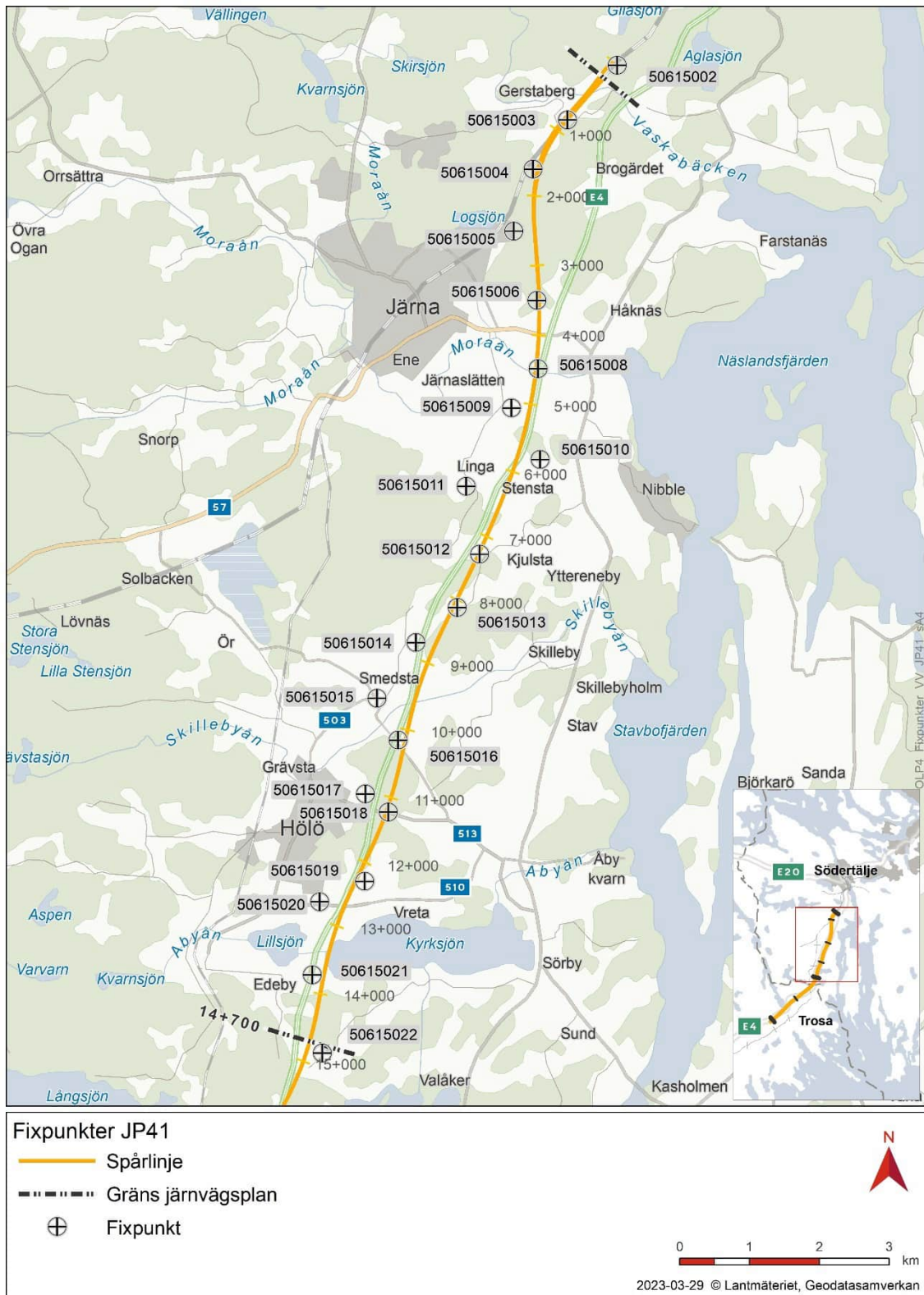
1.4.4 Markavvattning

Markavvattning definieras i miljöbalken som avvattning av mark och skydd mot vatten som vidtas för att varaktigt öka en fastighets lämplighet. För Ostlänkens del innebär detta att avvattning under byggtiden inte går under begreppet markavvattning, då byggtiden inte är att se som varaktigt. Diken som anläggs inom vattenområde eller skyddsvallar utanför järnvägsområdet i syfte att skydda mot vatten är exempel på åtgärder som kan utgöra markavvattning.

I stora delar av landet råder generellt förbud för markavvattning. Inom delsträckans område krävs en dispens från det generella förbudet mot markavvattning samt tillstånd för vattenverksamhet.

2. Höjdsystem, fixpunkt och koordinatsystem

Fixpunkter som används inom Ostlänken, delen Gerstabergr–Långsjön är bland annat de som visas i Figur 3. Koordinatsystem och höjdsystem som använts är SWEREF 99 18 00 och RH 2000, se Tabell 1.



Figur 3: Karta över fixpunkter, delsträcka Gerstabergr–Långsjön.

Tabell 1: Fixpunkter, delsträcka Gerstaberg–Långsjön

Punkt	X	Y	Z	Markering
50615002	6 556 243,83	127 904,45	27,794	Dubb i berg
50615003	6 555 460,11	127 189,85	38,265	Dubb i berg
50615004	6 554 754,85	126 696,72	36,211	Dubb i berg
50615005	6 553 865,30	126 423,12	36,461	Dubb i berg
50615006	6 552 873,84	126 751,79	42,404	Dubb i berg
50615008	6 551 897,31	126 767,29	11,154	Dubb i bro
50615009	6 551 335,15	126 387,59	13,533	Dubb i berg
50615010	6 550 597,85	126 798,10	23,458	Dubb i berg
50615011	6 550 211,05	125 739,88	42,094	Dubb i berg
50615012	6 549 238,44	125 930,34	38,27	Dubb i berg
50615013	6 548 474,56	125 610,86	34,83	Dubb i berg
50615014	6 547 974,24	125 020,97	33,782	Dubb i berg
50615015	6 547 175,99	124 463,51	32,03	Dubb i berg
50615016	6 546 575,02	124 763,07	28,243	Dubb i berg
50615017	6 545 804,48	124 297,71	36,049	Dubb i berg
50615018	6 545 543,57	124 623,00	38,132	Dubb i sten
50615019	6 544 553,30	124 284,61	26,717	Dubb i sten
50615020	6 544 258,89	123 639,52	12,165	Dubb i berg
50615021	6 543 211,69	123 534,62	12,877	Dubb i berg
50615022	6 542 093,61	123 680,12	28,759	Dubb i berg

3. Begreppslista

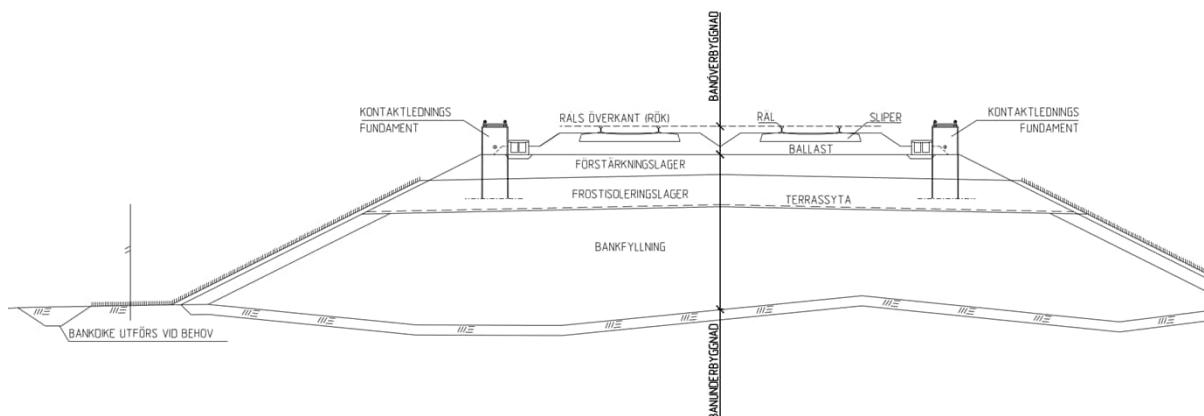
I detta kapitel förklaras ett antal av de termer som återkommer i texterna i detta dokument.

Tabell 2: Sammanställning av vanliga begrepp.

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) 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.
Avvattningssystem	Omfattar anläggningsdelar för att samla upp och avleda dagvatten och grundvatten, dvs. diken, dagvattenledningar, dräneringsledningar, brunnar, trummor etcetera
Bandike	Dike som anläggs vid sidan av banan för att hålla bankroppen dränerad.
Bank	Terrassytan är belägen på högre nivå än befintlig markyta. Terrassytan bildar gräns mellan överbyggnad och underbyggnad (bank) eller mellan överbyggnad och undergrund (skärning).
Bankdike	Dike utförs vid bankfot för att kontrollerat avleda dagvatten och ytvatten.
Bruksnivå	Den högsta vattennivå som accepteras utan att järnvägens brukbarhet påverkas. Bruksnivån kan avgöras av bankroppens uppbyggnad, tekniska installationer i anläggningen, geotekniska förutsättningar, olycksrisk eller annat.
Byggskede för vattenverksamhet	Det skede då verksamheter pågår som förändrar bortledning av grundvatten, exempelvis drivning och tätning av bergtunnlar, länshållning av grundvatten i öppna schakt, m.m. 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.
Dagvatten	Tillfälligt vatten på ytan av mark eller konstruktion, till exempel regnvatten, smältvatten, framträngande grundvatten.
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.
Dränvatten	Vatten som avleds i dräneringsledningar och diken för att avvattna anläggningen. För tunnlar utgörs dränvatten i permanent-skedet av inläckande grundvatten.
Grundvatten- magasin	Grundvattenförande lager med relativt stor mäktighet och avgränsat så att det kan betraktas som en hydrologisk enhet. Grundvatten kan förekomma i öppna eller slutna magasin. I ett öppet magasin kan nederbördsvatten som intas upp av vegetationen i markzonen direkt perkolera ned 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.
Länshållningsvatten/Läns vatten	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.

Markavvattning	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.
Markavvattnings- företag	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. 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.
Processvatten	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.
Rinnväg	Rinnstråk där vatten rinner tidvis såsom vid kraftiga regn, snösmältning eller vid långa regnperioder men där det inte finns ett permanent dike eller vattendrag.
Rörledning	Anordning av rör, avsedd att genomleda vatten. I denna handling särskiljs rörledning från trumma genom att rörledningens inlopp och/eller utlopp är försett med särskild anslutningsanordning såsom brunn eller avvinkling.
Skärning	Terrassytan är belägen på lägre nivå än befintlig markyta.
Terrassyta	Terrassytan bildar gräns mellan överbyggnad och underbyggnad (bank) eller mellan överbyggnad och undergrund (skärning). Det är en schaktad eller fylld yta med material av jord eller berg.
Tätskärm	När påverkan på grundvattennivån kring schaktet behöver begränsas i byggskedet, utförs en tätskärm. Vad tätskärmen består av beror på förhållanden på platsen samt vilken omgivningspåverkan som kan uppkomma. Den kan utgöras av en eller flera av följande delar: en tätspont eller liknande som drivs ner till berg eller stopp i friktionsjord, tätning, exempelvis med jetinjektering, mellan underkantspont och berg, tätning av vattenförande sprickor i berg med ridå- och/eller botteninjektering eller tätning av schaktbotten med gravitationsbetong.
Trumma	Konstruktion som är avsedd att leda vatten under järnväg eller väg och som har öppet in- och utlopp, samt har en teoretisk spännvidd $\leq 2,0$ m.
Underbyggnad	Del av markanläggning som ligger mellan terrassytan och undergrunden.
Vattenområde	Ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd. (11 kap. Miljöbalken)
Överbyggnad	Del av markanläggning som påförs terrassen.
Överdiken	Dike som anläggs ovanför slänt eller skärning i syfte att leda dagvatten ned i eller förbi slänten/skärningen på ett sätt som inte orsakar skador i form av exempelvis erosion.
Överdjun	Överdjun innebär att trummans vattengång ligger under bottennivån i anslutandevattendrag och diken.

I Figur 4 nedan visas tekniska benämningar för en järnvägsbank.



Figur 4: Illustration för förklaring av järnvägstekniska benämningar, TDOK 2015:0198.

I Tabell 3 förklaras några vanligt förekommande järnvägstekniska förkortningar. Dessa är hämtade från TDOK 2015:0198.

Tabell 3: Järnvägstekniska förkortningar.

RUK	rälsunderkant
RÖK	rälsöverkant
SPM	spårmitt
STAX	största tillåten axellast (ton)
STH	största tillåten hastighet (km/h)

4. Planerad anläggning

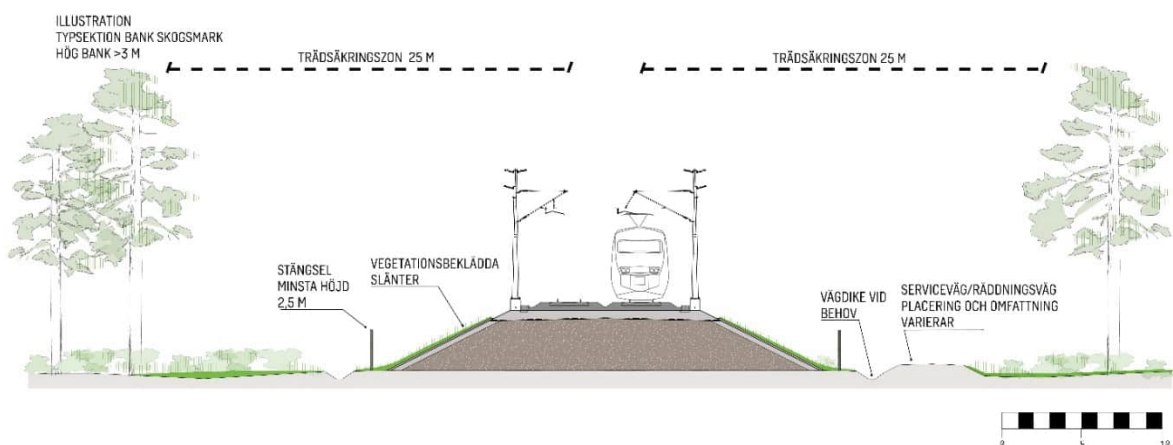
Ostlänken dimensioneras för en hastighet på 250 km/h. Höga hastigheter innebär att spårinjen behöver vara relativt rak och ha stora kurvradier. Detta innebär svårigheter att följa nära terrängen varför järnvägen generellt kommer att bestå mer av broar, djupa skärningar, höga bankar och tunnlar än dagens järnvägar.

Ostlänken planeras att utföras med konventionell ballasterad spåröverbyggnad. En ballasterad bana innebär att rälerna fästs vid slipers i en bädd av makadamballast. Makadamen utgörs av krossat bergmaterial. En ballasterad bana medför att nederbörd och dagvatten kan infiltrera och fördröjas i bankroppen.

Här ges en generell beskrivning av olika anläggningsdelarna, hur de avvattnas och hur de har betydelse för planerad vattenverksamhet. I kapitel 7 beskrivs vattenverksamheterna på den aktuella sträckan.

4.1 Bana på bank

Bank är en förhöjning av järnvägen ovan omkringliggande mark som syftar till att ge banan avsedd profilhöjd, Figur 5.



Figur 5: Typsektion bank, skogsmark.

Banken utgörs av olika delar med olika funktioner, se Figur 4. Banunderbyggnaden (som ballasten vilar på) utgörs av ett förstärkningslager och vid behov ett frostisoleringslager på bankfyllning. Banöverbyggnaden utgörs av ballasten, slipers och rälerna.

Förstärkningslagret syftar till att jämna ut lokala styvhetsvariationer i banken samt begränsa nedböjningen i rälerna till hanterbara storlekar. Förstärkningslagret består av krossat berg av specifik kvalitet och fraktion.

Frostisoleringslager utförs då grundläggning sker på jord som klassas som tjälfarlig. I en tjälfarlig jord (frostaktiv) bildas islinser vintertid i den frysande jorden. Islinser medför en lyftkraft genom volymförändring i jordlagret (s.k. tjällyftning). När islinserna smälter så ger det ökade vatteninnehållet i jorden en nedsatt bärighet. Bankfyllningen syftar till att ge banan rätt nivå. Bankfyllningen utgörs huvudsakligen av materialtyp 1 (sprängsten och krossat berg), men kan även utgöras av materialtyp 2 (bland annat sand och grus).

Bank kommer att utföras med vegetationsbeklädda slänter. Detta syftar till att skapa artrika järnvägsmiljöer, minskar behovet av vegetationsbekämpning och fördröjer ytavrinningen på banken.

Banken grundläggs om möjligt på en yta av fast lagrad friktionsjord eller berg. Om det förekommer tunnare lager av organisk eller lös jord (exempelvis lera, torv, gyttja) schaktas den bort för att nå de fastare jordlagren. Om undergrunden består av mäktigare lager av lösa jordar behöver marken under banken först grundförstärkas, se kapitel 5.3.3.

4.1.1 Avvattning/dränering av anläggning

Ballasten i banköverbyggnaden har normalt kapacitet för nederbördsvatten att infiltrera. Vid behov anläggs diken och/eller dräneringsledningar, för att avvattna bankroppen och förhindra erosion i banksläntfot. De djupaste schakterna för denna anläggningsdel är i regel de för bandiken och dränering på ömse sidor om banken.

4.1.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet

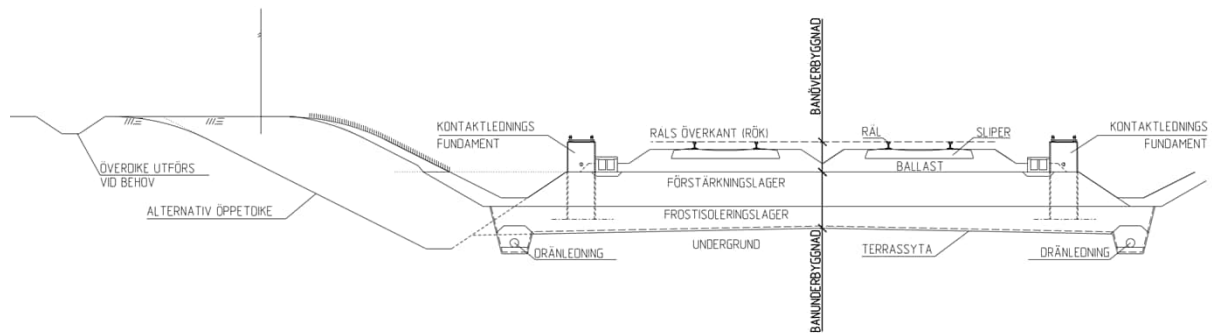
Anläggningstypen kan medföra grundvattenbortledning i byggskedet vid arbeten med grundläggning (till exempel om schaktning av lösa jordar utförs under banken och schaktning behöver göras i torrhet, se schaktningsmetoder, kap 5.2). I driftskedet kan viss grundvattenbortledning ske vid höga grundvattennivåer i de bandiken och dränledningar som syftar till att dränera banken. Arbeten i vattenområde i byggskedet blir aktuellt där banan korsar vattendrag/diken eller vid arbeten nära eller i sjöar eller våtmarker. Korsande vattendrag kan till exempel kulverteras eller passeras på bro, se kapitel 4.6.

4.2 Bana i skärning

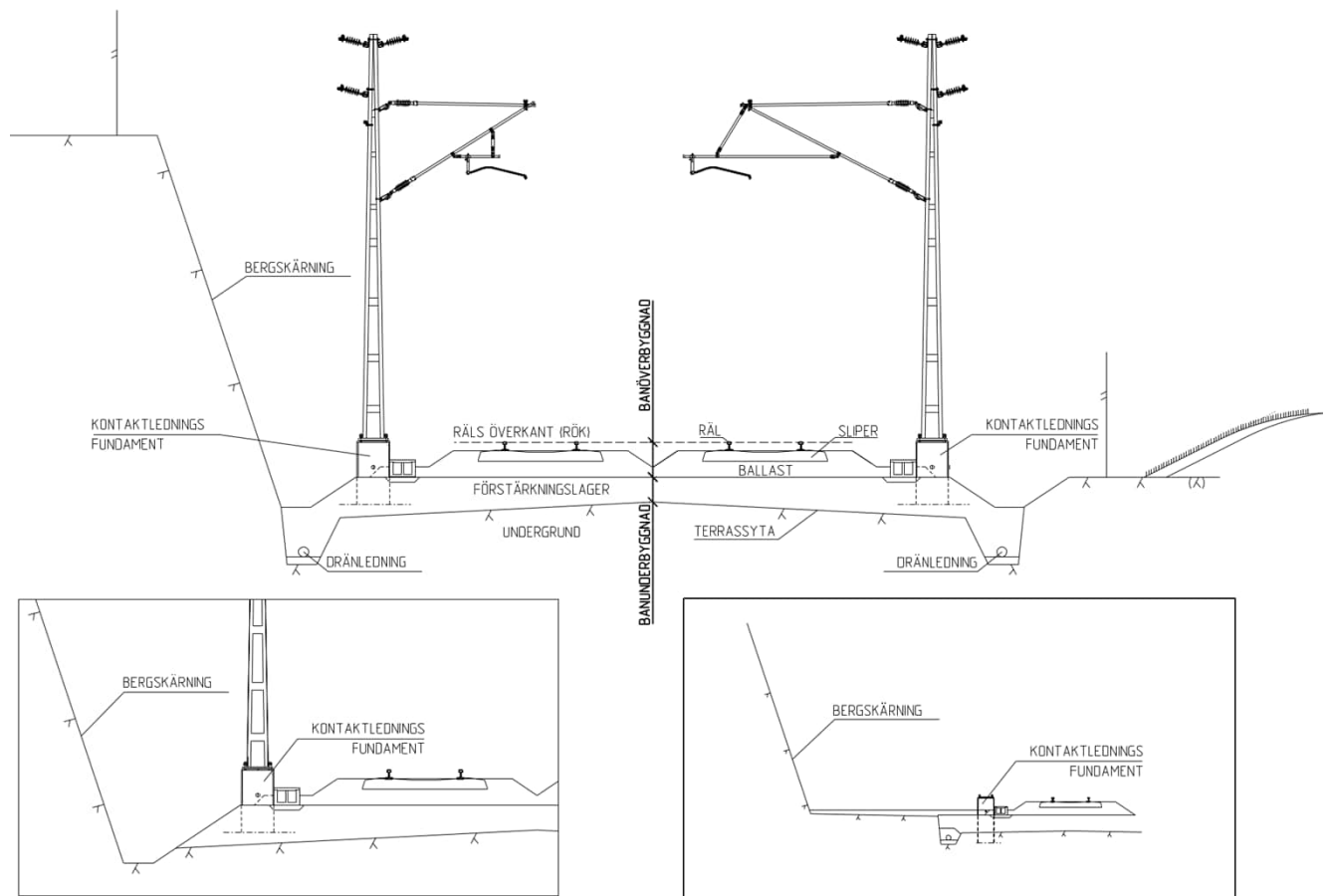
Skärning innebär att järnvägens terrassyta har en lägre nivå än omgivande mark och skär genom terrängen. Skärning för banan kan utföras i jord och i berg. Bankroppen byggs upp av packad fyllning av bergkrossmaterial. Ett frostisoleringslager kan behövas om undergrunden är frostaktiv/tjälfarlig.

Järnvägen grundläggs om möjligt på en yta av fast lagrad friktionsjord eller berg. Om det förekommer tunnare lager av organisk eller lös jord (exempelvis lera, torv, gyttja) schaktas den bort för att nå de fastare jordlagren. Om undergrunden består av mäktigare lager av lösa jordar behöver marken under banken först grundförstärkas, se kapitel 5.3.

Principiell utformning av spår i jordskärning respektive djup bergskärning framgår av Figur 6 och Figur 7.



Figur 6: Typsektion jordskärning.



Figur 7: Typsektion bergskärning. Breddad sektion ska utföras för skärningar i berg där slänthöjden överstiger 10 meter.

4.2.1 Avvattning/dränering av anläggning

Bana i skärning dräneras antingen med ett krossfyllt makadamdike förstärkt med dräneringsledningar eller med öppna bredare diken där dikesbotten styr dräneringsnivån. Sprängning av berg på nivåer under schaktbotten kan bli aktuellt för att uppnå erforderlig dränering av terrassen i bergskärning.

4.2.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet

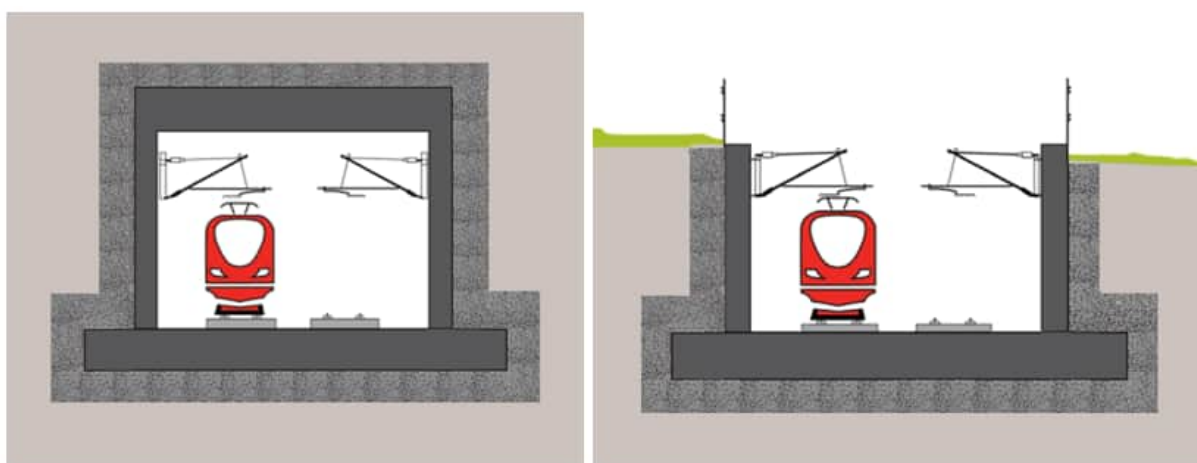
Anläggningstypen medför grundvattenbortledning både i drift- och byggskede, i de fall schaktbotten eller dräneringsdikens bottennivå är lägre än rådande grundvattennivåer. Till större delen kommer dräneringsvattnet i diken att utgöras av dagvatten (nederbörd och markvatten). Skärningar kan innebära att naturliga flödesvägar för vattendrag skärs av och på en del platser omleds därför ytvattnet. Normalt sett utgör bortledning av vatten i skärning inte markavvattning men vid passage av vattenområden görs särskild bedömning av detta.

4.3 Betongtråg och betongtunnel

Betongtråg anläggs där banan går i skärning men där det inte finns tillräckligt med utrymme att utföra stabila slänter eller där grundvattenpåverkan behöver begränsas för färdig anläggning. Tråg utförs ofta även vid övergång från tunnel till bank eller skärning.

Tråg utförs med väggar och botten av betong. Täta tråg, med tät betongkonstruktion, anläggs där grundvattennivåerna för färdig anläggning behöver upprätthållas på nivåer högre än bandikets bottennivå.

Tråg utförs inom tillfälliga schakt. Efter att tråget färdigställts fylls schaktet på utsidan av tråget upp igen. Tråget vilar oftast på en bädd av krossmaterial. Då krossmaterial och återfyllning kan vara mer genomsläpplig än ursprungliga jordlager kan skadeförebyggande åtgärder vara nödvändiga för att förhindra att grundvatten dränerar längs med anläggning, se kapitel 6.2.4. Byggnadsverk såsom betongtunnlar, tråg och stödmurar grundläggs antingen på platta (plattgrundläggning) eller på pålar (pålgrundläggning), se kapitel 5.3. I Figur 8 visas en principskiss över tråg och betongtunnlars utformning med omgivande återfyllnadsmaterial.



Figur 8: Principiell utformning av betongtunnel och tråg.

Betongtunnel utförs framför allt där järnvägen förläggs under markytan där tillräcklig bergtäckning saknas, till exempel i slutet av bergtunnlar. Betongtunneln ansluts då en bit in i berget (s.k. inslagsvalv) för att erhålla en stabil övergång till bergtunneln som tätas vid behov. Betongtunnel kan även utföras för att möjliggöra passage av väg över Ostlänken.

Betongtunnel utförs med tak av betong och botten och väggar av betong eller berg. I de fall där väggar och botten utgörs av berg behövs dessa säkras och tätas vid behov med injektering. Vid de fall då

grundvattennivån behöver hållas på en högre nivå används en betongkonstruktion med tätskikt för att förhindra vattentransport genom väggar och golv.

Betongtunnlar genomförs normalt som "cut-and-cover", dvs. att konstruktionen byggs i en öppen schaktgrop som sedan återfylls.

För täta konstruktioner såsom betongtunnlar och tråg som anläggs under grundvattennivån behöver risken för upplyft beaktas. Antingen utförs en gravitationslösning (där betongkonstruktionens egentyngd tillsammans med tyngden från återfyllningen motverkar risken för upplyft) eller utförs en förankring av betongkonstruktionen (där permanenta dragstag som förankras i bergmassan under betongkonstruktionen motverkar risken för upplyft).

4.3.1 Avvattning/dränering av anläggning

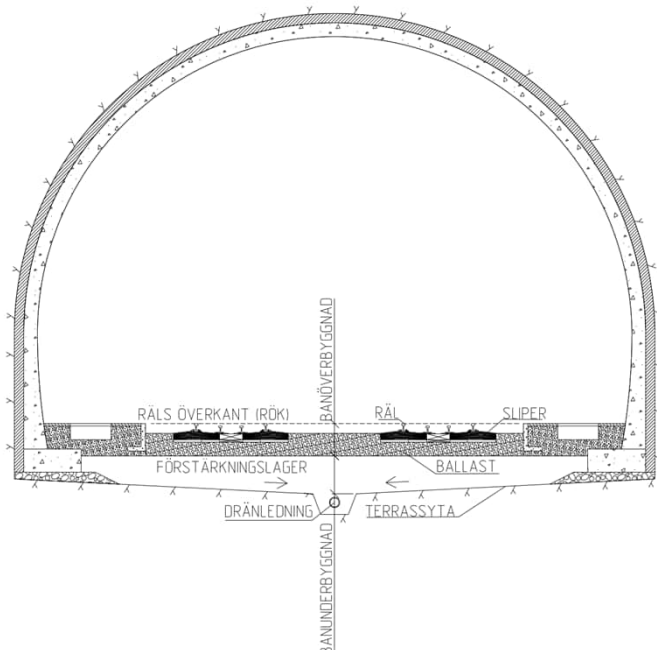
Dagvatten och eventuellt dränvatten i tråget samlas upp och avleds i dräneringsledningar.

4.3.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet

Vid byggnation av tråg och betongtunnel krävs oftast tillfälliga stödkonstruktioner, se kapitel 5.2.1, och ofta åtgärder för att minska inläckage av grundvatten till schakten. Inläckage av grundvatten till tråget/tunneln kan, beroende på dess utformning, val av dräneringsnivå med mera, medföra viss grundvattenbortledning även i driftskede. Dimensionering av dräneringsnivå kring anläggningen utförs med hänsyn till rådande och framtida grundvattennivåer och den grundvattenpåverkan som får uppkomma. Vid behov kan skyddsåtgärder i form av tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden bli aktuellt, se vidare Kapitel 6.2.3 nedan. Arbeten i vattenområde i byggskedet blir aktuellt om korsande vattendrag/diken behöver ledas om, tillfälligt eller permanent, se kapitel 4.6.

4.4 Bergtunnel

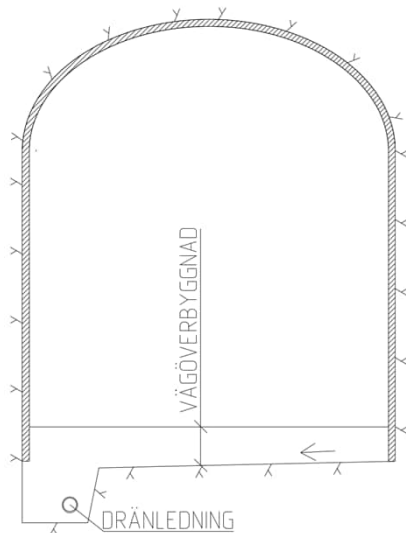
Där Ostlänken går genom berg anläggs dubbelspårstunnel. Se *Figur 9* för en illustration.



Figur 9: Illustration, typsektion bergtunnel.

För dubbelspårstunneln är den fria arean över överkant ballast cirka 90 m². Den schaktade (utsprängda) arean för tunneln är cirka 120 m². För dubbelspårstunnel längre än 1000 m byggs även en parallell längsgående servicetunnel. Dubbelspårstunneln är förbunden med servicetunneln via tvärtunnlar ca var 400 m.

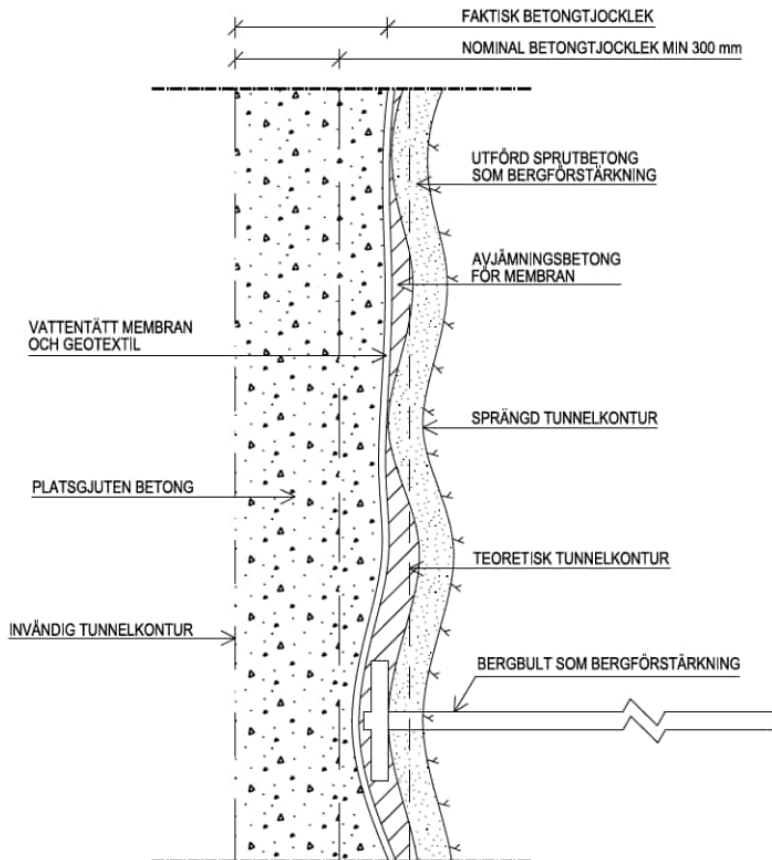
Figur 10 visar typsektion för bergtunneln intilliggande servicetunnel. Servicetunnelns syfte är att ombesörja utrymning till säker plats, fungera som tillfart för räddningstjänst och brandbekämpning, placering av olika typer av teknikutrustning och tillgänglighet till anläggningen för drift och underhåll. Den schaktade arean för servicetunneln är cirka 30 m². I servicetunnel, och då i anslutning till tvärtunnel, kommer uppställningsplats för fordon och teknikhus iordningställas. I servicetunnel kommer det även att anläggas mötesplatser och vändplatser för fordon.



Figur 10: Illustration, typsektion servicetunnel.

4.4.1 Inklädnad

Spårtunnlarna för järnvägen förses med kontinuerlig betonginklädnad (innerlining) längs väggar och tak som skydd mot dropp och isbildning i trafikutrymmet. Innerliningen används även för infästning av installationer i tunnel som exempelvis kontaktledningsfundament samt att hantera aerodynamiska tryck/suglaster. Denna typ av inklädnad har en mycket lång förväntad livslängd (120 år), vilket minimerar behovet av underhåll. Innerliningen är inte dimensionerad för att ta upp laster från berget, eller hålla ett grundvattentryck på utsidan lining. Det finns ett dräneringslager i form av ett vattentätt membran och geotextil mellan berg och lining för avledning av inläckande grundvatten till dräneringsrör i underbyggnaden, se Figur 11. I servicetunnel och tvärtunnlar används konventionell vattensäkring med selektivt installerade dränmattor insprutade med sprutbetong.



Figur 11: Utförande av platsgjuten betonginklädning av bergtunnlar.

4.4.2 Avvattning/dränering av anläggning

I byggskedet kommer inläckande grundvatten till tunnlar att ledas bort tillsammans med processvatten och annat vatten genom länshållning vid lågpunkt, alternativt med självfall. Vattnet leds via ledningar till markytan vid tunnelmynningarna. I driftskedet samlas dag- och dränvatten in i dränledningar eller diken och pumpas eller leds med självfall från tunneln eller skärningen.

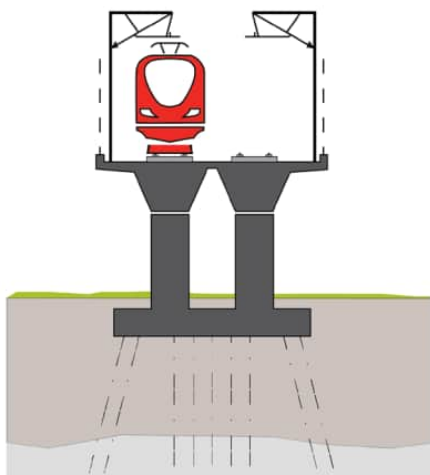
Ostlänkens tunnlar har inget behov av att tvättas så det kommer inte att finnas något separat system för att omhänderta tvättvatten.

4.4.3 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet

Bergtunnlar och andra berganläggningar tätas vid behov för att reducera inläckage av grundvatten. Eftersom berget aldrig blir helt tätt kommer grundvatten att läcka in även för den färdiga anläggningen och behöva ledas bort (dränvatten).

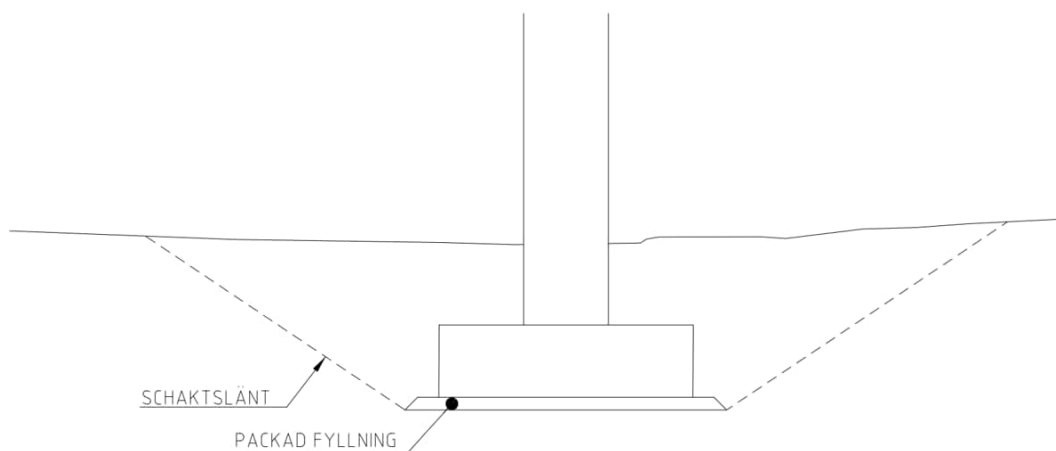
4.5 Bro

Broar utförs vid passage över vattendrag, sänkor och dalgångar, men är även ett sätt att passera över bland annat befintliga vägar och järnvägar. Broar utförs i huvudsak som dubbelspårsbroar, se Figur 12.



Figur 12: Principsektion dubbelspårsbro.

Arbeten innefattar jord- och eller bergschaktningsarbete för brostöd och landfästen, se Figur 13 för ett exempel på schakt för brostöd. Grundläggning för brostöd utförs med metoder enligt kapitel 5.3.



Figur 13: Principskiss schakt för brostöd, plattgrundläggning.

Brons lokalisering fastställs i planprövningen. Brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Detta är en osäkerhet som man tagit hänsyn till vid bedömd omgivningspåverkan eller behov av skyddsåtgärder. Broar kan utföras som platsbyggda betongbroar, men det finns en mängd olika typer av brokonstruktioner som kan bli aktuella. Vilken brotyp som är bäst att använda beror bland annat på spännvidd, eventuella begränsningar i höjd på överbyggnaden och arkitektonisk anpassning.

4.5.1 Avvattning/dränering av anläggning

Broarnas överbyggnad avvattnas normalt genom placering av ytavlopp med ett avstånd av cirka 10–20 m i bronns längdled. Brobanans överyta förses med fall i tvärled och längdled för att tillse att vatten inte blir stående på brobanaplattan. I det fall vatten från ytavlopp behöver ledas bort utförs detta med stamledningar under brobanan till plats där vattnet kan hanteras eller infiltreras.

4.5.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet

Brostöds placering väljs i första hand så att de inte förläggs i vattenområde. Om schakt för brostöd ligger i eller nära vattendrag utförs schaktarbete normalt inom tät stödkonstruktion, alternativt så leds vattendraget om permanent eller tillfälligt. Övriga arbeten i vattenområde kan utgöras av tillfälliga pålbryggor och arbetsvägar eller permanenta servicevägar. Kring brostöd i vattenområde utförs erosionsskydd, se kapitel 6.1.4.

Tillfällig grundvattenbortledning kan uppkomma vid schakt för brostöd. Vid behov kan skyddsåtgärder i form av tillförande av grundvatten bli aktuellt, se vidare kapitel 6.2.3.

4.6 Passage av vattenområden

Ostlänken kommer att korsa vattendrag på bro eller på bank. I princip alla arbeten som utförs inom vattenområde, i bygg- eller driftskede, innebär någon form av vattenverksamhet. Nedan beskrivs hur vattenpassager utformas för att inte utgöra vandringshinder och med hänsyn till nuvarande flödesförhållanden och framtida klimat.

Foton över vattenområden med vattenverksamhet finns sammanställda i Bilaga C.9
Fotodokumentation vattendrag/dike/våtmark/sjö med vattenverksamheter.

4.6.1 Utformning av vattenpassager – genomledningar och passager

Trummor ska utformas enligt Trafikverkets riktlinjer för form, material, dimension, lutning och överdjup (Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB 310 TDOK 2014:0051, TR Avvattning TDOK 2014:0046 och Riktlinje landskap TDOK 2015:0323 (version 1.0)) så att de inte utgör vandringshinder för fiskar, andra vattenlevande organismer eller djur som använder vattendraget som vandringsstråk. I denna delsträcka kommer alla potentiellt fiskförande vattendrag att passeras på hög bro varför särskilda skyddsåtgärder inte kommer att behövas med avseende på vandringshinder. Vid övriga vattendrag kommer järnvägsanläggningen passera i trumma som anläggs enligt Trafikverkets riktlinjer.

Dimensionering av trummor utförs så att lutningen och flödes hastigheten inte avviker från omgivande delar av vattendraget. Bottensubstratet i trumman väljs så att det liknar det ursprungliga vattendragets. Skarpkantat material bör undvikas på bottenytan under medelvattennivån för att vattenfauna inte ska skadas. Vid inlopp och utlopp kan erosionsskydd krävas vid vissa trummor för att förebygga risk för erosionsskador och trygga långsiktig stabilitet och funktion. Även här undviks skarpkantat material om sådant material skulle medföra risk för skador på vattenfaunan.

Trummas lutning anpassas efter aktuella förhållanden. Trumma som ska ha funktion som vattenfaunapassage ska ha sådan lutning att den funktionen uppfylls.

Där trummans längd överstiger 30 m eller lutning över 30 % kan annan form än cirkulärt tvärsnitt behöva läggas, med mycket stort överdjup (upp till halva diametern) för att funktionen som faunapassage ska uppnås.

Dikesåtgärder vid större diken eller vattendrag eller diken som är en del av markavvattningsföretag beskrivs i text under egna eller sammanlagda rubriker och mindre dikesåtgärder i tabellform.

Vid passage av våtmarker säkerställs genomledning genom trumma eller bro så att de hydrologiska förhållandena bibehålls. I Bilaga C1 visas utbredning av våtmarker, den utbredningen är tagen från Naturvårdsverkets marktäckedatabas. På de platser där det bedömts nödvändigt har en modellering av 100-årsnivå gjorts för våtmarker.

Nivåer som anges för vattendrag baseras på utförda mätningar eller laserscanning. Felmarginalen för laserscanning är +/- 10 cm.

4.6.2 Dimensionering – klimatanpassning

Ostlänkens anläggningsdelar har projekterats utifrån vilka konsekvenser som uppstår vid en eventuell översvämning i ett framtida klimat enligt Utrednings-PM Dimensioneringsförutsättningar, klimatsäkring. Ostlänkens anläggningsdelar har dimensionerats och höjdsatts utifrån de tre konsekvensklasser där klass 3 är den högsta och klass 1 den lägsta. Vald konsekvensklass har sedan utgjort grund för vilka dimensionerande händelser som anläggningen ska konstrueras för.

De lägsta dimensioneringskraven har varit 50-årsflöde med tillägg för vattendragsspecifik klimatkorrigerad och nederbörd med 50 års återkomsttid med klimatafaktor 1,25–1,38. Flöden och regn med 50 års återkomsttid har gällt för konsekvensklass 1 och 2. Vid de anläggningsdelar som omfattas av konsekvensklass 2 har även en kostnads-nyttoanalys utförts för att bestämma om ett högre dimensioneringskrav är nödvändigt.

För särskilt känsliga eller tekniskt kritiska anläggningsdelar har dimensionering utförts enligt konsekvensklass 3. Anläggning har då anpassats så att konsekvenserna vid beräknat högsta flöde (BHF) i korsande vattendrag, enligt de riktlinjer som är framtagna av Flödeskommittén för dimensionering av dammanläggningar, är acceptabla. Det dimensionerande regnet i konsekvensklass 3 är ett CDS (Chicago Design Storm)-regn med 200 mm nederbörd under 6 timmar. Det benämns inom Ostlänken som regnklass 3 och är i samma storleksordning som det regn som inträffade i Köpenhamn år 2011.

För detaljerad information om flöden och klimatanpassning se kapitel 3 i Bilaga C.4 *PM Beräkningar ytvatten*.

4.7 Övriga anläggningar

4.7.1 Dagvattenmagasin

Jämfört med befintlig skogs- och jordbruksmark kan den nya järnvägsanläggningen innebära en snabbare avrinning av regnvatten vilket kan medföra att nedströms vattensystem drabbas av högre flödespuls. Behov och placering av dagvattenmagasin för utjämning av flöde från anläggningen hanteras i järnvägsplanen. I vissa fall kan anläggande av dagvattenmagasin innebära vattenverksamhet och de beskrivs då i denna handling. Dagvattenmagasin består av en öppen invallad yta där vatten kan ansamlas och ett utlopp där avrinningen begränsas till lämpliga flöden.

4.7.2 Servicevägar och räddningsvägar

Längs järnvägens sträckning kommer servicevägar att anläggas. Servicevägarna är utformade och anpassade för respektive plats med syfte att nå bland annat teknikgårdar och -utrymmen, servicetunnlar och järnvägsspår. Servicevägar som kan användas som räddningsvägar är lokaliserade där det finns behov, såsom vid tunnelmynningar för längre tunnlar och dylikt. Beroende på vägens syfte ställs olika krav på utformning och vändningsradier.

4.8 Tillfälliga anläggningar

4.8.1 Arbetsvägar

Arbetsvägar definieras som tillfälliga vägar under byggskedet som behövs för åtkomst till arbetsplatser och anläggningsdelar. I de flesta fall kommer servicevägar och räddningsvägar i driftskedet även nyttjas som arbetsvägar i byggskedet. Där arbetsvägar behöver kulvertera befintliga vattendrag, kräver bortledning av grundvatten vid anläggandet eller där anläggningen av vägbank behöver utfylla i ett vattenområde innebär detta vattenverksamhet.

4.8.2 Etableringsytor och arbetsytor

För att möjliggöra byggande av anläggningen behövs tillfälligt markanspråk för etableringsytor och arbetsytor. Dessa ytor kommer huvudsakligen att användas som till exempel uppställningsplats för arbetsbodar och fordon, materialupplag samt vissa utrymmeskrävande arbeten. Tillfälligt markanspråk krävs även vid uppförandet av anläggningen längs med större delen av sträckan. Om utjämning eller grundläggning av etablerings- och arbetsytor innebär grundvattenbortledning eller arbete i ett vattenområde, medför detta vattenverksamhet.

4.8.3 Tillfälliga arbetsbryggor eller pontoner

Vid anläggandet av broar över sjöar, vattendrag eller större diken kan tillfälliga bryggor eller pontoner anläggas för att kunna arbeta från vattnet. En tillfällig brygga planeras i form av pålbrygga vid Kyrksjön för att kunna bygga järnvägsbron. Att arbeta från brygga i stället för att endast arbeta från land minskar intrånget i strandzonen. Anläggandet av pålbrygga innebär arbete i vattenområde och skyddsåtgärder för att begränsa grumling behöver vidtas.

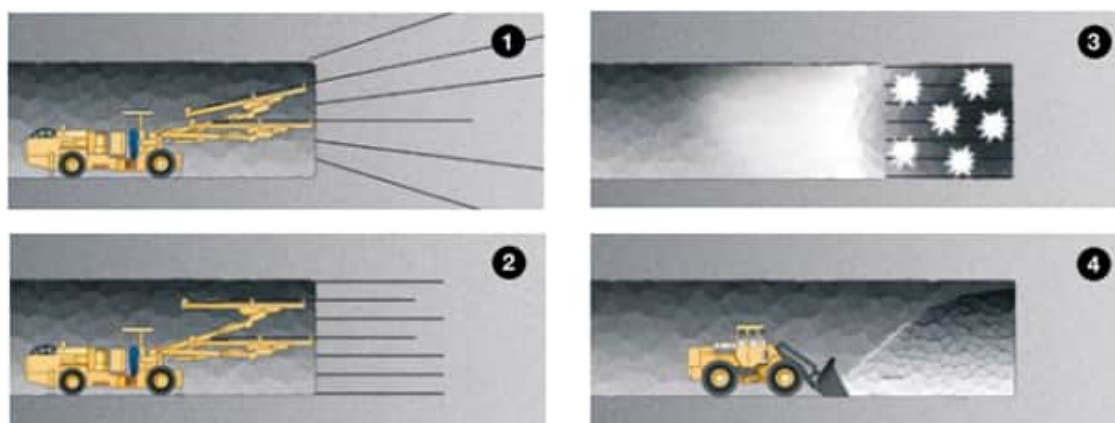
5. Byggmetoder

I detta kapitel redovisas de vanligaste byggmetoderna som kommer att användas för att bygga Ostlänken och tillhörande anläggningsdelar på aktuell sträcka. Vilka metoder som används på varje specifik plats kommer i vissa fall att vara upp till entreprenör att bestämma, under förutsättning att de ryms inom de funktionskrav som beskrivs i kapitel 7 och den omgivningspåverkan som beskrivs i Bilaga D Miljökonsekvensbeskrivning för vattenverksamhet. Eventuella åtaganden som görs under tillståndsprocessen och eventuella villkor som tillståndet kan komma att förenas med kan komma att utgöra ytterligare krav på utförandet.

5.1 Byggmetoder i berg

5.1.1 Tunneldrivning

Bergtunnlar kommer att drivas enligt traditionell borrh- och sprängteknik. Denna metod är den i Sverige vanligast förekommande och omfattar följande arbetscykel (som framgår av Figur 14): (1) förinjektering (vid behov), (2) salvborrning, laddning och (3) sprängning, (4) ventilering spränggaser, utlastning, skrotning samt förstärkning. Slutligen utförs kontinuerlig betonginklädnad i tunneln och installationer, bankropp och spår färdigställs.



Figur 14: Principiell arbetsmetod för tunneldrivning.

Efter förinjektering av tunnel (1, se vidare i kapitel 5.1.2) utförs salvborrning (2), normalt med 6 m horisontella hål vilka laddas med sprängämne, se Figur 14. Salvborrningen anpassas löpande efter lokala förutsättningar som vid till exempel sämre bergkvalitet, liten bergtäckning eller närhet till skyddsobjekt. Vid sådana passager kan anpassning ske genom minskad borrlängd, tätare borring eller hur sprängning genomförs (till exempel justering av tändplan).

Avseende vibrationer utförs alltid en riskanalys enligt svensk standard (SS 4604866:2011) om byggnader eller anläggningar finns inom en radie av cirka 150 meter. Riskanalysen omfattar inventering av grundläggningstyp, risk för skada och riktvärden för tillåtna vibrationer. Utförandet av sprängning anpassas sedan för att inte överskrida riktvärden för tillåtna vibrationer. I stället för att spränga ut berget kan, där särskilt höga vibrationskrav råder och för kortare sektioner, vadersågning eller hydraulisk spräckning nyttjas. Efter att sprängarbeten är färdigställda utförs efterbesiktning av berörda byggnader och anläggningar.

Skrotning, (dvs. losstagning av lösa block från tunneltak och väggar) och eventuell temporär bergförstärkning utförs av arbetsmiljöskäl och för att erhålla en stabil tunnelkonstruktion direkt efter sprängning (3) och urlastning (4), maskinellt eller genom handskrötning med spett. Härfter följer spolning, besiktning samt bergkartering av frilagda bergytter. Karteringen bestämmer behovet av permanent bergförstärkning. Normalt utförs bergförstärkning med sprutbetong och bult. Vid kritiska passager (till exempel låg bergtäckning eller berg av dålig kvalitet) kan förstärkningsåtgärder som bult- eller rörspilning, bågar av armerad sprutbetong eller platsgjutna betongkonstruktioner bli aktuella.

Alternativt utförande, tunnelborrmaskin

Som ett alternativ till traditionell tunneldrivning har tunnelborrmaskin, TBM, översiktligt analyserats. En TBM-tunnel blir helt cirkulär och det skulle för Ostlänkens dubbelspårstunnlar, innebära ett stort outnyttjat bergutrymme under spåren och därmed ett onödigt stort bergguttag. Detta skulle leda till ökade transporter etcetera. Det skulle även krävas mycket stora maskiner. Den TBM-storlek som skulle krävas för Ostlänkens dubbelspårstunnlar i hårt berg har aldrig konstruerats i något annat projekt i världen. Vidare är en grov uppskattning att TBM-lösningar inte är konkurrenskraftiga prismässigt för tunnelängder under cirka 4 km. Sammantaget bedöms metoden vara olämplig för spårstunnlar inom delsträcka Gerstabergr-Långsjön. Utifrån gällande förutsättningar har TBM valts bort som utförandemetod.

5.1.2 Tätning av tunnel

Förinjektering innebär att berget tätas innan tunneln sprängs ut. Förinjektering utförs enligt en av två huvudprinciper, beroende på bland annat bergkvalitet, omfattning av förundersökningar och täthetskrav. Antingen utförs tätning genom kontinuerlig förinjektering där hela tunneln tätas utifrån förbestämda täthetsklasser (injekteringsklasser). Det andra alternativet är undersökningsbaserad (behovsprövad injektering) tätning där undersökningshål borrar från tunnelns front och behovet av tätning anpassas för varje arbetscykel utifrån vissa valda parametrar samt erfarenheter från föregående tunnelsektioner. I båda fallen mäts och utvärderas påverkan på grundvattennivåer i omgivningen och inläckage till tunneln i enlighet med kontrollprogram. Tunneln kan även komma att tätas utifrån andra behov än omgivningspåverkan.

För Ostlänken delprojekt Gerstabergr-Långsjön är den planerade principen undersökningsbaserad tätning (behovsprövad injektering) i så stor utsträckning som möjligt, baserat på den tillgängliga informationen i nuläget.

För projekterade bergtunnelsträckor har borrhålsundersökningar, kärnborrning och vattenförlustmätningar utförts, men osäkerheter kvarstår och fördjupad information behöver inhämtas under detaljprojekteringskedje och byggskedje. Det finns därför ett behov av att kontinuerligt undersöka och verifiera bergets vattenförande egenskaper under tunneldrivningen och anpassa tätningsinsatser därefter. För vissa sträckor där förväntat inläckage prognosticerats att bli oacceptabelt stort med avseende på omgivningspåverkan, eller där injekteringskärmarnas geometri eller injekteringsstrycket behöver anpassas på grund av närliggande anläggningar eller låg bergtäckning, kan injekteringen behöva anpassas, inga sådana sträckor har identifierats. Det kan bli aktuellt vid till exempel tunnelpåslag och korsningar, eller vid passager av svaghetszoner.

Vid behovsprövad injektering tillämpas sonderingsklasser. I respektive sonderingsklass utförs undersökningar för att utvärdera bergets vattenförande egenskaper, baserat på detta görs ett val om berget behöver injekteras eller ej.

Vid kontinuerlig förinjektering tillämpas injekteringsklasser. Vid kontinuerlig förinjektering borrar ett förutbestämt antal injekteringsborrhål och injekteras som inledning men utförs vid behov (förbestämt eller baserat på utvärdering av injekteringsborrningen) som tätare borring eller dubbla skärmar. Även för kontinuerlig förinjektering bygger således metodiken på en kontinuerlig utvärdering och anpassning av injekteringsarbetet under pågående tunnelframdrift.

Förinjekteringen utförs genom att en krans av hål borrar framför stoffen (benämning på tunnelns front). Cementbaserat injekteringsmedel pumpas sedan in i borrhålen som är vinklade ut från tunneln och en tätad zon skapas utanför tunnelkonturen, se ruta 1 i *Figur 14*.

Kontrollparametrar som styr tätningsarbetet är mottryck för injekteringsbruket, mängden injekteringsbruk, tiden och kontroll av täthet efter utförd injektering. Passeras en större sprickzon eller tunnelavsnitt med genomsläppligt berg kan flera omgångar av injekteringsborrning och injektering behövas. Detta brukar benämnas som kompletterande eller flera skärmar. Nya injekteringshål borrar då upp emellan tidigare injekteringshål så att ytterligare delar av bergmassan tätas.

Efter sprängning, urlastning och bergförstärkning upprepas cykeln vid behov med ny förinjektering ungefär var tredje till var fjärde salva. Genom de olika längderna för injekterings- och salvborrning är

berget tätat framför stuff motsvarande minst tre salvborrningar. Det innebär att nästa omgångs injekteringsborrhål borras igenom en zon med tidigare injekterat berg så att ett överlapp erhålls.

Omfattningen av injekteringsarbetet styrs av bland annat bergkvaliteten, sprickförhållanden, grundvattentryck och de täthetskrav som gäller för den aktuella tunneldelen (se vidare 6.2.2). Normalt utförs en sprängning per dygn och tunnelfront men behövs dubbla eller fler skärmar blir framdriften långsammare. Cementbaserade injekteringsmedel kommer att nyttjas.

Efterinjektering är ytterligare en åtgärd som kan vidtas. Med det menas (ytterligare) tätning av redan utsprängd tunnel. Detta har inte alltid samma effekt som förinjektering då injekteringstrycket måste vara lägre för att inte riskera blockutfall och förstörd bergförstärkning. En annan svårighet med efterinjektering är också att det efter att tunneln är utsprängd råder större hydrauliska gradienter att jobba mot jämfört med innan tunneln sprängts ut. Metoden kan ändå vara användbar för att reducera inläckaget vid vissa specifika sektioner av tunneln.

Kostnader kopplade till val av tätning

Kostnader som förknippas med injektering sammanfattas i Tabell 4 för olika injekteringsklasser.

Injekteringsklass 1 (IK1) innebär en kontinuerlig förinjektering som i huvudsak utförs med en injekteringsomgång per skärmläge. Vid lokalt hög bruksåtgång i enstaka hål utförs kompletterande injekteringshål. Injekteringsklass 2 (IK2) innebär också en kontinuerlig förinjektering, men det tillämpas här ett något tätare borrhålsmönster och kontrollhål för kontroll av resultat efter utförd injektering. Även i IK2 är utgångspunkten att en injekteringsomgång per skärmläge utförs, men sannolikheten för att kompletterande hål eller i vissa fall en hel andra injekteringsomgång krävs är högre än i IK1.

Det som i grunden skiljer IK1 från IK2 är att i IK2 eftersträvas en högre tätningseffekt i relation till berget oinjekterade hydrauliska konduktivitet och/eller att de geologiska förhållandena är sådana att bergmassan bedöms svårinjekterad, exempelvis ett finsprickigt berg med ogynnsamt orienterade sprickor.

Tabell 4. Uppskattat snittpris för injektering per meter bergtunnel för injekteringsklasserna IK1 och IK2, bedömt kostnadsläge 2023. Kostnadsbedömningen baseras på antal skärmar, injekteringshål, borrmeter, etablering av borr- och injekteringsutrustning, injekteringstid och cementmängder. Då servicetunnlar har mindre area, har de färre antal injekteringshål, borrmeter, mindre cementmängder och kortare injekteringstid per skärm vilket får en lägre pris per meter.

Injekteringsklass	Pris/meter	
	Bergtunnel	Servicetunnel
IK1	10 000 kr	8 000 kr
IK2	16 000 kr	13 000 kr

5.1.3 Bergschakt för bergskärning

Berguttag för skärning kommer att utföras som pallsprängning vilket är en borr- och sprängteknik, där nästan lodräta borrhål (livhål) sprängs mot fri yta. Livhålen kan vara borrarade i en eller flera rader. Sprängning anpassas i syfte att minska skador på kvarstående berg. Sprängning ska även anpassas så att inga skador uppkommer på närliggande byggnader och anläggningar till följd av vibrationerna som uppstår vid sprängning, se kapitel 5.1.1. Vid instabila partier eller utpekade sektioner kan bergmassan förstärkas genom bultning (förförstärkas) innan sprängning. Efter sprängning skrotas frilagda bergtytor och vid behov utförs bergförstärkning, företrädesvis med bultning eller om bergmassan är mycket uppsprucken eventuellt med bergnät. I vissa avsnitt kan det vara aktuellt att lösgöra berget med alternativa metoder för att minimera omgivningspåverkan, exempelvis vadersågning för att minska vibrationer och sprickbildning i kvarstående berg. Det har ej konstaterats något behov att

nyttja alternativa lossållningsmetoder i systemhandlingsprojektering men detta kan komma att utredas vidare i detaljprojekteringskedet.

5.1.4 Ridå- och botteninjektering av berg

För att begränsa eller undvika grundvattensänkningar vid öppen bergschakt och bergsskärningar kan ridå- eller botteninjektering utföras. Injektering genomförs genom att hål borras i berget antingen i en eller flera rader längs schaktvägg (vid ridåinjektering) eller i ett jämnt fördelat mönster i schaktbotten (vid botteninjektering) varefter injekteringsmedel trycks ut i bergmassan (se Kapitel 6.2).

Ridåinjektering utförs innan öppen bergschakt enligt motsvarande principer som kontinuerlig förinjektering av bergtunnlar, dvs. kontinuerlig utvärdering och anpassning av injekteringsarbetet. Borrning för ridåinjektering utförs antingen från markytan via foderrör, alternativt från frilagd bergyta. Ridåinjekteringshålen antas behöva nå cirka 10 m under teoretisk schaktbottennivå. Det tätade berget bildar en ridå mot omgivande berg och begränsar vattnets möjlighet att strömma in till den öppna schakten. Ridåinjektering utförs ofta i kombination med en tätspont, se kapitel 5.2.1.

Det har ej konstaterats något behov för ridå- och botteninjektering i systemhandlingsprojektering men detta kan komma att utredas vidare i detaljprojekteringskedet.

5.2 Jordschakt

Där utrymme finns kan jordschakt utföras med slänter. Lutningen och således utbredningen av jordslänterna bestäms utifrån rådande mark- och vattenförhållanden. Jordschakt med slänt kan utföras under grundvattennivån i torrhet i friktionsmaterial (sand/grus/sten) men då krävs speciella åtgärder så som pumpning och släntbeklädning för att klara stabilitetskraven samt undvika slänterosion orsakat av inläckande grundvatten.

I de fall då det inte finns plats för slänter och vid risk för stabilitetsproblem utförs en stödkonstruktion. Då påverkan på grundvattenförhållandet behöver begränsas utförs en tät stödkonstruktion för att begränsa inläckage av grundvatten till schakt.

För att minska på behovet av stöd från en stödkonstruktion eller minska på jordrörelser som kan uppstå vid schaktarbeten kan etappvis schakt användas.

I de fall som erforderlig grundvattensänkning bedöms vara svår att utföra för att undvika hydraulisk upptryckning, begränsa bortledning av grundvatten eller för att undvika att skapa kontakt till ett undre grundvattenmagasin kan schakt inom stödkonstruktion behöva utföras under vatten. Vatten kan då behöva pumpas in i schakten. När en tätkaka är gjuten i schaktbotten kan vattnet inom stödkonstruktionen pumpas bort. Se även kapitel 6.2.1.

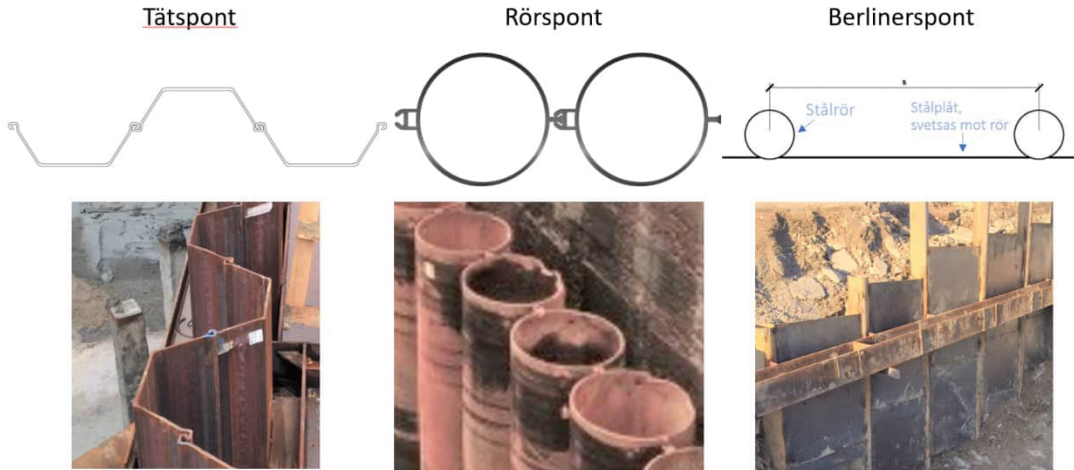
5.2.1 Sponter

För att skapa en temporär eller permanent stödkonstruktion i jord så kan olika typer av sponter i olika dimensioner användas. Val av sponttyp baseras på de rådande markförhållandena. Som stödkonstruktion för schakter är spont av stål vanligast förekommande, men i vissa fall kan även stödkonstruktion av armerad betong, plast eller kombination av stål och trä, eller stål och betong förekomma. De vanligast förekommande typerna av stålspont är: tätspont, rörspont i lås och Berlinerspont, se Figur 15.

Tätspont är en spont utformad som stålplankor där ändarna är bockade lås för att kunna anslutas till nästa plank. Tätsponten används i jordarter som lera och sand/grus där förekomsten av sten och block är liten och installation kan utföras genom att vibrera eller slå ner plankorna. Tätsponten har en vattenavskärmande funktion och kan kombineras med till exempel jetpelare för att undvika vattengenomströmning mellan spont och berg, se vidare kapitel 5.2.2 och 6.2.1. Tätspont används då som en del av en tätskärm.

Rörspont i lås, s.k. Pile-wall är en spont som utgörs av stålrör med påsvetsade lås för att möjliggöra anslutning mellan rören. Rörsporten installeras genom borrhning och används främst i jordar som har stor förekomst av sten och block där en vattenavskärmande funktion krävs. Även denna sponttyp kan kombineras med exempelvis jetpelare för ytterligare tätande effekt mot berg, se vidare kapitel 5.2.2 och 6.2.1.

Berlinersporten utgörs av endera borrade stålrör, eller slagna balkprofiler, i båda fallen med ett inbördes avstånd. I detta mellanrum, eller fack, installeras därefter stålplåt, träreglar eller sprutbetong för att säkerställa att utfall av jorden bakom ej uppstår. Berlinersporten lämpar sig främst för schakter ovan grundvattennivån eller där grundvattennivåerna inte behöver bibehållas i byggskedet. Berlinerspont väljs främst vid förekomst av friktionsmaterial (sand/grus/sten).



Figur 15: Olika typer av stålspont. Spontens tvärsnitt visas ovan fotografierna.

För att skapa stabilitet och undvika för stora rörelser in mot schakten så förankras sponten på en eller flera nivåer. Endera kan denna förankring ske genom en bakåtförankring (stag som borrar och gjuts fast i berg eller jord) eller genom stålstämp i schakten mellan två spontväggar, se Figur 16. Vid små schaktdjup kan även spontväggen utföras som konsolspont vilket innebär att någon förankringsnivå inte används.



Figur 16: T.v. bakåtförankrad tätspont. T.h. stämpad tätspont.

5.2.2 Jetinjektering

Övergången mellan jord och berg kan behöva tätas mot inträngande grundvatten. Ett sätt att göra det är att utföra jetinjektering. Jetinjektering är en högtrycks metod där en slurry av cement och vatten, ibland i kombination med luft eller luft och vatten, injekteras i jorden så att en betongliknande tätning av jorden uppnås. Ofta nyttjas en pelarform i storleksordningen 1 m i diameter. Pelarna överlappas för att bilda en kontinuerlig tätskärm. Ofta används metoden för tätning av glappet mellan underkant spont och bergövertytan. Metoden fungerar som bäst i jordlager bestående av sand och grus men fungerar även bra i lera och silt. Jetinjektering kan också fungera i lermorän och organisk jord men är ej så vanlig i dessa typer av jordlager.

5.2.3 Sekantpålar

En alternativ metod till spont för att skapa tillfälliga eller permanenta täta stödkonstruktioner är sekantpålar, se Figur 17.

Sekantpålar är platsgjutna pålar som används för att konstruera tillfälliga eller permanenta stödkonstruktioner vid schakt. Sekantpålar kan utföras på olika sätt, men gemensamt är att de utförs med viss överlappning för att verka tätande mot grundvatten och för att undvika att jordmaterial kommer in i schakten. Pålarna utförs ofta med diametrar varierande mellan 1 och 2 m.

Sekantpålar utförs genom att grova stålrör borrar till berg. Jorden schaktas ur röret och pålen armeras och fylls med betong. Stålröret dras upp och en vägg med pelare av betong formas mot jordlagren.

Sekantpåleväggar stabiliseras genom bakåtförankring och/eller stämp.



Figur 17: Bakåtförankrad sekantpålevägg (NL12, Norra länken).

5.3 Grundläggningsmetoder

Vid grundläggning av planerad anläggning (järnvägsbank, vägbank, broar, tunnlar, tråg etcetera) som inte direkt underlagras av berg eller fast friktionsjord kan olika grundläggningsmetoder nyttjas för att säkerställa anläggningens funktion. Vilken grundläggningsmetod som väljs beror på planerad anläggningens planerade nivå i förhållande till omgivande mark samt de underliggande jordlagrens egenskaper och djup.

5.3.1 Pålgrundläggning

Vid stora belastningar, eller för konstruktioner med stränga sättningsskrav, kan pålgrundläggning användas. Sådana konstruktioner kan vara broar, betongtunnlar, tråg, stödmurar eller bankar på lös jord (lera, torv, gyttja, silt). Pålarna syftar till att föra ner lasterna från anläggningen till fastare underliggande jordlager eller till berg, genom ett konstruktionselement (påle) av stål, betong eller armerad betong.

Prefabricerade betongpålar är vanligast förekommande och dessa installeras genom slagning. I vissa fall används även borrade eller slagna stålpålar. Vid grundläggning i områden med artesiska trycknivåer i vattenförande jordlager mellan de lösa jordlagren och bergytan rekommenderas att pålarna är massundanträngande (slagda eller vibrerade) vilket medger att de lösa jordlagren kan "läka" mot pålen vilket motverkar att grundvatten tränger upp längs pålen till markytan.

Gjutning av pålfundament/påldäck utförs vanligen i torrhet inom schakt med slänter och med erforderlig temporär grundvattensänkning. Vid behov nyttjas temporär spont.

5.3.2 Plattgrundläggning

Broar, betongtunnlar, tråg och stödmurar kan plattgrundläggas på packad fyllning av bergkrossmaterial, fast lagrad friktionsjord eller berg.

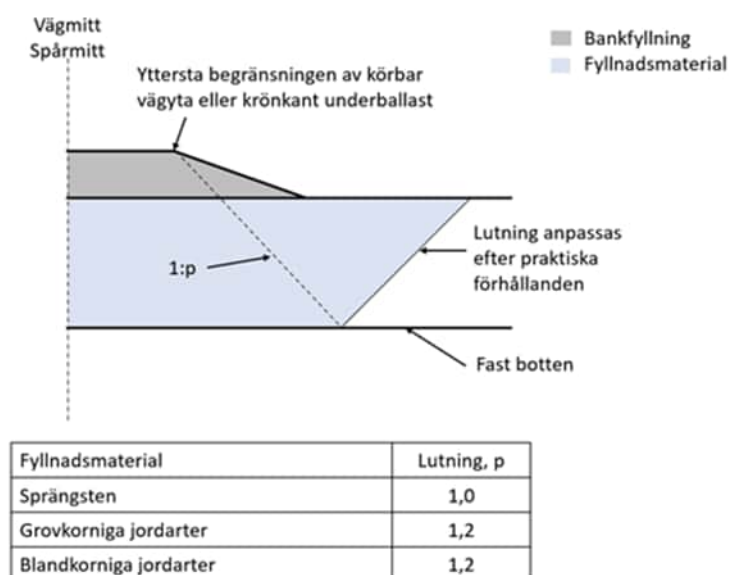
Plattgrundläggning utförs vanligen i torrhet inom schakt med slänter och med erforderlig temporär grundvattensänkning. Vid behov nyttjas även temporär spont.

5.3.3 Markförstärkningsåtgärder

För att säkerställa att sättningar och risk för stabilitetsbrott inte blir ett problem kan, vid ofördelaktiga markförhållanden (oftast lera), markförstärkningsmetoder komma att behövas. Det gemensamma för markförstärkningsmetoder är att tillskottslaster från anläggningen som påförs markytan, från bland annat bankuppfyllnad, behöver föras ner genom leran till fastare underliggande jordlager. De vanligast förekommande markförstärkningsmetoderna är: massutskiftning, geonät, tidig utläggning, överlast, överlast i kombination med vertikaldränering, kalk-cementpelare, lättfyllning och bankpålning. Som en stabilitetshöjande åtgärd kan tryckbankar användas.

Massutskiftning är en grundförstärkningsmetod där lösare jordarter (framför allt lera, silt, torv eller gytta med geotekniska egenskaper som medför att de geotekniska kraven för en anläggningsdel inte uppfylls) grävs bort till en nivå (utskiftningsdjupet) där berg eller bärkraftiga jordlager påträffas. Exempel på bärkraftiga jordlager är fast lagrad friktionsjord eller morän. Den urgrävda jordvolymen ersätts sedan av packad fyllning av företrädesvis bergkrossmaterial. Generellt utförs massutskiftning ner till cirka 3 meters djup men under vissa förhållanden kan även något djupare massutskiftningar utföras. Innan utskiftning utförs behöver grundvattennivån vara belägen minst 0,5 meter under utskiftningsdjupet, pumpning kan behöva utföras upp till 1 meter under utskiftningsnivån.

Utskiftningens bredd är kopplat till hur djup utskiftningen är, bankhöjden och vilket återfyllnadsmaterial som används, se Figur 18.



Figur 18: Utskiftningsbredd kopplat till djup och fyllnadsmaterial.

Åtgärd med geonät innebär att ett styvt nät av syntetmaterial placeras i fyllningsmassorna för att jämna ut belastningen (som uppkommer från bankfyllning och trafiklast) på undergrunden. Därmed minskar risken för uppkomst av ojämna sättningar.

Åtgärden med tryckbank innebär att en fyllning bestående av bergkrossmaterial eller jordmaterial läggs ut vid sidan om exempelvis en bankfyllning för att stabilisera denna och därmed uppfylla kravet på erforderlig stabilitet. Oftast läggs tryckbank ut på båda sidor om bankfyllningen.

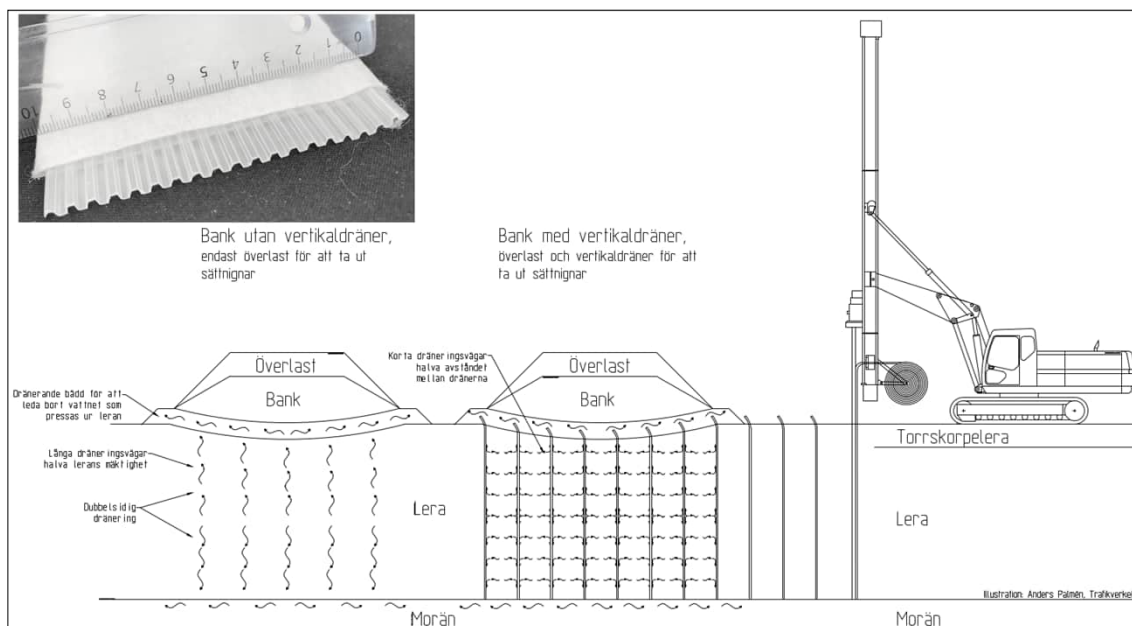
Tidig utläggning innebär att en bankfyllning (eller annan utfyllnad) påförs med en liten överhöjning (cirka 5–10 % av den färdiga bankfyllningens höjd) i ett tidigt skede så att de begränsade sättningar som uppkommer utbildas i god tid innan järnvägen eller vägen färdigställs. Syftet är att tillse att sättningskraven i driftskedet uppfylls.

Överlast/förbelastning är en grundförstärkningsmetod där marken under planerad anläggning belastas med en tillskottslast, dvs. mera tyngd än vad den färdiga anläggningen kommer att påverka marken med. På så sätt konsolideras jorden snabbare under den planerade anläggningen och skadliga

sättningar tas ut i förtid innan anläggningen har färdigställts. Hur lång tid som förbelastningen måste verka på marken beror på tillskottslastens storlek samt den sättningssänsliga jordens mäktighet och geotekniska egenskaper. Denna grundförstärkningsmetod används framför allt för att ta ut sättningar i lera, silt och sand med mycket lös till lös lagringstäthet.

Överlast kombinerat med vertikaldränar är en grundförstärkningsmetod likt överlast men med skillnaden att vertikaldränar installerats i marken under planerad anläggning. Åtgärden innebär att vertikaldränar sticks ned genom lösa jordlager (oftast lera) med låg hydraulisk konduktivitet (permeabilitet). Dränerna, som i princip är långa remsor med ett rektangulärt tvärsnitt med måtten cirka 4 mm gånger 100 mm, består oftast av en kärna av poröst plastmaterial som omsluts av en geotextil. Syftet med dränerna är att skapa en möjlighet för porövertryck i leran, som uppkommer till följd av belastning från exempelvis en bankfyllning, att utjämnas snabbare än om inte dränar installerats då dränerna skapar kortare dräneringsvägar. Principen är att porvatten som finns i leran och andra lösa jordlager via dränerna transporteras upp till markytan eller ned till mer vattenförande jordlager under leran, på detta sätt kan porövertryck i leran sänkas. Därmed förkortas tiden det tar för porvattnet att dränera ut vid belastning från till exempel en bankfyllning (konsolideringstiden), se Figur 19, vilket möjliggör att de sättningar som uppkommer i den lösa leran till följd av belastningen kan utbildas under byggtiden. På så vis kan sättningsskaven under drifttiden uppfyllas.

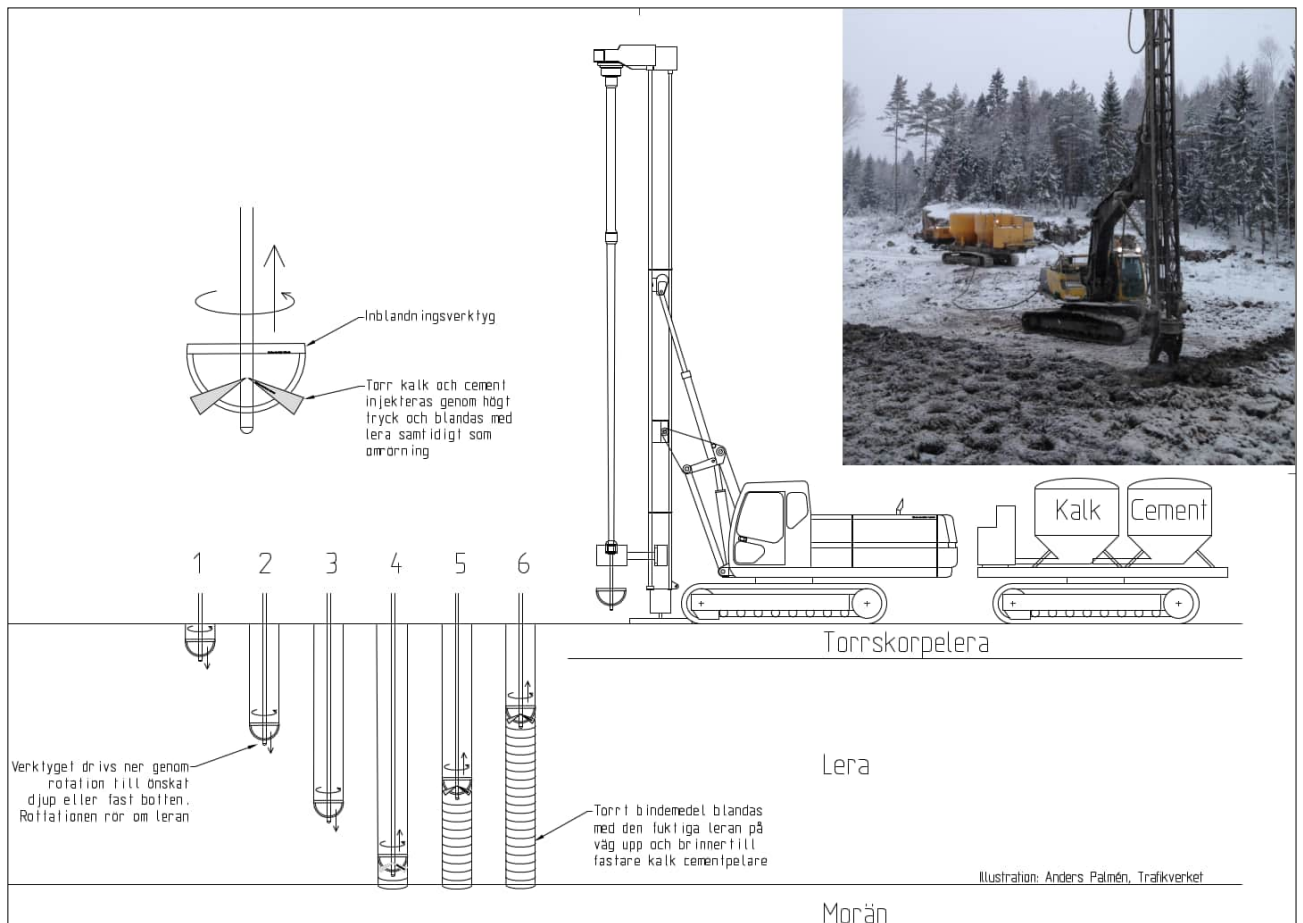
Vertikaldräneringen kombineras i princip alltid med att en överlast utförs och ger samma effekter. Syftet med vertikaldränering är dock att skynda på sättningsförloppet. Metoden kombineras ofta med tryckbankar. Inom områden med artesiska eller marknära grundvattennivåer i underliggande vattenförande jordlager används inte denna typ av markförstärkning. Detta för att undvika risk för att skapa ett grundvattenflöde till markytan från de vattenförande jordlagren.



Figur 19: Vertikaldränar.

Kalk-cementpelare (KC-pelare) är en grundförstärkningsmetod där kalk och cement blandas med lösare jordar (oftast lera) genom att ett verktyg, likt en visp, roteras ner och upp igen genom leran samtidigt som bindemedlet (vanligtvis kalk och cement men i vissa fall olika askor eller slaggprodukter) injekteras med högt tryck, se Figur 20. Genom de pelare som skapats förs tillskottslasterna från anläggningen ner till underliggande fastare jordlager och på så sätt kan sättningarna begränsas. Då KC-pelarna till stor del bär lasten från anläggningen så minskar även risken för stabilitetsbrott. Metoden kombineras ibland med tryckbankar för att minska mängden KC-pelare och uppnå erforderlig säkerhet mot stabilitetsbrott. Beroende på belastningen från banken och syfte med grundförstärkningsåtgärden så installeras KC-pelarna i olika mönster (enskilda pelare, sammanhängande skivor, gitter eller block). Vid grundläggning i områden med artesiska trycknivåer i

vattenförande jordlager mellan de lösa jordlagren och bergytan bedöms att de lösa jordlagren kan "läka" mot KC-pelarna vilket motverkar att grundvatten tränger upp längs pelarna till markytan.



Figur 20: Installation av kalk-cementpelare.

Åtgärder med lättfyllning innebär att tunga fyllningsmassor av bergkrossmaterial eller jordmaterial för järnvägsbankar och övriga anläggningsdelar delvis ersätts av lättare fyllningsmassor, oftast bestående av cellplast eller lättklinker. Syftet är att minska den tyngd som belastar marken och att därmed uppfylla kraven på sättningar och stabilitet för anläggningen. Med kompensationsgrundläggning menas att utskiftning av befintliga fyllningsmassor eller naturligt lagrade jordlager utförs innan efterföljande återfyllning med lättfyllning och bergkross- eller jordmaterial. Syftet är att minska spänningarna i underliggande lösa jordlager (oftast så pass mycket att det inte sker någon nettoökning av spänningarna) ytterligare och på så sätt minska risken för uppkomst av skadliga sättningar eller stabilitetsproblem.

En typ av pålad markförstärkning är bankpållning. Åtgärden innebär att pålar slås eller vibreras ned genom lösa jordlager till dess att fastare och mer bärkraftiga jordlager eller bergytan påträffas. På pålarnas övre ände gjuts sedan kvadratiska pålplattor av betong, normalt med cirka 0,5 meter tjocklek och ett sidomått om cirka 1,5–2,5 meter. Syftet är att tyngden från fyllningsmassor för järnvägsbankar eller övriga anläggningsdelar förs ned via pålplattorna till pålarna och vidare ned till de mer bärkraftiga jordlagren eller bergytan så att de ursprungliga lösa jordlagren inte belastas och så att kraven på sättningar, stabilitet och markvibrationer uppfylls. Vid grundläggning i områden med artesiska trycknivåer i vattenförande jordlager mellan de lösa jordlagren och bergytan rekommenderas att pålarna är massundanträngande (slagna eller vibrerade) vilket medger att de lösa jordlagren kan "läka" mot pålen vilket motverkar att grundvatten tränger upp längs pålen till markytan.

5.4 Bortledning av grundvatten

5.4.1 Bortledning av länshållningsvatten från öppna schakt i byggskedet

Där arbeten ska utföras i torrhet behöver länshållningsvatten ledas bort från öppna schakter i byggskedet. Bortledning av länshållningsvatten inom schakt görs genom att installera pumpgröpar eller grunda schaktbrunnar vid schaktens lågpunkter. Det kan bli aktuellt att utföra pumpbrunnar för bortledning av grundvatten djupare än schaktbotten, för att säkerställa en torr och stabil schaktbotten. För hantering av länshållningsvatten i byggskedet, se vidare avsnitt 8.1.

I de områden där en större påverkan på grundvattennivåer kan accepteras utanför schakten kan grundvattennivån sänkas av genom pumpbrunnar eller wellpoints (sammankopplade mindre brunnar som används i tätare jordlager) som installeras utanför schakten. Grundvattnet från sådana brunnar är normalt av så god kvalitet att det inte krävs någon rening, utan det kan ledas direkt till recipient. Om grundvattenpåverkan kring en schakt behöver begränsas kan grundvattennivån sänkas av inom tätskärm, se kapitel 6.2.1.

5.4.2 Bortledning av länshållningsvatten från berganläggningar i byggskedet

Vid sprängning av bergtunnlar kommer grundvatten att läcka in via vattenförande sprickor samt vid tunnelfronten (stuff) i samband med att hål borras för bergkvalitetsundersökning, sprängning och för tätning av berget. Även längs en utsprängd tunnel även där tunneln tätas kommer ett visst inläckage av grundvatten kvarstå. Grundvattnet blandas med det processvatten som tillförs för kylning under borrhning, dammbindning, etcetera och tunneln länshålls vid lågpunkter och vid stuff där tunneln drivs i nedförslut. Länshållningsvattnet leds eller pumpas via ledningar upp till markytan vid tunnelmynningen och renas. Hantering av länshållningsvatten i byggskedet beskrivs vidare i avsnitt 8.1.

I byggskedet mäts mängden tillfört processvatten och bortpumpat vatten vid behov. Skillnaden utgör det inläckande grundvatten för den succesivt ökande del av tunneln som sprängs ut. Då tunnelbotten består av sprängstensmassor för körvägar kommer vatten lagras/fördröjas i stenmassorna och mätningen av in- och utgående vatten motsvarar inte exakt mängden inläckande grundvatten vid mättillfället. Därför förläggs mätningarna till längre uppehåll i produktionen, för att särskilja inläckande grundvatten från processvatten. För att sektionera mätningarna kan även temporära mätanordningar utföras.

5.5 Anläggning av mindre trummor och diken

Anläggning av mindre trummor, rörledningar eller diken görs i den mån det är möjligt under perioder med låga flöden i dike och rörledningssystem. Schakt för trumma/rörledning görs till erforderligt djup för anläggande av schaktbädd och kringfyllnad. Anläggning görs så långt det är möjligt i ett sammanhängande moment för att minimera varaktigheten av arbeten.

6. Skadeförebyggande åtgärder och skyddsåtgärder

I miljöbedömningsprocessen har arbete med syfte att undvika eller minimera miljöpåverkan gjorts löpande, dels i lokaliseringsskedet, dels senare i projekteringsarbetet.

I lokaliseringsskedet har värdefulla områden eller tekniskt komplicerade områden i möjligaste mån undvikits. Om detta inte varit möjligt har anpassning av anläggningen gjorts under projekteringen i form av skadeförebyggande åtgärder. Exempel på skadeförebyggande åtgärder är anläggande av tråg, tätning av tunnel eller anpassning av vattenpassager. Syftet med åtgärderna är att minska negativa effekter och omgivningspåverkan. De skadeförebyggande åtgärderna är en viktig förutsättning vid konsekvensbedömningen. Utöver de skadeförebyggande åtgärderna kan även skyddsåtgärder behöva vidtas i byggskedet för att minska risk för skada på en specifik plats. Exempel på skyddsåtgärder är infiltration för att motverka skadlig grundvattensänkning vid arbeten som medför grundvattenbortledning eller att arbeten i vattenområde utförs inom ett grumlingskydd för att grumligt vatten inte ska sprida sig till omkringliggande vattenområde.

6.1 Arbeten inom vattenområde

Anläggningar som utförs i vattenområden (sjöar, vattendrag, diken och våtmarker) påverkar framför allt hydromorfologiska parametrar såsom flöden, morfologi och konnektivitet, som i sin tur kan komma att påverka levnadsförhållandena för vattenlevande arter och därmed biologin.

Som skadeförebyggande åtgärder i ytvattendrag dimensioneras anläggningen så att varken dämning eller vandringshinder för vattenlevande organismer uppkommer.

Skyddsåtgärderna anpassas utifrån bedömd påverkan och möjliga miljökonsekvenser på den specifika platsen. Även kontrollprogram tas fram.

6.1.1 Arbeta i diken och vattendrag

Vid omledning av vattendrag/dike kommer schaktarbeten för den nya sträckningen om lämpligt genomföras i torrhet. Detta är i många fall en tekniskt motiverad åtgärd men skyddar även miljön. Först när den nya åfåran är färdigställd leds vatten från den ursprungliga vattendrags-/dikesfåran till den nya vattendrags-/dikesfåran. Därmed uppkommer endast grumling under en begränsad period då vatten släpps på i den nya fåran.

Vid schaktarbeten i själva vattenfåran beror behovet av skyddsåtgärder på flöde, bottenförhållanden och eventuella naturvärden. För arbeten i diken/vattendrag som är torrlagda delar av året och där det inte förekommer fiskvandring behövs sällan skyddsåtgärder då det normalt inte förekommer risk för skada, annat än lokalt där arbetena utförs. I vattendrag med högre flöden och naturvärden nedströms kan tillfällig omledning, alternativt pumpning, ske av vattnet förbi arbetsområdet. Arbeten i vattendragsfåran sker då i huvudsak i torrhet och vattnet leds tillbaka först när arbetena är genomförda. I vattendragmiljöer med påvisad fiskfauna eller andra vattenlevande organismer, kan de tillfälliga omledningarna utformas avseende fårans bredd, djup och, så att en fungerande passage upprätthålls.

Som alternativ till arbete i torrhet kan grumlingsbegränsande åtgärder ofta vidtas, se kapitel 6.1.2.

6.1.2 Grumlingsbegränsande åtgärder

Vid vattenmiljöer som är känsliga för grumling kan en grumlingsbegränsande skärm nyttjas (Figur 21). Skärmen hindrar partiklar i vattenmassan att spridas okontrollerat till omgivande vattenområden. Skärmen begränsar flödet och medför att grumlande partiklar sedimenterar innanför skärmen. I en sjö eller i ett vattendrag installeras en enkel eller dubbel geotextil/siltgardin som förankras i länsar i ytan och med sänken eller motsvarande mot botten. Som alternativ eller komplement kan bubbelridå användas i sjöar eller vattendrag med ringa flöde. En bubbelridå består av en perforerad slang där luft trycks ut. Bubblorna skapar en flödesbarriär och sedimentation sker inom skärmen av bubblor.

Där så är lämpligt av tekniska skäl kan en spont anläggas i vattenområde. Sponten har samma funktion som en skärm och begränsar flödet mellan vattenområdet innanför sponten och angränsande vattenområde utanför.

Tillfälliga dammar eller fördjupningar är ytterligare ett exempel på skyddsåtgärder (Figur 22) som syftar till att jämna ut flödet och skapa förutsättningar för sedimentation och därmed minska eventuell grumling.

En enkel skyddsåtgärd för att minska grumling i diken och mindre vattendrag kan vara att placera ut löst packade halmbalar (Figur 23) Balarna minskar grumlingen genom att vattnet stannar upp och filtreras.



Figur 21: Exempel där geotextil lagts ut för att samla upp sediment vid anläggande av trumma. (Källa: Trafikverket 2014.)



Figur 22: Exempel på skyddsåtgärd med tillfälligt dämme i vattendrag. Vatten pumpas förbi arbetsområdet. (Källa foto: Trafikverket, Agne Gunnarsson.)



Figur 23: Exempel med skyddsåtgärd där halmbalar lagts ut för att fånga sediment vid arbete i vattendrag. (Källa, foto: Trafikverket, Agne Gunnarsson.)

6.1.3 Gjutning av betong i vattenområde

För att minimera omgivningspåverkan eller för att åstadkomma en god arbetsmiljö kommer brostöd och bottenplattor som en skyddsåtgärd i huvudsak att gjutas i torrhet inom spont. Undantagsvis kan bottenplattor av tekniska skäl behöva gjutas under vatten. Därefter kan brostöden platsgutas och överbyggnaden/farbanan byggas på plats eller lanseras ut över vattendraget. Om överbyggnaden gjuts på plats kan som skyddsåtgärd överbyggnaden gjutas inom tätduk för att förhindra spill i vattendrag. Länshållningsvattnets kvalitet kontrolleras vid behov innan det leds till recipient.

6.1.4 Erosionsskydd

Erosionsskydd anläggs kring brostöd och andra anläggningar i och kring vattenområdet för att skydda vattenanläggningen/vattendraget samt järnvägsanläggningen från erosionsskador.

Som skadeförebyggande åtgärd i vattendrag där vandrande fiskfauna som exempelvis laxfisk påvisats, täcks erosionsskyddet med okrossad natursten. Detta för att skapa en gynnsam biotop för faunan.

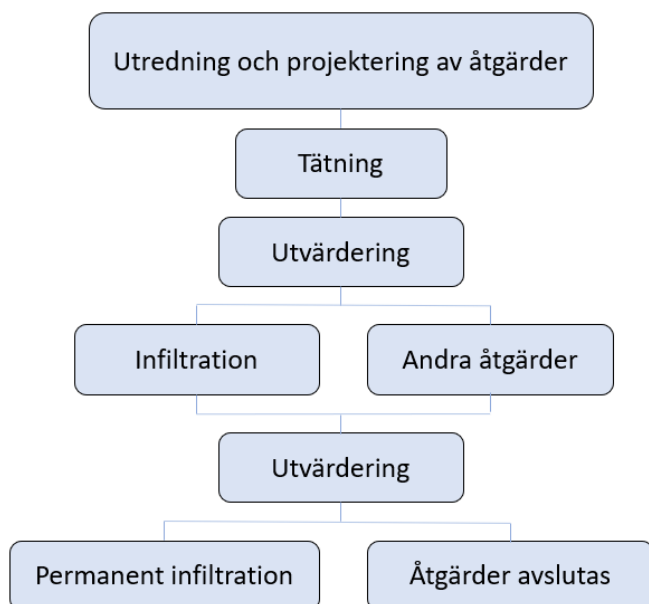
6.2 Påverkan på grundvattenförhållanden

Grundvattenbortledningen från tunnlar och schakt kan medföra sänkta grundvattennivåer i berg och jord. I Bilaga D2 PM Yt- och grundvatten redovisas förutsättningar och risker kopplade till hydrogeologisk omgivningspåverkan. I samma PM redovisas påverkansområde för grundvatten, utanför vilket någon grundvattennivåpåverkan av betydelse inte förväntas. Inom påverkansområdet kan det finnas allmänna och enskilda intressen som är grundvattenberoende och som skulle kunna skadas om grundvattennivåförändringar uppkommer. Identifierade så kallade riskexponerade objekt omfattar vattenanläggningar och befintliga vattenverksamheter, brunnar, byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, energibrunnar, naturmiljö inklusive våtmarker, kulturmiljö, areella näringar samt förorenad mark.

Strategin för att minska risken för skada på riskexponerade objekt till följd av grundvattenbortledning med sänkta grundvattennivåer som följd, är att arbeta i steg, med flera olika skadeförebyggande

åtgärder och skyddsåtgärder och med successiv utvärdering mellan varje steg. Strategin sammanfattas i Figur 24 och tillämpas på såväl tunnlar och skärningar som tillfälliga schakt, där behov av att begränsa grundvattenpåverkan har identifierats. Den primärt beslutade åtgärden är tätning medan behovet av ytterligare åtgärder utvärderas successivt. I strategin för skyddsåtgärder ingår ett omfattande kontrollprogram för grundvatten som bland annat omfattar mätning av grundvattennivåer i jord och berg, porttryck i lera och sättningsmätningar på byggnader, anläggningar och mark.

Metoder för tätning kring schakt och tunnel framgår av kapitel 6.2.1 och 6.2.2, medan strategi för och utförande av skyddsinfiltation framgår av kapitel 6.2.3. Andra åtgärder som kan bli aktuella beror på vilken typ av objekt som behöver skyddas. Exempel kan vara tillfällig bevattning för att öka markvattenhalten eller grundförstärkning av byggnader eller anläggningar.



Figur 24: Strategi för åtgärder för att begränsa grundvattenbortledning och grundvattenpåverkan.

6.2.1 Tätning kring schakt i jord/berg

När grundvattensänkning utförs inom en schakt och grundvattenpåverkan kring schaktet behöver begränsas, används tätskärm. Vad tätskärmen består av beror på förhållanden på platsen samt vilken omgivningspåverkan som får uppkomma. Schakter i jord kommer, där så krävs, att utföras inom en stödkonstruktion med en täthet (i huvudsak spont men även sekantpålar eller motsvarande förekommer, se kapitel 5.2) som minskar inläckaget av grundvatten i schakten. Spont är den vanligaste förekommande metoden. Jorden mellan spontunderkant och berg kan vid behov tätas med injektering av jorden då spontplankor oftast inte kan slås ända ner till bergytan utan stopp erhålls i friktionsjorden mellan lera och bergytan. Vanligen utförs detta med jetinjektering/jetpelare (jetgrouting se kapitel 5.2.2). Dessutom kan berget tätas genom ridå- och/eller botteninjektering (se kapitel 5.1.4). Tätning av schaktbotten inom tätspont kan även göras med en platta av s.k. gravitationsbetong som vanligtvis gjuts under vatten eller en betongplatta som förankras.

Jetinjektering ska utföras mot berg och cirka 1 m ned i berg men medför en begränsad tätning i uppsprucket berg. Vid schakt som blottlägger bergytan (terrassnivån är belägen under bergytan) gjuts ofta en kantbalk av betong mellan bergytan och spontplankorna efter att jordschakt utförts för att stabilisera sponten och minska inläckaget av grundvatten ytterligare. Vid tätskärm i kombination med bergschakt kan dock uppsprucken bergöveryta försvåra gjutning av kantbalk på grund av inläckande vatten. Vid oacceptabelt stort inläckage kan tätning av berg lokalt utföras genom injektering med icke cementbaserat injekteringsmedel.

I vissa fall, vid uppsprucken bergöveryta, kan det bli aktuellt med rörspont, s.k. pile-Wall, som borrar ned i friskt berg. Denna åtgärd kan vid behov kompletteras med injektering och igengjutning av rörspont.

Om risk för hydraulisk upptryckning föreligger och tätning mot berg är svår att utföra kan schakt alternativt utföras under vatten, d.v.s. utan länshållning av gropen i schaktskedet. I de fallen kan till exempel pålning ske från markytan innan schakt görs inom spont under vatten. Om schakten görs i tät jord där fritt vatten saknas kan vatten behöva pumpas in till schakten för att erhålla erforderligt mothåll mot bottenupptryckning. Efter schakt gjuts en så kallad tätkaka av betong. Antingen är tätkakan en gravitationsbetong eller så förankras den för att utgöra erforderligt mothåll. Därefter kan vattnet inom sponten pumpas bort och pålfundamenten anläggas.

För att inte orsaka förändrade strömningsmönster i driftskedet kan sponter behöva avetableras eller dämmningsreducerande åtgärder (till exempel håltagning, kapning) vidtas efter färdigställande av anläggningen.

6.2.2 Tätning av tunnlar

Injekteringsstrategin för Ostlänken delprojekt Gerstaberget-Långsjön beskrivs översiktligt i kapitel 5.1.2.

I projekteringen av typinjekteringskonceptet för Ostlänken delprojekt Gerstaberget-Långsjön i systemhandlingskedet har sonderingsklasser för behovsprövad injektering och två injekteringsklasser för kontinuerlig förinjektering tagits fram. Tunnelarna och injekteringsdesignen detaljprojekteras i senare skeden.

Det finns sträckor som anges som specialfall, dessa antas utföras som kontinuerlig förinjektering och projekteras i detaljprojekteringskedet. Specialfallen för de aktuella bergtunnelarna förekommer främst vid tunnelpåslagen med liten bergtäckning och de större sprickzonerna. Vid specialfallen ska injekteringstekniken, dvs. injekteringsmedel, injekteringstryck och -tid, och kriterier designas och kontrolleras enligt principer motsvarande typinjektering men med de platsspecifika förutsättningarna.

Specialfallen behöver inte betyda mer komplex och omfattande injektering, oftast behöver vissa anpassningar göras. För fallen med liten bergtäckning kan exempelvis injekteringsinträngning och anpassade injekteringstryck påverka designen. De större sprickzonernas förutsättningar skiljer sig mer åt sinsemellan, några kan ha en hög konduktivitet med stort spridningsområde och några kan ha en låg konduktivitet men vara tryckkänsliga, och därför kan inte några generella riktlinjer av lämplig injekteringsdesign beskrivas.

Där negativ påverkan på riskexponerade objekt med höga värden kan uppkomma, trots ambitiös injektering, kan heltäckande betonglining med tät botten utföras. En betonglining utförs i detta fall som en mot berg platsgjuten betongkonstruktion som dimensioneras för laster från berg och/eller grundvattentryck. För Ostlänken delprojekt Gerstaberget-Långsjön finns inga sträckor där heltäckande betonglining planeras av omgivningsskäl. Däremot utförs inlagssvalven vid tunnelpåslag för Gerstabergetstunnelns södra påslag som tät för att grundvatten i driftskedet inte ska dräneras in i tunneln.

6.2.3 Anläggningar för skyddsinfiltation

Skyddsinfiltation är en åtgärd som främst utförs inom bebyggd miljö för att motverka marksättningar, där det finns risk för skada på byggnader och anläggningar som följd, men andra områden och syften kan bli aktuella. Skyddsinfiltation planeras enbart användas under byggskedet. Skyddsinfiltation är en väl beprövad metod som kan användas för att hålla uppe grundvattennivåer kring särskilda objekt.

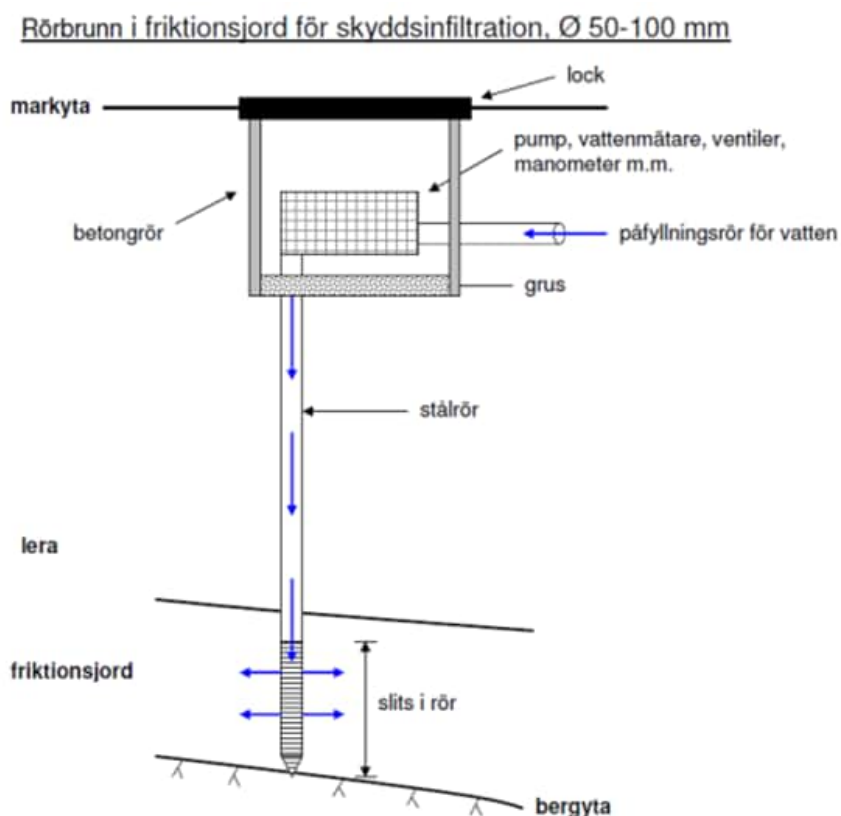
Skyddsinfiltation utförs genom att till grundvattenmagasinen tillföra vatten genom brunnar, i jord eller berg, eller genom dammar. Till övre eller öppna magasin kan andra typer av anläggningar vara aktuella, exempelvis slang- eller sprinklerinfiltation eller infiltation via skelettjordsmagasin vid markytan. Efter att behov har identifierats består arbetsgången för att driftsätta en infiltrationsanläggning översiktligt av följande steg, där steg 1–3 redan är utförda:

- 1 Områdets mark- och grundvattenförhållanden utreds för identifiering av lämpliga lägen och typ av anläggning.

- 2 Ledningskartor, närhet till ytvattendrag, etableringsytor etcetera inventeras för identifiering av förutsättningar för anläggningen samt framdragning av försörjning.
- 3 Området inventeras avseende om något objekt kan skadas av en förhöjd grundvattennivå, exempelvis källare.
- 4 Sonderingsborrning, annan typ av undersökning för designunderlag av brunn, damm eller annan anläggning. Underlag för upphandling av anläggning tas fram.
- 5 Upphandling och utförande av brunn/annan anläggning samt funktionstest.
- 6 Driftsättning i byggskede görs med provisorisk framdragning av vatten och anläggningen regleras och övervakas manuellt eller automatiskt med larmnivåer i omgivande kontrollrör.

Behovet av skyddsinfiltration beror av risken för skada. Även med långt gående undersökningar och utredningar kvarstår en viss osäkerhet avseende mark- och grundvattenförhållandena och hur de kan komma att påverkas av den sökta vattenverksamheten. Dessa osäkerheter kan hanteras genom att förberedelser för skyddsinfiltration görs för vissa riskexponerade objekt.

I Figur 25 redovisas principiell utformning av en infiltrationsanläggning inom bebyggd miljö.



Figur 25: Princip för infiltrationsanläggning.

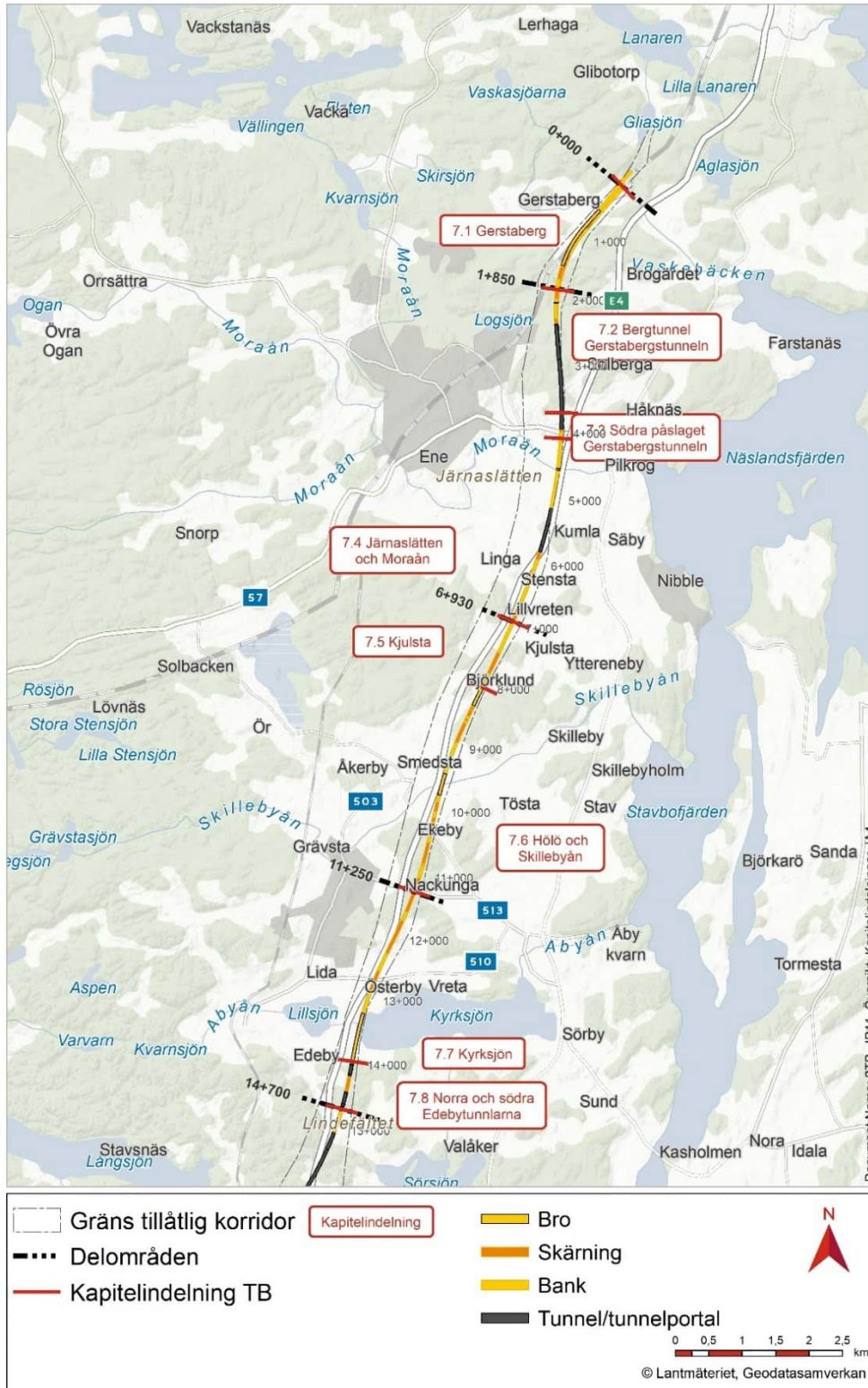
6.2.4 Strömningsavskärande fyllning

Där täta betongkonstruktioner anläggs i syfte att minska grundvattenpåverkan i driftskedet behöver även genomsläppligheten i fyllnadsmaterialet kring konstruktionen beaktas. Där fyllnadsmaterialet har högre genomsläpplighet än omgivande jord och berg kan återfyllningen leda till att grundvattennivåerna längs anläggningen jämnas ut. Om varierade grundvattennivåer behöver bibehållas längs anläggningen kan tvärtätningar utföras på en eller flera platser och upp till lämplig nivå runt och vid behov även över konstruktionen.

Tvärtätningen kan utgöras av strömningsavskärande fyllning, dvs. ett material med låg genomsläpplighet bestående av till exempel en blandning av stensmjöl och bentonit. Tvärtätningen kan även utgöras av en betongklack som gjuts mot bergbotten. Tvärtätningen anläggs under och längs sidorna på trågkonstruktionen. Vid betongtunnel kan tvärtätningarna även, vid behov, anläggas ovan konstruktionen.

7. Anläggningsbeskrivning vattenverksamhet

Längs järnvägsanläggningen planeras många åtgärder och verksamheter som innebär vattenverksamhet. Även tillhörande tillfälliga ytor i form av etablerings- och upplagsytor och arbetsvägar som behövs för att genomföra anläggningsarbetena kan innebära vattenverksamhet. Kapitlens indelning visas i Figur 26.



Figur 26: Geografisk kapitelindelning, teknisk beskrivning.

I detta kapitel beskrivs de vattenverksamheter som planeras. Beskrivning görs från norr till söder och i den beskrivande texten nedan återfinns ID-nummer och längdmätning för att identifiera respektive vattenverksamhet. ID som börjar på G är vattenverksamheter som innebär grundvattenbortledning eller infiltration av grundvatten (punkt 6 och 7, 11 kap. 3§ miljöbalken). ID som börjar på Y är vattenverksamheter inom vattenområde (punkter 1-5, 11 kap. 3§, miljöbalken), exempelvis uppförande av anläggning i vattendrag eller dike. Vid de vattenverksamheter som det är relevant finns det tekniska utförandet av skyddsåtgärder beskrivna. Vid större komplexa vattenverksamheter finns även en produktionsbeskrivning som mer detaljerat beskriver tidplan och produktionssteg.

För en geografisk representation av vattenverksamheternas lokalisering rekommenderas att parallellt med kapitel 7 läsa Bilaga C.1 Översikt anläggning och vattenverksamheter i plan.

Större trummor och sådana som tillhör ett större sammanhängande system beskrivs i text medan övriga trummor beskrivs i tabellform.

För detaljerade beräkningar längs diken och större vattendrag hänvisas till Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten.

7.1 Gerstabergr km 0+000–1+850

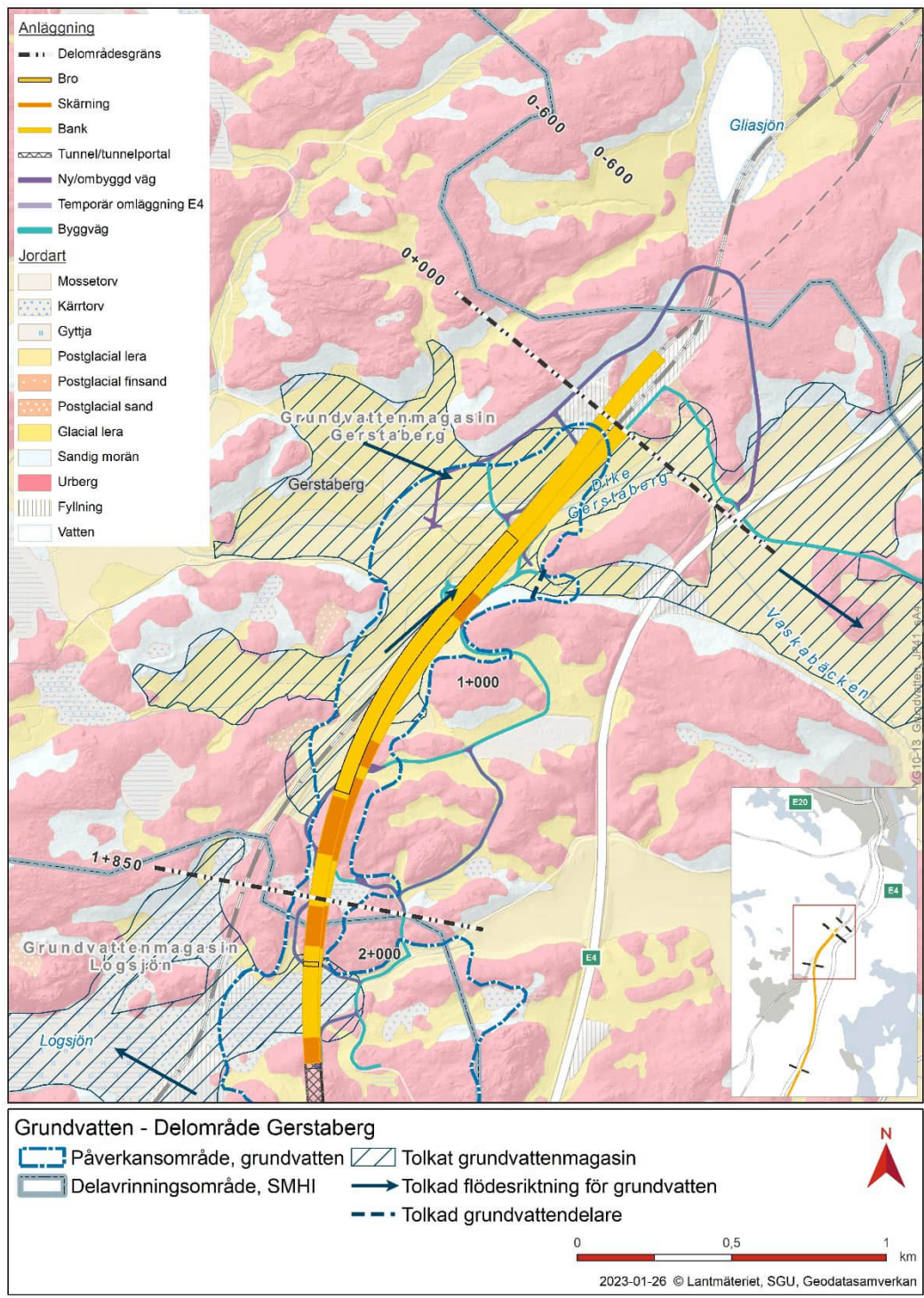
I norr är Ostlänkens uppspår och nedspår (här kallad U3 och N3) separerade från varandra mellan km 0+000 och 2+380. Anläggningen går först längs befintligt spår område där uppspår (U3) ligger på väster sida om befintligt spår och behöver sedan korsa spår området på 3 broar, norra anslutningsbron, bro över befintlig järnväg och södra anslutningsbron. Mellan km 1+490 och 1+500 går spåret (U3) på bank och sedan i djup skärning. N3 går i skärning och därefter på bank och sedan skärning igen. Från km 1+700–1+860 går båda spåren på bank över en våtmark där markförstärkning för järnvägsbanken erfordras.

Mellan km 0+000 och 1+275 utgörs området i huvudsak av en lertäckt dalgång med undantag för en höjd, med marknära berg vid km 0+700–0+850. I denna dalgång fram till cirka km 1+400 passerar järnvägen ett sammanhängande grundvattenmagasin, Magasin Gerstabergr, se Figur 27.

Grundvattenmagasinet förekommer i sandig/grusig morän (0–6 m) ovan berg, som överlagras av ett 0–20 m mäktigt lerlager. Grundvattennivåerna är svagt artesiska i mitten av dalgången och 2–3 m under markytan i grundvattenmagasinets utkanter (i de södra delarna och i anslutning till dike Gerstabergr). Huvudsaklig strömningsriktning är från väst till öst mot Östersjön.

Resterande del av detta delområde, från km 1+275–1+850, utgör typmiljön kuperat höjdområde som övergår i moränområden i sluttningar och organisk jord i lågområden. Den våtmark som är belägen mellan höjderna kommer delvis att fyllas ut vid anläggandet av järnvägs- och tryckbank.

Nedan beskrivs de åtgärder som medför vattenverksamheter längs sträckan. Dike Gerstabergr km 0+386 och våtmark km 1+700 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.1 respektive kapitel 3.2 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av dimensionerande flöde och av högre flöden redovisas, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.



Figur 27: Översiktsskarta över grundvatten för Gerstaberget och Logsjön.

G0-005 Utskiftning uppspår – km 0+150–0+325

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1.

Spår U3 avviker succesivt västerut från spår U1 (befintligt uppspår) och återfinns i nivå med spår U1 fram till cirka km 0+320 varefter spår U3 stiger svagt i höjd. Spår U3 passerar på upp till cirka 3,5 meter bank ovan befintlig markyta. En utskiftning (se utförandebeskrivning i kapitel 5.3.3) planeras i läget för befintligt spår U1 och planerat spår U3. För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Avsänkingsnivån för utskiftningen kommer utföras till cirka +23 vilket motsvarar som mest cirka 3 m under bedömt grundvattentryck i jord. Arbeten med utskiftning

planeras utföras inom ramen för flertalet markarbeten. Utskiftning och återfyllning beräknas ta cirka en vecka per moment.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån längs sträckan varierar mellan +25 och +27. Generellt består jordlagren av lösa jordlager som underlagras av friktionsjord/morän på berg. Grundvatten återfinns i friktionsjorden under det tätande lerskiktet och grundvattentrycket är marknära (slutna magasinförhållanden). Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentryck i området ligger cirka 1 m under markytan.

G0-006 Utskiftning provisoriskt skyddsspår – km 0+180–0+270

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 i Bilaga C.1. Mellan km 0+180 till 0+270 avses massor att skiftas ut och ersättas med lättfyllning (se utförandebeskrivning i kapitel 5.3.3). För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Avsänkingsnivån för utskiftningen utförs till cirka +24, motsvarande cirka 3 m under grundvattnets trycknivå under byggskedet. Arbeten med utskiftning planeras utföras inom ramen för flertalet markarbeten. Utskiftning och återfyllning beräknas ta cirka en vecka per moment.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån i området är flack och ligger på cirka +27. Grundvatten förekommer i friktionsjorden under tätande ovanliggande jordlager (slutna grundvattenmagasinförhållanden). Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattentrycket i området bedöms vara marknära och ligga på cirka +26, vilket motsvarar cirka en meter under marknivån. Jordlagren består av ytlig, tunn växtjordsbeklädnad som underlagras av utfyllnad, lera och friktionsjord ovan berg.

Y0-011, Y0-021 Omledning av dike och anläggning av trumma – km 0+200–0+220

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 1 Bilaga C.1. Vattenverksamheten avser omledning av ett befintligt järnvägsdike (Y0-011), som har ett beräknat medelflöde på cirka 1,2 l/s. Diket leds om på en sträcka av ungefär 130 meter och leder in vattnet mellan järnväg och serviceväg/ersättningsväg/byggväg. Teknisk information om trumman beskrivs i Tabell 5. För detaljerad plan, profil och sektion se Blad 1 Bilaga C.3. Arbetet med omledning av dike tar ca 2 veckor och anläggning av trumma tar ca 3 veckor.

Tabell 5: Teknisk information om nya trumman

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH- 2000)	VG Ut (RH- 2000)
Y0-021	0+320	ca 15	500	0,2	1,2*10 ⁻³	ca 24,26	ca 24,18

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vattnet från diket leds in i en ny trumma (Y0-021), som går under servicevägen/ersättningsvägen/byggvägen, och leder vattnet i västlig riktning för att sedan ledas söderut mot Dike Gerstaberger.

Y0-013 Rörläggning av dike Gerstaberger – km 0+220–0+360

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1. Vattenverksamheten avser arbete i vattenområde i form av rörläggning av en cirka 100 meter lång sträcka av Dike Gerstaberger öster om järnvägen. Rörläggningen görs på grund av markstabilitetsproblem i byggfasen. Rörläggningen kommer eventuellt att bli permanent/kvarstå i driftfasen om det stabilitetsmässigt inte är möjligt att ta bort den och återställa det öppna diket. Teknisk information om rörledningen beskrivs i Tabell 6. För detaljerad plan, profil och sektion se Blad 2 Bilaga C.3.

Tabell 6: Teknisk information om nya rörledningen och förhållanden i Dike Gerstaberger.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH- 2000)	VG Ut (RH- 2000)
YO-013	0+220– 0+360	ca 100	1 400	2,1	0,06	ca 19,79	ca 19,29

Beskrivning av förhållandena på platsen: Dike Gerstaberger är ett dike i jordbruksmark. Diket uppströms arbetsområdet ingår i markavvattningsföretag, men denna del ingår inte. Diket är idag öppet och utmynnar i en uppdämd konstgjord dammanläggning/viltvatten cirka 200 meter nedströms den plats där den planerade rörläggningen slutar. Uppströms den planerade rörläggningen, YO-013, ingår diket i ett markavvattningsföretag, men arbetena vid YO-013 påverkar inte någon tillståndsgiven dikesdel.

Produktionsbeskrivning: Dike Gerstaberger ska rörläggas vid 0+220 till 0+320. Uppströms i diket ska även en trumma anläggas under en ny väg och trumma D1400 ska förlängas (dessa åtgärder beskrivs som separata vattenverksamheter, YO-003 och YO-002, nedan). Anledningen till den 100 meter långa rörläggningen är att tillfällig arbetsväg och byggspar medför stabilitetsproblem i området med befintligt öppet dike. Glidytor som då skulle kunna uppstå öster om järnvägen har för låg säkerhet mot detta scenario om det inte diket läggs igen under byggskedet. Rörledningen anläggs på en fyllning närmast under röret, en s.k. ledningsbädd. Vattnet i Dike Gerstaberger planeras att pumpas förbi arbetsområdena för att underlätta arbetsprocessen. Vattenarbetena förväntas pågå mellan en och tre veckor. Om stabiliteten tillåter kommer rörledningen att tas bort och öppet dike att återskapas efter byggskedet.

Skyddsåtgärder: Som skyddsåtgärd i Dike Gerstaberger kommer groddjursstängsel att användas. Groddjursstängsel placeras ut inom den period som groddjur inte finns i vattnet (1 oktober till 28 februari). Arbetet i vattendraget ska ske i torrhet eller med omledning av vattnet förbi arbetsområdet för att förhindra grumling (Kapitel 6.1.2).

YO-002 Omläggning/förlängning av järnvägstrumma under serviceväg – km 0+360–0+370

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1. Befintlig trumma för Dike Gerstaberger med dimension 1 400 mm förlängs med drygt 28 meter västerut (uppströms) vid km 0+360 öster om spår U3 under en service-, ersättnings- och arbetsväg. Den delen av diket ingår inte i ett markavvattningsföretag. Förlängningen medför grävning och utfyllnad i vattendraget. Trumman anläggs på en ledningsbädd och för att kunna behålla befintliga vattengångar krävs då att dikesbotten skiftas ur. Teknisk information om trumman beskrivs i Tabell 7. För detaljerad plan och profil se Blad 2 Bilaga C.3.

Tabell 7: Teknisk information om nya trumman och förhållanden i Dike Gerstaberger.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH- 2000)	VG Ut (RH- 2000)
YO-002	0+360	ca 28	1 400	2,1	0,06	ca 20,81	ca 20,66

Beskrivning av förhållandena på platsen: Förlängningen ligger vid sidan av befintlig järnväg på åkermark. Dike Gerstaberger korsar befintlig järnväg genom en trumma vid cirka km 0+386. Området öster och väster om järnvägen utgörs av åkermark.

Produktionsbeskrivning: För att anlägga trummor kommer det att behövas grävas och fyllas i vattendraget. Vattnet i Dike Gerstaberger planeras att pumpas förbi arbetsområdena för att arbetet ska kunna utföras i torrhet vilket även medför att flödet i vattendraget inte bryts. Vattenarbetena förväntas fortgå mellan tre och fem veckor.

Skyddsåtgärder: Erosions- och grumlingskydd vidtas vid behov i samband med omkoppling till pumpning samt när vatten återleds till ordinarie fåra efter byggskede (se även YO-013 och YO-003). Funktionen är att motverka grumling och erosion i nedströms liggande naturvärdesobjekt NO4-28880 (viltvattnet).

Som skyddsåtgärd i Dike Gerstaberger kommer groddjursstängsel att användas. Groddjursstängsel placeras ut inom den period som groddjur inte finns i vattnet (1 oktober till 28 februari). Arbeta i vattendraget ska ske i torrhet eller med omledning av vattnet förbi arbetsområdet för att förhindra grumling (Kapitel 6.1.2).

YO-003 Anläggning av trumma under ny väg – km 0+580

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 i Bilaga C.1. Anläggning av trumma med dimension 1200 mm under en ny ersättningsväg uppströms järnvägsanläggningen. Teknisk information om trumman beskrivs i Tabell 8. Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för dike Gerstaberger kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av 100 m² av vattenområdet.

Tabell 8: Teknisk information om nya trumman och förhållanden i Dike Gerstaberger.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH- 2000)	VG Ut (RH- 2000)
Yo-003	0+580	ca 20	1200	2,1	0,06	ca 22,75	ca 22,71

Beskrivning av förhållandena på platsen: Trumman anläggs i dike Gerstaberger, som på den aktuella sträckan är en del av Gerstaberger markavvattningsföretags vattenanläggning och ingår i båtnadsområdet. Ungefär 110 meter nedströms den planerade trumman finns ett klassat naturvärdesobjekt (småvatten) med visst biotopvärde. Trumman anläggs under en ny väg, som kommer att utgöra infart till jordbruksfastigheten Gerstaberger gård.

Produktionsbeskrivning: För att anlägga trumman kommer det att behövas grävas och fyllas i vattendraget. Vattnet i Dike Gerstaberger planeras att pumpas förbi för att bibehålla flödet i vattendraget och för att arbetet ska kunna utföras i torrhet. Pumpningsarbetet förväntas fortgå mellan en och två veckor.

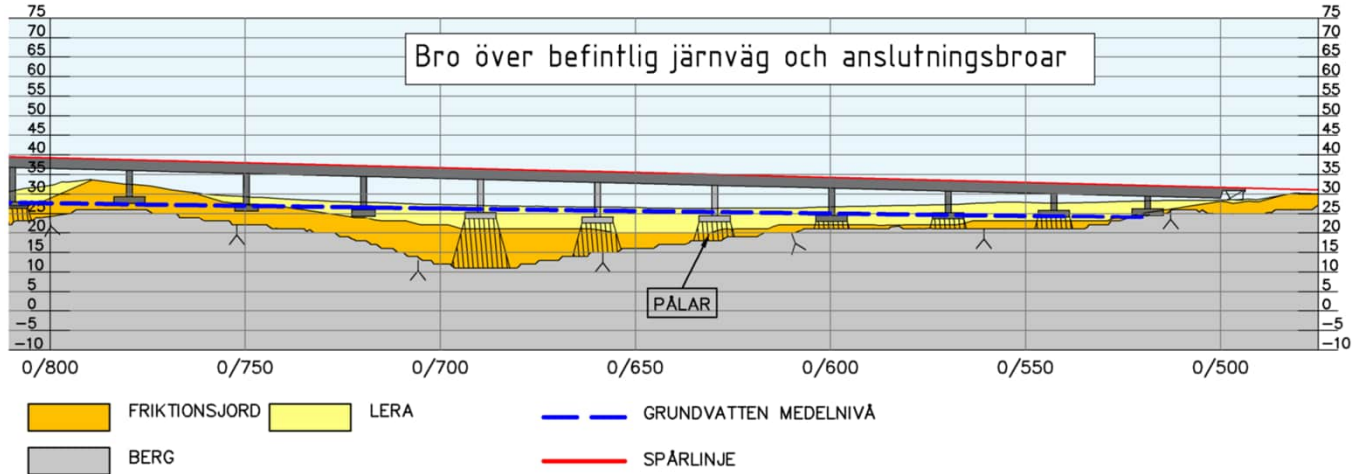
Skyddsåtgärder: Erosions- och grumlingskydd vidtas vid behov i samband med omkoppling till pumpning samt när vatten återleds till ordinarie fåra efter byggskede (se även YO-002 och YO-013). Funktionen är att motverka grumling och erosion i nedströms liggande naturvärdesobjekt NO4-28880 (viltvattnet).

Skyddsåtgärder: Som skyddsåtgärd i Dike Gerstaberger kommer groddjursstängsel att användas. Groddjursstängsel placeras ut inom den period som groddjur inte finns i vattnet (1 oktober till 28 februari). Arbeta i vattendraget ska ske i torrhet eller med omledning av vattnet förbi arbetsområdet för att förhindra grumling (Kapitel 6.1.2).

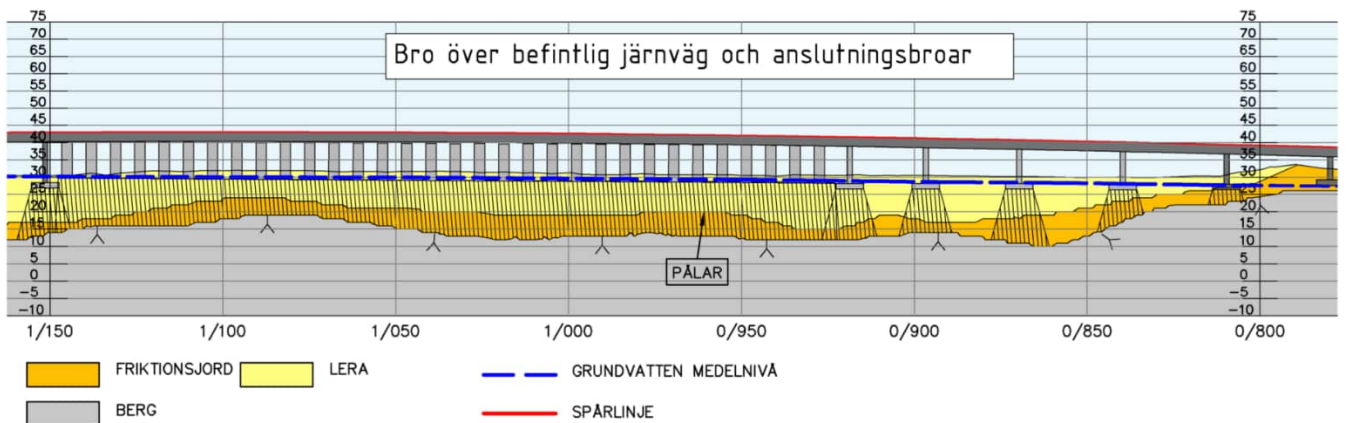
G0-003 Schakt för grundläggning av brostöd (uppspår) – km 0+500–1+490

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 i Bilaga C.1.

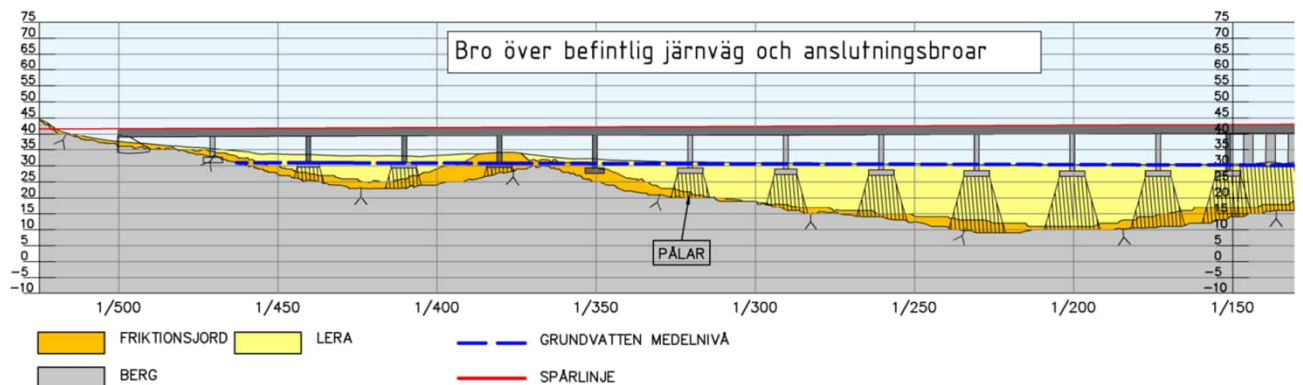
Uppspåret (U3) för den nya järnvägsanläggningen går på västra sidan parallellt med befintlig järnväg från anslutningen i norr och söderut. Det nya uppspåret (U3) korsar sedan över befintlig järnväg i planskildhet via tre brokonstruktioner. Norra anslutningsbron (km 0+500–0+919), Bro över befintlig järnväg (km 0+919–1+147) och Södra anslutningsbron (km 1+147–1+490) illustreras i profil i Figur 28, Figur 29 och Figur 30. För mer information om broanläggning se kapitel 4.5.



Figur 28: Profil över Norra anslutningsbron med jordlagerföljd och medelvattennivå, norr åt höger i figur.



Figur 29: Profil över Norra anslutningsbron och Bro över befintlig järnväg med jordlagerföljd och medelvattennivå, norr åt höger i figur.



Figur 30: Profil över Södra anslutningsbron med jordlagerföljd och medelvattennivå, norr åt höger i figur.

Brons lokalisering fastställs i planprövningen. Brostödets exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Den norra anslutningsbron planeras att grundläggas på cirka 16 stöd och ha en brolängd om 419 meter se Figur 28 och Figur 29. Bro över befintlig järnväg planeras att grundläggas på cirka 34 stöd, 2 gemensamma med anslutningsbroarna, flera av dessa stöd har en gemensam längsgående bottenplatta och ha en brolängd om 228 meter se Figur 29. Den södra anslutningsbron planeras att grundläggas på cirka 13 stöd och ha en brolängd om 343 meter se Figur 30. Tillfällig grundvattenbortledning kommer utföras vid schakt för brostöd under grundvattentrycknivå eftersom problematik kopplat till bottenuppträckning finns i området. Vidare beskrivning om jordschakter finns i kapitel 5.2.

Brostöden planeras att grundläggas på pålar, fyllning på berg eller eventuellt fyllning på befintlig friktionsjord på berg beroende på djup till friktionsjord och grundvattentryck. De olika grundläggningsmetoderna beskrivs i kapitel 5.3.

Brostödsschakten bedöms generellt ha ett schaktdjup på cirka 4 meter under markytan. Grundvattennivåerna är artesiska med trycknivå nära markytan längs sträckan. Bedömd avsänkingsnivå för schaktningen av brostöden varierar längs sträckan och är som djupast cirka +23, vilket motsvarar cirka 6 m under grundvattnets trycknivå i jord som mest.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Markytan sluttar mot norr, vid brostart i norr ligger marknivån på cirka +28 och vid brons slut i söder på cirka +36.

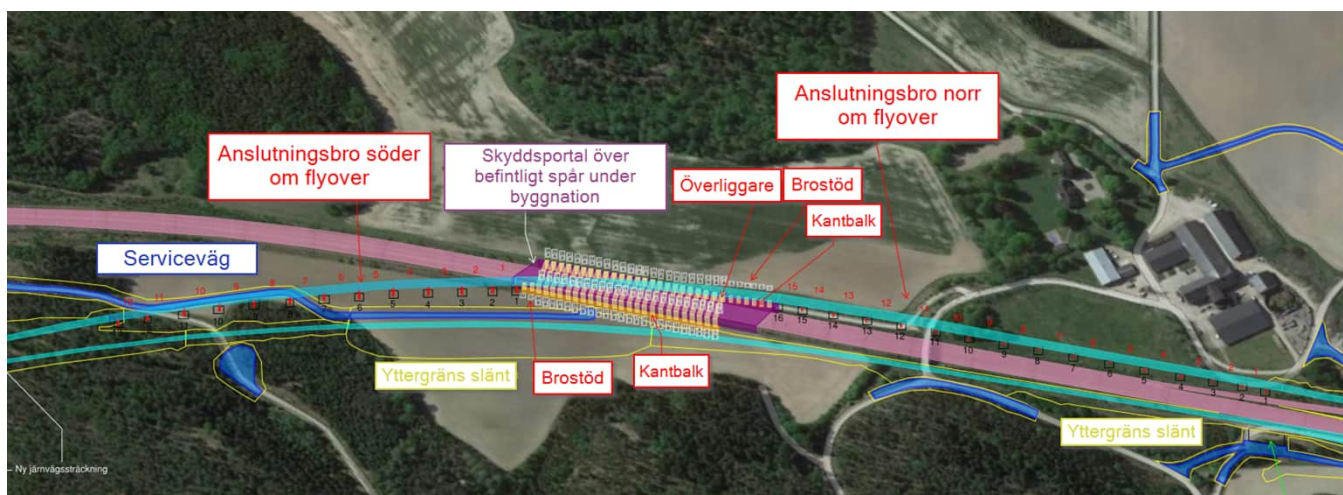
Jordlagren längs sträckan består i huvudsak av lösa jordlager som underlagras av morän på berg. Där bron går längs befintligt järnvägsområde överlagras de lösa lerlagren av fyllning. Fyllningens tjocklek varierar mellan 0,5–2,6 meter. De lösa jordlagren utgörs överst av torrskorpelera eller lera med torrskorpekaraktär som övergår i en varvig lera. Torrskorpeleran och leran med torrskorpekaraktär har en uppmätt mäktighet mellan 0,6 och 2,5 meter. Leran därunder har en mäktighet som har uppmätts till som mest 18,5 meter. Lokalt har leran på djup > 6 meter varit något sulfidhaltig. Lerdjupen avtar mot söder. Berg har påträffats på mellan 0,5 och 20 meters djup under markytan.

Grundvatten återfinns i friktionsjorden under det tätande lerskiktet. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentrycket är marknära och grundvattnets strömningsriktning bedöms vara mot norr och öster. Friktionsjorden bedöms som genomsläpplig.

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

Åtgärderna som kan utföras vid behov för den norra anslutningsbron är att brostöden kan utföras i vattenfyllda schakt eller inom schakter med tätskärm samt vid behov skyddsinfiltation (vattenverksamhet GO-010), se kapitel 6.2.1 och 6.2.3. För den södra anslutningsbron kan brostöden göras i schakt med tätskärm vid behov samt skyddsinfiltation (vattenverksamheten GO-010), se kapitel 6.2.1 och 6.2.3.

Produktionsbeskrivning: Produktionen av de norra och södra anslutningsbroarna bedrivs enligt beskrivning i kapitel 4.5 och 5.3. Bro över befintlig järnväg har ett annat tillvägagångssätt för produktionen vilket beskrivs mer nedan. Arbeten med anslutningsbroar sker till stor del parallellt. Figur 31 visar en översikt av anslutningsbroarna och bro över befintlig järnväg.



Figur 31: Översikt, bro över befintlig järnväg (flyover) och anslutningsbroar.

Arbeten med grundläggning och brostöd för bro över befintlig järnväg och anslutningsbroarna planeras ske med två fronter per bro, dvs. att två brostöd byggs parallellt i princip hela tiden. Byggtiden för den norra anslutningsbroens brostöd beräknas ta omkring ett år där grundläggningen för respektive brostöd beräknas ta omkring 2 månader med efterföljande härdningstid innan schakter kan återfyllas.

Arbeten med grundläggning och brostöd för den södra anslutningsbron beräknas ta omkring ett år där grundläggningen för respektive brostöd beräknas ta omkring 2 månader med efterföljande härdningstid innan schakter kan återfyllas.

Arbeten med bro över befintlig järnväg behöver bedrivas med stor hänsyn till befintlig stambana. Därför byggs en skyddsportal över samtliga fyra spår. Sponten slås längsgående mot västra stambanan. Sponterna på respektive sida av stambanan möjliggör även att kunna schakta för de längsgående bottenplattorna till bro över befintlig järnväg, utanför sponterna från stambanan sett. Bottenplattorna planeras grundläggas med pålgrundläggning. När arbeten med de längsgående bottenplattorna är utförda kan brostöden byggas, vilka utgörs av det som kallas stående revbenskonstruktion.

Arbeten med de längsgående bottenplattorna för bro över befintlig järnväg beräknas ta upp emot 1 år. Resterande arbeten med bro över befintlig järnväg leder inte till grundvattenbortledning.

GO-010 Skyddsinfiltration – km 0+440–1+430

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: För att upprätthålla grundvattennivåer vid befintliga spår har områden identifierats där det kan bli aktuellt att utföra skyddsinfiltration, se Plan 1 i Bilaga C1 samt Go-003. Resultat från infiltrationstest och slugtest indikerar en tillräckligt hög genomsläpplighet för att kunna infiltrera ett vattenflöde för att upprätthålla grundvattennivåerna under byggskedet. Skyddsinfiltration kan behövas under schaktarbetet med schakter för brostöd kopplat till vattenverksamhet ID Go-003 för att minska risken för skadliga sättningar mot befintligt spårområde. Anläggning av skyddsinfiltration beskrivs närmare i kapitel 6.2.3. Vattenförsörjning till skyddsinfiltrationen kan lösas med vatten från lokalanslutningen, etableringen, återcirkulation från schakter eller ytvatten efter lämplig rening vid behov.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Aktuella ytor är belägna i anslutning till befintlig stambana på dess östra och västra sida. Jordlagren utgörs av lösa jordlager som underlagras av friktionsjord på berg. De lösa jordlagren varierar mellan cirka 3 och 17 meter med större jorddjup mot söder. Grundvatten återfinns i friktionsjorden under det tätande lerskiktet. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattenstrycket ligger cirka 0–3 meter under markytan och strömningsriktningen är mot norr och öster. Jordlagren bedöms som genomsläppliga med en uppskattad hydraulisk konduktivitet på 1×10^{-5} m/s. Berg har påträffats på djup mellan 4 och 20 meter under markytan där djupet till bergytan blir större söderut.

G0-009 Utskiftning nedspår – km 0+695–0+698

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 i Bilaga C.1. En övergångszon anläggs mellan bankpålning och skärning i friktionsjord/morän. Mellan km 0+695 till 0+698 avses massor att skiftas ut och ersättas med lättfyllning (se utförandebeskrivning i kapitel 5.3.3). För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Avsänkingsnivån för utskiftningen avses utföras till +24,5 motsvarande cirka 3 m under grundvattnets trycknivå. Utskiftning och återfyllning beräknas ta cirka två vecka

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån i området ligger runt +28. Jordlagren för planerad utskiftning utgörs av lösa jordlager som underlagras av fasta jordlager ovan berg. De lösa jordlagren utgörs av torrskorpelera och lera vars mäktighet uppgår till som mest cirka 3,5 meter. Bedömt grundvattentryck ligger på cirka +28. Grundvatten förekommer i de fasta jordlagren, i området gäller slutna magasinförhållanden.

G0-007 Skärning för väg – km 0+700

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 i Bilaga C.1. Planerad serviceväg ligger i jord- och bergskärning på östra sidan av befintligt spår. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Dränerande nivå för skärningen kommer gå ner till +36 vilket bedöms vara cirka 1 meter under befintligt grundvattentryck i jord och berg. Skärningen ligger i en sluttning till ett höjdparti och skärningsdjupet varierar. Vid bergsprängning för denna skärning behöver trafiken på järnvägsspåren vara avstängd. Sträckan avvattnas norrut till dike Gerstabergr via dränledning.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Terrängen är högre belägen än spårområdet och markytan är belägen mellan +33 och +40 längs planerad skärning. Fältundersökningar som utförts vid sträckan visar på att jordlagren utgörs av fyllning/morän på berg. Jordartskartan visar också på sandmorän alternativt ett tunt lager med sandmorän på berg. Fyllnadsmaterialets/moränens mäktighet har uppmätts mellan 1 och 5 meter. Grundvatten förekommer i fyllningen/moränen (öppna grundvattenmagasinförhållanden) samt i sprickor i berg. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men bedömt grundvattentryck i området ligger på cirka +37.

G0-017 Utskiftning nedspår – km 0+820–0+830

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 i Bilaga C.1. Utskiftning avser en övergångszon mellan fast mark och markförstärkning med KC-pelare. Utskiftningen (se metodbeskrivning i kapitel 5.3.3) uppgår som mest till cirka 3 meter, vid cirka km 0+830. För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Avsänkingsnivån för utskiftningen kommer utföras till cirka +27 vilket motsvarar cirka 3 m under grundvattentrycknivån i jord. Detta moment ingår i en större mängd markarbeten.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån i området ligger på cirka +31. Jordlagren för planerad utskiftning utgörs av lösa jordlager som underlagras av fasta jordlager (friktionsjord) på berg. Grundvatten återfinns i friktionsjorden under det tätande lerskiktet och grundvattentrycket är marknära (slutna magasinförhållanden). Det fasta jordlagrets mäktighet bedöms till 1,5 m och uppmätt grundvattentryck i jord ligger på cirka +30 vilket motsvarar cirka 1 m under markytan.

Y1-023, Y1-026, Y1-025, Y1-024, Y1-008 Omläggning av rörledning vid Gerstabergrs torrlägningsföretag år 1930 – km 1+030–1+220

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 2 i Bilaga C.1. Vid anläggning av ny järnvägsanläggning kommer till övervägande del torrlägningsföretagets befintliga vattenanläggning att rivas ut och båtnadsmarken att lösas in. Befintlig rörledning ersätts med ny rörledning som anläggs utmed ny anläggnings västra bank, korsar befintliga spårsläget och därefter ansluts till befintlig rörledning väster om befintlig järnväg. Nivåer anpassas för anslutning till kvarvarande befintlig rörledning uppströms och nedströms. Eventuella anslutande åkerdräneringar anpassas till ny rörledning så att avvattningsfunktion för omgivande mark inte påverkas. Anläggningsarbetena medför schakt- och fyllningsarbeten. Arbeten medför intrång i båtnadsområdet.

Medelflödet till rörledningen är cirka 1,3 l/s och avrinningsområdet cirka 0,2 km². Totalt är delen som rivs av befintlig rörledning cirka 230 m och ersättande rörledning har längden 246 m. För detaljerad plan och profil se Blad 3 Bilaga C.3.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Rörläggningen löper i jordbruksmark och är en del i torrläggning av historiskt blöta markområden. Markavvattningsföretagets ursprungliga vattenanläggning är redan idag förändrade av tidigare rörläggning och justeringar vid befintlig järnväg dock är samfälligheten inte uppdaterad efter justeringarna.

Produktionsbeskrivning: Under arbetet med de nya ledningarna behålls befintlig rörledning så att åtgärden kan genomföras i torrhet. Arbetena förväntas fortgå cirka 10 månader.

G1-005 Utskiftning – km 1+275–1+290

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 i Bilaga C.1. En övergångszon mellan KC-pelare och skärning utförs via utskiftning (se metodbeskrivning i kapitel 5.3.3.) Utskiftning inleds under den östra delen av bankfyllningen i cirka km 1+275 för att i km 1+290 täcka hela bankens bredd. Avsänkingsnivån för utskiftningen utförs till cirka +29 vilket motsvarar cirka 3 m under grundvattentrycket i jord och kommer erfordra temporär grundvattenbortledning. Utskiftningen beräknas ta cirka 1 vecka att utföra.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivå längs sträckan ligger på cirka +32 m. Jordarterna utgörs överst av lera som underlagras av morän ovan berg. Grundvatten återfinns i moränen under det tätande lerskiktet (slutna magasinförhållanden). Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattentrycket bedöms vara marknära, cirka +32.

G1-010 Skärning nedspår – km 1+290–1+400

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 i Bilaga C.1. Spår N3 planeras i bergskärning med ett skärningsdjup för dräneringen på upp till cirka 7 meter fram till cirka km 1+390 där sträckningen övergår i en mindre skärning där maximalt skärningsdjup för dräneringen uppgår till cirka 3 meter. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Skärningen kommer medföra permanent grundvattenbortledning i berg. Dränerande nivå för skärningen ligger på cirka +34 m som djupast vilket motsvarar cirka 5 m under grundvattnets trycknivå i berg. Sträckan avvattnas norrut till dike Gerstaberg via ny ledning, nytt dike och ny trumma till befintlig åkerdräneringsledning vid Gerstaberg. Arbetet med denna skärning består till största delen av bergschakt. Arbetet utförs enligt beskrivning i kapitel 5.1.4.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Längs sträckan varierar marknivån mellan +36 m och +41 m. Jordlagren utgörs enligt jordartskartan av ytligt berg eller ett tunt moränlager på berg. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i jord eller i sprickor i berg. Grundvattentrycket i jord och berg bedöms ligga kring +39 längs sträckan.

G1-007 Schakt nedspår – km 1+390–1+420

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 3 i Bilaga C.1. Mellan km 1+390 och 1+420 planeras en schakt till dräneringsledning och en utskiftning på upp till 4 meter (se metodbeskrivning i kapitel 5.3.3). Utskiftningen erfordrar temporär grundvattenbortledning i jord. Avsänkningsnivå kommer ligga på cirka +30 längs sträckan vilket motsvarar cirka 4 m under grundvattentrycket i jord. Utskiftning och återfyllning beräknas ta cirka en månad.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Längs sträckan varierar marknivån mellan +36 och +41. Jordlagren utgörs av lösa jordlager som underlagras av friktionsjord på berg. De lösa jordlagren, troligtvis lera ställvis med torrskorpekaraktär, har en uppmätt mäktighet på mellan 0 och 2,5 meter. Berg har påträffats på djup mellan 0,5 och 4,0 meter under markytan. Grundvatten återfinns i friktionsjorden under det tätande lerskiktet (slutna magasinförhållanden). Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men bedömt grundvattentryck i jord längs sträckan bedöms ligga på cirka +34.

G1-012 Skärning norr om våtmark V1-001 nedspår – km 1+450–1+710

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 3 i Bilaga C.1. I skärningsens norra del ökar skärningsdjupet för att i som mest uppgå till cirka 20 meter innan skärningsdjupet minskar och uppgår i km 1+700 till cirka 2,5 meter. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 5.1.3. Skärningen kommer medföra permanent grundvattenbortledning i berg. Dränerande nivå för skärningen kommer variera mellan cirka +34 och +36 längs sträckan vilket motsvarar som mest cirka 14 m under bedömt grundvattentryck i berg. Området avvattnas söderut via dike.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Längs sträckan varierar marknivån mellan +40 och +56. Jordlagren utgörs enligt jordartskartan av ett tunt moränlager på berg eller ytligt berg. Grundvatten förekommer i moränen och i sprickor i berget. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men bedömt grundvattentryck i jord och berg bedöms variera mellan cirka +51 och +44 längs sträckan.

G1-004 Skärning norr om våtmark V1-001 uppspår – km 1+510–1+710

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 3 i Bilaga C.1. Mellan km 1+500 och 1+700 planeras spåret gå i skärning i berg (se metodbeskrivning i kapitel 5.1.4) där terrängen blir mer kuperad och karaktäriseras av skogsmark. Permanent grundvattenbortledning från skärningen kommer att uppstå. Spåret planeras i skärning med ett skärningsdjup på upp till cirka 12 meter fram till cirka km 1+690 där sträckningen planeras på bank. RUK är planerad på nivåer mellan +40 och +41 med minskade nivåer söderut.

Dränerande nivå för skärningen ligger kring cirka +37 m längs sträckan vilket motsvarar som mest cirka 14 m under bedömt grundvattentryck i berg. Arbetet med denna skärning består till största delen av bergschakt. Hela skärningen beräknas ta cirka 4 månader att utföra. Sträckan avvattnas västerut via dränledningar och diken. Arbeten med skärningen beräknas ta cirka 6 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Längs sträckan utgörs området i huvudsak av berg i dagen med ett tunt jordtäckte. Sträckningen går genom ett höjdområde. Marknivån längs sträckan varierar kraftigt. Mellan 1+520 och 1+620 stiger befintlig marknivå från +44 m till +52 m för att därefter falla av till +38 i km 1+700. Grundvatten förekommer i små lokala magasin i lågpunkter mellan höjdryggar samt i uppsprucket berg. Grundvattentrycket bedöms variera mellan cirka +44 och +51 m i jord och berg. Bedömningen baseras på områdets generella hydrogeologiska förhållanden samt ett måttillfälle i en mätpunkt i cirka km 1+600.

G1-009, Y1-002, Y1-021 och Y1-019 Utskiftning för bank och tryckbank över våtmark V1-001 – km 1+700–1+850

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 3 i Bilaga C.1. Längs sträckan passerar spåret över ett låglänt våtmarksområde på uppemot 4 m bank. Grundläggning planeras att utföras genom markförstärkning med vertikaldränering och förbelastning efter att organisk jord har grävts bort (se utförandebeskrivning i kapitel 5.3.3). För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Avsänkingsnivå för utskiftningen kommer ligga på cirka +34 längs sträckan vilket motsvarar cirka 2 m under grundvattentrycket i organisk jord.

Vattenverksamheten Y1-002, Y1-021 och Y1-019 beskrivs mer detaljerat i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Vid anläggandet av bank som beskrivs ovan kommer vattennivåerna i den östra, kvarstående, delen av våtmarken bli högre efter anläggandet.

Förändringen jämfört med före åtgärd är höjning av vattennivån om 0,7 meter vid normalsituation och 0,8 meter vid högflödessituation. För att undvika omfattande och svårunderhållna rörläggningar under tryckbanken ändras avvattningsriktningen så att avvattningen i stället sker österut för den kvarstående delen av våtmarken. Y1-002 avser utfyllnad av en del av våtmarken och bortledning av vatten ur vattenområdet. Våtmarken kommer då att avvattnas i servicevägens dike, Y1-021, ledas igenom en trumma under servicevägen, Y1-019, för att sedan rinna i naturliga vattenstråk och ansluta till en åkerkulvert strax uppströms E4 tillhörandes Brogårdets torrlägningsföretag (från år 1935). Brogårdet torrlägningsföretag 1935 påverkas i viss mån genom att avrinningsområdet ökar (med cirka 7 ha) till följd av den avskärande banken km 1+700. Flödet beräknas öka vid medel av årshögsta flöde från cirka 163 l/s till cirka 171 l/s. För detaljerad plan, profil och sektion se Blad 4 i Bilaga C.3.

Tryckbanken har en yta på cirka 6,4 ha och tar i anspråk cirka 3,7 ha av den befintliga våtmarken. Den befintliga våtmarken har en yta på cirka 11 ha. Utskiftning sker på upp till 1,5 meters djup (organisk jord). Utökad våtmarksutbredning på grund av vattennivåhöjningen (som uppstår utifrån järnvägsbankens blockering av tidigare utströmningen västerut) i den östra kvarstående delen förväntas bli cirka 0,5 ha. Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för våtmark V1-001 kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, till exempel etableringsytor, och som mest uppta en area av 600 m² av vattenområdet.

Se Tabell 9 nedan för teknisk information och flödesförhållanden för trumma Y1-019.

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för våtmark V1-001 kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, till exempel etableringsytor, och som mest uppta en area av 600 m² av vattenområdet.

Tabell 9: Teknisk information om nya trumman och flödesförhållanden.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimension- erande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH- 2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritext- kommentar
Y1-019	1+850	ca 10	600	0,19	4,2*10 ⁻⁴	ca 36,89	ca 36,84	Anläggning av trumma under serviceväg/ ersättningsväg/ arbetsväg

Beskrivning av förhållandena på platsen: I området ligger en lågpunkt bredvid en skogsväg. Idag är det en våtmark som avvattnas åt nordväst vid skogsvägen genom en trumma och sedan vidare mot Gerstabergs torrlägningsföretag (från år 1930) för att sedan rinna ut i dike Gerstaberg. Avrinningsområdets storlek är 0,1 km².

Markytan är relativt plan och markytan inom området varierar generellt mellan +36 och +37,5. Jordlagerföljden inom lösmarksområdet består av organisk jord ovan lera följt av morän på berg. Den organiska jorden utgörs av torv eller gyttja med en mäktighet på upp till cirka 1,5 meter. Aktuell lera

är varvig med enstaka silt- eller finsandsskikt och i de övre lagren innehåller leran bitvis enstaka växtdelar eller gyttjig lera. Lerdjupet uppgår till som mest cirka 8,5 meter under befintlig marknivå. Bergdjupet ökar mot de centrala delarna av lösmarksområdet med ett största bekräftat djup av cirka 14 meter. Marknivån längs sträckan är relativt flack. Grundvattentrycknivå har uppmätts i organisk jord (öppna magasinförhållanden) längs sträckan. Högsta uppmätta grundvattentrycknivå i yttlig organisk jord är +37 (medelnivå +36) vilket är marknära. Våtmarken bedöms generellt inte vara i kontakt med grundvattenmagasinet i friktionsjord under lerlagret. Det är dock troligt att våtmarken är i viss hydraulisk kontakt med det undre grundvattenmagasinet i randområdena i våtmarkens ytterkanter och att våtmarken där fylls på av uppträngande grundvatten.

Produktionstidplan: Produktionen utförs enligt beskrivning i kapitel 5.3.3. Totala liggtider för överlast är cirka 2 år, uppdelat på tre etapper.

G1-006 Skärning för väg – km 1+800

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 3 i Bilaga C.1. Verksamheten innefattar skärning i jord för en permanent service/ersättningsväg och arbetsväg öster om spåret (principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2). Skärningen kommer innebära en permanent grundvattenbortledning i jord. Skärningens dräneringsnivå ligger på cirka +37 vilket motsvarar 3 m under grundvattnets trycknivå längs en sträcka på 60 meter. Området avvattnas västerut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jordlagerföljden inom området består av organisk jord ovan lera följt av morän på berg. Bedömt grundvattentryck i jord i området ligger på +40. Grundvatten återfinns i moränen under det tätande lerskiktet och grundvattentrycket är marknära (slutna magasinförhållanden).

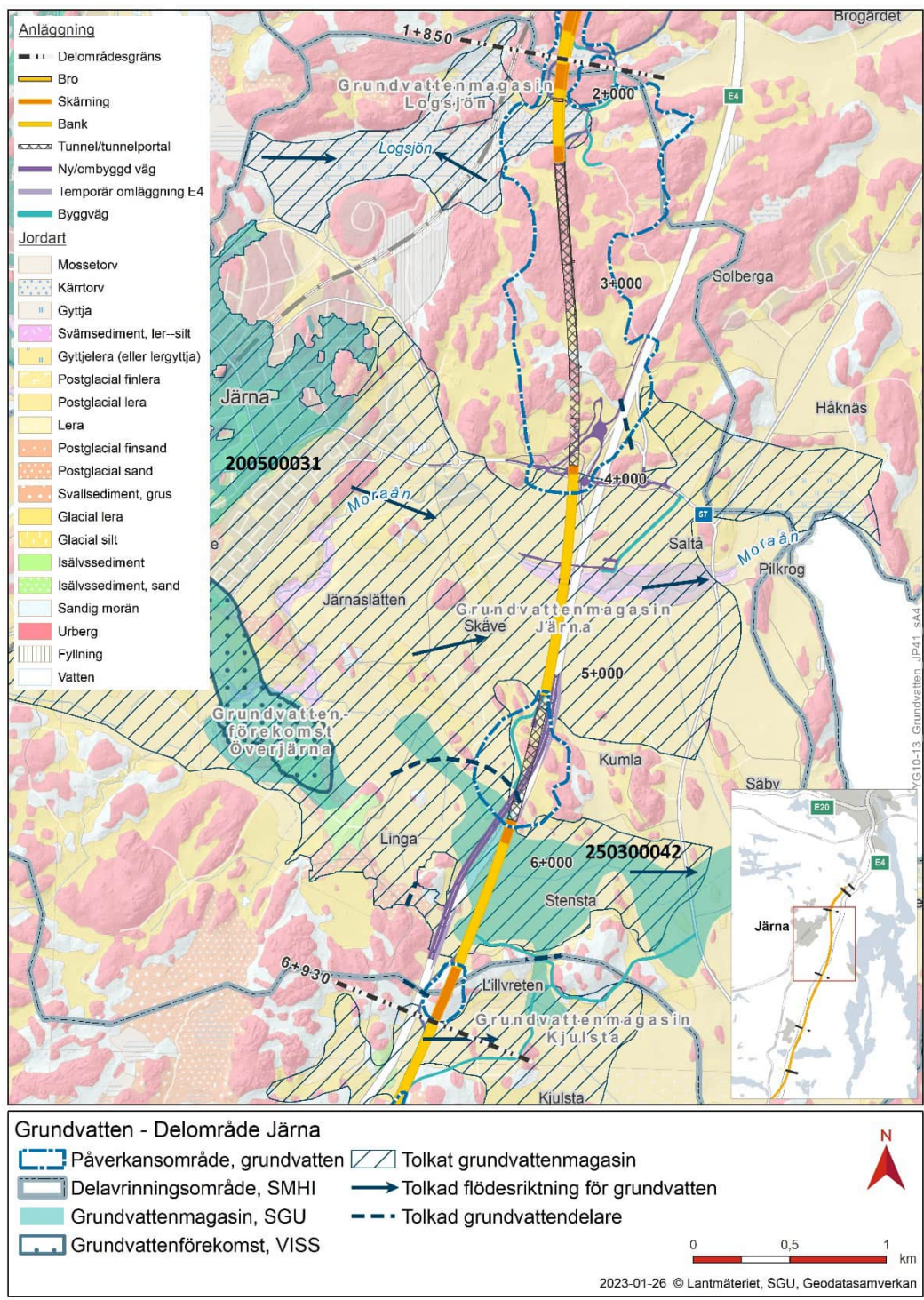
7.2 Gerstabergstunneln och norra påslaget km 1+850–3+697

Järnvägsanläggningen planeras på denna sträcka att längst i norr gå i skärning och söderut gå på en kortare bro över en serviceväg. Strax söder om bron går spåret på bank över en våtmark. Efter passagen förbi våtmarken går järnvägsanläggningen genom en cirka 1 300 meter lång bergtunnel. Bergtunneln föregås av en bergsskärning. Parallellt spårtunneln går en servicetunnel med tre stycken tvärtunnlar till spårtunneln.

Järnvägssträckningen kommer mellan km 1+850 och 3+697 att passera över ett höjdområde med höjder som mest på cirka +60 inom vilket det finns en våtmark mellan km 2+050 och km 2+300 (V2-001). Det finns ett sammanhängande undre grundvattenmagasin (Magasin Logsjön, se Figur 32) under våtmarken där grundvattennivåerna är ytliga till artesiska och varierar mellan cirka 0,5 m under markytan till 0,5 m ovan markytan. Jordlagerföljden inom grundvattenmagasinet är torv, lera (0–19 m) ovanpå morän (0–6 m) på berg.

Längs tunnelns sträckning saknas större och sammanhängande grundvattenmagasin i jord, grundvatten förekommer i stället huvudsakligen i enskilda sprickor eller spricksystem i berget.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 5–6 i Bilaga C.1 genomgående. Våtmark V2-001 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.3 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av dimensionerande flöde och av högre flöden redovisas, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.



Figur 32: Översiktskarta över grundvatten i delområde Järna.

G1-003 Skärning mellan våtmarker – km 1+850–2+010

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Järnvägen planeras längs sträckan att gå i skärning genom i huvudsak berg men även delvis jord (se kapitel 5.1.4) i 150 m med ett skärningsdjup som maximalt uppgår till cirka 19 meter. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i både jord och berg erfordras. Dränerande nivå för skärningen ligger som djupast på cirka +37, vilket motsvarar som mest cirka 12 m under bedömt grundvattentryck i jord och berg. Längs sträckan avvattnas spåret söderut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Mellan km 1+850 och 2+000 passeras en höjd med berg i dagen eller med ett tunt moräntäcke ovan berg. Marknivån varierar längs sträckan. Från 1+850 till cirka 1+920 stiger befintlig marknivå från cirka +38 till +58 för att därefter falla av till +38 vid km 2+000. Baserat på kartering av berg i dagen består bergmassan huvudsakligen av sedimentgnejs med inslag av gnejsgranit, bergkvaliteten bedöms som bra. Grundvatten förekommer ytnära i små lokala magasin i jordfyllda svackor samt i sprickor i underliggande berg. Grundvattnets trycknivå i berg bedöms variera mellan cirka +48 och +50 längs sträckan. Bedömningen baseras på områdets generella hydrogeologiska förhållanden.

G1-011 Skärning för väg – km 1+900–2+000

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Parallellt med spårlinjen planeras en väg som ligger i skärning i jord cirka 100 meter. Dränerande nivå för skärningen blir cirka +39, vilket motsvarar cirka 2 meter under grundvattnets trycknivå i jord. Arbeten utförs enligt beskrivning för jordschakt i kapitel 5.2. Längs sträckan avvattnas nya vägen mot befintlig väg via diken.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vägen planeras i utkanten av ett lösmarksområde och intill ett höjdområde med morän. Undergrunden bedöms bestå av lera till som mest cirka 2 meters djup ovan morän. Markytan varierar kraftigt, mellan +38 till +58. Grundvatten förekommer i moränen under leran (slutna magasinförhållanden). Grundvattentrycknivå i jorden bedöms till cirka +42 längs sträckan. Bedömningen baseras på områdets generella hydrogeologiska förhållanden.

G2-007 Utskiftning – km 2+025–2+042

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Åtgärden avser en planerad 1,5 meter djup utskiftning av lösa jordlager fram till järnvägsbro över serviceväg. Utskiftningen beräknas ta ca 1 vecka och temporär grundvattenbortledning erfordras under tiden arbetet pågår. Planerad avsänkingsnivå för arbetet med utskiftningen är cirka +30. Nivån motsvarar cirka 2–5 meter under bedömd grundvattentrycknivå längs sträckan på grund av markytans branta lutning. Arbeten utförs enligt beskrivning i kapitel 5.3.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jordlagren utgörs av lösa jordlager som underlagras av fasta jordlager på berg. De lösa jordlagren har en mäktighet på upp till cirka 1,5 meter. Marknivån ligger på cirka +36 i början av sträckan och faller till cirka +32 mot slutet av sträckan. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattentrycknivå i jord har bedömts ligga nära marknivån, som högst cirka +35 i början av sträckan.

G2-002 Schakt för grundläggning av brostöd för järnvägsbro över serviceväg – km 2+042–2+053

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Vid km 2+042–2+053 planeras järnvägen att gå på bro över servicevägen. Järnvägsbron avses att utformas som en plattrambro i betong. Ostlänkens båda spår har här ännu inte kommit samman efter påkopplingen och anslutningen till stambanan i Gerstabergr då spåren passerar över servicevägen. Bron behöver av den anledningen utformas asymmetrisk. Bron planeras att plattgrundläggas på packad fyllning ovan bärkraftig morän eller berg efter bortschaktning av leriga och siltiga jordar ned till cirka 3–4 meters djup. Planerad schaktnivå ligger på cirka +28 vilket motsvarar som mest cirka 4 meter under grundvattnets trycknivå i jord. Arbeten planeras utföras enligt beskrivning för spontning i kapitel 5.2.1 och plattgrundläggning i kapitel 5.3.2. Arbeten med grundläggning för landfästen beräknas ta omkring två månader per sida och under tiden arbete pågår erfordras temporär grundvattenbortledning.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Bron ligger i en smal dalgång med ytliga till artesiska grundvattennivåer. Jordlagren vid planerat brostöd utgörs av lösa jordlager som underlagras av fasta jordlager på berg. De lösa jordlagren utgörs av organisk jord eller lera med en mäktighet på mellan 0 och 1,5 meter. Berg har påträffats på djup som mest cirka 4,5 meter under markytan. Markytan i läget för planerad bro varierar mellan +32 och +34,5. I grundvattenrör har trycknivåer

uppmätts på nivåer mellan cirka +31 och +33 vilket motsvarar mellan 2 och 0,5 meter under marken vid platsen för mätning.

Y2-010, Y2-004, Y2-003, Y2-011 Anläggningar i våtmark V2-001 samt anläggning av nya trummor och diken – km 2+053–2+260

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Söder om km 2+035 anläggs järnvägen på bank (kapitel 4.1) när den passerar våtmarken vid km 2+053–2+260. Banken planeras att grundläggas på bankpålar, alternativ grundläggning kan vara påldäck. Banken kommer att sträcka sig 17 meter ut från närmsta spårmittpå på vardera sida om anläggningen i norra delen och 13 meter på vardera sida i den södra delen. Banken (Y2-010) omfattar cirka 6 500 m² av vattenområdet för våtmarken. Det totala våtmarksområdet omfattar cirka 6 ha. En arbetsväg anläggs till norra tunnelpåslaget till Gerstabergrstunneln. Vägen går igenom drygt 90 m² av vattenområdet för våtmarken. Under banken placeras en trumma (Y2-004) med dimension på 1 m (DN1000) som säkerställer att vattnet fortsatt kan flöda österut i sänkan. Öster om våtmarken finns ett dike med underliggande rörledning som avvattnar våtmarken mot ett jordbruksmarksområde österut. En ny trumma (Y2-003) planeras att anläggas för att leda vattnet från våtmarken mot rörledningen. Rörledningens kapacitet är viktig vid normala flöden, men har begränsad betydelse/är dämmande vid extrema nederbördstillfällen, då rinner vattnet i stället i ovanliggande skåldiket. Teknisk information om trummorna beskrivs i Tabell 10. Pågrundläggningen planeras att utföras enligt 5.3.1. Arbeten med pålning beräknas ta cirka fyra månader.

Kontroll har gjorts av områdets avvattningskapacitet efter anläggning av järnvägen för att säkerställa att tunneln i söder inte riskerar att skadas av höga vattennivåer i våtmarken. Detta redovisas i kapitel 3.3 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av dimensionerande flöde och av högre flöden redovisas, samt beskrivs vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

I direkt närhet till den norra tunnelmynningen finns en upplagsyta för tunnelberg. Här kan vid behov flödesutjämning och rening av länshållningsvatten från Gerstabergrstunneln samt lakvatten från upplagsytorna ske under byggskedet (se vidare beskrivning Gerstabergrstunneln och upplag i kapitel 8.1.1). Från upplagsytan och efter sedimentering, oljeavskiljning och eventuell pH-justering leds vattnet till markfilteranläggning för nitrifikation och vidare ut på våtmarken. Vattnet sprids ut över våtmarksytan (Y2-011). Spridningen sker i den västra delen av våtmarken så att uppehållstiden blir lång och för att ytterligare bidra till god rening sprids länshållningsvattnet med en cirka 300 meter lång löpleddning (spridarledning) av 160 mm PEH som läggs ovanpå torven. Dämme i utloppet från våtmarken i anslutning till ny trumma anläggs som komplement med spridarledningen för att vid behov kunna öka uppehållstiden. Dämningsnivån planeras att kunna varieras mellan dagens utloppsnivå +29,8 upp till maximalt + 30,9 meter. För att länshållningsvattnet inte ska frysa i ledningen kan ett isolerande material ovanpå, uppskattningsvis en meter högt och två meter brett. Totalt innebär detta att en yta på 600 m² upptas av ledning och överfyllnad.

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för våtmark V2-001 kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest upptar samtliga tillfälliga arbeten en area av 27 800 m² av vattenområdet.

Tabell 10: Teknisk information om nya trummor och förhållanden

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} eller +25% (dimensioner-ände flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritext-kommentar
Y2-003	2+100	ca 14	500	0,57	4,9*10 ⁻³	ca 30,05	ca 29,41	Anläggning av trumma under befintlig väg
Y2-004	2+170	ca 40	1000	0,86*	5,9*10 ⁻³	ca 31,1	ca 31,05	Anläggning av trumma under järnväg

Beskrivning av förhållandena på platsen: Området avvattnas idag mot nordost genom rörlednings- och dikessystem. Historiskt har våtmarksområdet varit mycket blött, men avvattnades delvis genom anläggning av diken och rörledning i samband med tidigare torvtäktsverksamhet. Blötheten i området har därefter varierat beroende på avvattningsanläggningarnas skick, i dagsläget är diken och rörledning nyligen underhållna och blötheten begränsad. Området har sannolikt längre tillbaka kommunicerat med Logsjön västerut. Idag går dock stambanan mellan Logsjön och våtmarken, och den kommunikationen kan bara ske via högt belägen trumma som endast leder vatten från våtmarken mot sjön. Vid extrema högvattentillfällen och vid normala flöden avvattnas hela området mot nordost.

Jordlagerföljden utgörs av organisk jord följt av lera och morän. Bergdjupet uppgår till cirka 25 meter men återfinns ytligt vid början och slutet av sträckan. Den organiska jorden utgörs av mellan- till högförmultnad torv eller gytjtja med mäktigheter på uppemot cirka 2,7 meter. Leran är i de övre lagren gyttig men blir mot djupet varvig med inslag av tunna finsandsskikt eller siltskikt. Leran har en uppmätt mäktighet om maximalt cirka 19 meter. Mot södra delen av sträckan avtar djupet till berg och mäktigheten med lösa jordlager minskar. Vid norra och södra delen av sträckan ligger bergytan maximalt cirka 4 meter under befintlig markyta som är belägen mellan +32,5 och +33. Grundvatten förekommer under slutna magasinförhållanden i friktionsjorden som överlagras av leran. Stående ytligt vatten i våtmarken bedöms inte vara i hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet i friktionsjorden under lerlagret. Hydraulisk kontakt mellan våtmarken och grundvattenmagasinet kan dock förekomma i randområden (där lerans mäktighet är ringa). Grundvattentrycket i friktionsjorden längs sträckan varierar enligt utförda mätningar mellan +31 till +33.

Se kapitel 8.1.1 angående vattenhantering.

Produktionsbeskrivning: Banken, Y2-010, korsar strömningsriktningen i våtmarken och en trumma, Y2-004, anläggs under järnvägsbanken för att fortsatt kunna avvattna våtmarksområdet österut. Öster om järnvägsbanken korsas avvattningsvägen av en räddningsväg och här läggs ytterligare en trumma, Y2-003. Trummornas läge är anpassade efter befintliga avvattningsdjup och egenskaperna sammanfattas i tabell i slutet av kapitlet.

Y2-001, Y2-002 Anläggning av trumma i rinnväg och anläggning av dike – km 2+090–2+110

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Trumman och diket anläggs i befintlig rinnväg under en serviceväg/ersättningsväg/arbetsväg. Beräknat medelflöde till trumman och diket är cirka 0,32 l/s. Teknisk information om trumman beskrivs i Tabell 11. Det nya diket (Y2-002) har en längd på cirka 13 meter och är kopplat till ett befintligt dike. För detaljerad plan, profil och sektion se Blad 5 Bilaga C.3. Arbetet uppskattas ta ca 2–4 veckor.

Tabell 11: Teknisk information om nya trumman.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH- 2000)	VG Ut (RH-2000)
Y2-001	2+090– 2+100	ca 9	500	0,12	ca 3,2*10 ⁻⁴	ca 30,02	ca 29,98

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vattnet rinner norrifrån och leds söderut.

G2-003 Utskiftning – km 2+260–2+270

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. I övergångszonen där spåranslagningen går från bank på bankpålar till skärning planeras en 2,5 meter utskiftning av ytliga organiska jordlager samt lera och silt ned till nivå för bärkraftig morän eller berg. Avsänkingsnivån för utskiftningen ligger på cirka +29 vilket motsvarar cirka 3 meter under grundvattentrycknivån. Sträckan avvattnas norrut med dränledning. Arbeten utförs enligt beskrivning för jordschakt i kapitel 5.2 och ingår i en större mängd markarbeten på platsen. De specifika arbetsmomenten med utskiftningen beräknas ta cirka 1 vecka och under tiden arbete pågår erfordras temporär grundvattenbortledning.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jordlagren utgörs av lösa jordlager som underlagras av fasta jordlager på berg. De lösa jordlagren utgörs av organisk jord och lera och har en mäktighet på upp till cirka 2,5 meters djup. Berg har påträffats mellan cirka 1,5 och 3 meter under markytan. Marknivån i läget för planerad utskiftning är cirka +31,5. Uppmätta grundvattentrycknivåer i linje med järnvägen varierar mellan +33 och +31 m vilket är marknära. Grundvattenagasinförhållandet är slutet, dvs. att det vattenförande jordlagret överlagras av ett tätande lerlager. Väster och öster om järnvägen förekommer artesiskt grundvatten.

G2-010 Uttag av processvatten för tunneldrivning Gerstabergr Norra – km 2+300

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Uttag av processvatten i bergborrade brunnar. Vid tunneldrivningen vid Gerstabergr norra är behovet för uppskattat uttag 3 600 m³/kvartal under cirka tre års tid. Detta motsvarar en förbrukning på cirka 50 m³/dygn (2100 l/h) under cirka 3 års tid.

Friktionsjordslaget i området är begränsat och uttag ur bergborrade brunnar bedöms därmed mest lämpligt. En uppskattning om bergets uttagkapacitet, baserat på schablonvärden från SGU samt erfarenhet från brunnsbore, har antagits vara ca 700 l/h per brunn. Det behövs då tre brunnar för att uppfylla behovet av processvatten. Det kan dock bli aktuellt med fler brunnar om kapaciteten är lägre än antaget. I området finns det gott om plats att borra fler brunnar om inte behovet uppnås med tre brunnar. Brunnar kan placeras på intilliggande etableringsyta. Inom arbetsområdet bedöms yta för extra magasinering av rent processvatten finnas om behov uppstår. Kommunal vattenanslutning finns cirka 900 meter från tunnelmynningen, men information om kapacitet saknas. Alternativ som täcker behovet av vatten med ytvattenuttag saknas på platsen.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Processvattnet till den planerade tunneldrivningen behöver anläggas i anslutning till tunnelmynningen vid cirka km 2+350. Här utgörs marken i huvudsak av morän och berg i dagen men strax norr om tunnelmynningen förekommer även ett torvområde och partier med lera. Bedömd grundvattentrycknivå i jord ligger marknära eller svagt artesiska. Bedömningen baseras på områdets generella hydrogeologiska förhållanden.

Baserat på kartering av berg i dagen består bergmassan huvudsakligen av sedimentgnejs, bergkvaliteten bedöms som bra.

Cirka 300 m nordväst om tunnelmynningen finns en dricksvattenbrunn med ett djup på cirka 70 m som bedömts ha en kapacitet på 135 l/h (motsvarande $3,75 \times 10^{-2}$ l/s) vilket ger en grov uppskattning om möjlig uttagskapacitet i berg i området.

G2-005 Norra förskärningen Gerstabergstunneln – km 2+280–2+384

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. På norra sidan av Gerstabergstunneln anläggs tunnelportalen i en bergskärning som går genom delar av ett större höjddparti. Skärningen leder till en permanent grundvattenbortledning. Dränerande nivå ligger som djupast på cirka +31, vilket motsvarar cirka 6 meter under bedömd grundvattentrycknivå i jord och berg. Vid km 2+310 planeras järnvägen gå på terrass i berg. Arbeten utförs enligt beskrivning för jordschakt i kapitel 5.2 och bergskärning i kapitel 5.1.4. Järnvägen avvattnas norrut via dränledningar.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jordlagren utgörs överst av lösa jordlager som överlagrar fasta jordlager på berg. Markytan varierar mellan +34 och +51. De lösa jordlagren har en mäktighet på upp till cirka 2 meter och djup till berg är som mest cirka 5 meter. Vid cirka km 2+310 återfinns berg i dagen eller tunt lager med morän på berg. Baserat på kartering av berg i dagen består bergmassan huvudsakligen av sedimentgnejs, bergkvaliteten bedöms som bra. Grundvatten förekommer i moränen och sprickor i berget. Bedömd grundvattentrycknivå ligger på cirka +37 i jord och berg.

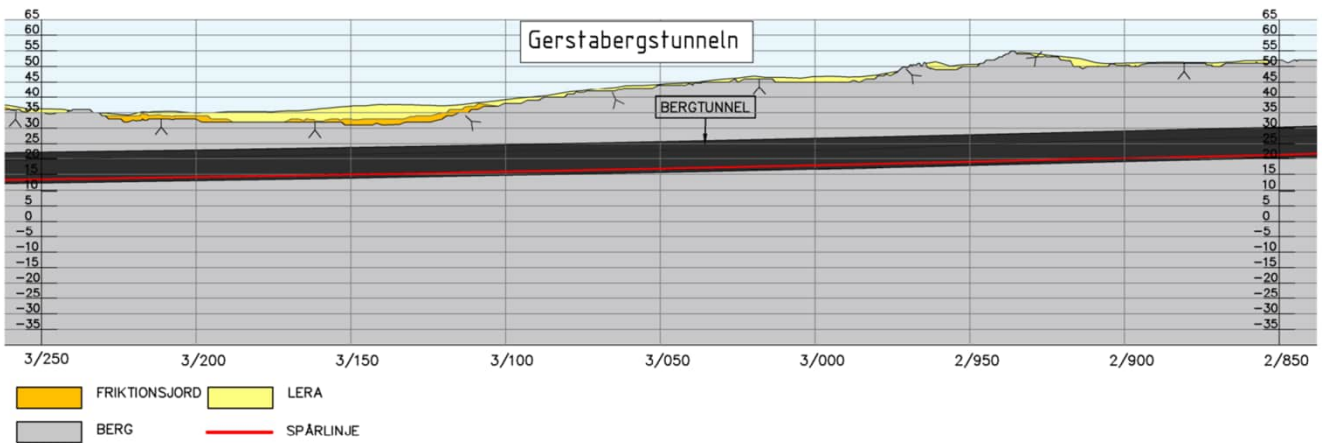
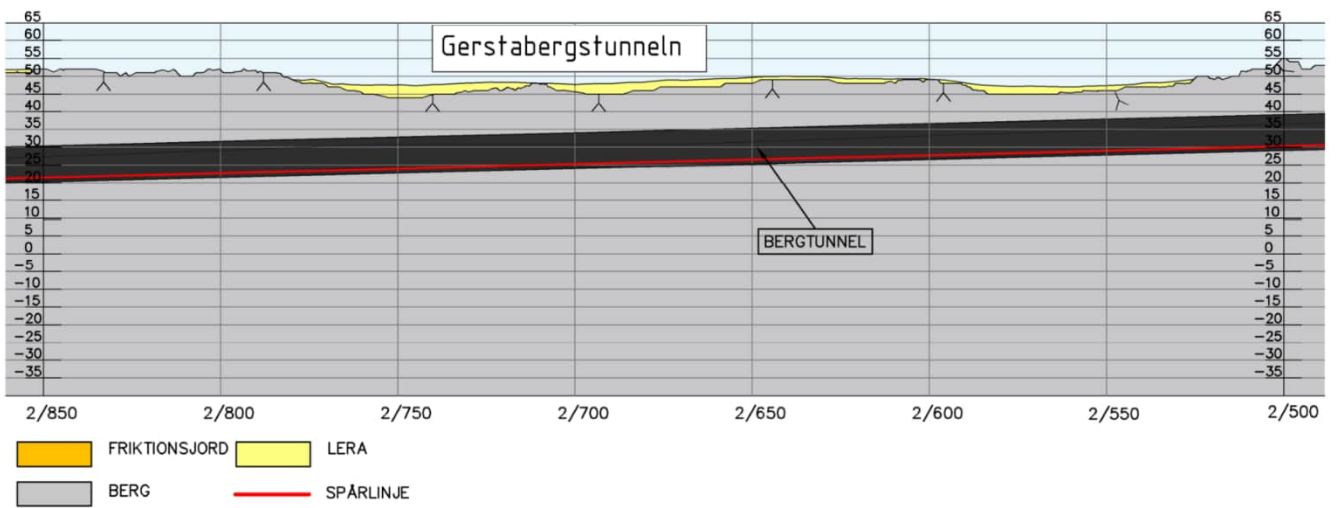
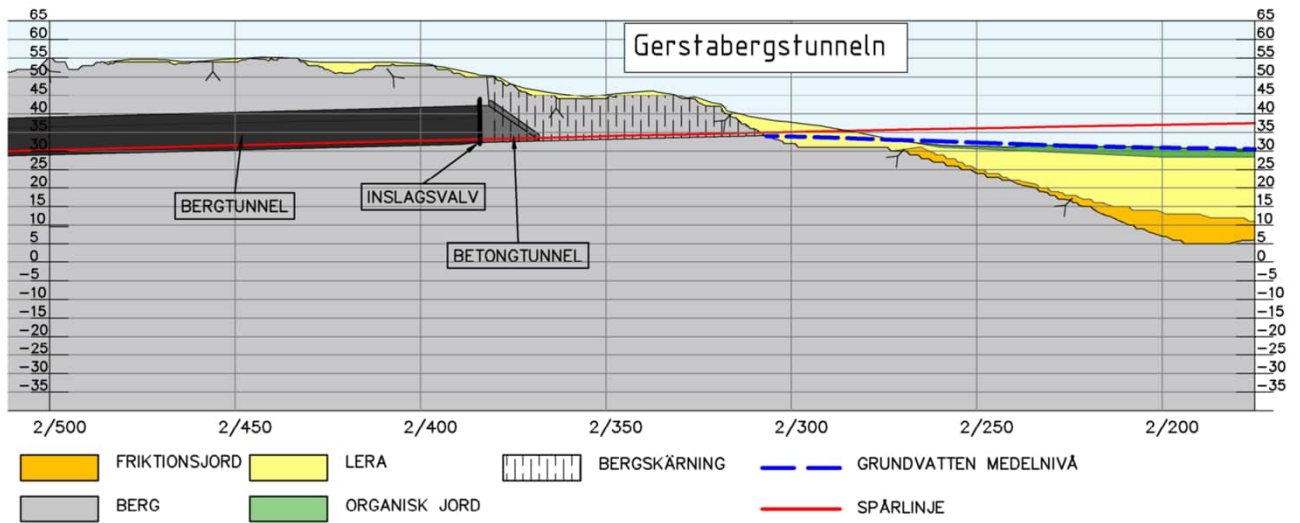
G2-011 Brandvattenmagasin – km 2+330

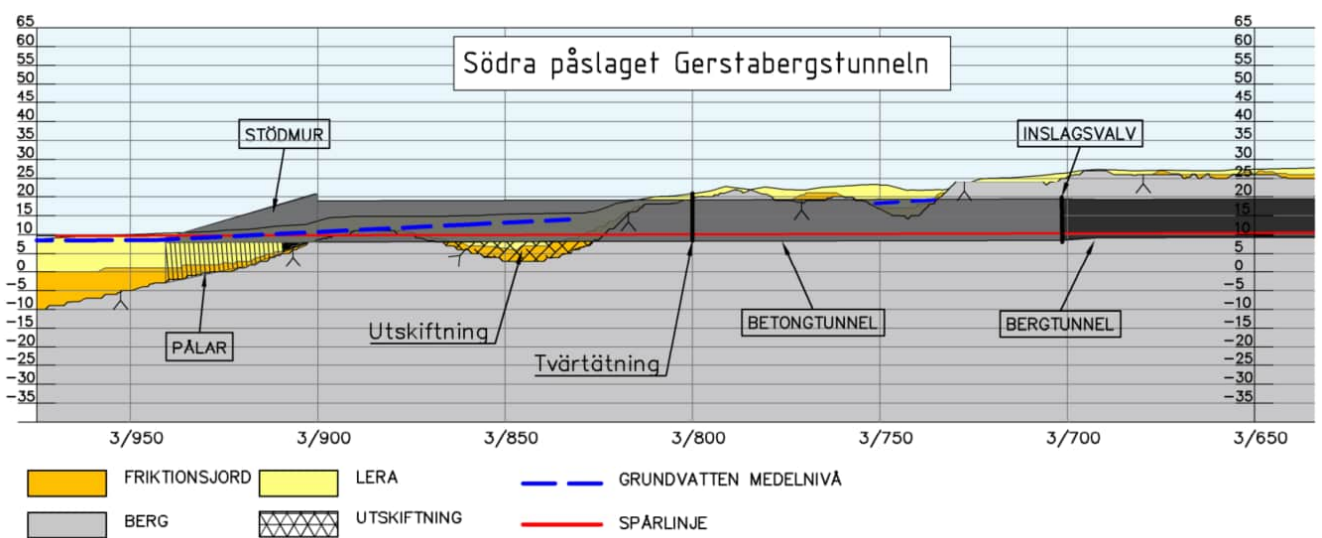
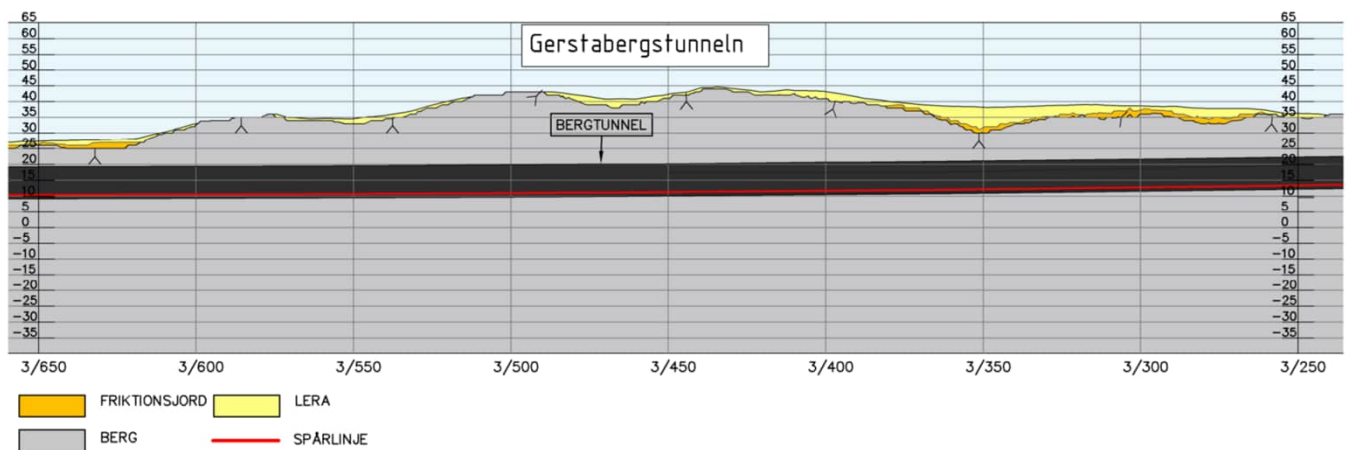
Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Vid den norra tunnelmynningen vid kilometer 2+330 planeras ett brandvattenmagasin som rymmer 150 m³. Brandvattenmagasinet anläggs som en tät betongkassun. Vid anläggandet av magasinet kommer schaktning i jord, se kapitel 5.2, bli nödvändigt. Schaktet kommer leda till en temporär bortledning av grundvatten i byggskedet. Magasinets botten ligger på cirka +30. Schaktdjupet bedöms bli till cirka +29 vilket motsvarar cirka 10 meter under grundvattentrycknivån.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jordlagren utgörs till största del av morän på berg. Markytan ligger på cirka +39. Jordlagren har en mäktighet på cirka 10 meter. Grundvatten förekommer i moränen, uppmätta grundvattentrycknivåer är marknära (cirka +39).

G2-006 Gerstabergstunneln inklusive portal, servicetunnel och tvärtunnlar – km 2+384–3+697

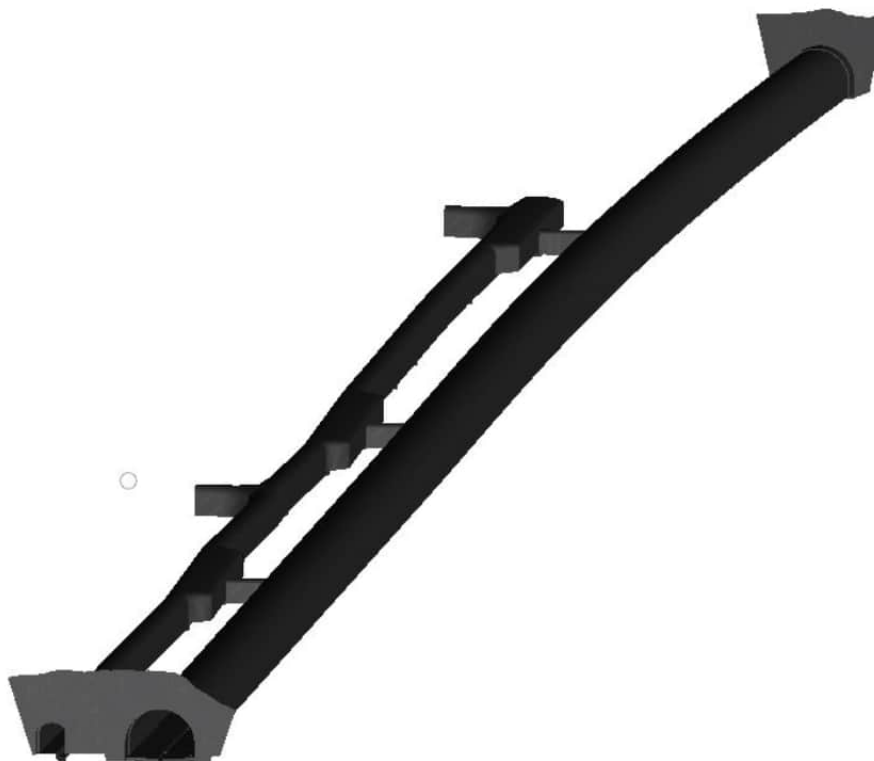
Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 i Bilaga C.1. Vid km 2+384 planeras järnvägen att gå i en cirka 1300 meter lång bergtunnel kallad Gerstabergstunneln. Tunnelns profil visas i Figur 33.





Figur 33: Gerstabergrstunneln, profil.

I Gerstabergrstunneln planeras en spårtunnel med en parallell servicetunnel med parallellt påslag för servicetunneln från norr, se Figur 34. Servicetunneln har en längd av cirka 1 070 m och förbinds med 3 tvärtunnlar till spårtunneln. Servicetunneln är helt förlagd i berg och har ingen mynning i söder, utan planeras som en återvändstunnel med 2 vändplatser. Huvudtunneln planeras att drivas med en front från norr mot söder enligt den beskrivna metoden i kapitel 5.1.1. Servicetunneln kommer inte vara genomgående och kommer att anläggas på den östra sidan om huvudtunneln. Den drivs på samma sätt som huvudtunneln med en front från norr mot söder då det parallellt kommer pågå omfattande arbeten vid och omkring trafikplats Järna, samt med den södra betongtunneldelen.



Figur 34: Layout för Gerstabergrastunneln med vy mot syd.

Topografin längs tunnelsträckningen varierar kraftigt och grundvattennivåerna i området bedöms vara marknära. Därmed varierar avståndet från tunnelns dränerande nivå till grundvattentrycknivån och även grundvattensänkningens storlek längs sträckan. Tunneln kommer som djupast vara belägen cirka 35 meter under markytan och lägsta dränerande nivå ligger runt +10 vilket motsvarar som mest drygt 30 meter under bedömd grundvattentrycknivå i jord och berg. Bergtäckningen för tunneln varierar längs sträckan och framgår av Figur 33. Längs delsträckan kommer permanent grundvattenbortledning i jord och berg uppkomma till följd av inläckage till tunneln. Ingen tätning i skadeförebyggande syfte kopplat till omgivningspåverkan från grundvattensänkning planeras för tunneln, dock kan tätning komma att utföras vid behov avseende produktion, arbetsmiljö och driftsynpunkt. Tätning av tunnel sker enligt kapitel 6.2.2.

I kapitel 8.1.1 beskrivs hantering av länshållningsvatten i byggskedet för Gerstabergrastunneln och i kapitel 8.2 beskrivs hantering av dränvatten för Gerstabergrastunneln.

Arbeten bedrivs enligt beskrivning i kapitel 5.1.1. Arbeten med spårtunneln och servicetunneln planeras ske parallellt och pågå under cirka tre års tid.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Från km 2+384 passerar järnvägen ett kuperat område med berg i dagen eller berg under ett yligt lager av morän och där moränen bitvis även är täckt av lerlager och områden med torv i höjdpartierna. Längs sträckan förekommer svackor i berggrunden där moränmängdigheten ökar och där moränen bitvis även är täckt av lerlager, framför allt mellan cirka km 3+100 och 3+400 samt cirka km 3+600 och 3+697. Hela delsträckan passerar två delavrinningsområden, med vattendelare vid cirka km 2+600. Markytan varierar mellan +27 och +55, med generellt högst nivåer i norr och lägre nivåer längre söderut. Baserat på kartering av berg i dagen bedöms bergmassan huvudsakligen bestå av sedimentgnejs.

Grundvatten förekommer i friktionsjorden (slutna magasinförhållanden) samt i uppsprucket berg, grundvattentrycknivå bedöms vara liknande i både jord och berg. Grundvattentrycknivåerna bedöms vara marknära och följer topografin, strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Uppmätt grundvattennivå från enstaka mätningar i hammarborrhål visar på grundvattentrycknivå i berg

mellan cirka +45 i norra delen av sträckan och +35 söderut, vilket motsvarar cirka 1 till 5 meter under markytan. Eftersom marknivån varierar stort längs sträckan varierar även bedömd grundvattentrycknivå kraftigt, se Figur 33.

Skyddsåtgärder: Kväverikt länshållningsvatten från Gerstabergrstunneln leds till annan recipient än Moraån.

Trummor

Trummor där vattenverksamheter utförs och som inte beskrivs i kapitlen ovan redovisas i Tabell 12. Vattenverksamheterna visas i Plan 5 i Bilaga C.1. Y2-003 visas även i Plan 3 och 4 i Bilaga C.1.

Tabell 12: Övriga trummor, som inte ingår i beskrivningar ovan, km 1+850–3+697.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} eller +25% (dimensioner-ande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritext-kommentar
Y2-005	2+250 – 2+260	ca 11	600	0,23	6,6*10 ⁻⁴	ca 31,67	ca 31,61	Anläggning av trumma under serviceväg, ersättningsväg, arbetsväg

*dimensionerande flöde HQ_{50+25%}

7.3 Södra påslaget Gerstabergstunneln och trafikplats Järna km 3+697–4+080

Mellan km 3+697 och km 4+000, innan den planerade järnvägsanläggningen kommer att nå fram till Järnaslätten, planeras järnvägen att gå ut från bergtunnel till en betongtunnel i berg och jord. Schaktdjupet kommer att uppgå till som mest cirka 19 m på denna sträcka som är kuperad med stora nivåskillnader. Vid cirka km 3+860 kommer den nya väg 57 passera den planerade järnvägsanläggningen ovan den återfyllda betongtunneln. Området utgörs idag av skogsmark, hårdgjorda ytor och befintliga byggnader.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan.

G3-001 Södra tunnelpåslaget Gerstabergstunneln – km 3+697–3+940

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 7 i Bilaga C.1 samt i Figur 35. Anläggningen övergår från bergtunnel till betongtunnel i km 3+697 och fram till 3+900, se kapitel 4.3. Betongtunneln kommer anläggas i schakt som ligger i både berg och jord (kapitel 5.2).

Schaktningen och betongtunneln kommer leda till en permanent grundvattenbortledning. Det uppstår en dränerande effekt genom att återfyllningen runt betongtunneln är mer genomsläpplig än de naturliga jordlagren i området.

Bergövertytan påträffas på sträckan som mest cirka 8 meter under markytan vilket innebär att schakt kommer göras i både jord och berg. Profil över sträckan visas i Figur 33.

Betongtunneln i sig grundläggs på packad fyllning på berg på större delen av sträckan (kapitel 5.3.2). Mellan km 3+820 och 3+870 sker grundläggningen genom utskiftning och packad fyllning på berg eller friktionsjord, alternativt kan sträckan pågrundläggas. Betongtunneln får en oval tvärsnittsutformning likt typsektionen hos bergtunneln, se Figur 9. Bergtunnelns dränering fortsätter ledas igenom betongtunneln och vidare söderut.

I byggskede planeras spont slås runt jordschakten för att minska schaktens utbredning.

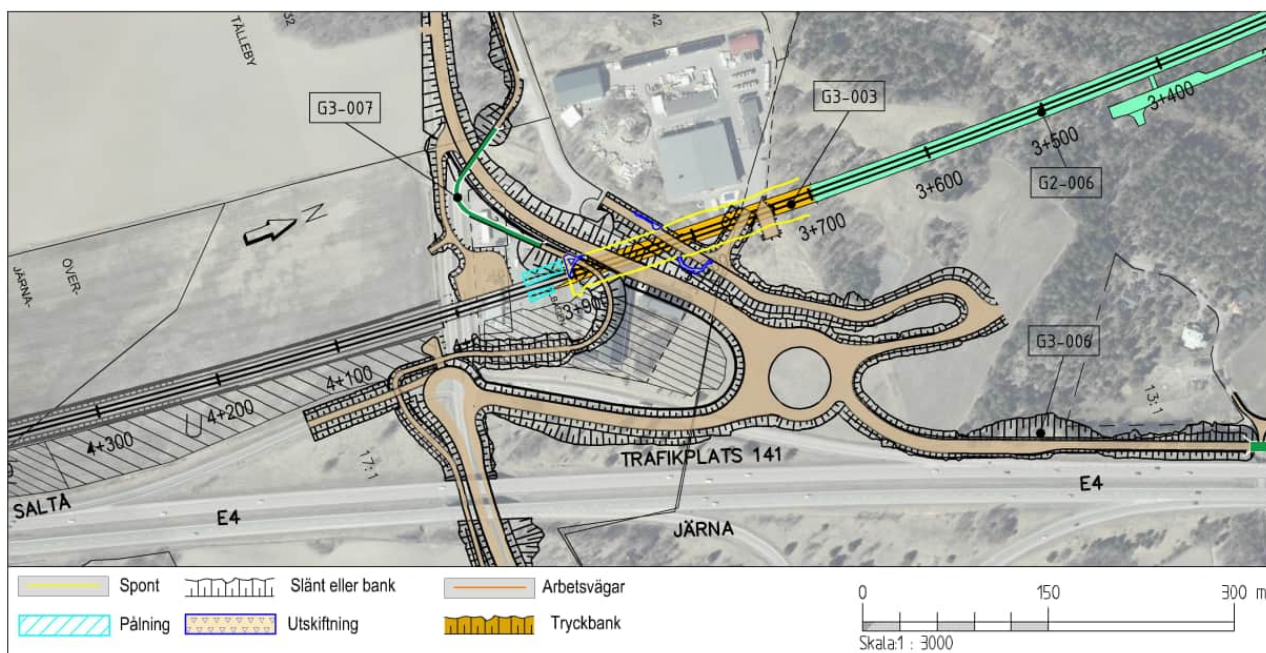
Som skadeförebyggande åtgärd planeras en tvärtätning mellan betongtunneln och omgivande berg vid cirka km 3+800 i syfte att bibehålla högre grundvattentryck uppströms tvärtätningen, se Figur 33.

Inslagsvalvet vid tunnelpåslag för Gerstabergstunnelns södra påslag utförs tätt för att grundvatten i driftskedet inte ska dräneras in i tunneln.

Beskrivning av förhållandena på platsen: I området varierar bergytan kraftigt och det förekommer berg i dagen omgärdat av glacial lera ovan ett tunnare lager friktionsjord. Mellan km 3+697 och cirka 3+730 påträffas berg i dagen eller ytlig morän på berg. Mellan cirka km 3+730 och cirka 3+780 består undergrunden av torrskorpelera på lera med siltskikt ovan grusig sandig siltmorän på berg. Lerdjup på uppemot 7 meter har uppmätts. Berget i denna sektion bildar en lokal sluttning som faller av i östlig riktning mot E4. Mellan cirka km 3+780 och cirka 3+820 förekommer berg i dagen varefter lermäktigheten ökar successivt från öster. Djupet hos de lösa jordlagren av lera eller silt varierar sedan fram till km 3+900. Inom stora delar förekommer fyllning ovan de naturliga jordlagren. Från km 3+900 till 3+940 påträffas 1–2 meter torrskorpelera ovan uppemot 10 meter lös lera ovan friktionsjord på berg.

Grundvatten förekommer i friktionsjorden under ett tätande lerlager (slutna magasinsförhållanden). Grundvattentrycket ligger periodvis nära markytan. Huvudsakligt grundvattenflöde går i sydlig riktning mot Järnaslätten.

Produktionsplanering: Arbeten vid södra tunnelpåslaget för Gerstabergstunneln består av flertalet olika moment i olika etapper, se Figur 35. Schaktning för betongtunneln förutsätter fungerande trafikomedlingar av Ullängsvägen. Arbeten med spont, jordschakt och bergschakt beräknas pågå i cirka 6 månader. Därefter påbörjas betongarbeten, vilka beräknas pågå i omkring 1,5 år. Därefter återfylls utrymmet mellan schaktvägg och betongtunnel samt överfylls ovanpå tunneltaket. Trafiken på väg 57 leds därefter om via ny cirkulationsplats och Nya Ullängsvägen som byggs ovanpå betongtunneln. Därefter kan resterande arbeten för järnvägen i tidigare väglinje för väg 57 fortskrida söderut.



Figur 35: Plan byggskede södra tunnelpåslaget Gerstabergstunneln.

G3-006 Jordskärningar för avfartsramp från E4 – km 3+900–4+000

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 7 i Bilaga C.1. Jordskärning för avfartsramp från E4 ligger cirka 200 meter öster om spåransläggningen och ansluter mot ny väg 57. Skärningen ger upphov till permanent grundvattenbortledning. Skärningens dränerande nivå är cirka +12 vilket motsvarar cirka 3 m under grundvattentrycknivån längs en sträcka på 50 meter. Arbeten planeras bedrivas enligt beskrivning för jordschakt i kapitel 5.2. Arbeten beräknas pågå i cirka fyra månader. Vägen avvattnas söderut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Rampen går i skärning genom ett höjdparti där det återfinns fastmark av friktionsjord och delvis synligt berg. Markytan är sluttande och grundvatten finns i friktionsjorden på nivå cirka +15 vilket motsvarar cirka 3 m under markytan.

G3-007 Schakt för grundläggning av brostöd GC-väg – km 3+900–4+000

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 7 i Bilaga C.1. Det planeras en ny gång- och cykelväg som passerar väg 57 på bro. Bron planeras utföras som en balkbro i armerad betong med en total brolängd på cirka 140 meter som planeras grundläggas på cirka 6 stycken brostöd. Brons lokalisering fastställs i planprövningen men brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i detaljprojektering. Temporär grundvattenbortledning erfordras under tiden schaktning pågår, som längst under cirka 6 månader. Vidare beskrivning om jordschakter finns i kapitel 5.2.

Brostöden planeras att grundläggas på pålar se beskrivning i kapitel 5.3.

Brostödschakten bedöms generellt ha ett schaktdjup på cirka 4 meter under markytan. Grundvattennivåerna bedöms ligga cirka 1 meter under markytan. Bedömd avsänkningsnivå för schaktningen av brostöden varierar längs sträckan och är som djupast cirka +5, vilket motsvarar maximalt cirka 3 meter under grundvattnets trycknivå i jord som mest.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Markytan vid bron varierar runt mellan cirka +9 och +11. Vid den östra rampen till bron över planerad väg 57 påträffas cirka 12 m lera på ett tunt friktionsjordslager på berg. Vid planerad bro ligger bergöverytan på över 20 meters djup. Det geotekniska underlaget är begränsat i detta område.

Grundvatten förekommer i friktionsjorden under ett tätande lerlager. Inga grundvattenmätningar finns på platsen, men i närliggande rör ligger högst uppmätta grundvattentrycknivå cirka 1 meter under markytan, slutna magasinförhållanden.

7.4 Järnaslätten och Moraån km 4+080–6+930

När järnvägsanläggningen kommer ut på Järnaslätten korsar den Moraån på en balkbro. Efter att järnvägsanläggningen passerat Moraån kommer den gå över Järnaslätten i skärning. Skärningen sker till största del i jord men även bergsskärningar kommer bli nödvändiga. Järnvägen kommer passera under E4 i tråg och betongtunnel. Efter betongtunneln under E4 kommer skärningsdjupet minska och vid den södra delen av Järnaslätten kommer banan gå på bank.

Moraån är ett naturligt vattendrag med högt skyddsvärde där fiskar leker, däribland öring.

Under Järnaslätten, som är en lertäckta dalgång, finns ett större sammanhängande grundvattenmagasin (Magasin Järna) i friktionsjorden under leran med en huvudsaklig strömningsriktning åt havet i öster för de delar av grundvattenmagasinet som berörs av järnvägsanläggningen, se Figur 32. För Magasin Järna är trycknivåerna i grundvattnet mestadels ytliga eller artesiska i de norra delarna, främst runt Moraån har höga artesiska nivåer uppmätts. Den norra delen av magasinet är identifierat som en grundvattenförekomst med god kemisk och kvantitativ status.

I höjdparter utanför Magasin Järna 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 mäktigheten mellan 0–7 m och grundvattnets flödesriktning följer generellt terrängen.

Moraån km 4+550 och Södra tunnelpåslaget E4 km 5+800 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.4 respektive kapitel 3.5 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av dimensionerande flöde och av högre flöden redovisas för Moraån, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts. För Södra tunnelpåslaget redovisas ackumulerade volymer för fyra olika regn (återkomsttiderna 1, 10, 100 och 1000 år).

Y4-001 Anläggning av broar och erosionsskydd i Moraån – km 4+535–4+552

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten med spontning vid anläggning av broar samt utlägg av erosionsskydd i samband med brobyggnader visas i Plan 7 i Bilaga C.1 och brokonstruktioner visas i profil visas i Bilaga C.2. Erosionsskyddets utformning specificeras i Bilaga C.5 PM Erosionsskydd och skisser ges i Bilaga C.2. För att korsa Moraån planeras en balkbro i ett spann, och parallellt med denna kommer en vägbro för serviceväg anläggas. Järnvägsbronns brostöd placeras vid sidan om vattendraget, utanför det definierade vattenområdet (HW100). Bron kommer ha en spannvidd på cirka 17 meter och en fri höjd över vattenytan på cirka 3,7 meter vid medelvattenföring och 2,7 m 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 m ovan ytan vid medelhögvattenföring. Brostöden ligger utanför vattenområdet även för denna bro. Under broarna, längs vattendraget kommer strandremsor lämnas där bland annat uter kan passera.

Båda broarnas landfästen planeras att pågrundläggas, se kapitel 5.3.2. 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 sponten. Sponten kapas eller dras upp efter byggskedet. Schaktvolymer inom vattenområdet uppgår till cirka 35 m³.

Befintliga slänter längs Moraån är skredbenägna vid kontinuerlig erosion och därför anläggs ett erosionsskydd, se kapitel 6.1.4, på vattendragets botten och stränder längs en 80–100 m lång sträcka i anslutning till brolandfästena.

Erosionsskyddet är dimensionerat utifrån vattenhastigheter, vattennivåer, släntlutning och jordarter. Dimensionen av erosionsskyddet beräknas även klara förväntade vattenhastigheter och -nivåer vid eventuella kommande klimatförändringar. Utbredningen av skyddet har ansatts utifrån bedömning om säkerhet mot erosion med marginal för att inte erosion ska riskera att gradvis erodera mot fundamenten, samt att hänsyn tagits till meandring vid Moraån där erosionsskydd läggs upp till första

kurvan uppströms där belastningen är stor. Åfårans sektion justeras något som anpassning till erosionsskyddet, dock med bibehållen flödeskapacitet och i huvudsak bibehållen bottenprofil.

Erosionsskyddets utbredning bedöms uppgå till 1 500 m² varav cirka 1 100 m² är inom vattenområdet. Detta anläggs genom att ett 0–1 m tjockt lager av sulfidhaltig lera eller något sulfidhaltig lera och bottenmaterial schaktas ur och ersätts med ett undre lager av krossmaterial samt ett övre lager av natursten. Det bedöms att cirka 1 500 m³ krossmaterial och natursten kommer erfordras. Arbetet görs längs en strand i taget innanför grumlingskydd. Mer information om erosionsskydd finns i kapitel 6.1.4. De muddermassor som grävs upp vid utskiftningen läggs upp för avvattning, sannolikt i container, och om kontrollprogram visar på behov transporteras massorna till deponi. Lakvattnet som avrinner från de nyuppgrävda massorna samlas upp, kontrolleras och leds efter sedimentationssteg, och vid behov andra reningsåtgärder, till Moraån.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vattendraget är av naturlig härkomst och meandrar bitvis, samt är på några platser uppströms påverkat av dammanläggningar. Vid de planerade brolägena är Moraån vid normala flöden lugnflytande och nedströms planerad järnvägsanläggning rinner ån under E4 genom rörbro, se Figur 36. En bit nedströms E4 rinner Moraån förbi Saltå kvarn, där spår finns av historisk dammanläggning. Avrinningsområdet är 18,9 km² stort, medelflödet uppgår till 0,6 m³/s och 100-årsflödet till 9 m³/s.

Jordlagren utgörs av 29–32 meter lera som underlagras av friktionsjord/morän på berg. Berg har påträffats 35–38 meter under markytan. Grundvattennivåerna är mestadels ytliga eller artesiska.



Figur 36: Moraån, bro under E4, fotograferad från väster till öster, Saltå kvarn i bakgrunden. Strömningens riktning redovisas med orange pil.

Skyddsåtgärder: Erosionsskyddets övre lager ska bestå av material med rundade kanter för att förhindra att skador på lekande fisk uppstår.

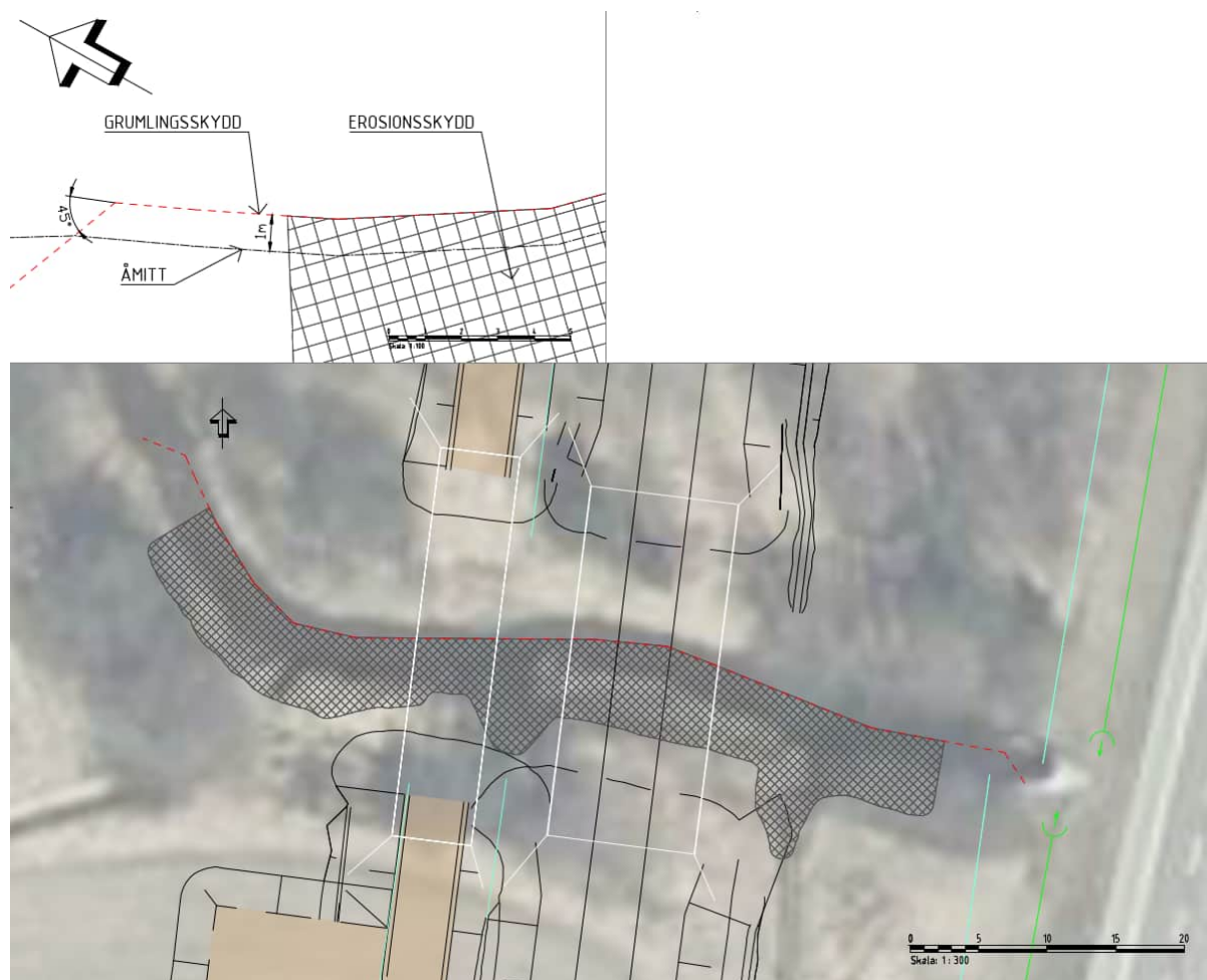
Grumlande arbeten som schaktning, slamsugning och anläggande av erosionsskydd utförs innanför grumlingskydd (se kapitel 6.1.2.) längs en sida av ån i taget. Detta säkerställer att vatten kan flöda i den delen som arbeten inte pågår vid. Grumlingskydd gör att sedimentation på känsliga bottnar (lekbotten öring) undviks. Fisk kan vandra förbi arbetsområdet i byggskedet. För att grumlingskyddet ska stå emot strömmen krävs att en stålspons anläggs med en vinkel på cirka 45 grader mot strandlinjen i översta delen av grumlingskyddet, cirka fem meter uppströms det

planerade erosionsskyddet. Nedströms stålsponten, i åfårans mitt, bedöms siltgardin kunna användas, eventuellt i kombination med stålspont på sträckor där vattenströmmen riskerar att flytta siltgardin. Grumlingskyddet avslutas cirka 5 meter nedströms nedersta delen av erosionsskyddet. Om grumlingskyddet utgörs av siltgardin behöver det löpa cirka 1 meter bortanför åfårans mitt, sett från den sida av ån som arbetet pågår på, för att möjliggöra arbete i mitten av ån, se Figur 37 och Figur 38. Alternativt kan grumlingskyddet utgöras av stålspont i hela den berörda sträckan, och kan då placeras i åfårans mitt. En kontroll med hydraulisk modellering av dämning med installerat grumlingskydd vid flöden upp till MHQ har gjorts som visar att flödeskapaciteten med halva fåran avstängd är tillräcklig och att dämningen som kan orsakas är mycket begränsad. Flödena förväntas därtill vara betydligt lägre än MHQ vid genomförande av åtgärden.

Efter anläggningsarbetena dras sponten upp eller kapas under åfårans botten.



Figur 37: Illustration av principlösning för anläggning av erosionsskydd med siltgardin, norra sidan Moraån. Teckenförklaring syns i den lilla figuren ovan.



Figur 38: Illustration av principlösning för anläggning av erosionsskydd med siltgardin, södra sidan Moraån. Teckenförklaring syns i den lilla figuren ovan.

Produktionsplanering: På samma sätt som landfästen till broarna planeras att uppföras på en sida av ån åt gången så kommer erosionsskyddet delas upp i två delar, norra och södra. I Figur 37 och Figur 38 visas principen för genomförandet i byggskedet i plan. När arbetena på den norra sidan är färdigställda, och vattnet innanför grumlingsskyddet har klarnat, flyttas grumlingsskyddet norr om åmitt och arbeten med det södra erosionsskyddet genomförs.

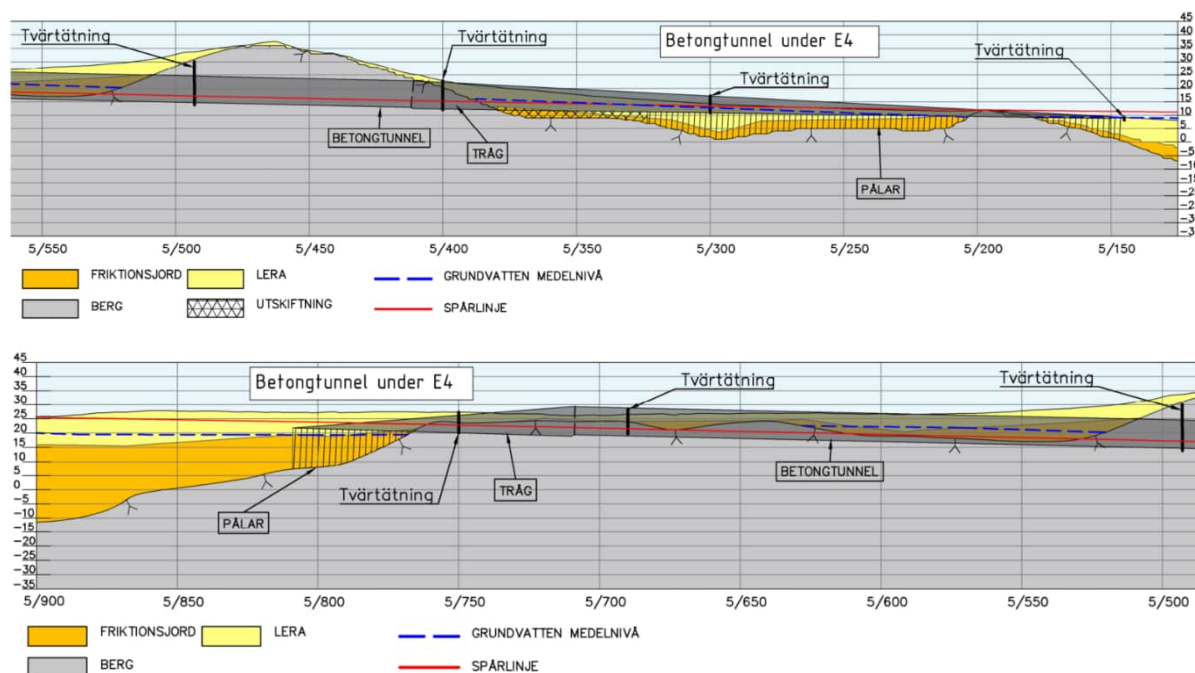
Y4-004, Y4-005 Järnvägsbank, brokon och ny väg – km 4+560–4+750

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheterna visas i Plan 7 i Bilaga C.1. Järnvägsbanken och brokon (Y4-004) km 4+560–4+580 gör ett intrång på vattenområdet om cirka 60 m². Järnvägsbanken och ny väg (Y4-005) km 4+730–4+750 gör ett intrång på vattenområdet om cirka 130 m². Under arbetet med järnvägsbro och servicebro pågår arbeten nära och över vatten i ca 1,5 år.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vatten på åkerområdet väster om järnvägen rinner i åkerdiken ner till Moraån. Med den nya anläggningen kommer vattnet från åkerområdet rinna längs den västra sidan om den nya järnvägsbanken i stället för i åkerdiken på östra sidan av den nya järnvägen (västra sidan om E4).

G5-002 Tråg och betongtunnel under E4 – km 5+140–5+790

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 8 i Bilaga C.1. Mellan km 5+140 och 5+790 planeras järnvägen att anläggas i tråg och betongtunnel i schakt genom både jord och berg, se Figur 39. För att läsa mer om utförande jordschakter, se kapitel 5.2.



Figur 39: Schematisk profil betongtunnel under E4.

För att upprätthålla grundvattennivåerna och skydda sättningkänslig bebyggelse öster om planerad anläggning samt de delar av E4 som inte kommer läggas om planeras en tät konstruktion i form av betongtråg och betongtunnel på den här platsen. Betongtunnel är också nödvändig för att passera under E4. För att läsa om tråg och betongtunnel se kapitel 4.3. Det norra betongtråget startar i km 5+140, där lermäktigheten bedöms vara tillräcklig under trågbotten för att kontakt med den underliggande friktionsjorden inte ska uppstå. Det norra tråget sträcker sig söderut fram till betongtunnelns start. Betongtunneln sträcker sig mellan km 5+411 och km 5+710. Vid betongtunnelns slut tar ett nytt tråg vid och sträcker sig fram till km 5+790, där lermäktigheten bedöms vara tillräckligt stor under trågbotten för att förhindra kontakt med friktionsjordslagret, se Figur 39.

Grundläggningsmetoderna som beskrivs nedan presenteras i kapitel 5.3. Det norra tråget, mellan km 5+140 och 5+180, planeras tråget att grundläggas på stålörspålar. Mellan km 5+180 och 5+200 finns ett högpårt i terrängen där berget går i dagen och utskiftning av lera planeras att utföras till ett maximalt djup om cirka 3 meter i anslutningarna mellan pälgrundläggning och fastmark. Då grundvattennivåerna här är marknära och periodvis artesiska blir grundvattensänkningen cirka 4 meter. Mellan cirka km 5+200 och 5+320 planeras tråget att grundläggas på stålörspålar, här är grundvattnet artesiskt och den temporära grundvattensänkningen för schaktet bedöms bli maximalt 7 meter. Mellan km 5+320 och 5+411 planeras tråget att grundläggas med plattgrundläggning efter utskiftning av cirka 2 meter lera och på bergterrass från km 5+380. Grundvattennivåerna ligger här djupare och grundvattensänkningen bedöms bli cirka 7 meter. I km 5+411 medför planerad grundläggningsnivå cirka 12–18 meter schakt under markytan och en temporär grundvattensänkning på cirka 7 meter.

Betongtunneln planeras att plattgrundläggas på bergterrass. Grundläggningsnivån ligger som mest cirka 28 m under markytan i km 5+460 vilket medför en 28 m hög skärningsslänt i berg mot väster i byggskedet. I km 5+530 utförs schakt till ett maximalt djup om cirka 13 meter (jorddjup ovan berg om cirka 11 meter) och i riktning mot söder minskar schaktdjupet med avseende på grundläggningsnivå. Den temporära grundvattensänkningen här blir cirka 10 meter.

Det södra tråget, mellan km 5+710 och 5+790, planeras att grundläggas med en kombination av stålrörspålar och plattgrundläggning på bergterrass och friktionsjord. Tråget grundläggs på berg fram till km 5+760 och på borrade stålrörspålar mellan km 5+760 och 5+790. I km 5+710 medför planerad grundläggningsnivå en schakt om cirka 8 meter (jorddjup ovan berg om cirka 2,5–5 meter) och i 5+710 är schaktdjupet cirka 7 m under nivån för befintlig E4, vilket medför en temporär grundvattensänkning på cirka 5 meter.

Bottenuppretryckning kan vara ett problem längst sträckan där täcksiktet av lera är litet. Schakt för tråg och betongtunnel i jord utförs därför ned till vattenförande skikt av friktionsjord. Schakten för tråget och utskiftning av lera planeras utföras inom en temporär bakåtförankrad spont. Spont utförs på båda sidor om tråget och spontdjupet bedöms variera mellan 2 och 24 meter. Spont beskrivs närmare i kapitel 5.2.1. För att förenkla schaktningsförfarandet kan tätskärm behöva utföras då friktionsjorden bedöms vara genomsläpplig och inläckaget kan bli stort och schaktet därmed annars kan det bli svårt att hålla torrt.

För att förhindra att ett grundvattenflöde uppstår i den genomsläppliga fyllningen runt betongtråg och -tunnel planeras sex tvärtätningar utförs längs med tunnel och tråg, tvärtätningar beskrivs närmare i kapitel 6.2.4. Förslag på tvärtätningarnas placering visas i Figur 39, där tvärtätningarna visas schematiskt. För att förhindra att det dräneras grundvatten ut på Järnaslätten planeras en tvärtätning vid trågets start i cirka km 5+145. Förslag på placering av följande tvärtätningar är cirka km 5+300, 5+400, km 5+500, km 5+690 och km 5+750. Vid km 5+300 ligger tråget i lera med pålad grundläggning och tvärtätningen bedöms kunna göras mot den tätande leran runt tråget. Vid km 5+400 och 5+500 bedöms de geologiska förhållandena som gynnsamma och tvärtätningen sätts i bergschakt. Vid de två tvärtätningarna i söder så kommer schakterna ligga både i jord och berg och sponten kan därför lämnas kvar (permanent spont) för att underlätta tvärtätningens installation och funktion vid dessa platser. Medelvattennivån vid planerade lägen ligger under överkant berg och därför har dessa placeringar setts som mest gynnsamma.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Betongtunneln och tråg ligger till största delen i angränsning till Grundvattenmagasin Järna. Betongtunneln går genom ett höjdparti med litet jorddjup eller berg i dagen. Norra och södra tråget ligger i en lertäckt dalgång med jordbruksmark. Geologin varierar kraftigt längs sträckan liksom jorddjupet. Generellt består jordlagren av varvig lera som överlagrar friktionsjord på berg, men uppströms går isälvssediment upp till markytan.

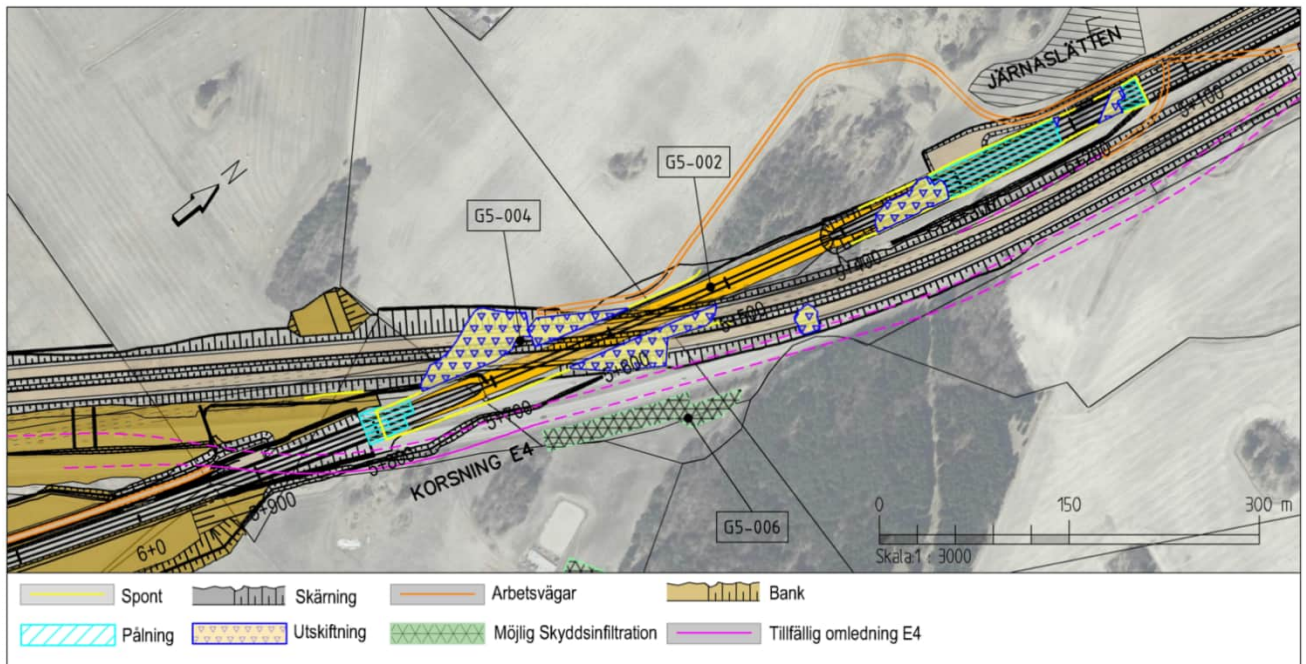
Grundvattenagasinförhållandet vid tråg och betongtunnel är slutet, dvs. att det vattenförande jordlagret överlagras av ett tätande lerlager. Den generella strömningsriktningen i magasinet är mot öster. Friktionsjorden bedöms ha hög genomsläpplighet.

Vid passagen av E4 förekommer ett höjdparti med berg i dagen. Bergytan varierar kraftigt i området. Friktionsjordens mäktighet varierar i området mellan någon enstaka meter och upp till 12 meter. Grundvattenmätningar visar på att grundvattennivåerna är marknära eller artesiska i den norra delen av tråget för att sedan sjunka och ligga 1–2 meter under markytan innan partiet med berg i dagen. Söder om betongtunneln ligger grundvattennivåerna djupare, cirka 3 meter under markytan och vid tråglut ligger grundvattennivån cirka 5 meter under markytan. En grundvattendelare är identifierad vid cirka km 5+600. I berg finns ett borrhål installerat där den uppmätta grundvattennivån varit artesisk.

Skyddsåtgärder: För att upprätthålla grundvattennivåerna runt schakt kan skyddsåtgärder i form av infiltration bli nödvändigt. Områden lämpliga för installation av infiltrationsbrunnar har identifierats och visas i Plan 8 i Bilaga C1 samt Figur 40. Skyddsinfiltationen beskrivs närmare i vattenverksamhet G5-006.

Produktionsplanering: Beskriver omläggningen av E4 (G5-004) och passage under E4 i betongtunnel och tråg (G5-002).

För att genomföra arbeten med schakt krävs en tillfällig omledning av E4 österut, visas i Figur 40. Jordschakter för tråg sker inom spont, visas i Figur 40. När jordschakt mellan km 5+140 till cirka 5+400 är klar kan arbeten med pålning påbörjas. Därefter påbörjas betongarbeten för tråget norrifrån. Parallellt med att arbetet med tråget fortskrider så pågår berg- och jordschakt för betongtunneln söderut. Byggtiden för det norra tråget anpassas så att schaktarbeten kan pågå tills genomslag nås mot schakt söderifrån.



Figur 40: Byggskedesfigur betongtunnel under E4.

När bergschakten är tillräckligt långt gångna påbörjas betongarbeten för tunneln under E4 och den norra tunnelportalen. När betongtunneln och norra tunnelmynningen är färdig och har härdat återfylls arbetsområdet och tunneln täcks över, bland annat med massor som använts som överlastar på ny E4. Ny dragning av E4 över betongtunneln färdigställs och trafiken flyttas över i sitt slutläge. Därefter kan den tillfälliga omledningen av E4 rivas och arbeten med den södra tunnelportalen påbörjas.

Arbetet totalt för denna sträckning beräknas ta upp emot fyra år. Under den tiden kommer schakter stå öppna cirka två år.

G5-006 Skyddsinfiltration – km 5+500–5+700

Beskrivning av verksamhet: Som en skyddsåtgärd för att skydda de delar av E4 som inte läggs om, samt bebyggelse öster om E4 kan skyddsinfiltration behövas under byggskedet. Skyddsinfiltration kan bli aktuell under tiden arbetet med schakter för betongtunnel under E4 vattenverksamhet ID G5-002 pågår. Områden där infiltrationsbrunnar skulle kunna installeras visas i Plan 8 i Bilaga C.1. Resultat från pumptest visar en tillräckligt hög genomsläpplighet för att kunna infiltrera ett vattenflöde för att upprätthålla grundvattennivåerna under byggskedet. Anläggning av skyddsinfiltration beskrivs närmare i kapitel 6.2.3. Vattenförsörjning till skyddsinfiltrationen kan lösas med vatten från etableringen, återcirkulation från schakter eller ytvatten efter lämplig rening vid behov.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marken består i huvudsak av varvig lera med siltskikt som överlagrar friktionsjord på berg. Grundvattenmagasinet i friktionsjorden visar höga hydrauliska konduktiviteter och pumptestet som utförts visar på en hydraulisk konduktivitet på 7×10^{-4} m/s vilket ger goda möjligheter för infiltration. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattennivåerna ligger ett par meter under markytan. Strömningsriktningen är från väster till öster.

G5-004 Utskiftning för omläggning av E4 – km 5+660–5+700

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 8 i Bilaga C.1. Ny E4 avviker från befintligt E4 sträckning i riktning mot sydväst och passerar över järnvägen som går i betongtunnel. Mellan km 5+660 och 5+700 planeras utskiftning (se utförandebeskrivning i kapitel 5.3.3) av fast lera utanför sponten för betongtunnel under E4 till cirka 3 m som mest. För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Avsänkingsnivån för

utskiftningen ligger på cirka +22 och grundvattennivån på cirka +23 vilket ger en avsänkning på cirka 1 meter längs en sträcka på 40 meter. För produktionsbeskrivning se ID G5-002.

Förhållanden på platsen: Jordlagren består av lera som överlagrar friktionsjord på berg. Lerdjupet är cirka 3 meter och djup till berg cirka 10 meter, men geologin varierar kraftigt i området. Uppmätt grundvattnets trycknivå ligger på cirka +23.

Y5-002, Y5-007, Y5-008, Y6-006, Y6-007 Ny trumma under E4, nytt dike, omledning av dike och rörläggning samt fördjupning av dike – km 5+925–6+230

Beskrivning av planerad verksamhet: Visas i Plan 8 i Bilaga C.1. nytt dike (Y5-007) till följd av att E4 byggs om för att möjliggöra järnvägens passage av E4:an. Teknisk information om trumman beskrivs i Tabell 13. För detaljerad plan, profil och sektion se Blad 6 Bilaga C.3 (Y5-007, Y6-007). Vid cirka km 5+925 till 6+110 ska vattnet i ett befintligt åkerdike ledas om till följd av att järnvägen anläggs på bank, som kommer att överlappa det befintliga diket. Det befintliga diket kommer även rörläggas på en sträcka av ungefär 400 meter mellan cirka km 5+950 till 6+210 (Y5-008). Nedströms rörläggningen kommer befintligt dike att fördjupas/rensas i ytterligare cirka 100 meter (Y6-006) för att erhålla tillräckligt fall på sträckan som en anpassning till omledning vid järnvägsanläggningen. Till rörledningen leds vatten från den västra till den östra sidan av järnvägen genom en ny rörledning under järnvägen (Y5-002). För detaljerad plan och profil se Blad 7 Bilaga C.3 (Y5-002, Y5-008, Y6-006).

Tabell 13: Teknisk information om Ny trumma under E4.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritextkommentar
Y6-007	6+080	ca 51,6	800	0,63	6,2*10 ⁻³	ca 25,53	ca 24,78	Anläggning av trumma under E4

Beskrivning av förhållandena på platsen: Trumman (Y6-007) och diket (Y5-007) är en del av ett sammanhängande system med vattenverksamheterna Y5-002, Y5-008 och Y6-006. Trumman (Y6-007) börjar i ett vägdike på västra sidan om E4 som även leder en stor mängd naturvatten (6,2 l/s) österut vidare till det nya diket (Y5-007) som leder vattnet till rörledningen under järnvägen (Y5-002). Det befintliga diket är ett grävt dike i jordbruksmark. Flödesriktningen i diket är mot öster.

Produktionsbeskrivning: Denna etapp är omfattande och kommer sammantaget ta ca 3,5 år att färdigställa. De olika delarbetena i vattensystemet är dock var för sig relativt kortvariga.

G6-001 Skärning för järnväg – km 6+620–6+910

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 9 i Bilaga C.1. Järnvägen passerar i uppemot 23 meter skärning genom ett skogbeklätt höjdparti med företrädesvis berg i dagen eller ytnära berg. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Grundvattenbortledning från skärningen blir permanent. Skärningens dränerande nivå kommer variera längs sträckan mellan + 30 och + 32. Arbetet med denna skärning består till största delen av bergschakt där dränerande nivån som mest ligger 22 meter under den uppskattade grundvattennivån i berg. Slutet av skärningen ligger i jord och där ligger dränerande nivå cirka 5 meter under grundvattennivån i jord. Arbetet utförs enligt beskrivning i kapitel 5.1.4. Skärningen dränerar norrut.

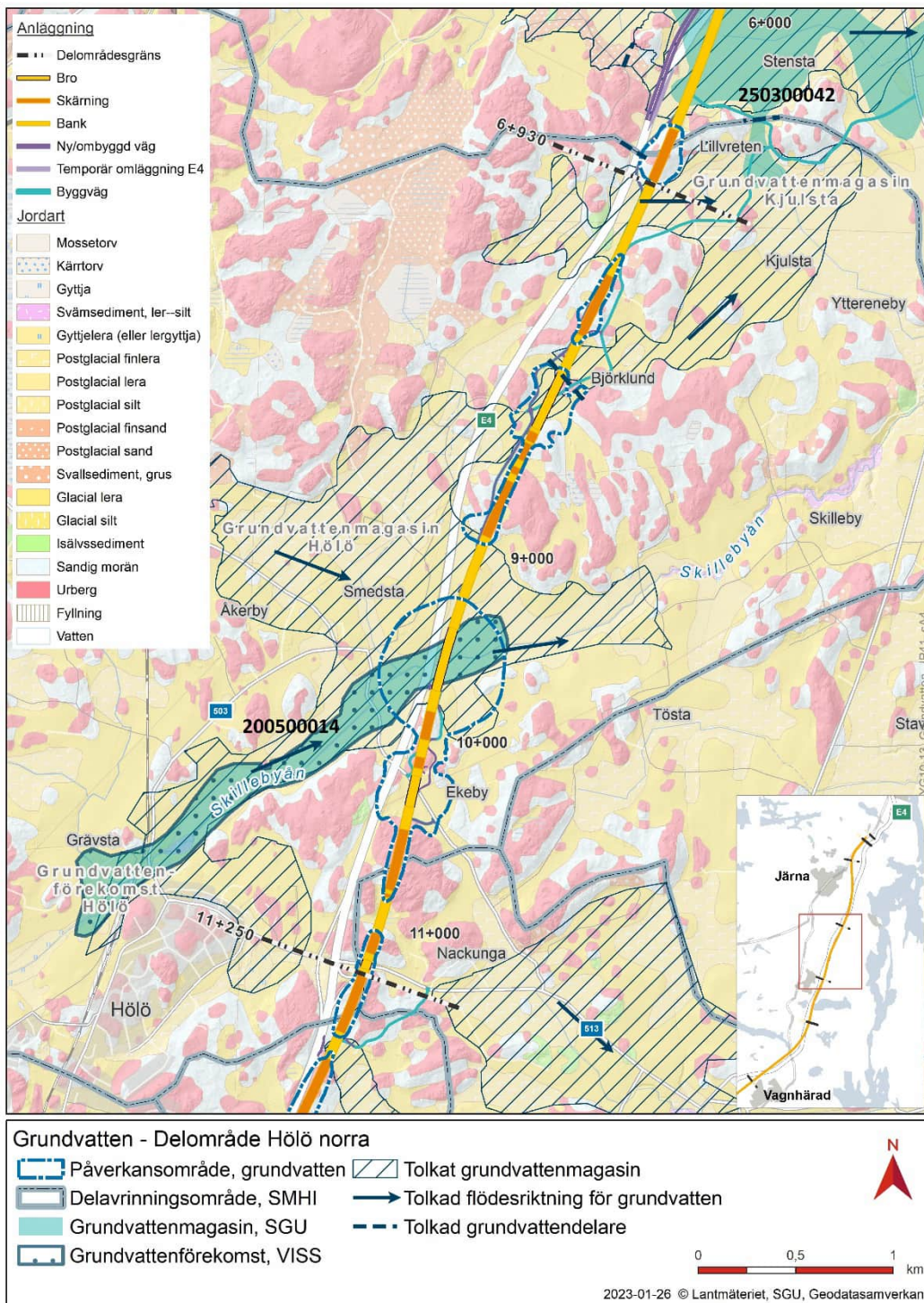
Beskrivning av förhållandena på platsen: Berg i dagen har karterats mellan km 6+630 och 6+670 samt mellan km 6+750 och 6+810. I området mellan km 6+670 och 6+750 har handhållna slagsonderingar utförts med stopp i morän på mellan 1,5 och 2 meters djup. I den södra slutningen av höjdpartiet, mellan km 6+810 och 6+910 har handhållna slagsonderingar utförts med stopp i morän på mellan 1,8 och 2,4 meters djup. Längs denna del av sträckan finns inga betydande grundvattenmagasin, det finns endast mindre uppbrutna grundvattenmagasin i jordlager samt

grundvattentrycknivåer i berget. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen men bedömt grundvattentryck i berg längs sträckan varierar mellan +53 och +42.

7.5 Kjulsta km 6+930–8+015

Över dalgången vid Kjulsta passerar järnvägen till största del på bank över jordbruksmark eller i liten skärning. Längre söderut utgörs området av skogsmark med kuperad terräng men utan några egentliga höjdparter. Järnvägen går i norra delen på låg bankfyllning och åt söder i jord- och bergskärning på uppemot 6 meter fram till km 7+800 där bankfyllning tar vid.

Grundvattenmagasinet, Magasin Kjulsta, ligger i lertäckta dalgångar, mellan dalgångarna finns höjdparter med morän och berg i dagen, se Figur 41. Magasinet förekommer i morän och isälvsmaterial under lera. Friktionsjordens mäktighet varierar mellan cirka 0,5–7 m längs med sträckan och lerlagret har mäktigheter uppemot 15 m. Vid passage av Kjulsta västra förekommer marknära och periodvis även artesiska grundvattennivåer. Vid passage av Kjulsta södra samt i grundvattenmagasinets randzoner och angränsade moränområden är grundvattennivåer något djupare under markytan, cirka 1–2 meter. Grundvattenmagasinförhållandet är i huvudsak slutet, dvs. att det vattenförande jordlagret överlagras av ett tätande lerlager. Strömningsriktning är i huvudsak östlig. Grundvattennivån är marknära.



Figur 41: Översiktskarta över grundvattnet i Kjulsta och Hölo.

Y7-008, Y7-009, Y7-001, Y7-002 Omledning av åkerkulvert och anläggning av nya rörledningar – km 7+010–7+130

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 9 i Bilaga C.1. Befintlig rörledning passerar järnvägen vid cirka km 7+060. Järnvägen anläggs på bank varvid rörledningen planeras att ledas runt söder om banken. Omledningen består av fyra nya rörledningar (Y7-008, Y7-009, Y7-001 och Y7-002) med dimensioner på 400–500 mm. Avrinningsområdet är cirka 11 ha och medelvattenföringen cirka 1 l/s. För detaljerad plan och profil se Blad 8 Bilaga C.3. Arbetet uppskattas ta ca 2–4 veckor.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Befintlig rörledning är en rörledning i åkermark som leder vattnet i östlig riktning.

G7-004 Skärning för järnväg – km 7+500–7+800

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 9 i Bilaga C.1. Berg och jordskärning kommer utföras längs sträckan, se utförandebeskrivning i kapitel 4.2. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i både jord och berg erfordras. Dränerande nivå för skärningen varierar mellan cirka +40 och +38 längs sträckan, vilket motsvarar som mest cirka 5 m under bedömd grundvattentrycknivå i jord och berg. Längs sträckan kommer dränering av vatten ske i nordlig riktning via trummor och bandiken.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän. Inledningsvis och avslutningsvis har en del sand, silt och varvig lera med torrskorpekaraktär påträffats. Längs denna del av sträckan finns inga betydande grundvattenmagasin i jord, det finns endast mindre uppbrutna grundvattenmagasin i jordlager samt grundvattentrycknivåer i berget. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen men bedömt grundvattentryck i jord och berg längs sträckan varierar mellan cirka +44 och +42.

Y7-010 Anläggning av järnvägsbank– km 7+950–7+955

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 9 i Bilaga C.1. Järnvägen planeras att anläggas på bank mellan cirka km 7+800 till cirka 8+000. Vid cirka km 7+950 korsar banken ett mindre vattenområde (cirka 300 m²) som planeras att fyllas igen. Delar av diket fylls igen och vatten kommer därefter att delvis rinna på och delvis runt järnvägsbanken. Arbetstiden är ca 3–4 månader, exklusive liggtiden för överlasten (7+830 till 8+015). Liggtiden för överlasten är ca 2 år.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Regnvatten från skogs- och åkermark rinner ned i ett åkerdike som leder vattnet österut och söderut.

7.6 Hölö och Skillebyån km 8+015–11+250

Mellan km 8+015 och 8+310 passeras järnvägsbro över Kjulstavägen som utformas som en 295 meter lång balkbro av betong. Från bro går järnvägen sedan söderut i bergskärning genom ett högre liggande markparti. Söder om detta, från km 8+920, går banan sedan återigen ut i en lertäckta dalgång över magasin Hölö där den går på bank och bro igen.

Bron är cirka 320 meter lång och korsar Skillebyån. Söder om bron fram till km 9+840 går järnvägen på uppemot 6,5 meter bankfyllning över åkermark som sluttar norrut ned mot Skillebyån. Ytterligare söderut går järnvägen inledningsvis över kuperad skogsmark fram till norra landfästet för järnvägsbron över Brobyvägen (km 10+211). Mellan km 9+840 och km 10+211 går järnvägen mestadels i skärning, även om kortare sträckor med bankfyllning återfinns mellan km 10+040 och 10+080 samt mellan km 10+180 och 10+211. Järnvägsbron över Brobyvägen utformas som en 149 m lång bro. Efter brons södra landfäste (km 10+360) passerar järnvägen över jordbruksmark som sluttar norrut på en uppemot 7,5 meter hög bankfyllning fram till km 10+480. Mellan km 10+480 och 10+840 passerar järnvägen över kuperad skogsmark i uppemot 12 meter skärning (vid km 10+680). Söder om detta går banan på uppemot 8 meter bankfyllning över skogsområde och sedan igen i skärning. Mellan km 11+150 och bron över väg 513 vid trafikplats Hölö (km 11+188 till 11+223) går järnvägen på uppemot 5 meter bankfyllning. Bron utformas som en 35 m lång balkbro av betong.

Magasin Hölö är sammankopplat med magasin Kjulsta men en grundvattendelare är tolkad vid kilometer 8+000, se Figur 41. 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 tidvis artesiska men ligger generellt 0–1 meter under markytan. Längre från Skillebyån ökar djupet till grundvattenytan. Grundvattenförekomsten Hölö har god kemisk och kvantitativ status.

Vid km 10+910–11+010 finns en sumpskog med måttligt naturvärde (våtmarksområde).

Skillebyån km 9+600 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.6 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av dimensionerande flöde och av högre flöden redovisas, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

G8-001 Schakt för grundläggning av brostöd – km 8+015–8+310

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 10 i Bilaga C.1. Järnvägen kommer gå på en 295 meter lång balkbro över Kjulstavägen. För mer information om broanläggning se kapitel 4.5. Brons lokalisering fastställs i planprovningen. Brostödens exakta placering, grundläggning och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Bron planeras att grundläggas på cirka 12 stöd. Utskiftning sker i övergången till brons landfäste i km 8+015. Brons båda landfästen och det nordligaste mellanstödet plattgrundläggs, övriga stöd pålgrundläggs. För anläggande av brostöden kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras, se utförandebeskrivning i kapitel 4.5. Avsänkningsnivån för schakt vid anläggning av brostöd kommer variera mellan cirka +31 till +29 vilket motsvarar cirka 4 meter under grundvattentrycket i jord. Arbete med schaktning och återfyllning för brostöden beräknas ta cirka 6 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jordlagerföljden består av 1,5 till 2 meter torrskorpelera på lös till mycket lös varvig siltskitad lera på friktionsjord (sannolikt mestadels morän) ovan berg. Lermäktigheten är som mest cirka 12 meter och lagret med friktionsjord (sannolikt mestadels morän) kan vara uppemot 10 meter mäktigt. Grundvatten förekommer i morän vilken går i dagen (öppna magasinförhållanden) i början av sträckan eller överlagras av lera (slutna magasinförhållanden) mellan cirka km 8+055 och km 8+310. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattennivån i öppet magasin ligger på cirka +35 medan grundvattentrycket i slutet magasin ligger på cirka +34, vilket motsvarar att grundvattentrycknivån är marknära.

G8-005 Skärning för järnväg – km 8+330–8+930

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 10 i Bilaga C.1. Bergskärning kommer utföras längs sträckan med ett maximalt skärningsdjup på cirka 10 m under markytan, se utförandebeskrivning i kapitel 4.2. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i berg ske. Dränerande nivå för skärningen kommer variera mellan cirka +39 till +34 vilket motsvarar som mest cirka 8 meter under grundvattentrycknivån i berg vid höjdpartierna, där det högsta grundvattentrycket i berg förväntas. Järnvägen dräneras söderut via dräneringsledningarna och bandiken.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Området består av skogsmark med kuperad terräng. Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän. I de lokala svackorna vid km 8+520 och 8+610 har cirka 3 meter lera registrerats. Mindre lokala utskiftningar av lösa jordlager av silt och lera ska ske längs sträckan. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i morän samt i berg längs sträckan. Bedömt grundvattentrycket i berg varierar mellan cirka +39 till +34.

G8-004 Dagvattenmagasin – km 8+900

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 10 i Bilaga C.1. Ett fördröjningsmagasin planeras på västra sidan av anläggningen vid km 8+900. Det är ett öppet magasin med en effektiv volym på cirka 560 m³. Magasinets bottennivå och utsläppsnivå ligger på cirka +30, vilket bedöms vara cirka 3 meter under grundvattennivån, därför kan en permanent grundvattenbortledning ske genom dagvattensystemet.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Dagvattenmagasin ligger i en moränslänt vid gränsen till lertäckta dalgången över Skillebyån. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattennivån bedöms ligga cirka 2–3 meter under markytan.

G9-001, Y9-001 Schakt för anläggande av brostöd och erosionsskydd Skillebyåns dalgång – km 9+430–9+750

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 11 i Bilaga C.1. En 320 m lång järnvägsbro anläggs över Skillebyåns dalgång med tillhörande schakt för grundläggning av cirka 13 brostöd i armerad betong. Samtliga brostöd grundläggs på pålar. Schakter för anläggande av brostöden kommer leda till temporär grundvattenbortledning i jord, se utförandebeskrivning i kapitel 5.2. För att minska avsänkning och inläckage till schakterna för brostöd ska dessa göras inom vattenfyllda schakter alternativt inom tätskärm för arbete i torrhet, se vidare beskrivning under skyddsåtgärder. Avsänkningsnivån för schakten kommer variera mellan +22 till +18 vilket motsvarar som mest cirka 7 m under grundvattnets trycknivå i friktionsjorden.

Anläggandet av två brostöd medför arbete inom Skillebyåns vattenområde. Brons lokalisering fastställs i planprovningen. Brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Utbredningen av brostöd i vattenområdet kommer dock inte bli större än nedan beskrivet. Arbetet kommer att avskiljas av spont som ligger cirka 2 m innanför vattenområdets yttre gräns. Spontsträcken är cirka 4 m vid norra slänten och cirka 5 m vid södra slänten samt det totala arbetsområdet för brostöden inom vattenområdet (södra och norra brostödet vid ån sammanslagen) är cirka 8 m². Schaktvolym inom vattenområdet uppgår till cirka 9 m³ för den norra sponten och cirka 18 m³ för den södra sponten. I driftskede kommer inga delar av brostöden att ligga inom vattenområdet. Skillebyån omfattas av ett markavvattningsföretag och järnvägsanläggningens brostöd kan medföra ett marginellt intrång i båtomsområdet. Anläggande av brostöden medför temporärt intrång i den tillståndsgivna vattenanläggningen men ligger utanför vattenanläggningen i driftskedet.

Erosionsskydd i form av krossmaterial planeras att läggas ut längs åns botten och slänter. Erosionsskyddet har en utbredning i vattenområdet på cirka 380 m², och anläggs i markavvattningsföretagets tillståndsgivna vattenanläggning. Erosionsskydd läggs i diket kring brostöden på en sträcka av cirka 60 m, vilket medför schakt av ursprungligt material i diket och fyll av krossmaterial. Erosionsskyddet är dimensionerat utifrån vattenhastigheter, vattennivåer, släntlutning och jordarter. Dimensionen av erosionsskyddet beräknas även klara förväntade vattenhastigheter och -nivåer vid eventuella kommande klimatförändringar. Utbredningen och längd av skyddet har ansatts

utifrån bedömning om säkerhet mot erosion med marginal för att inte erosion ska riskera att gradvis erodera mot fundamenten. Erosionsskyddet påverkar inte vattenanläggningens funktion eller utformning, annat än temporärt vid schakt och fyll, och utformas i enlighet med markavvattningsföretagets tillståndsgivna dikesanläggning. Bottenprofilen i den tillståndsgivna anläggningen har relaterats till projektets höjdsystem genom inmätningar. Erosionsskyddets utformning specificeras i Bilaga C.5 PM Erosionsskydd och skisser ges i Bilaga C.2.

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för Skillebyån kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av cirka 100 m² av vattenområdet.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Skillebyån utgörs där Ostlänken korsar ån av ett uträtat jordbruksdike genom åkermark och har 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. Denna del av Skillebyån ingår i markavvattningsföretaget Åkerby-Ekeby-Töstad tf, 1938-1939. Medelflödet uppgår till 0,2 m³/s och 100-årsflödet på 6,1 m³/s. Ursprunglig bottennivå har fastställts genom inmätning och kontroll av markavvattningsföretagets akt. Bottennivån ligger på +20,34 m i broläget. Släntlutningen är 1:1,5 och bottenbredden 1 m samt dikets lutning 1,8 %.

Undergrunden i området består generellt av lösa jordlager ovan morän eller friktionsjord ovan berg. Mäktigheten hos de lösa jordlagren är till som mest cirka 10 meter (vid ån, km 9+600) bestående av cirka 2 meter torrskorpelera och 8 meter lös varvig lera med och utan siltskikt. Mäktigheten hos de underliggande jordlagren bestående av friktionsjord och morän ökar signifikant från ån till km 9+750. Från jord-bergsonderingar i området har uppemot 20 meter mäktighet hos dessa jordlager registrerats. Trycknivån motsvarande medelnivå hos grundvattnet i underliggande friktionsjord och morän är artesisk fram till cirka km 9+680. Från km 9+680 sjunker nivån återigen relativt markytan till att vara belägen cirka 1 meter under markytan i km 9+750. Grundvattenmagasinet bedöms ha hög genomsläpplighet baserat på de undersökningar som utförts. Bron passerar Hölö grundvattenförekomst.

Skyddsåtgärder: Vid anläggandet av brostöd för bron kan den temporära grundvattenbortledningen leda till skador på E4 om inte skyddsåtgärder för att begränsa avsänkning runt schakterna vidtas. 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. Åtgärderna som kan utföras vid behov är att brostöden kan utföras i vattenfyllda schakt eller inom schakter med tätskärm, se Kapitel 6.2.1. Att utföra schakten i vattenfyllda schakt minskar risken att skapa permanenta flödesvägar genom lerlagret och därmed permanent grundvattenpåverkan i de områden där grundvattentrycknivåerna i undre magasin är högre än lerlagrets överkant.

Produktionstidplan: Vid Skillebyån anläggs erosionsskyddet och brostöd i torrhet genom att vattnet pumpas förbi i upp till 2 månader. Sponten som visas i tvärsektionerna för Skillebyån i Bilaga C.2 kapas eller tas bort efter byggskedet.

Byggtiden för brostöden beräknas ta omkring 8 månader för grundläggningen med efterföljande härdningstid innan schakterna kan återfyllas.

G9-002 Dagvattenmagasin – km 9+775

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 11 i Bilaga C.1. Ett fördröjningsmagasin ska anläggas på den västra sidan om järnvägen. Vid anläggandet av magasinet kommer schaktning i jord, se kapitel 5.2, bli nödvändigt. Schaktet kommer leda till en temporär bortledning av grundvatten i byggskedet då risk för bottenuppträckning finns. Då artesiska grundvattentryck uppmätts kan en genomsläpplig återfyllning leda till en permanent bortledning av grundvatten. Dagvattenmagasinets botten ligger på cirka +25 och utförs tätt med tillräckligt tung botten för mothåll. Schaktdjupet bedöms bli till cirka 2 meter under grundvattentrycknivån.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jordlagerföljden består av lösa jordlager ovan morän eller friktionsjord ovan berg. Mäktigheten hos de lösa jordlagren är till som mest cirka 8 meter bestående av cirka 2 meter torrskorpelera och 6 meter lös varvig lera med och utan siltskikt. Mäktigheten hos de underliggande jordlagren bestående av friktionsjord och morän är cirka 5–10 meter vid dagvattenmagasinet. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentryck i friktionsjord varierar

mellan cirka +24 och +27 vid planerat läget för anläggningen, vilket motsvarar artesiskt grundvattentryck periodvis vid norra sidan av planerad anläggningen.

G9-004 Skärning – km 9+830–10+170

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 11 i Bilaga C.1. Berg och jordskärning kommer utföras längs sträckan. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i berg samt jord ske, se utförandebeskrivning i kapitel 4.2. Dränerande nivå för skärningen kommer variera mellan cirka +37 till +33 vilket motsvarar upp till cirka 7 meter under grundvattentryck i berg vid höjdpartierna och upp till cirka 3–4 meter under grundvattentryck i jord. Järnvägen avvattnas norrut via dränledning och bandiken längs sträckan.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän. Mellan km 10+200 och 10+080 överlagras moränen av 1–2 meter torrskorpelera samt en del sand och grus. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i morän samt i berg längs sträckan. Ett mindre magasin i morän förekommer runt cirka km 10+000 i övrigt består geologin av ytligt berg längs sträckan. Grundvattentrycket i berg bedöms variera mellan cirka +37 till +41 vid höjdpartierna längs sträckan. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentrycket i jord varierar mellan +33 och +35 i mindre lertäckta svackor mellan höjdpartierna medan grundvattentrycket varierar mellan +32 och +37 i södra delen av sträckan.

G10-002 Schakt för grundläggning av brostöd – km 10+211–10+360

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 12 i Bilaga C.1. Järnvägen går på en 149 meter lång bro över Brobyvägen med tillhörande schakt för grundläggning av cirka 7 brostöd. Brons båda landfästen och det nordligaste mellanstödet (stöd 2) plattgrundläggs och övriga stöd pågrundläggs. Vid anläggande av brostöden kommer tillfällig grundvattenbortledning erfordras, se utförandebeskrivning i kapitel 4.5. Avsänkingsnivån för schakt vid anläggning av brostöd kommer variera mellan cirka +32 till +29 vilket motsvarar som mest cirka 5 meter under grundvattentryck i jord. Arbete med schaktning och återfyllning för brostöden beräknas ta cirka 6 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: I läget för brons norra landfäste (km 10+211) påträffas cirka 2,5 meter lösa jordlager ovan morän. Från km 10+220 och söderut ökar mäktigheten på de lösa jordlagren. Strax söder om Brobyvägen (km 10+280) påträffas lager av friktionsjord ovan morän på cirka 8 meters djup under markytan. Friktionsjorden överlagras i ytan av grusig och sandig lera med torrskorpekaraktär och därunder av varvig lera med siltskikt. Denna principiella jordlagerföljd fortsätter sedan söderut med den största uppmätta lermäktigheten (drygt 11 meter) i km 10+300. Lermäktigheten minskar sedan till att vara 1–5 meter vid brons södra landfäste (km 10+360). Grundvatten förekommer i morän i mindre uppbrutna magasin, vilka antingen överlagras av lera eller går i dagen längs sträckan. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentrycket i jord varierar mellan cirka +35 till +34.

Skyddsåtgärder: Vid anläggandet av brostöd för bron kan den temporära grundvattenbortledningen leda till skador på E4 om inte skyddsåtgärder för att begränsa avsänkningen runt schakterna vidtas.

Åtgärderna som kan utföras vid behov är schakter med tätskärm se kapitel 6.2.1. Skyddsinfiltration kan även göras vid E4 vid behov.

G10-003 Utskiftning – km 10+360–10+430

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 12 i Bilaga C.1. Söder om bron (G10-003) sker utskiftning av lösa jordlager under del av bankfyllningen (stödbensutskiftning, se utförandebeskrivning för utskiftningar i kapitel 5.3.3) för att uppfylla stabilitetskravet. För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Utskiftning har förutsatts utföras till cirka +30 vilket motsvarar cirka 5 m under bedömt grundvattentryck i jord.

Beskrivning av förhållandena på platsen: I området påträffas lager av friktionsjord ovan morän. Friktionsjorden överlagras i ytan av grusig och sandig lera med torrskorpekaraktär och därunder av

varvig lera med siltskikt. Lermäktigheten är 1–5 meter vid brons södra landfäste (km 10+360) och minskar söderut. Generellt är lermäktigheten från km 10+360 till 10+420 större väster om järnvägen än öster därom. Grundvatten förekommer i morän i mindre uppbrutna magasin, vilka överlagras av lera längs sträckan. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentrycket i jord ligger på cirka +35.

G10-004 Skärning – km 10+470–10+850

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 12 i Bilaga C.1. Bergskärning kommer utföras längs sträckan. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i berg ske. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Dränerande nivå för skärningen kommer variera mellan cirka +47 till +44 vilket motsvarar som mest cirka 9 meter under grundvattentrycket i berg längs sträckan. Skärningen dränerar norrut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Från km 10+470 till 10+850 återfinns berg i dagen, bitvis täckt av ett tunt lager med morän. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i morän samt i berg längs sträckan. Grundvattentrycket i berg bedöms variera mellan cirka +56 till +48.

G10-009 Skärning för serviceväg – km 10+500

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 12 i Bilaga C.1. Jordskärning kommer utföras längs sträckan. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i jord ske. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Dränerande nivå för skärningen kommer ligga på cirka +37 vilket motsvarar cirka 1 meter under grundvattentrycket i jord. Skärningen för vägen dränerar österut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vid planerad skärning påträffas någon meter torrskorpelera ovan friktionsjord på berg. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i siltig morän längs sträckan. Grundvattentrycket i jord bedöms ligga på cirka +38.

Y10-009, Y10-006, Y11-006, Y10-007, Y11-002 Bankutfyllnad i våtmark V11-001 och förbiledning – km 10+860–11+200

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 12 i Bilaga C.1. För en samlad beskrivning av de sammanhängande vattenverksamheterna Y10-009, Y11-006, Y10-006, Y11-002, Y10-007 se produktionsbeskrivning nedan. Vid Y10-009 kommer banken fylla ut en befintlig våtmark. Banken sträcker sig som mest cirka 80 meter ut från närmsta spårmitt åt öster, vid cirka km 10+980, och cirka 50 meter ut från närmsta spårmitt åt väster, vid cirka km 10+870. Banken omfattar hela vattenområdet för våtmarken vilken har en area om cirka 6 700 m².

Teknisk information om trummorna beskrivs i Tabell 14.

Tabell 14: Teknisk information om nya trummor och förhållanden.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ ₅₀₊₅ eller 25% (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritextkommentar
Y10-006	10+850	ca 18	800	0,35*	3,1*10 ⁻⁴	ca 47,4	ca 47,3	Anläggning av trumma under järnväg
Y11-006	11+003	ca 54	800	0,35*	3,2*10 ⁻⁴	ca 43,76	ca 42,4	Anläggning av trumma under järnväg

* dimensionerande flöde HQ_{50+25%}

Beskrivning av förhållandena på platsen: Banken anläggs över en befintlig våtmark. Strömningsriktningen genom våtmarken är österut. Avrinningsområdet till våtmarken är cirka 7,5 ha och medelvattenföringen cirka 0,5 l/s. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i siltig morän som generellt överlagras av lera längs sträckan men som går i dagen vid cirka km 11+000 enligt jordartskartan. Medelgrundvattennivån ligger cirka 1 m under markytan i området men grundvattentryck kan vara artesiskt i mindre omfattning under en del av året. Våtmarken bedöms inte vara i kontakt med grundvattenmagasinet i friktionsjord under lerlagret. Hydraulisk kontakt mellan våtmarken och grundvattnet i moränen bedöms förekomma vid cirka km 11+000 där moränen går i dagen. Undergrunden i området består generellt av lösa jordlager ovan ett tunt lager av friktionsjord/morän på berg. De lösa jordlagren utgörs överst av cirka 2 meter torrskorpelera som underlagras av 1 meter siltig lera och därunder av lera med mycket låg till låg skjuvhållfasthet. Leran betecknas som glacial lera enligt jordartskartan. Lermäktigheter mellan 1–10 meter har uppmätts. Under leran förekommer uppbrutna friktionsjordlager/moränlager. Från jord-bergsonderingar i området har uppemot 3 meters mäktighet av detta jordlager registrerats.

Produktionsbeskrivning: Våtmarken fylls ut, Y10-009, och vattnet kommer att ledas igenom banken från västra till östra sidan av järnvägen genom två trummor Y10-006 och Y11-006 belägna norr respektive söder om våtmarken. Trumman Y10-006 mynnar i ett dike, Y10-007, som leder vattnet förbi tryckbanken på östra sidan av järnvägen vidare längs planerad serviceväg till ett dagvattenmagasin och därifrån vidare avbördning till ny ledning. Trumman under järnvägen, Y11-006, mynnar även denna i ett dike, Y11-002, vilket i sin tur mynnar i samma dike bredvid planerad serviceväg som dike Y10-007.

G11-008 Skärning norr om väg 513 – km 11+030–11+150

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 12 i Bilaga C.1. Bergskärning kommer utföras längs sträckan. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i berg ske. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Dränerande nivå för skärningen kommer ligga på cirka +47 vilket motsvarar cirka 8 meter under grundvattentrycket i berg. Skärningen dräneras söderut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marken från km 11+030 och fram till väg 513 vid trafikplats Hölö (km 11+200) består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i morän samt i berg längs sträckan. Grundvattentrycket i berg bedöms ligga på cirka +55.

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

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 12 i Bilaga C.1. Järnvägen passerar på bro över väg 513. Vid anläggande av landfästen kommer tillfällig grundvattenbortledning i jord erfordras under tiden schaktning och utskiftning för landfästena pågår. Principen för anläggande av landfästen beskrivs närmare i kapitel 4.5. Djupaste avsänkingsnivå för schakt vid anläggning av landfästen kommer vara cirka +34 vilket motsvarar cirka 3 meter under grundvattentrycknivån. Arbete med schaktning och återfyllning för landfästena beräknas ta cirka 6 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän. Ett yligt lager av sandig och siltig torrskorpelera har dock påträffats i km 11+185. Strax söder om vägen (i km 11+220) har cirka 4 meter lera registrerats vid hejarsondering. Grundvatten förekommer i morän i mindre uppbrutna magasin i närområdet, vilken går i dagen längs sträckan. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentrycket i jord är cirka +37.

Trummor

Trummor där vattenverksamheter utförs och som inte beskrivs i kapitlen ovan redovisas i Tabell 15. Y8-004 visas i Plan 10 Bilaga C.1. Y10-006 och Y11-006 visas i Plan 12 Bilaga C.1.

Tabell 15: Övriga trummor, som inte ingår i beskrivningar ovan, km 8+015–11+250.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ ₅₀₊₅ eller 25% (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritextkommentar
Y8-004	8+250–8+260	ca 13	800	0,45	2,7*10 ⁻³	ca 32,56	ca 32,54	Anläggning av trumma under serviceväg, ersättningsväg, arbetsväg

7.7 Kyrksjön km 11+250–13+970

Mellan km 11+270 och km 11+580 passerar järnvägen i skärning. Söder om detta och fram till km 11+700 passerar järnvägen på cirka 100 meter bankfyllning över jordbruksmark för att sedan återigen passera i en cirka 18 meter djup bergsskärning fram till km 12+250.

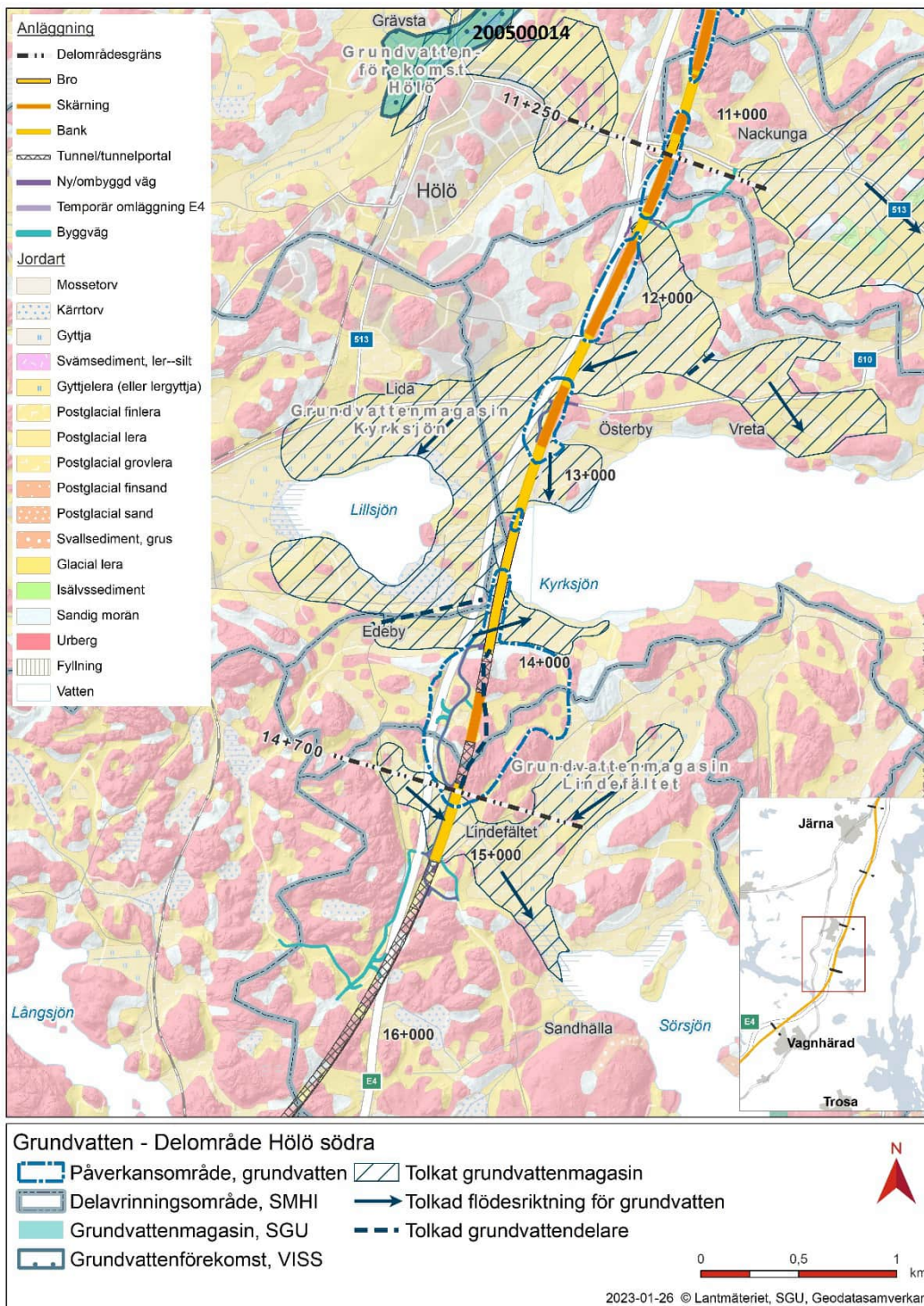
Ytterligare söderut och fram tills km 12+550 går järnvägen på låg bank eller i grund skärning på jordbruksmark för att därefter gå i ett tråg fram till km 12+680. Anläggande av betongträget kommer att innebära ett större schakt under rådande grundvattenyta. Vid km 12+500 korsas dike Österby, vilket är ett öppet dike i jordbruksmark. Vid km 12+640 kommer vägbro för väg 510 att anläggas över järnvägen. Den nya bron utgör en förlängning av nuvarande bro för väg 510 över E4. För att möjliggöra uppförandet av vägbron planeras väg 510 att temporärt ledas om söder om befintlig sträckning.

Mellan km 12+680 och 12+920 går järnvägen i skärning på jordbruksmark. Från km 12+920 ökar bankhöjden successivt söderut, maximal bankhöjd om cirka 2,7 meter nås i cirka km 13+160 varefter bankhöjden minskar mot landfästet för bron längs Kyrksjön i km 13+238. Järnvägen passerar på en 725 m lång järnvägsbro delvis i Kyrksjön mellan km 13+238 och 13+963. Bron lutar svagt uppåt mot söder.

Järnvägen passerar genom lertäckta dalgångarna över Kyrksjöns tolkade grundvattenmagasin, Magasin Kyrksjön, som förekommer inom två delavrinningsområden som avvattnas till Lillsjön respektive Kyrksjön, se Figur 42. Från Lillsjön till Kyrksjön finns ett dike och Kyrksjön har sedan sitt utlopp i öster till Åbyån som rinner ut i Östersjön. Cirka 1,5 km nedströms Kyrksjön vid Åby kvarn finns en dammbyggnad vilken styr vattennivåerna i Kyrksjön och i broläget för den planerade järnvägen. Dammbyggnaden omfattas av ett markavvattningsföretag och har tidigare varit möjlig att reglera aktivt. Efter en skada på dammkonstruktionen år 2007 i samband med höga flöden finns dock inte längre någon aktiv reglermöjlighet kvar utan nivåerna regleras av ett fast överfall.

Friktionsjorden där grundvattenmagasin Kyrksjön förekommer utgörs av cirka 1–10 m morän som förekommer under ett lerlager med mäktigheter uppemot 15–20 m. Magasinet bedöms i huvudsak vara ett slutet grundvattenmagasin. Inom centrala delar av magasinet är grundvattenytan cirka 0,5 m under markytan, men periodvis förekommer även artesiska grundvattennivåer. Tolkad grundvattenflödesriktning inom magasinet är generell mot sjöarna och därefter österut.

Dike Österby km 12+507 och Kyrksjön km 13+400 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.7 respektive kapitel 3.8 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av dimensionerande flöde och av högre flöden redovisas, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.



Figur 42: Översiktskarta över grundvattnet i Kyrksjön.

G11-001 Skärning söder om väg 513 – km 11+260–11+590

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 13 i Bilaga C.1. Mellan km 11+260 och 11+590, där terrängen blir mer kuperad och karaktäriseras av skogsmark, planeras spåret i berg och jordskärning (se utförandebeskrivning i kapitel 4.2) med ett skärningsdjup på upp till cirka 11 meter (vid km 11+300). Dränerande nivå för skärningarna sjunker söderut, från cirka +44 vid km 11+300 till cirka +39 vid km 11+500, vilket motsvarar maximalt cirka 11 m under bedömt grundvattentryck i berg. Skärningen kommer leda till en permanent grundvattenbortledning i både jord och berg. Skärningen dränerar söderut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Topografin sluttar generellt mot söder. I början av sträckan återfinns markytan på nivåer mellan +51 och +55 för att sedan falla av söderut till nivåer mellan +37 och +45. Jordartskartan visar på att jordlagren utgörs av morän eller berg. Grundvattnet förekommer i mindre uppbrutna magasin i jord eller i sprickor i berg. Bedömt grundvattentryck i berg varierar mellan cirka +48 och +55. Bedömningen baseras på områdets generella hydrogeologiska förhållanden

G11-003 Skärning – km 11+680–12+370

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 13 Bilaga C.1. Mellan km 11+680 och 12+370, där terrängen blir mer kuperad och karaktäriseras av skogsmark, planeras spåret i berg och jordskärning (se utförandebeskrivning i kapitel 4.2) med ett skärningsdjup på upp till cirka 15 meter (vid km 12+080). Dränerande nivå för skärningarna sjunker från +32 vid km 11+800 till +22 vid km 12+200, vilket motsvarar upp till maximalt cirka 14 meter under grundvattentryck i berg. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i både jord och berg erfordras. Skärningen dränerar söderut.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vid cirka km 11+700 påträffas ett 1–3 meter mäktigt lager av varvig lera med torrskorpekarakteristik och siltskikt innan moränen påträffas. Längs resterande del av sträckan består marken av berg i dagen eller ett tunt ytligt lager av morän ovan berg. Lokalt har upp till cirka 4 meter morän påträffats ovan berg. Lera förekommer igen från cirka km 12+200 och mäktigheten ökar söderut där utförda undersökningar visar att lermäktigheten är cirka 8 meter (km 12+360). Där morän inte överlagras av ett tätande lerlager är grundvattenmagasinförhållandet öppet. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i friktionsjord eller i sprickor i berg. Grundvattentryck i berg bedöms variera mellan +26 och +43. Bedömningen baseras på områdets generella hydrogeologiska förhållanden. Grundvattenmätningarna vid cirka km 12+300 visar på grundvattentryck i friktionsjord under lerlagret varierar mellan +17 och +24, vilket innebär att trycket är periodvis artesisikt.

Y12-004, Y12-009, Y12-003, Y12-008 Anläggning av nya trummor samt omledning av Dike Österby – km 12+500–12+520

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 14 Bilaga C.1. En trumma, Y12-004, anläggs för att leda Dike Österby under järnvägsanläggningen. Därtill ska en ny permanent trumma (Y12-009) anläggas cirka 10 meter uppströms järnvägsanläggningen under en ny överfart över Dike Österby. Trumman planeras att anslutas direkt till den sträcka av Dike Österby som ska ledas om. Teknisk information om trummorna redovisas i Tabell 16.

Omledning av Dike Österby (Y12-008 och Y12-003) görs som anpassning till trumma (Y12-004) för att denna ska kunna anläggas vinkelrätt mot järnvägen av byggnadstekniska skäl. Dikessträckan som omleds är cirka 70 m. Nya omledningen omfattar totalt cirka 80 m inklusive trummor varav diket uppströms trumman utgör 28 m och diket nedströms utgör cirka 9 m. Bottennivån i diket anpassas till befintlig bottennivå i Dike Österby uppströms och nedströms. Även sektionen anpassas till befintlig dikessektion. För detaljerad plan, profil och sektion se Blad 9 i Bilaga C.3.

Tabell 16: Teknisk information om ny trumma och flödesförhållanden.

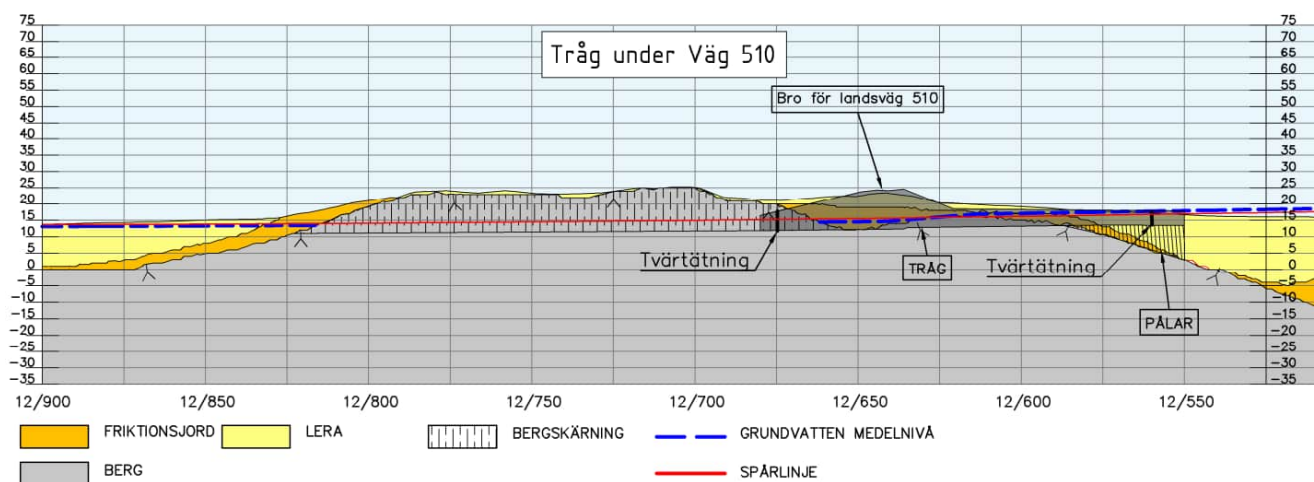
ID	Km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)
Y12-004	12+520	ca 40	800	0,58	0,007	ca 14,56	ca 14,48
Y12-009	12+500	ca 9	800	0,58	0,007	ca 15,18	ca 15,16

Beskrivning av förhållandena på platsen: Dike Österby är ett grävt dike i åkermark som rinner mot Kyrksjön. Avrinningsområdet för platsen där den planerade järnvägen planeras korsa diket är 1,05 km². Medelvattenföring uppgår till 0,007 m³/s och 100-års flödet till 0,61 m³/s.

Produktionstidplan: Arbetet med anläggning av trummor och omledning beräknas ta cirka 10 dagar. Så långt det är möjligt leds vattnet i befintligt åfåra vid anläggning av nytt dike och nya trummor. Om så inte är möjligt pumpas vattnet förbi arbetsområdet.

G12-007 Tråg under väg 510 – km 12+550–12+680

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 14 i Bilaga C.1. Mellan km 12+550 och 12+680 planeras järnvägen att anläggas i betongtråg i schakt i både jord och berg. För att läsa mer om utförande jordschakter, se kapitel 5.2. Schaktet kommer leda till en temporär grundvattenbortledning i både jord och berg under byggskedet. Avsänkingsnivå planeras att ske till cirka +13 vilket innebär cirka 5 meter under grundvattentrycknivån, se Figur 43.



Figur 43: Profil över Tråg under väg 510.

För att upprätthålla grundvattennivåerna och skydda sättningskänsliga delar av E4 och Väg 510 planeras en tät konstruktion i form av betongtråg på den här platsen. För att läsa om tråg se kapitel 4.3. Tråget startar i km 12+550, där lermåktigheten bedöms vara tillräcklig under trågbotten för att kontakt med den underliggande friktionsjorden inte ska uppstå, och sträcker sig fram till km 12+680, där tråget övergår till bergskärning.

Grundläggningsmetoderna som beskrivs nedan presenteras i kapitel 5.3. Till följd av att de geotekniska förhållandena varierar stort i läget för tråget mellan km 12+550 och 12+680, både i längdled och i tvärlängd, så kommer vissa delar av tråget att plattgrundläggas på bärkraftig morän eller berg efter utskiftning av lösa jordlager och övriga delar att pålgrundläggas. Borrade pålar bedöms erfordras för de delar av tråget där bergytan lutar kraftigt eller där friktionsjords-/moränlagrets måktighet är ringa. Tråget utformas som en så kallad gravitationslösning, dvs. tyngden från

konstruktionens egentyngd och kringfyllning (bergkrossmaterial) är tillräckligt för att motverka risken för uppflytning orsakat av vattentrycket som verkar mot bottenplattorna underifrån. För att säkerställa detta utförs s.k. tassar, dvs. bottenplattan förlängs utanför trågväggarna, vilket både ökar konstruktionens egentyngd och gör att ovanliggande massors tyngd verkar på dem och ger en ytterligare mothållande kraft. Schakt för grundläggning av tråget och bron planeras att ske inom temporär spont.

För att förhindra att den genomsläppliga kringfyllnaden kring den täta konstruktionen fungerar som en dränering och leder ut grundvatten mot norr eller söder så planeras två tvärtätningar vid trågstart cirka km 12+560 samt vid trågslut cirka km 12+675.

För att förhindra inläckage av dag- och markvatten norrifrån till tråget planeras en permanent tvärgående spont vid cirka km 12+515. Som en del i att förhindra att vatten rinner in i anläggningen ska även en vall anläggas på den östra sidan av planerad järnvägsbank från Dike Österby och söderut.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Tråget är beläget i grundvattenmagasin Kyrksjöns randområde. Jordlagrens tjocklek och djup till berg varierar kraftigt i området. Generellt består jordlagren av 2–3 meter leriga och siltiga sediment av främst torrskorpekaraktär ovan friktionsjord/morän på berg. Friktionsjordens mäktighet varierar i området mellan någon enstaka meter och upp till cirka 12 meter. Provtagningarna indikerar att detta jordlager består av grusig siltig sandmorän och grusig sandig silt.

Mellan km 12+570 och 12+600 påträffas en fastmarkskulle med berg i dagen eller ytnära berg på den östra sidan om planerad järnväg. Bergytan sluttar kraftigt från öst mot väst.

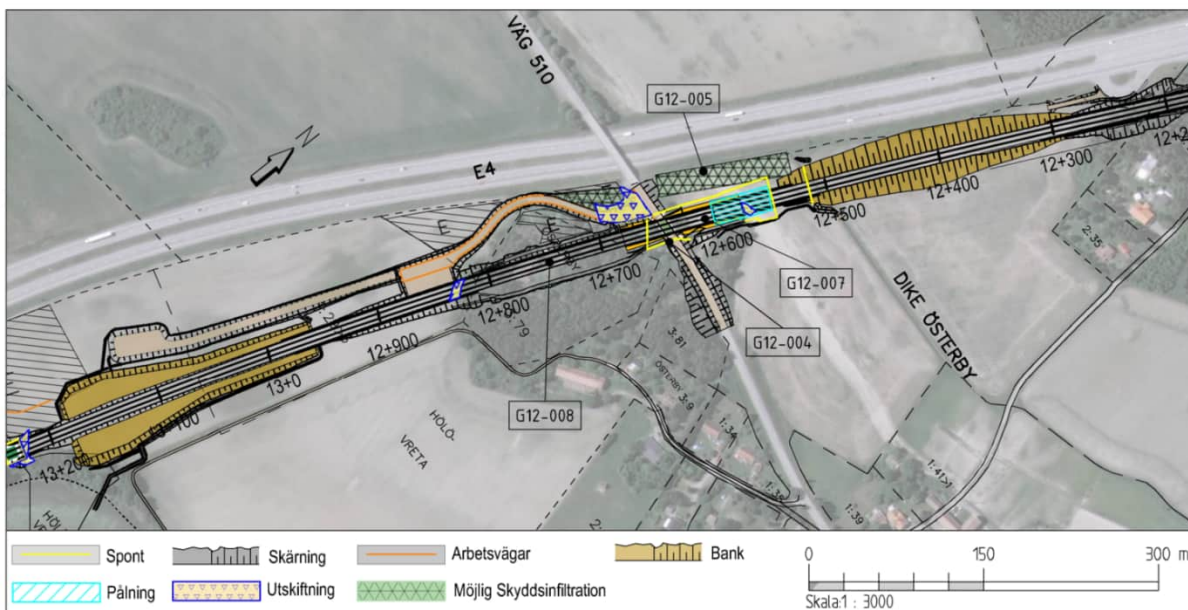
Grundvattenmagasinförhållandet vid tråg under väg 510 är slutet, dvs. att det vattenförande jordlagret överlagras av ett tätande lerlager. Grundvattenmätningar visar på att grundvattentrycknivåerna i jord är nära +17 vid trågets norra del vilket visar på artesiska förhållanden. Strax norr om Väg 510 har nivåer nära +18 uppmätts vilket motsvarar cirka 2 meter under markytan. Söder om Väg 510 har grundvattennivåer nära +16 uppmätts vilket motsvarar cirka 6 meter under markytan. Strömningsriktningen är från nordöst till sydväst.

Skyddsåtgärder: För att minska risken för sättningar vid E4 planeras tätskärmar vid det djupa schaktet för tråget. För att läsa mer om tätskärm se kapitel 6.2.1. Jordmaterialet mellan spontfot och bergyta kan kräva tätning med jetinjektering. Vid bergschakt i anslutning till tätskärmen kan en kantbalk av betong gjutas mellan underkanten på tätsponton och bergytan för att säkra stabiliteten vid losshållning. Kantbalken förankras i berg och får varierande höjd beroende på avståndet mellan spontfot och bergytan.

Vid behov kan det bli nödvändigt med infiltration för att minska risken för sättningar på E4 och Väg 510. Lämpliga områden där infiltrationsbrunnar kan installeras har identifierats vid E4 för att upprätthålla grundvattennivåerna mot E4 vid behov. Skyddsinfiltation beskrivs närmare i vattenverksamhet med ID G12-005. Skyddsinfiltationsytornas placering visas i Plan 14 i Bilaga C.1 samt i *Figur 44*.

Produktionsbeskrivning: Beskriver tråg under väg 510 (G12-007), vägbro för väg 510 (G12-004) skärning söder om väg 510 (G12-008) se *Figur 44*. Arbetena påbörjas med att tillfällig omledning av väg 510 sker söder om nuvarande vägdragning. Därefter påbörjas jordschakt och bergskärning för järnvägen. Jordschakt sker inom spont, visas med gult i *Figur 44*.

Efter detta sker betongarbeten för tråg och vägbro för 510. När norra delen av betongtråget samt vägbron är klar kan trafiken läggas tillbaka i sitt slutläge. Sedan kan trågets södra del färdigställas samt arbetet med bergskärningen. Den totala arbetstiden för arbetena med tråg, vägbro och skärning bedöms ta upp till 2 år, där schaktet för tråg beräknas stå öppet under cirka 15 månader.



Figur 44: Plan byggskede tråg under Väg 510.

G12-005 Skyddsinfiltration för tråg under väg 510 – km 12+520–12+720

Beskrivning av planerad verksamhet: Som en skyddsåtgärd för att minska risken för sättningar för E4 kan skyddsinfiltration behövas. Områden lämpliga för installation av infiltrationsbrunnar visas i Plan 14 i Bilaga C.1 samt i Figur 44. Skyddsinfiltration kan användas under schaktarbetet med schakter för tråg under väg 510 kopplat till vattenverksamhet ID G12-007 samt G12-004. Anläggning av skyddsinfiltration beskrivs närmare i kapitel 6.2.3. Vattenförsörjning till skyddsinfiltrationen kan lösas med vatten från etablering, återcirkulation från schakter eller ytvatten från Kyrksjön, se Y13-005, efter lämplig rening vid behov.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Marken består i huvudsak av leriga och siltiga sediment av främst torrskorpekaraktär med siltskikt som överlagrar friktionsjord på berg. Sluttest som utförts visar på en hydraulisk konduktivitet på 3×10^{-5} m/s vilket ger goda möjligheter för infiltration. Grundvattenmätningarna visar på att grundvattennivåerna ligger cirka 3–5 m under markytan, beroende på topografiskt läge. Strömningsriktningen är från nordöst till sydväst.

G12-004 Vägbro för väg 510 över järnväg – km 12+640

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 14 i Bilaga C.1 samt Figur 44. Vid 12+640 passerar väg 510 på vägbro över järnväg. Bron planeras att utformas som en plattrambro av betong med längden 14 meter och fri höjd 7 meter. Vägbro för landsväg 510 ska plattgrundläggas på bärkraftig morän eller berg efter utskiftning av lösa jordlager, se kapitel 5.3. Djupaste avsänkingsnivå vid vägbro ligger på +12 vilket motsvarar cirka 3 meter under grundvattennivån. Tråget ansluter mot bronns vingmurar på båda sidor om vägbron. För att möjliggöra uppförandet av vägbron planeras väg 510 att temporärt ledas om söder om befintlig sträckning. För anläggningen av vägbro för väg 510 över järnväg kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. För produktionsbeskrivning se ID G12-007.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Jordlagren består av 2–3 meter leriga och siltiga sediment av främst torrskorpekaraktär ovan friktionsjord/morän på berg. Friktionsjordens mäktighet är cirka 12 meter. Provtagningarna indikerar att detta jordlager består av grusig siltig sandmorän och grusig sandig silt.

Grundvattenmagasinförhållandet vid väg 510 är slutet, dvs. att det vattenförande jordlagret överlagras av ett tätande lerlager. Strax norr om Väg 510 har nivåer nära +18 uppmätts vilket motsvarar cirka 2 meter under markytan. Söder om Väg 510 har grundvattennivåer nära +16 uppmätts vilket motsvarar cirka 6 meter under markytan. Strömningsriktningen är från nordöst till sydväst.

G12-008 Skärning söder om väg 510 samt utskiftning för serviceväg – km 12+680–13+020

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 14 i Bilaga C.1. 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). För mer detalj gällande skärningar se utförandebeskrivning i kapitel 4.2.

Skärningen dräneras söderut. Dräneringsnivå för jord- och bergskärning ligger på cirka +12, vilket motsvarar cirka 1 meter under grundvattentryck i friktionsjord respektive upp till cirka 9 meter under grundvattentryck i berg. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i både jord och berg erfordras. Mellan km 12+820 och 12+830 sker utskiftning av lösa jordlager (se utförandebeskrivning för utskiftningar i kapitel 5.3.3) för grundläggning under skärningsbotten. För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning erfordras. Dräneringsnivå för utskiftning har förutsatts utföras till cirka +8 vilket motsvarar cirka 5 m under bedömt grundvattentryck i jord.

För produktionsbeskrivning se ID G12-007.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Mellan km 12+680 och 12+800 utgörs marken av berg i dagen eller ett tunt lager med morän på yttre berg. Därefter fram till km 13+020 utgörs jordlagren av varvig lera till en mäktighet av som mest 15–17 meter men mindre mäktigheter på cirka 2 meter förekommer i början av sträckan. Den största lermäktigheten förekommer vid km 12+980–13+020. I de övre metrarna av leran förekommer inslag av sulfidlera eller finsand. Under leran återfinns friktionsjord/morän med en uppmätt mäktighet mellan 2 och 10 meter (grundvattenmagasin Kyrksjön).

Grundvattenmätningar visar på att i höjddpartierna mellan cirka km 12+600 och 12+800 är grundvattennivåer i morän cirka 2–7 m under markytan, beroende på topografiskt läge, medan mellan cirka km 12+800 och 13+000 är grundvattentryck i friktionsjord marknära och delvis artesiskt. Grundvattennivån i berg är okänt men den bedöms variera mellan +21 och +23.

Y13-013, Y13-011, Y13-004 Tryckbank, bankdike samt utloppsdike inom Kyrksjöns vattenområde – km 12+980–13+190

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 14 Bilaga C.1. Järnvägsbank och tryckbank anläggs inom Kyrksjöns vattenområde. Totalt omfattar banken cirka 1 400 m² av vattenområdet. Ingen del av tryckbanken ligger under sjöns medelvattenstånd. Grundläggning och markförstärkning görs med KC-pelare och tryckbankar (se kapitel 5.3.3). Järnvägens bankhöjd uppgår till cirka 3,3 meter. RUK varierar längs sträckan mellan +13,4 och +13,8. Dammbyggnaden nedströms kan inte längre regleras (tidigare manuell reglering) utan fungerar som en överfallskonstruktion. I nuläget är utskovet helt öppet med en överfallsnivå på +9,11 m.

Invid banken anläggs ett bankdike (Y13-011) på östra sidan järnvägen med en längd om cirka 50 m. Diket mynnar i utloppsdike Y13-004 som också har en längd av cirka 50 m och i sin tur rinner ut i Kyrksjön. Dikena omfattar sammanlagt cirka 220 m² av Kyrksjöns vattenområde och ingen del av diket ligger inom Kyrksjön vid medelvattennivå i sjön. Båda dikena samt del av järnvägsbanken anläggs inom markavvattningsföretagets båtnadsområde, men berör inte markavvattningsföretagets vattenanläggning. För detaljerad plan, profil och sektion se Blad 10 Bilaga C.3.

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för Kyrksjön kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av cirka 2 600 m² av vattenområdet.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Järnvägsbank, tryckbank och diken är belägna invid nordvästra delen av Kyrksjön nära Lillsjöns utlopp i Kyrksjön. Söder om banken går järnvägen på bro över Kyrksjön. Passagen mellan Lillsjön och Kyrksjön utgörs av ett grävt dike vilket uppströms det planerade broläget rinner under E4 genom rörbro. Kyrksjöns avrinningsområde har en storlek på cirka 7,8 km². Kyrksjöns nivåer styrs av ett markavvattningsföretag (Daga Härad vattenavledningsföretag år 1993) med en dammanläggning nedströms i Åbyån. Ursprungliga dammbyggnaden reglerades aktivt, men idag styrs nivåerna av ett överfall utan reglermöjlighet. Medelflödet vid broläget uppgår till 0,1 m³/s och 100-års flödet till 2,1 m³/s. Markytan på platsen för

bankarna faller av svagt mot Kyrksjön i söder och marknivåerna varierar mellan +10,5 och +12. Jordlagren utgörs av lösa jordlager som underlagras av friktionsjord/morän på berg. De lösa jordlagren utgörs av varvig lera med en mäktighet upp till 18 meter. I de övre metrarna av leran förekommer inslag av sulfidlera eller finsand. Under leran förekommer ett lager med friktionsjord, troligen morän. Bergets överyta ligger djupast vid cirka km 13+040 cirka 29 meter under befintlig marknivå.

Produktionsplanering: Grundläggning av banken och diken beräknas ta cirka 2 månader. Den totala arbetstiden i området med brobyggnad, se Y13-001, kan vara i cirka 3 år.

G13-001, Y13-001 och Y13-010 Grundläggning av brostöd för Järnvägsbro och anläggning av tillfällig pålbrygga Kyrksjön – km 13+238–13+963

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i plan i Plan 15 i Bilaga C.1 samt profil i Bilaga C.2. Vid km 13+238–13+963 planeras järnvägen på bro över Kyrksjön. Bron utformas som en 725 meter lång lådbalkbro av betong med cirka 18 stöd. För mer information om broanläggning se kapitel 4.5. Brons lokalisering fastställs i planprovningen. Brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Bron grundläggs på pålar förutom landfästena och ytterligare två mellanstöd (stöd 3 och stöd 12) som plattgrundläggs. Anläggning av brostöd i Kyrksjön sker från en tillfällig pålbrygga. För de flesta brostöd planeras spont. För schakt för grundläggning av brostöd kommer temporär grundvattenbortledning på cirka 4 meter i jord erfordras (vattenverksamhet G13-001). Även om vattenverksamheten är temporär skulle en permanent påverkan kunna uppkomma vid brostödsschakten där grundvattnet är artesiskt och en flödesväg för grundvattnet i det undre grundvattenmagasinet skapas genom schakten som kan vara svår att täta. Resultatet blir då en avsänkt grundvattennivå motsvarande nivån för markytan.

Av de cirka 18 brostöden ligger 9 stöd, på en sträcka av 360 m, inom Kyrksjöns vattenområde (vattenverksamhet Y13-001). Även då brostödens exakta placering och antal kan komma att justeras i senare detaljprojektering kommer utbredningen av brostöd i vattenområdet inte att bli större än nedan beskrivet. Efter att pålning för grundläggningen gjorts sker fortsatt arbete med grundläggning och betongarbeten för brostöd inom kassuner. Sammanlagda arbetsytan för brostöden som pålgrundläggs beräknas omfatta cirka 1000–1500 m² i vattenområdet. Det övriga två brostöden, som plattgrundläggs, ligger endast till mindre del inom vattenområdet och arbetet här omfattar cirka 20 m² av vattenområdet.

Utöver pålning kommer även betongkonstruktion inom kassunerna för brostöden att göras inom vattenområdet. Arbetet vid brostöden som plattgrundläggs sker i vattenområde men utanför Kyrksjöns utbredning vid medelvattenstånd. Arbetet medför schakt ned till berg och eventuell sprängning. Eventuellt sker arbetet inom spont. Fyllning görs med icke tjälfarligt material och därefter byggs gjutform och gjutning görs. Bron går högt ovan Kyrksjön och genomströmningen i sjön påverkas inte av bro eller brostöd.

Utmed östra sidan av järnvägslinjen anläggs en pålbrygga cirka 1–2 m öster om planerade brostöds ytterkant (vattenverksamhet Y13-010). Pålbryggan används för att möjliggöra transporter under byggtiden och tjäna som arbetsyta för pålningsmaskiner och spontningsmaskiner. Efter anläggning av brostöden tas pålbryggan bort. Pålbryggan grundläggs med pålar, dessa kapas under sjöbottennivå och resterande del under bottennivån lämnas kvar vid avvecklandet.

Pålbryggan utgår från södra sidan och sträcker sig norrut med en total längd om cirka 350 m. Bredden är 6 m och det beräknas åtgå cirka 1 100 pålar med den längsta pållängden upp till 25 m. Tvärgående utstick görs från pålbryggan på vardera sida om pålbryggans brostöd med en längd om cirka 9 m och en bredd på cirka 3 m. Pålbryggan beräknas omfatta cirka 2 500 m² av vattenområdet.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Generellt sluttar bergytan kraftigt både söderut mot sjön och västerut mot ett område med större lermäktigheter. Där berg inte går i dagen består jordlagerföljden av upp till cirka 20 meter lera som underlagras av friktionsjord/morän på berg. Generellt sett är mäktigheten på lagret med friktionsjord/morän liten. Lerlagren består av varvig lera, torrskorpelera och sulfidhaltig lera. Jordlagerföljden i sjön består av lokalt över 20 meter lösa jordlager som underlagras av friktionsjord/morän på berg. De lösa jordlagren utgörs överst av cirka 3 meter gyttja eller gyttjig lera följt av cirka 5 meter sulfidhaltig lera som underlagras av lera som

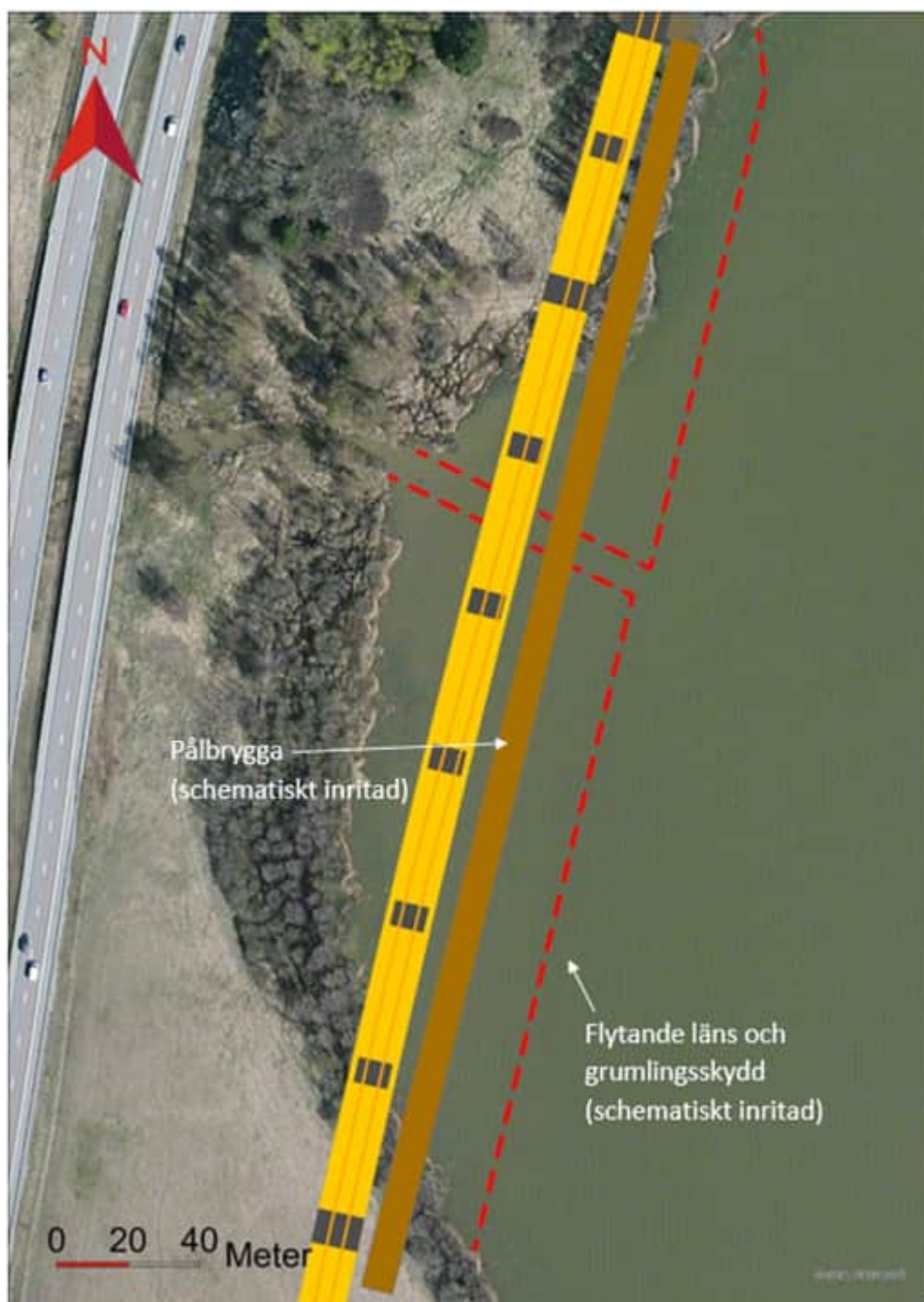
är mer varvig med inslag av silt och sandskikt. Mäktigheten hos underliggande lager av friktionsjord/morän varierar mellan 0 och över 5 meter.

Grundvattnet förekommer i friktionsjord under lerlagret (grundvattenmagasin Kyrksjön). Grundvattenmätningarna visar på att grundvattentryck i friktionsjord under lera varierar mellan cirka +10 norr om Kyrksjön och cirka +12 söder om Kyrksjön. Artesiskt tryck förekommer periodvis söder om Kyrksjön. Strömningsriktning är i huvudsak mot Kyrksjön.

Järnvägsbron är belägna i nordvästra delen av Kyrksjön nära Lillsjöns utlopp i Plan 15 Bilaga C.1 och i Bilaga C.2. Vid km 13+238–13+963 planeras järnvägen på bro över Kyrksjön. Passagen mellan Lillsjön och Kyrksjön utgörs av ett grävt dike vilket uppströms det planerade broläget rinner under E4 genom rörbro. Kyrksjöns avrinningsområde har en storlek på cirka 7,8 km². Kyrksjöns nivåer styrs av ett markavvattningsföretag (Daga Härad vattenavledningsföretag år 1993) med en dammanläggning nedströms i Åbyån. Ursprungliga dammbyggnaden reglerades aktivt, men idag styrs nivåerna av ett överfall utan reglermöjlighet. Medelflödet vid broläget uppgår till 0,16 m³/s och 100-års flödet till 2,1 m³/s.

Skuddsätgärder: Pålningsområdet inklusive pålbryggan planeras ringas in med grumlingskydd, till exempel siltgardin, för att undvika att grumling sprids i resterande delar av Kyrksjön se Figur 45. Grumlingskyddet anläggs öster om pålningsområdet med en öppning vid Lillåns utlopp. 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.

Grumlingskydd används under tiden för grumlande arbete samt uppskattningsvis en månad därefter, tills att grumlingen är i samma storleksordning som i resterande del av sjön. Grumlande arbete avser anläggningsarbete i vatten samt arbete med borttagande av stödkonstruktioner. Anläggande av överbyggnad bedöms inte grumla.



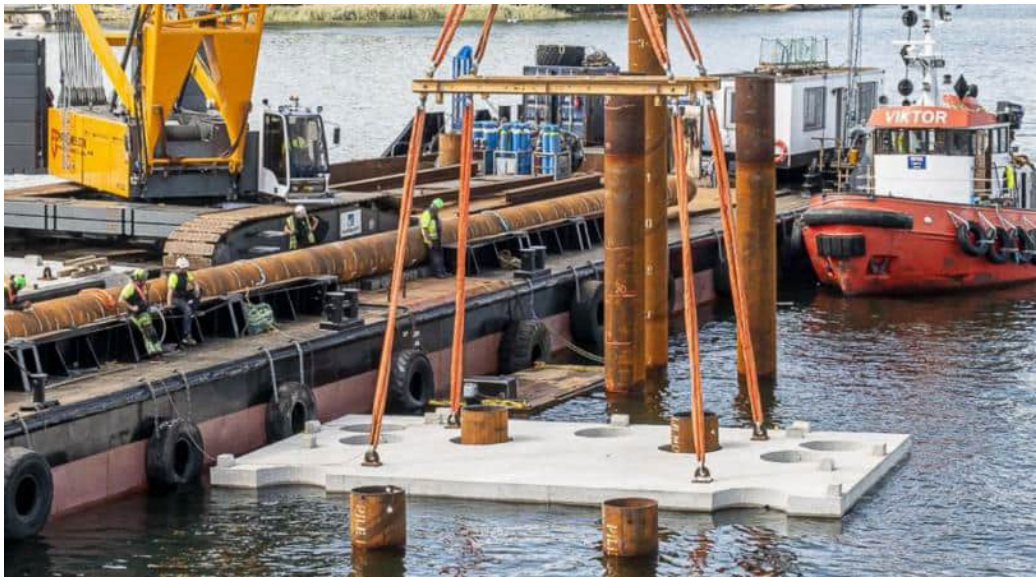
Figur 45: Skiss över läge för siltgardiner, röd streckat linje, och öppning vid Lillåns utlopp.

Produktionsplanering: Beskriver anläggning av brostöd (G13-001 och Y13-001) och anläggning av pålbrygga (Y13-010).

Först anläggs siltgardiner, därefter påbörjas byggande av en pålbrygga. Tillfällig pålbrygga i Kyrksjön planeras för att möjliggöra transporter under byggtiden och tjäna som arbetsyta för pålningsmaskiner och spontningsmaskiner. När en tillräcklig lång sträcka av pålbryggan har färdigställts kan parallella arbeten med brostöden påbörjas. Pålbryggan planeras att byggas från söder till norr. Samtliga stöd i Kyrksjön ska grundläggas på pålar inom en kassun och arbetet utförs från pålbryggan.

För grundläggning av järnvägsbron slås pålar från pålbryggan. Sedan sänks betongplattor ner över dessa pålar (se Figur 46) och kassuner installeras. Kassunerna tätas och töms på vatten, se Figur 47.

Det grumliga vattnet som pumpas ut ifrån den tätade kassunen pumpas till arbetsområdet som avgränsats med de dubbla siltgardinerna.



Figur 46: Nedsänkning av betongplatta. Foto: Bo Vading.



Figur 47: Tät-kassun. Foto: Bo Vading.

Totala varaktigheten för arbeten beräknas vara cirka 3 år från anläggning av siltgardiner till demontering av dessa. Arbeten med pålbryggan och grundläggning av brostöden för järnvägsbron beräknas pågå cirka 1 år. Under cirka 1,5 år väntas mindre aktivitet i vattnet när överbyggnaden med mera på bron byggs. Arbeten för norra landfästet uppgår till cirka 2 månader och för brostöd 3 till cirka 2 månader.

Y13-005 Uttag av processvatten Kyrksjön – km 13+400

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i plan i Plan 15 i Bilaga C.1. Uttag för processvattnet till den planerade tunneldrivningen av Edebytunnlarna samt som alternativ för tunneldrivningen för Tullgarnstunnelns norra front planeras att ske på den södra stranden av Kyrksjön och uttag för skyddsinfiltation vid väg 510 (G12-005) planeras att ske på Kyrksjöns norra strand. Vattnet planeras att ledas i ledning till tunnelmynningen vid Södra Edebytunneln i höjd med cirka km 14+700 och vid behov vidare till Tullgarnstunneln norra mynning. Uttagsbehovet för Edebytunnlarna är i genomsnitt cirka 55 m³/dygn (2 300 l/h) i ungefär 1,5 års tid. Uttagsbehovet för

skyddsinfiltrationen vid Väg 510 är maximalt 500 m³/dygn (20 100 l/h) i cirka 2 års tid. Uttagsbehovet för Tullgarnstunneln norra mynning är i genomsnitt på cirka 50 m³/dygn (2 100 l/h) i ungefär 1,5 års tid.

Uttaget i Kyrksjön sker exempelvis via en DN90PE ledning vilken förläggs på botten med hjälp av vikter. Intaget sker en bit ovanför botten och förses med galler för att inte få in oönskade objekt i ledningen. Vid Kyrksjöns strandkant planeras en tryckstegringsstation som pumpar vattnet mot skyddsinfiltrationen vid väg 510. Ledningen förläggs genom schakt, inom järnvägsanläggningen. Från tryckstegringsstationen kan även en DN63PE ledning anläggas mot Tullgarnstunnelns norra front. Ledningen ska tillgodose behovet av processvatten för tunneldrivningen. Även denna ledning förläggs genom schakt inom järnvägsanläggningen.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Kyrksjön ligger cirka 1 km norr om Norra Edebytunneln. Kyrksjön har en medelvattenföring (MQ) på cirka 160 l/s, medel av årslägsta vattenföring (MLQ) cirka 10 l/s och högvattenföring (HQ100) om ca 2200 l/s. Vattnet från Kyrksjön rinner vidare mot havet via Åbyån. Kyrksjöns avrinningsområde har en storlek på cirka 7,8 km². Kyrksjöns nivåer styrs av ett markavvattningsföretag (Daga Härad vattenavledningsföretag år 1993) med en dammanläggning nedströms i Åbyån. Ursprungliga dammbyggnaden reglerades aktivt, men idag styrs nivåerna av ett överfall utan reglermöjlighet.

Skyddsåtgärder: Intaget ska förses med galler eller spalter för att förhindra att fisk skadas vid vattenuttaget.

Y13-012, Y13-003, Y13-006 Omläggning av rörledning och omgrävning av dike – km 13+850–13+960

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 15 Bilaga C.1. Söder om Kyrksjön mellan cirka km 13+850 till 13+890 planeras ett befintligt rörledningssystem att läggas om (Y13-12 och Y13-003). Sträckan som ska läggas om är drygt 70 m och dimensionen på de nya rörledningarna är 300 mm. Systemet kommer ta emot vatten från befintligt rörledningssystem samt vatten från ett dagvattenmagasin. Från dagvattenmagasinet går även ett dike vars vatten leds in i rörledningssystemet. Diket är ett befintligt dike som planeras att grävas om (Y13-006) på en sträcka om cirka 65 m. Avrinningsområdet är cirka 12 ha och medelvattenföringen cirka 1,08 l/s. För detaljerad plan, profil och profil se Blad 11 Bilaga C.3.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Den befintliga kulverten avvattnas i nordöstlig riktning och har sitt utlopp i Kyrksjön. Omläggningen av kulverten och till viss del omgrävningen av diket görs inom båtnadsområdet för Reglerföretaget Kyrksjön-Lillsjön av år 1947. Ingen del av företagets anläggning kommer att påverkas av åtgärderna. Det öppna diket som ska grävas om är ett grävt dike i åkermark med generellt biotopskydd.

Produktionsbeskrivning: Anläggning av rörledningar och omgrävning av dike görs till den mån det är möjligt under perioder med obetydliga flöden i dike och rörledningssystem.

G13-004 Dagvattenmagasin – km 13+967

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 15 i Bilaga C.1. Öster om E4 vid cirka km 13+967 planeras ett öppet fördröjningsmagasin med effektiv volym på cirka 230 m³ och en flödesreglering som ger ett konstant utflöde oberoende av fyllnadsgrad. Anläggningen kan leda till en permanent grundvattenbortledning. Dagvattenmagasins bottennivå och utflöde kommer vara cirka +13, vilket är cirka 2 meter under grundvattentrycknivån i magasinets södra del.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Anläggningen ligger i en sluttning på gränsen till ett fastmarksområde. Jordlagerföljden utgörs av 1 till 2 m torrskorpelera ovan lera följt av ett litet friktionsjordlager på berg. Lermåktigheten under torrskorpelera tilltar från 1 till 6 meter från söder mot norr. Vid delen av dagvattenmagasinet som ligger på en befintlig tryckbank i anslutning till befintlig E4 har cirka 1 m sandig grusig torrskorpelera påträffats ovan torrskorpelera. Detta lager är troligtvis fyllningsmaterial som användes för tryckbanken. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen för anläggningen men grundvattentryck i friktionsjord bedöms ligga på cirka +15.

Trummor

Trummor där vattenverksamheter utförs och som inte beskrivs i kapitlen ovan redovisas i Tabell 17. Vattenverksamheterna visas i Plan 14 Bilaga C.1. För profil av Y13-009 se Blad 10 Bilaga C.3.

Tabell 17: Övriga trummor, som inte ingår i beskrivningar ovan, km 11+250–13+970.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ ₅₀₊₅ eller 25% (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritext-kommentar
Y12-005	12+750	ca 13	500	7,9*10 ⁻⁴	3,8*10 ⁻⁵	ca 15,73	ca 15,64	Anläggning av trumma under serviceväg, ersättningsväg, arbetsväg
Y13-009	13+130	ca 69	800	0,35*	3,4*10 ⁻⁴	ca 10,18	ca 9,47	Anläggning av trumma

*dimensionerande flöde HQ_{50+25%}

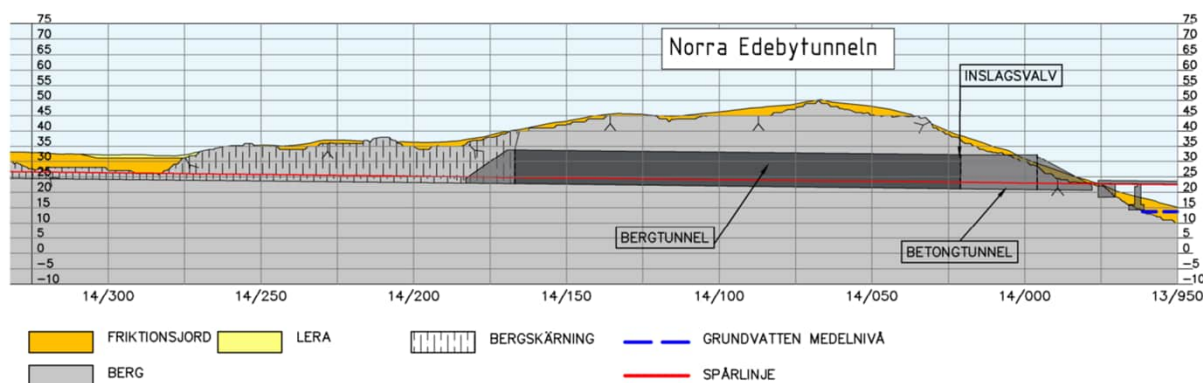
7.8 Norra och Södra Edebyttunnlarna km 13+970–14+700

I den norra delen planeras järnvägen att gå på bank och bro fram till tunnelportal norr om Norra Edebyttunneln, där övergår järnvägsanläggningen från att gå på bro till tunnel. Mellan cirka km 14+000–14+650 går planerad järnväg i tunnel, skärning och slutligen åter tunnel innan järnvägen fortsätter i relativt grund skärning fram till km 14+670. Mellan km 14+670 och 14+700 passerar järnvägen på uppemot 3,5 meter bankfyllning. En serviceväg går väster om järnvägen.

I detta område bedöms inget sammanhängande grundvattenmagasin finnas utan endast mindre, öppna magasin i moränområden eller mindre, slutna magasin i friktionsjord i mindre lertäckta svackor. Grundvatten förekommer även i sprickor i berg. Se kapitel 8.1 för hantering av länshållningsvatten i byggskedet och kapitel 8.2 för hantering av dränvatten.

G13-005 Norra Edebyttunneln inkl. tunnelportaler – km 13+978–14+183

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 16 i Bilaga C.1. Mellan km 14+021 och 14+167 planeras järnvägen att gå i en cirka 150 meter lång bergtunnel kallad Norra Edebyttunneln. Norr om tunneln, mellan km 13+978 och km 13+996, är en tunnelportal planerad som övergår i en betongtunnel, med bergbotten, mellan km 13+996 och km 14+021, innan anslutning mot Norra Edebyttunneln. Även på södra sidan om bergtunneln följer en betongtunnel med bergbotten (3 m, mellan km 14+167 och km 14+170) som följs av en cirka 15 meter tunnelportal som sträcker sig mellan km 14+170 och 14+183. Se profilen för tunneln i Figur 48.



Figur 48: Profil över Norra Edebyttunneln.

Tunneln planeras att drivas med en front från söder mot norr enligt den beskrivna metoden i kapitel 5.1.1.

På delsträckan kommer permanent grundvattenbortledning i jord och berg uppkomma till följd av inläckage till tunneln. Bergtäckningen för tunneln varierar längs sträckan och framgår av Figur 48. Topografin längs tunnelsträckningen varierar och grundvattennivåerna i området bedöms vara marknära. Därmed varierar avståndet från tunnelns dränerande nivå till grundvattentrycknivån och även grundvattensänkningens storlek längs sträckan. Dränerande nivå sjunker norrut, från cirka +23 vid km 14+200 till cirka +20 vid km 13+975, vilket motsvarar cirka 22–26 m under bedömt grundvattentryck i berg. Hantering av länshållningsvatten och dränvatten beskrivs i kapitel 8.1.1 respektive 8.2.

Ingen tätning i skadeförebyggande syfte kopplat till omgivningspåverkan från grundvattensänkning planeras för tunneln, dock kan tätning komma att utföras vid behov avseende produktion, arbetsmiljö och driftsynpunkt. Tätning av tunnel sker enligt kapitel 6.2.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Från km 13+978 passerar järnvägen ett kuperat område med berg i dagen eller berg under ett ytligt lager av morän. Marknivån längs sträckan varierar i huvudsak mellan +45 och +49. Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän. Baserat på kartering av berg i dagen bedöms bergmassan huvudsakligen bestå av sedimentgnejs. Inga betydande jordfyllda svackor har påträffats längs tunnelsträckan

Grundvatten förekommer i friktionsjord (öppna magasinförhållanden) samt i sprickor i berg, grundvattentrycknivån bedöms i huvudsak vara liknande i jord och berg.

Topografin längs tunnelsträckningen varierar och grundvattentrycknivåerna i området bedöms vara marknära, strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Eftersom marknivån varierar längs sträckan varierar därmed även grundvattentrycknivåerna längs sträckan. I friktionsjorden bedöms grundvattentrycknivån variera mellan 1 och 3 meter under markytan med sjunkande tryck mot norr. Grundvattentryck i berg bedöms vara marknära eller cirka 1 m under markytan, vilket motsvarar att grundvattentrycknivån i berg bedöms variera mellan cirka +45 och +49.

Produktionsplanering: Beskriver Norra Edebytunneln (G13-005), skärning mellan bergtunnlarna (G14-004) och Södra Edebytunneln (G14-005).

Tunneldrivningen går från söder till norr med start i Södra Edebytunnelns södra mynning. Parallellt med arbetet med tunneldrivningen för den Södra Edebytunneln görs bergschakt och förskärningar mellan den norra och södra tunneln. Behovsprövad injektering tillämpas.

Arbetena med tunnlar och bergsskärning beräknas pågå under cirka 1,5 år.

G14-002 Skärning för serviceväg – km 14+000

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 16 i Bilaga C.1. En serviceväg planeras väster om järnvägen från teknikgården och dagvattenmagasinet med centrum i km 13+952 respektive km 13+967 och vidare söderut till två teknikgårdar med centrum i km 14+190 respektive km 14+672. Vägen kommer från söder gå i bergsskärning (se utförandebeskrivning i kapitel 4.2) och sedan på bank där den ansluter till åkermarken. För skärningen kommer en permanent grundvattenbortledning i både jord och berg ske. Vägens dränerande nivå har bedömts till cirka +25 vilket motsvarar cirka 6 meter under grundvattentrycknivån. Skärningen dräneras norrut till nytt utjämningsmagasin och sedan via nya samt befintliga ledningar till Kyrksjön

Beskrivning av förhållanden på platsen: Från km 13+978 passerar järnvägen ett kuperat område med berg i dagen eller berg under ett ytligt lager av morän. Marknivån längs sträckan varierar i huvudsak mellan +22 och +35 från norr till söder. Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän.

Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i friktionsjord eller i sprickor i berg. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattennivån bedöms variera med topografin och strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Norr om bergsskärning bedöms grundvattennivån i jord vara belägen 1 m under markytan eller marknära. Söder om bergsskärning bedöms grundvattennivån i jord vara belägen 4 m under markytan eller marknära. Grundvattentrycknivå i jord och berg bedöms vara cirka +31 i området

G14-004 Skärning mellan Edebytunnlarna – km 14+183–14+440

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i plan i Plan 16 i Bilaga C.1. Mellan Edebytunnlarna, km 14+183 och 14+440, planeras järnvägsanläggningen att gå i jord- och bergsskärning med ett skärningsdjup på upp till cirka 11 meter (vid cirka km 14+380) genom kuperad skogsmark. Skärningen utförs enligt kapitel 4.2. Dränerande nivå för skärningen sjunker norrut från cirka +25 vid km 14+440 till +23 vid km 14+183, vilket som mest motsvarar cirka 13 meter under bedömd grundvattennivå i berg. För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i både jord och berg erfordras. Skärningen dräneras norrut i ny ledning till nytt utjämningsmagasin och sedan via nya samt befintliga ledningar till Kyrksjön.

För produktionsbeskrivning se ID G13-005.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Från km 14+183 passerar järnvägen ett kuperat område med berg i dagen eller berg under ett ytligt lager av morän. Längs sträckan förekommer svackor i berggrunden där moränmaktigheten ökar och där moränen bitvis även är täckt av lerlager, framför allt mellan cirka km 14+270 och 14+370 samt cirka km 14+410 och 14+430. I lokala svackor mellan tunnlar har uppemot 7 meter lera registrerats. Torrskorpelera med en mäktighet mellan 2 och

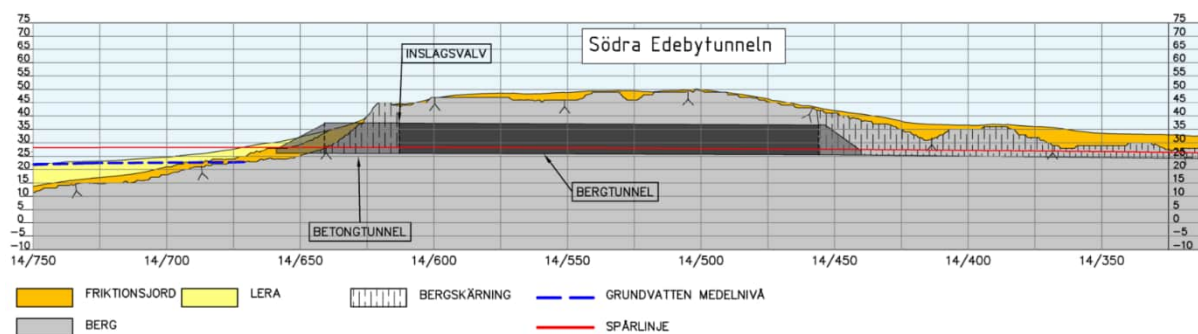
3,5 meter har uppmätts. Markytan varierar mellan +32 och +38, med generellt högst nivåer i norr och lägre nivåer längre söderut.

Baserat på kartering av berg i dagen bedöms bergmassan huvudsakligen bestå av sedimentgnejs.

Grundvattennivån varierar med topografin och strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Uppmätt grundvattennivå i friktionsjord på västra sida av spåret varierar mellan cirka +27 och +33 och strömningsriktningen bedöms vara västerut eller mot nordväst. På östra sida av spåret varierar uppmätt grundvattennivå i friktionsjord mellan +29 och +33 och strömningsriktningen bedöms vara österut. Kuperat område mellan km 14+183 och 14+440 bedöms därför motsvara en tolkad grundvattendelare som följs av järnvägen. Bedömt grundvattentryck i berg inom området ligger på cirka +28 vid km 14+160 och stiger till cirka +36 fram till km 14+400, vilket motsvarar grundvattennivå i berg från cirka 10 m djup till marknära.

G14-005 Södra Edebytunneln – km 14+440–14+613

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i plan i Plan 16 i Bilaga C.1. Mellan km 14+440 och 14+456 planeras en 16 m lång tunnelportal som bedöms kunna plattgrundläggas på packad fyllning. Portalen övergår i en kort betongtunnel, med bergbotten, innan anslutning till en 157 meter lång bergtunnel kallad Södra Edebytunneln (km 14+456 till 14+613). Södra Edebytunneln byggs med anslutande betongtunnlar, vilket gör att tunnelns hela längd blir cirka 188 m, från km 14+453 till 14+641. Se profilen för tunneln i Figur 49.



Figur 49: Profil över Södra Edebytunneln.

Bergtunneln planeras att drivas med en front från söder mot norr enligt den beskrivna metoden i kapitel 5.1.1. Arbetet med tunneln innebär schaktarbeten i berg och jord samt försärning för tunnelmynning Edeby syd. Tunneln kommer att som djupast vara belägen cirka 22 meter under markytan och lutar mot norr. Bergtäckningen för tunneln varierar längs sträckan och framgår av Figur 49. Topografin längs tunnelsträckningen varierar och grundvattennivåerna i området bedöms vara marknära. Därmed varierar avståndet från tunnelns dränerande nivå till grundvattentrycknivån och även grundvattensänkningens storlek längs sträckan. Längs delsträckan kommer permanent grundvattenbortledning i jord och berg uppkomma till följd av inläckage till tunneln, bergtunnelns lägsta dränerande nivå planeras vara ca +25 vilket motsvarar ca 20 meter under grundvattentrycknivån i berg som djupast. Ingen tätning i skadeförebyggande syfte kopplat till omgivningpåverkan från grundvattensänkning planeras för tunneln, dock kan tätning komma att utföras vid behov avseende produktion, arbetsmiljö och driftsynpunkt. Hantering av länshållningsvatten och dränvatten beskrivs i kapitel 8.1.1 respektive 8.2. Tätning av tunnel sker enligt kapitel 6.2.2. För produktionsbeskrivning se ID G13-005.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Från km 14+440 till km 14+613 passerar järnvägen ett kuperat område med berg i dagen eller berg under ett ytligt lager av morän. Längs sträckan förekommer svackor i berggrunden där moränmaktigheten ökar och där moränen bitvis även är täckt av lerlager, framför allt vid cirka km 14+440. Marknivån längs sträckan ökar från +40 till +50 mellan km 14+440 och 14+500 och varierar mellan +50 till +47 med lutning mot söder mellan km 14+500 och 14+613. Baserat på kartering av berg i dagen bedöms bergmassan huvudsakligen bestå av sedimentgnejs

Grundvatten längs sträckan förekommer i mindre uppbrutna magasin samt i sprickor i berg. Grundvatten förekommer i friktionsjord (varierande öppna och slutna magasinförhållanden) samt i sprickor i berg, grundvattentrycknivån bedöms i huvudsak vara liknande i jord och berg. Grundvattentrycknivån varierar med topografin och strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattentrycknivån bedöms variera mellan cirka +47 och +50 vilket är marknära.

G14-003 Skärning för serviceväg väster om spår – km 14+500

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i plan i Plan 16 i Bilaga C.1. En serviceväg planeras väster om järnvägen från teknikgården och dagvattenmagasinet med centrum i km 13+952 respektive km 13+967 och vidare söderut till två teknikgårdar med centrum i km 14+190 respektive km 14+672 (se utförandebeskrivning i kapitel 4.2).

För skärningen kommer permanent grundvattenbortledning i jord och berg att ske. Vägens dränerande nivå har bedömts till cirka +39 vilket motsvarar som mest cirka 2 meter under grundvattentrycknivån i jord och berg. Skärningen avvattnas via vägdiken norrut mot befintligt vägdike utmed väg E4.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller upp till 3 meter morän som delvis överlagras av 3 meter lerlager. Marknivån längs sträckan varierar i huvudsak mellan +36 och +43 från norr till söder.

Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i friktionsjord eller i sprickor i berg där höjdområdet fungerar som grundvattendelare. Därför bedöms grundvattenströmningsriktningen i jord vara i nordlig riktning norr om höjdområdet och söderut söder om detsamma. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattennivån följer topografin och bedöms variera mellan cirka 0 och 4 meter under markytan i jord medan i berg bedöms grundvattentrycket variera mellan 1–2 meter under markytan. Detta motsvarar en grundvattentrycknivå på cirka +41 i jord och berg.

G14-006 Utskiftning – km 14+660–14+700

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 16 i Bilaga C.1. En utskiftning (se utförandebeskrivning i kapitel 5.3.3) av lösa jordlager planeras 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 i jord där inget större sammanhängande grundvattenmagasin har konstaterats. Avsänkingsnivån för utskiftningen ligger på cirka 3 meter under markytan.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Undergrunden består av lera ovan friktionsjord på berg. I den sydligaste delen mellan km 14+660 och 14+700 har uppemot 5 meter lera registrerats. Marknivån längs sträckan varierar i huvudsak mellan +30 och +24 med lutning mot söder. Grundvatten förekommer i friktionsjorden (slutna magasinförhållanden). Uppmätt grundvattentryck varierar mellan 2 och 5 meter under markytan, vilket motsvarar cirka +29.

Trummor

Trummor där vattenverksamheter utförs och som inte beskrivs i kapitlen ovan redovisas i Tabell 18. Vattenverksamheterna visas i Plan 16 Bilaga C.1. För detaljerad plan och profil av Y14-009 se Blad 12 Bilaga C.3.

Tabell 18: Övriga trummor, som inte ingår i beskrivningar ovan, km 13+970–14+700.

ID	km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+5%} (Dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)	Fritext-kommentar
Y14-009	14+310	ca 8	600	0,18	1,0*10 ⁻³	ca 29,35	ca 29,33	Anläggning av trumma

8. Vattenhantering

Detta avsnitt beskriver hanteringen av det länshållningsvatten som uppkommer i byggskedet och det dränvatten som uppkommer i driftskedet vid de vattenverksamheter som utgörs av grundvattenbortledning.

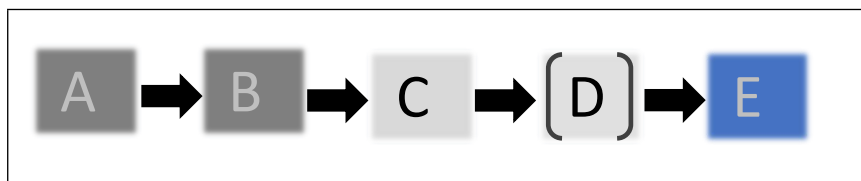
8.1 Hantering av länshållningsvatten i byggskedet

Länshållningsvatten är det vatten som avleds från schakt i jord och i berg (inklusive tunnlar) under byggskedet. Länshållningsvattnet utgörs av processvatten, inläckande grundvatten, nederbördsvatten och tillrinnande vatten på markytan. Länshållningsvatten har ofta ett högt partikelinnehåll och kan även innehålla oljeföroreningar från maskiner som används, kväve från sprängmedel, eller vara påverkat av den naturliga omgivningen (vittringsprodukter från bergmineral etc.). Därtill kan pH vara förhöjt till följd av kontakt med cement. Länshållningsvattnet behöver därför alltid genomgå kontroll och vid behov partikelavskiljning, oljeavskiljning och pH-justering.

8.1.1 Länshållningsvatten från tunneldrivning

Länshållningsvattnet från tunneldrivning innehåller vanligen stora mängder partiklar och kväve från sprängämnen. Till följd av grund av kontakt med cement och betong har detta vatten ofta högt pH. Det finns också risk för spill av olja från maskiner och fordon.

Vattenbehandlingen kommer göras i en anläggning som i normalfallet består av försedimentering med oljeavskiljning, pH-justering, flockning och sedimentering samt vid behov sandfiltrering (se Figur 50). Därefter avleds vattnet från arbetsområdet.



Figur 50: Schematisk översikt av vattenbehandlingsanläggning för länshållningsvatten från tunneldrivning. Försedimentering med oljeavskiljning (A), pH-justering (B), flockning och sedimentering (C), sandfiltrering för processvatten vid behov (D), avledning av länshållningsvatten (E).

Gerstabergrstunneln

Gerstabergrstunneln planeras drivas från norr till söder av produktionstekniska skäl. Hela tunneln lutar söderut vilket resulterar i att inläckande grundvatten och processvatten kommer rinna mot framdriftsfronten och därifrån pumpas mot norra tunnelmynningen.

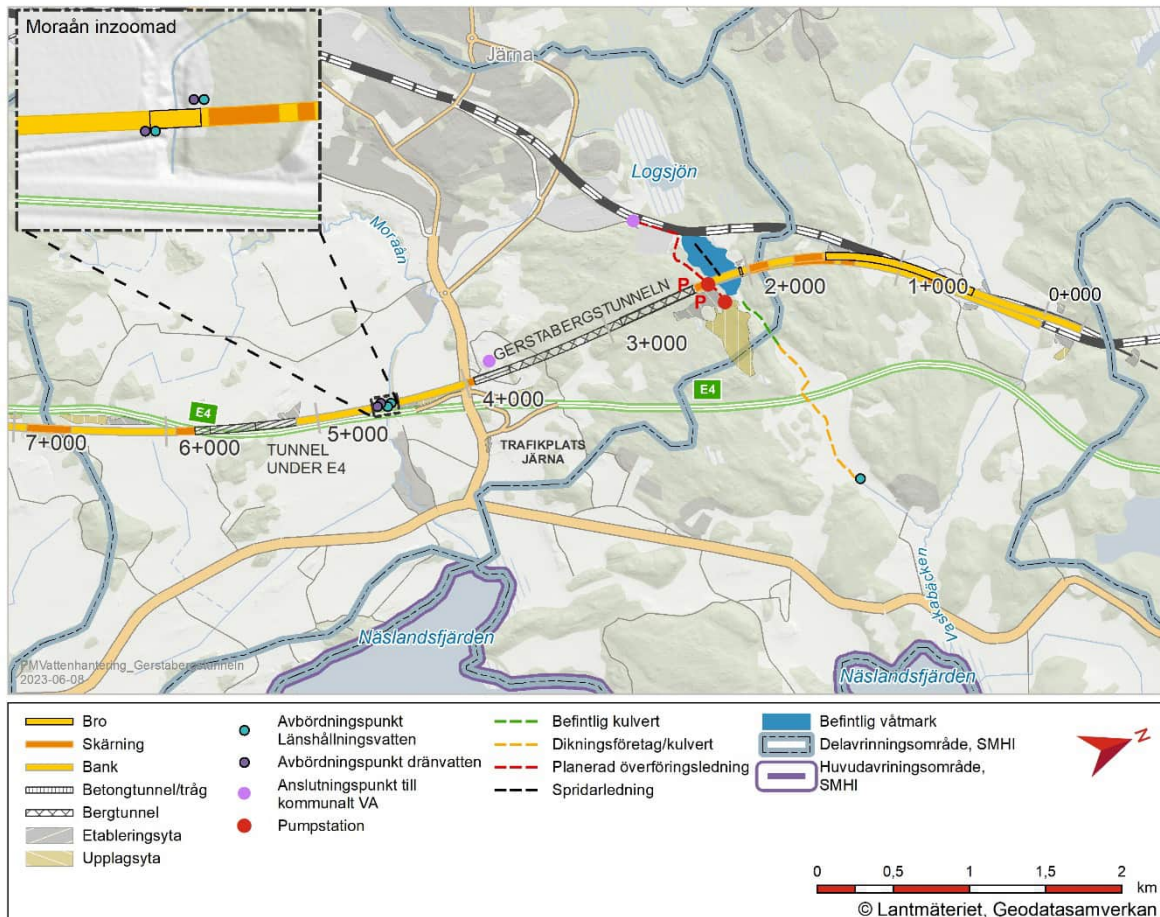
Vattenbehandling (se ovan) planeras att ske i direkt närhet till den norra tunnelmynningen. Här finns tillräcklig plats för förbehandling av länshållningsvattnet och viss magasinering, se Figur 51.

Det förbehandlade länshållningsvattnet planeras att avledas till spillvattennätet för rening i kommunalt avloppsreningsverk. Anslutningspunkter finns både vid norra tunnelmynningen och södra tunnelmynningen. Kväverikt länshållningsvatten kommer i första hand att ledas till det kommunala spillvattennätet. Då det finns begränsningar i det kommunala spillvattennätets kapacitet kommer länshållningsvatten även att behandlas på intilliggande våtmark, V2-001. Vattnet passerar en markfilteranläggning för nitrifikation innan det leds till våtmarken. För att få en så lång uppehållstid som möjligt sprids vattnet i den västra delen av våtmarken med en cirka 300 meter lång löpleddning (spridarledning) som läggs ovanpå torven. Som en skyddsåtgärd byggs även ett dämme i utloppet för att vid behov kunna öka uppehållstiden. Dämningsnivån planeras att kunna varieras mellan dagens utloppsnivå +29,8 upp till maximalt +30,9 meter. Uppehållstiden bedöms variera mellan drygt en halv vecka och två veckor beroende på dämningsnivå. För att länshållningsvattnet inte ska frysa i ledningen anläggs ett isolerande material ovanpå, uppskattningsvis en meter högt och två meter brett. Totalt innebär detta att en yta på 600 m² upptas av ledning och överfyllnad. Våtmarken är cirka 6 hektar stor och ligger i anslutning till norra tunnelmynningen. I våtmarken finns goda förutsättningar

för framför allt denitrifikation med hänsyn till tillgången på torv, stor uppdamd vattenyta och lång uppehållstid.

Avrinning från våtmarken, V2-001, sker i diken inom Vaskabäckens tillrinningsområde. Rinnsträckan mellan våtmarken och Vaskabäcken är cirka 2 km varav cirka 1,5 km är kulverterad och 0,5 km går i öppet dike.

När tunneldrivningen nått genomslag i södra änden så kan länshållningsvattnet istället ledas till anslutningspunkten vid södra tunnelmynningen.



Figur 51: Planerad lösning för hantering av länshållningsvatten och dränvatten från Gerstabergrstunneln samt hantering av länshållningsvatten från schakt vid södra tunnelpåslaget Gerstabergrstunneln och schakt under E4. Spridarledningen placering är schematisk och detaljprojekteras i senare skede.

Edebytunnlarna

Edebytunnlarna är belägna uppströms Kyrksjön och lutar norrut mot Kyrksjön. Eftersom tunnarna är korta kommer kvävebelastningen i länshållningsvattnet i byggskedet att bli tillfällig (ca 1 år) och begränsad. Kyrksjön har dålig ekologisk status på grund av övergödning och kväve kan vara det begränsande näringsämnet. Vidare överstiger ammoniakhalten gränsen för god status enligt bedömningsgrunderna för klassning av ekologisk status. Det har därför bedömt lämpligare att leda vattnet tillsammans med länshållningsvattnet från den planerade Tullgarnstunneln till Trosaån.

Beskrivning av hanteringen av länshållningsvattnet redovisas i Bilaga D.3.3, PM Miljö kvalitetsnormer för vatten (Bilaga 3 till Bilaga D.3 Miljökonsekvensbeskrivning Ostlänken – Järnvägsplan delen Gerstabergr–Långsjön).

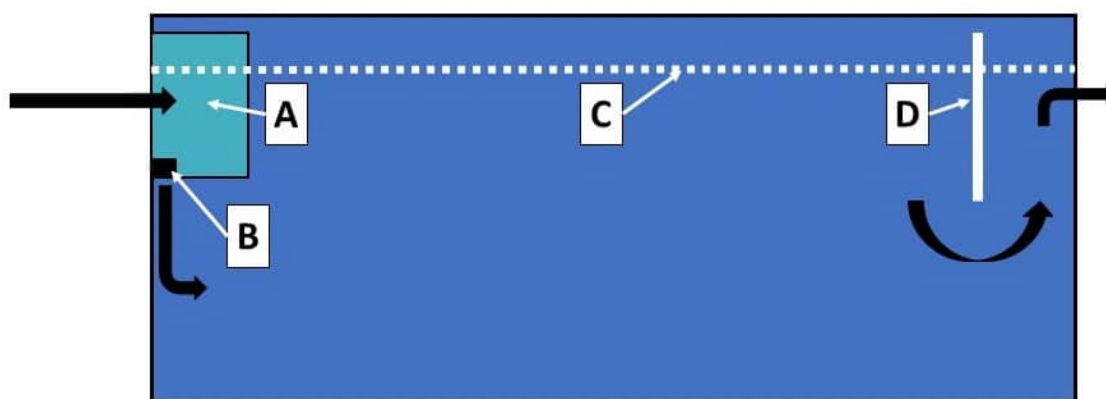
8.1.2 Länshållningsvattnet från öppna schakt och skärningar

Arbetet inom öppna schakter utgörs av jord- och bergschakt där inträngande grundvatten behöver ledas bort. Det kan även omfatta användning av cement, framför allt för gjutning av nya konstruktioner. Länshållningsvattnet kan vara grumligt (innehåller partikulärt material) och ha ett förändrat pH-värde beroende på cementanvändningen.

Vid sprängning av ytberg krävs en mindre mängd sprängmedel och vanligtvis behövs inget processvatten, vilket begränsar kväveläckage till länshållningsvattnet. Vid användande av patronerat sprängmedel ("dynamitgubbar") istället för flytande som används vid tunneldrivning kan kvävemängden i länshållningsvattnet begränsas ytterligare. Om elektroniska sprängkapslar används minskar dessutom risken för odetonerat sprängmedel, vilket ytterligare reducerar mängden kväve i länshållningsvattnet. Detta innebär att sprängning ovan jord medför ett länshållningsvatten som har betydligt lägre kvävehalt än vad fallet är vid tunneldrivning. Länshållningsvatten från ovanjordssprängning kan normalt släppas via befintliga dikessystem till recipient utan åtgärder för att reducera kväveinnehållet.

Reningen kommer alltid att bestå av olje- och sedimentavskiljning. Sedimentavskiljning reducerar suspenderat material. Vanligtvis binds en stor del av eventuella föroreningar som kan finnas till partiklarna och avskiljs därmed genom sedimentation. Även oljeföroreningar uppvisar en stark korrelation till det suspenderade materialet, men kan också förekomma i fri form på vattenytan. Reningen kan också behöva utökas med pH-neutralisering, till exempel om det kommer i kontakt med cement och betong. Ett förhöjt pH neutraliseras genom kontrollerad tillsats av syra.

Fria oljerester hanteras genom avskiljning på ytan, oljeavskiljning, vilket görs genom att vattnet pressas under en avskiljande del (D i Figur 52), och ytfilmen blir kvar. Oljerester kan då tas om hand i den större sedimenteringsdelen. Se Figur 52 för en schematisk illustration av en sedimenteringscontainer.



Figur 52: Schematisk översikt av en möjlig sedimenteringscontainer sett från sidan. Inloppslåda (A), spalt för fördelning av vatten (B), högsta vattenyta (C) och plåt för oljeavskiljning (D).

De vattenbehandlingsanläggningar som planeras är temporära och kommer att flyttas under byggtiden. Detaljplanering av vattenbehandlingsanläggningen ska utföras av entreprenören innan arbetena startar. Slam från behandlingsanläggningarna omhändertas.

Schakt för betongtunnel och tråg vid södra påslaget till Gerstabergrstunneln, 3+697–3+940

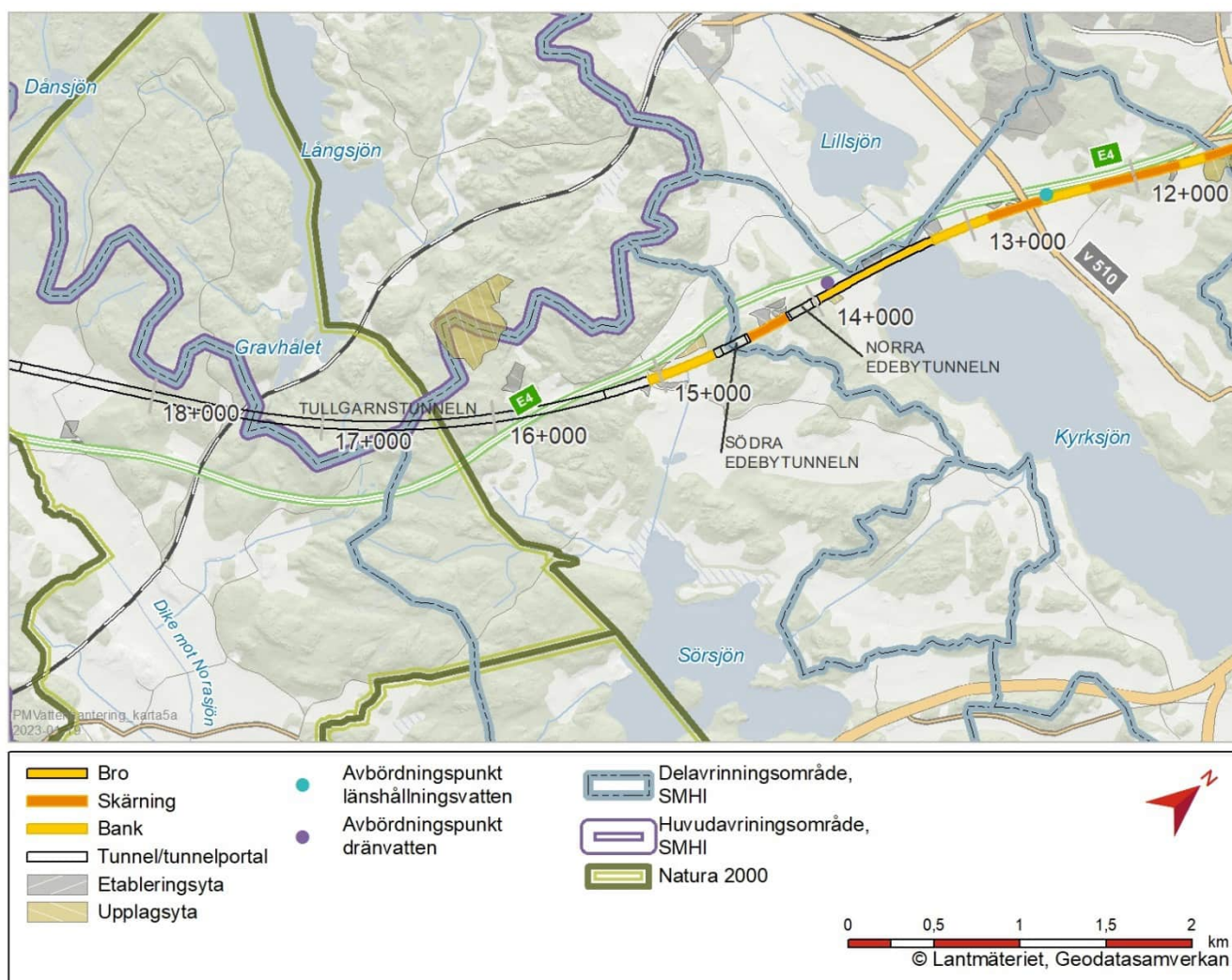
Länshållningsvatten från schakt för betongtunnel mm vid Gerstabergrstunnelns södra påslag kommer att renas inom arbetsområdet och sedan avledas i befintliga diken cirka 650 meter på väster sida om E4. Diket mynnar i Moraån. Utsläppspunkt kan ses i Figur 51.

Schakt för tråg och betongtunnel vid passage under E4, 5+140–5+790

Länshållningsvatten från schakt kommer att renas inom arbetsområdet och sedan avledas i diken cirka 600 meter längs E4 mot Moraån, se Figur 51

Schakt för tråg under väg 510, 12+550–12+680

Länshållningsvatten från schakt kommer att renas inom arbetsområdet och sedan avledas till befintligt dike Österby i sektion 12+500 för vidare avledning mot Kyrksjön, se Figur 53.



Figur 53: Planerad lösning för hantering av länshållningsvatten från schakt vid Väg 510 samt dränvatten från Edebytunnlarna.

Övriga schakt

Nedan i Tabell 19 redovisas recipienter för länshållningsvatten i byggskedet och dränvatten i driftskedet för olika arbetsområden och anläggningsdelar. Ofta sker avbördning från arbetsområdet till diken inom avrinningsområdet innan det når de recipienter som anges i Tabell 19.

Tabell 19: Recipienter per arbetsområde för både bygg- och driftskede.

Arbetsområden	Vattenverksamheter, kapitel i TB	Recipient byggskede	Recipient driftskede	Ansökansdel
Gerstaberger	7.1	Dike Gerstaberger/ Vaskabäcken/ Näslandsfjärden	Diken/ Vaskabäcken/ Näslandsfjärden	4.1.1 Ansökan Gerstaberger: Km 0+000–1+850
Våtmark V2-001 - Gerstabergerstunneln	7.2	Kommunalt spillvattennät + Diken/Vaskabäcken/ Näslandsfjärden	Moraån	4.1.2 Ansökan Järna: Km 1+850 till och med km 6 +930
TPL Järna – Järnaslätten/ Moraån	7.3–7.4	Diken/Moraån	Diken/Moraån	4.1.2 Ansökan Järna: Km 1+850 till och med km 6+930
Kjulsta	7.5	Skillebyån	Skillebyån	4.1.3 Ansökan Hölö norra: km 6+930 till och med 11+250
Hölö och Skillebyån	7.6	Skillebyån	Skillebyån	4.1.3 Ansökan Hölö norra: km 6+930 till och med 11+250
Kyrksjön	7.7	Kyrksjön	Kyrksjön	4.1.4 Ansökan Hölö södra: Km 11+250 till och med km 14+700
Område vid Edeby-tunnlarna	7.8	Prövas i annan ordning	Kyrksjön	4.1.4 Ansökan Hölö södra: Km 11+250 till och med km 14+700

8.1.3 Kontroll av vattenbehandlingsanläggning

Funktionen på vattenbehandlingsanläggningarna säkerställs inom ramen för Trafikverkets egenkontroll. Egenkontrollen består av bl.a. regelbunden provtagning av länshållningsvatten och tillsyn av vattenbehandlingsanläggning. Under entreprenaden skickas icke-filtrerade prover för analys på ackrediterat laboratorium med avseende på till exempel pH, suspenderad substans (susp.), totalkväve, metaller och oljeindex. Slam från behandlingsanläggningen provtas och hanteras enligt krav i avfallslagstiftningen.

Vattenkvalitet vid avledning till känsliga recipienter såsom Moraån, kommer att beskrivas i och rapporteras i enlighet med kontrollprogram för länshållningsvatten som tas fram i samråd med tillsynsmyndigheten.

8.2 Dränvatten från färdig anläggning

Dräneringsvatten i tunnlar består av inläckande grundvatten och kommer samlas upp och avledas genom drän- och dagvattenledningar. En tid efter att byggskedet övergår till driftskede kommer dränvattnet fortsatt innehålla höga halter av kväve och behöver avledas på samma sätt som under byggskedet.

Erfarenheter från andra tunnelprojekt visar att kvävehalten successivt sjunker i dräneringsvattnet. Den sjunkande halten beror på att kvävet succesivt tvättas ur sprängstensfyllningen i tunnelbotten.

Efter att kvävehalterna har avklingat förväntas dränvattnet att hålla en kvalitet som möjliggör utsläpp till närliggande recipient. Dräneringsvattnet från Gerstabergrstunneln kommer ledas med självfall mot Moraån, se Figur 51. Dräneringsvatten från Edebyttunnlarna kommer ledas med självfall mot Kyrksjön, se Figur 53.

Dränvatten från skärningar, som till största delen utgörs av nederbörd och dagvatten avleds med självfall i skärningens lutning till anslutande diken eller markområden. På vissa platser anläggs dagvattendammar i syfte att jämna ut flödet. Dessa platser framgår av järnvägsplanen samt om de medför vattenverksamhet även i denna handling.

9. Referenser

Trafikverket 2014, TR Avvattning TDOK 2014:0046.

Trafikverket 2015, Krav för vägars och gators utformning, Trafikverkets publikationsnummer TRVK 2015:086.

Trafikverket 2017, Råd för vägar och gators utformning, Trafikverkets publikationsnummer TRVR 2015:087.

Trafikverket 2018, Temablad Natur, Ekologisk anpassning av trumma eller rörbro
Dokumentbeteckning: 100922.

Trafikverket 2016, Temablad Natur, Biotopvård i vattendrag Dokumentbeteckning: 100843.

Trafikverket 2017. Temablad Natur, Faunapassager för utter och medelstora däggdjur
Dokumentbeteckning: 100846.

Trafikverket 2016, TDOK 2015:032, Riktlinje landskap 1.0, 2016-02-02.

Tyrens 2006, Banverket rapportnummer Bansystem 0605 (Dnr S 01-3278/08).<https://www.yumpu.com/sv/document/read/20022351/vagledning-tyrens>

Trafikverket 2014, Länsstyrelsen i Norrbotten och Västerbotten, Skogsstyrelsen, SCA m.fl., Projekt Remibar, Konstruktion av grumlingsskydd vid arbete i vatten,
https://www.trafikverket.se/contentassets/4378700815fe45d0bc579d3b6922aeb4/grumlingsmanual_remibar_150521.pdf.

PM Avvattningsteknisk dimensionering Bilaga 1 Dimensionerande nivåer och flöden ytvattenåtgärder
OLP4-50GT-025-41000-0_0-5001.

9.1 Figurer

För figurer som tillhör Teknisk Beskrivning gäller copyright:

Underlag/data	Beskrivning	Figur/Bilaga	Copyright
Lantmäteriet			
Fastighetskartan	Bakgrund	Figur 2, Figur 3, Figur 26, Figur 51, Figur 53	© Lantmäteriet
Terrängkartan	Bakgrund	Figur 2, Figur 3, Figur 26, Figur 51, Figur 53	© Lantmäteriet
Översiktskartan	Bakgrund	Figur 2, Figur 3, Figur 26, Figur 51, Figur 53	© Lantmäteriet
Järnvägar GSD, Sverigekartan	Järnvägar GSD, bakgrund	Figur 2, Figur 3, Figur 26, Figur 51, Figur 52	© Lantmäteriet
SGU			
Jordartskartan	Bakgrund	Figur 27, Figur 32, Figur 41, Figur 42	© Sveriges geologiska undersökning
Grundvattenmagasin	Grundvattenmagasin	Figur 32, Figur 41, Figur 42	© Sveriges geologiska undersökning
SMHI			
Delavrinningsområden	Delavrinningsområden	Figur 27, Figur 32, Figur 41, Figur 42, Figur 51, Figur 53	
Huvudavrinningsområde	Huvudavrinningsområde	Figur 51, Figur 53	
Länsstyrelsen			
Grundvattenförekomst VISS	Grundvattenförekomst VISS	Figur 32, Figur 41, Figur 42	
Naturvårdsverket			
Natura2000	Natura2000	Figur 53	



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 172 90 Sundbyberg. Besöksadress: Solna strandväg 98.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se