

Ostlänken

Teknisk beskrivning vattenverksamhet

Långsjön-Sillekrog

Södertälje och Trosa kommuner, Stockholms och Södermanlands län

Bilaga C till ansökan om tillstånd

2023-08-31



Trafikverket

Postadress: 172 90 Sundbyberg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Teknisk beskrivning vattenverksamhet Långsjön – Sillekrog

Författare: Konsortiet ÅF/Tyréns

Dokumentdatum: 2023-08-31

Ärendenummer: TRV 2019/65712

Version: _.9

Kontaktperson: Anna Roxell, Linda Abrahamsson

Innehållsförteckning

Figurförteckning	8
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	16
1.4.1 Arbeten i vattenområde	16
1.4.2 Bortledning av grundvatten	16
1.4.3 Skyddsinfiltration	17
1.4.4 Markavvattning	17
2. Höjdsystem, fixpunkt och koordinatsystem	17
3. Begreppslista	20
4. Planerad anläggning	23
4.1 Bana på bank	23
4.1.1 Avvattning/dränering av anläggning	24
4.1.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet	24
4.2 Bana i skärning	24
4.2.1 Avvattning/dränering av anläggning	25
4.2.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet	26
4.3 Betongtråg och betongtunnel	26
4.3.1 Avvattning/dränering av anläggning	27
4.3.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet	27
4.4 Bergtunnel	28
4.4.1 Inklädnad	29
4.4.2 Avvattning/dränering av anläggning	30
4.4.3 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet	30
4.5 Bro	31
4.5.1 Avvattning/dränering av anläggning	32
4.5.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet	32
4.6 Passage av vattenområden	32
4.6.1 Utformning av vattenpassager – genomledningar och passager	32
4.6.2 Dimensionering – klimatanpassning	33

4.7	Övriga anläggningar	33
4.7.1	Dagvattenmagasin	33
4.7.2	Servicevägar och räddningsvägar.....	33
4.8	Tillfälliga anläggningar.....	34
4.8.1	Arbetsvägar.....	34
4.8.2	Etableringsytor och upplagsytor.....	34
5.	Byggmetoder	35
5.1	Byggmetoder i berg	35
5.1.1	Tunneldrivning.....	35
5.1.2	Tätning av tunnel.....	36
5.1.3	Bergschakt för bergskärning	38
5.1.4	Ridå- och botteninjektering av berg	38
5.2	Jordschakt.....	39
5.2.1	Sponter.....	39
5.2.2	Jetinjektering.....	40
5.2.3	Sekantpålar	41
5.3	Grundläggningsmetoder.....	41
5.3.1	Pålgrundläggning	42
5.3.2	Plattgrundläggning	42
5.3.3	Markförstärkningsåtgärder	42
5.4	Bortledning av grundvatten	46
5.4.1	Bortledning av länshållningsvatten från öppna schakt i byggskedet.....	46
5.4.2	Bortledning av länshållningsvatten från berganläggningar i byggskedet	46
6.	Skadeförebyggande åtgärder och skyddsåtgärder.....	47
6.1	Arbeten inom vattenområde	47
6.1.1	Arbete i diken och vattendrag	47
6.1.2	Grumlingsbegränsande åtgärder	48
6.1.3	Gjutning av betong i vattenområde	50
6.1.4	Erosionsskydd.....	50
6.2	Påverkan på grundvattenförhållanden	50
6.2.1	Tätning kring schakt i jord/berg.....	51
6.2.2	Tätning av tunnlar	52
6.2.3	Anläggningar för skyddsinfiltation	52
6.2.4	Strömningsavskärande fyllning	54
7.	Anläggningsbeskrivning vattenverksamhet	54

7.1	Lindefältet km 14+700–15+340	56
	Y14-003 Anläggning av tryckbank och etableringsyta km 14+700–15+040.....	58
	Y14-008, Y15-008 Omläggning av ledning och fördjupning av Dike Nybygget km 14+720–15+200	58
	Y14-011, Y15-002 , Y15-003, Y15-004, Y15-005 Omledning av rinnväg km 14+900– 15+130	59
	G15-002 Tråg och betongtunnel Tullgarnstunnelns norra påslag km 15+130–15+339 ..	59
	G15-009 Brandvattenmagasin km 15+130–15+130.....	61
	G15-004 Skärning för väg km 15+200–15+200	62
	G15-008 Uttag av processvatten för tunneldrivning, Tullgarn norra km 15+250–15+250	62
7.2	Tullgarn km 15+330–18+790	62
	G15-003 Tullgarnstunneln inklusive övriga bergtunnelanläggningar km 15+339–18+784	63
	G15-006 Uttag av processvatten för tunneldrivning km 15+800–15+800	65
	G15-005 Förskärning för arbetstunnel km 15+900–15+900.....	66
	Y15-009, Y15-020, Y15-019, Y15-010, Y15-021, Y15-011, Y15-012, Y15-022 Omledning av dike, anläggande av trummor och fyllnad för byggväg km 15+560–15+840	66
	Y15-013, Y15-014, Y15-015, Y15-016, Y15-017, Y15-018 Trummor under byggväg samt diken km 15+025–15+850	66
	Y17-001 Uttag av ytvatten för skyddsinfiltration 17+200	67
7.3	Grundvattenmagasin Vagnhärad och dike till Norasjön km 18+780–20+260	67
	G18-001 Betongtunnel och tråg vid södra påslaget km 18+784–19+245	69
	G18-002 Skyddsinfiltration för E4 vid Vagnhärad km 18+600–20+300.....	71
	Y18-002 , Y18-001, Y18-003, Y19-006, Y19-008, Y19-012, Y19-013, Y19-014, Y19-015, Y19-016 Anläggning av byggväg, trummor, utloppsdiken och dagvattenledning inom vattenområde för dike till Norasjön km 18+700–19+700	71
	G19-008 Uttag av processvatten km 19+000–19+000.....	73
	Y19-017 Uttag av processvatten från Dike till Norasjön km 19+000	74
	Y19-005, Y19-007, Y19-009, Y19-010, Y19-011 Anläggning av järnvägsbank, tryckbank, upplagsytor, serviceväg samt trumma och dike inom vattenområde till dike till Norasjön km 19+225–19+390.....	75
	G19-003, Y19-001, Y20-006 Schakt för brostöd, för bro över E4 vid Vagnhärad tpl samt byggväg km 19+370–20+256, inom dike till Norasjöns vattenområde km 19+370– 19+750, inom vattenområde för dike Vagnhärad km 20+110–20+110	75
	Y20-007 Omledning av rörledning km 20+040–20+110.....	77
7.4	Vagnhärad station km 20+250–21+040	78

G20-009 och Y20-005 Skärning för järnvägsanläggning km 20+290–20+590, skärning genom våtmark km 20+430–20+460.....	78
G20-008 Skärning för ersättningsväg, söder om spår km 20+500–20+500.....	79
G20-007 Skärning för ersättningsväg, norr om spår km 20+500–20+500	79
G20-006 Schakt för grundläggning av brostöd km 20+778–20+778.....	79
G20-002, G20-011, G20-012, G20-013, G20-014 Utskiftning km 20+630–20+890.....	79
G20-010 Dagvattenmagasin km 20+990–20+990.....	80
Y20-004, Y20-002, Y20-003 Upplagsyta inom våtmark km 20+800–20+980	80
G20-003 Schakt för brostöd km 20+975–21+015	81
G20-015 och G21-011 Utskiftning km 20+900–21+030	81
G21-007 Skärning för väg km 21+000–21+000	82
Y21-003, Y21-004, Y20-012 Omledning av dike km 20+970–21+080	82
7.5 Grundvattenmagasin Tunsätter och Trosaåns dalgång km 21+030–24+780	82
G21-009 och Y21-002 Skärning km 21+040–21+660, skärning genom våtmark km 21+470–21+500	85
G21-005, G21-008 Utskiftning km 21+675–21+725.....	85
G21-010 Skärning km 21+730–21+920	86
G21-004, Y23-001 och Y23-002 Schakt för grundläggning av brostöd för bro över Trosaåns dalgång och Stationsvägen km 21+920–23+640, anläggande av spont för brostöd och erosionsskydd vid Trosaån km 23+030–23+090.....	86
Y24-002 Trumma km 24+300.....	91
Trummor	91
7.6 Hillesta km 24+780–26+010.....	92
G24-002 Hillestatunneln inklusive förskärning km 24+780–26+010	92
G25-001 Uttag av processvatten för tunneldrivning Hillestatunneln km 25+400.....	93
Y25-004, Y25-002, Y25-003 Schakt för järnvägsskärning i vattenområde, vall för skydd mot vatten samt omledning och fördjupning av dike km 25+390–25+530	94
7.7 Sillekrog km 26+010–27+860.....	95
G26-001 Schakt för grundläggning av brostöd för Järnvägsbro över gamla landsvägen km 26+022–26+095.....	95
Y26-003, Y26-004, Y26-005, Y26-006, Y26-007, Y26-008 Arbeten i vattenområde vid dike som avvattnar Rensjön med anläggning av brostöd för järnväg, anläggning av trummor och omledning av dike som avvattnar Rensjön km 26+030–26+090.....	96
G26-002 Utskiftning km 26+100–26+470.....	97
G26-003 Utskiftning km 26+640–26+900.....	97

Y27-003, Y27-004, Y27-005, Y27-006, Y27-007, Y27-008, Y27-009, Y27-010, Y27-011, Y27-012 Arbeten i vattenområde vid tillflöde till dike som avvattnar Rensjön km 27+010–27+350	98
G27-007, G27-008, G27-006 Utskiftningar för serviceväg och landfästen km 27+000–27+120	99
G27-002 Schakt för grundläggning av brostöd för järnvägsbro km 27+120–27+340.....	99
G27-010, G27-011, G27-009, G27-003 Utskiftningar för ersättningsväg norr respektive söder om spår samt för grundläggning av bankfyllning km 27+220-27+460.....	100
G27-004 Skärning km 27+460–27+820	100
8. Vattenhantering	101
8.1 Hantering av länshållningsvatten i byggskedet	101
8.1.1 Länshållningsvatten från tunneldrivning.....	101
8.1.2 Länshållningsvatten från öppna schakt och skärningar	104
8.1.3 Övriga schakt	105
8.1.4 Kontroll av vattenbehandlingsanläggning	106
8.2 Dränvatten från färdig anläggning	106
9. Referenser	108
9.1 Figurer	109

Figurförteckning

Figur 1: Ostlänkens planerade sträckning.	13
Figur 2: Delsträcka Långsjön – Sillekrog med delområdesindelningar.	15
Figur 3: Karta över fixpunkter, delsträcka Långsjön – Sillekrog.....	18
Figur 4: Illustration för förklaring av järnvägstekniska benämningar.....	22
Figur 5: Typsektion bank, skogsmark.	23
Figur 6: Typsektion jordskärning.	25
Figur 7: Typsektion bergskärning. Breddad sektion ska utföras för skärningar i berg där slänthöjden överstiger 10 meter.....	25
Figur 8: Principiell utformning av betongtunnel och tråg.	26
Figur 9: Illustration, typsektion bergtunnel.....	28
Figur 10: Illustration, typsektion servicetunnel.....	29
Figur 11: Utförande av platsgjuten betonginklädnad av bergtunnlar.	30
Figur 12: Principsektion dubbelspårsbro.....	31
Figur 13: Principskiss schakt för brostöd, plattgrundläggning.....	31
Figur 14: Principiell arbetsmetod för tunneldrivning.	35
Figur 15: Olika typer av spont. Spontens tvärsnitt visas ovan fotografierna.....	40
Figur 16: T.v. bakåtförankrad tätspont. T.h. stämpad tätspont.	40
Figur 17: Bakåtförankrad sekantpålevägg (NL12, Norra länken).....	41
Figur 18: Utskiftningsbredd kopplat till djup och fyllnadsmaterial.	43
Figur 19: Vertikaldräner.....	44
Figur 20: Installation av kalk-cementpelare.	45
Figur 21: Exempel där geotextil lagts ut för att samla upp sediment vid anläggande av trumma. (Källa: Trafikverket 2014.)	48
Figur 22: Exempel på skyddsåtgärd med tillfälligt dämme i vattendrag. Vatten pumpas förbi arbetsområdet. (Källa foto: Trafikverket, Agne Gunnarsson.)	49
Figur 23: Exempel med skyddsåtgärd där halmbalar lagts ut för att fånga sediment vid arbete i vattendrag. (Källa, foto: Trafikverket, Agne Gunnarsson.).....	49
Figur 24: Strategi för åtgärder för att begränsa grundvattenbortledning och grundvattenpåverkan. .	51
Figur 25: Princip för infiltrationsanläggning.	53
Figur 26: Geografisk kapitelindelning, teknisk beskrivning.	55
Figur 27: Översikt över grundvatten för Lindefältet, Tullgarnstunneln och Vagnhärad östra	57
Figur 28: Profil över norra tunnelpåslaget till Tullgarnstunneln.....	59
Figur 29: Plan byggskede norra tunnelpåslaget Tullgarnstunneln.	61
Figur 30: Profil över Tullgarnstunneln.	64
Figur 31: Översiktskarta över grundvatten Vagnhärad norra samt utbredning grundvattenförekomst Fredriksdal	68
Figur 32: Södra tunnelpåslaget Tullgarnstunneln profil.	69
Figur 33: Plan byggskede betongtunnel och tråg vid södra tunnelpåslaget Tullgarnstunneln.....	70
Figur 34: Bild på dike till Norasjön. Orange pil symboliserar strömningsriktningen. I vänstre bakgrunden visas E4. Foto taget mot väster.	73
Figur 35: Översiktskarta över grundvattenmagasin Tunsätter	84

Figur 36: Planerad anläggning av erosionsskydd med grumlingskydd, norra sidan Trosaån. Vägbro/järnvägsbro visas i grönt, brostöd i vitt och sponter i turkos. Den norra spanten förväntas under byggtiden fylla mindre än cirka 10 m ² av vattenområdet.....	88
Figur 37: Planerad anläggning av erosionsskydd med grumlingskydd, södra sidan Trosaån. Vägbro/järnvägsbro visas i grönt, brostöd i vitt och sponter i turkos.	89
Figur 38: Bild på Trosaån. Orange pil visar strömningsriktningen.....	90
Figur 39: Profil över Hillestatunneln och förskärning söder om tunneln.	93
Figur 40: Schematisk översikt av vattenbehandlingsanläggning för länshållningsvatten från tunneldrivning. Försedimentering, oljeavskiljning (A), pH-justering (B), Flockning och sedimentering (C), Sandfiltrering för processvatten vid behov (D), Avledning av länshållningsvatten (E).	101
Figur 41: Lösning för hantering av länshållningsvatten från tunneldrivning och dränvatten för Tullgarnstunneln, hantering av länshållningsvatten för Edebytunnlarna samt hantering av länshållningsvatten från öppna schakter vid Tullgarnstunnelns norra och södra påslag.....	103
Figur 42: Lösning för hantering av länshållningsvatten och dränvatten från Hillestatunneln.....	104
Figur 43: 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).	105

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 sjöar, vattendrag, våtmarker och diken

Copyright för figurer och bilagor, se vidare kapitel 9.1:

© Lantmäteriet

© Sveriges geologiska undersökning

1. Inledning

Detta dokument utgör en teknisk beskrivning (TB) som hör till ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för Ostlänken för sträckan Långsjön–Sillekrog. 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 bygghandling 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 bygghandlingar 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 bygghandlingar, 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 översvämningsområden med 100-års återkomsttid. I Bilaga C.2 *Plan- och sektionsritningar ytvattenpassager* visas detaljerade ritningar för broarna över Dike till Norasjön, Trosaån, Dike som avvattnar Rensjön och Tillflöde till dike som avvattnar Rensjön. I broprofilerna visas medelvattennivå, medelhögvattennivå, högsta högvattennivå med 50-års återkomsttid och högsta högvattennivå med 100-års återkomsttid. 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 större 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 översvämningrisker och befintliga samt framtida dämningar vid trummor och broar. I Bilaga C.5 *PM Erosionsskydd* beskrivs beräkningar för

erosionsskydden vid Trosaån. 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 sjöar, vattendrag, våtmarker och diken* 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 15+700). Längdmätningen för Ostlänken börjar vid Gerstaberg 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: Ostlänkens planerade sträckning.

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 Långsjön i norr till Sillekrog söder. Den nordligaste delen av Ostlänken, Gerstabergr-Långsjön, ansluter till den aktuella delen Långsjön-Sillekrog strax söder om Kyrksjön och Södra Edebytunnelns södra mynning.

Från delsträckans start går järnvägen på bank och därefter går den i skärning för Tullgarnstunnelns norra tunnelpåslag. Tunnelpåslaget utgörs av ett cirka 50 meter långt tråg och därefter en cirka 270 meter lång betongtunnel fram till Tullgarnstunneln. Tullgarnstunneln är en cirka 3,5 km lång bergtunnel med tillhörande tvärtunnlar och servicetunnel. Under byggskedet anläggs också en arbetstunnel. Järnvägstunneln kommer att korsa under E4 och under större delen av Tullgarns Natura 2000-område samt under befintlig järnväg, Södra stambanan. Tullgarnstunnelns södra tunnelpåslag består av en cirka 460 meter lång betongtunnel följt av ett 125 meter långt betongtråg.

Söder om tunneln övergår järnvägen till att gå på en kort bank innan den fortsätter på en cirka 900 meter lång bro över Vagnhärad's grundvattenförekomst, dike till Norasjön och E4. I skogspartiet nordväst om Vagnhärad's tätbebyggelse ligger järnvägen omväxlande i marknivå, på bank och i skärning. Mellan Fredriksdalsvägen och väg 838 Kalkbruksvägen kommer en ny järnvägsstation att anläggas. Järnvägen passerar på en 40 meter lång bro över Kalkbruksvägen.

I skogspartiet mellan väg 838 Kalkbruksvägen och Trosaåns dalgång ligger järnvägen nära marknivå med skärningar och bankar. Järnvägens markläge genom skogspartiet övergår till broläge strax innan väg 837 Lundbyvägen och Trosaåns dalgång. Hela Trosaåns dalgång korsas på en cirka 1 700 meter

lång bro. Ostlänken ligger nära E4 i mindre skärning och mindre bank över dalgången vid söder om Trosaån.

Söder om detta går järnvägen direkt in i ett höjdparti i en cirka 600 meter lång tunnel, Hillestatunneln. Därefter ligger resterande järnvägssträcka på en relativt plan, småkuperad skogsmarksplatå vilket gör att storleken på bankar och skärningar begränsas. Ett mindre vattendrag passeras på en cirka 70 meter lång bro och ett öppet markområde med sämre bärighet passeras på en cirka 220 meter lång bro.

Den totala längden på delen Långsjön–Sillekrog är cirka 13,1 km, varav cirka 5,7 km är på mark, cirka 2,9 km på bro och cirka 4,5 km i tunnel. I Figur 2 visas en översikt av sträckan.



Figur 2: Delsträcka Långsjön – Sillekrog 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, erosionskydd 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 dammar och erosionskydd.

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 avsakta 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.

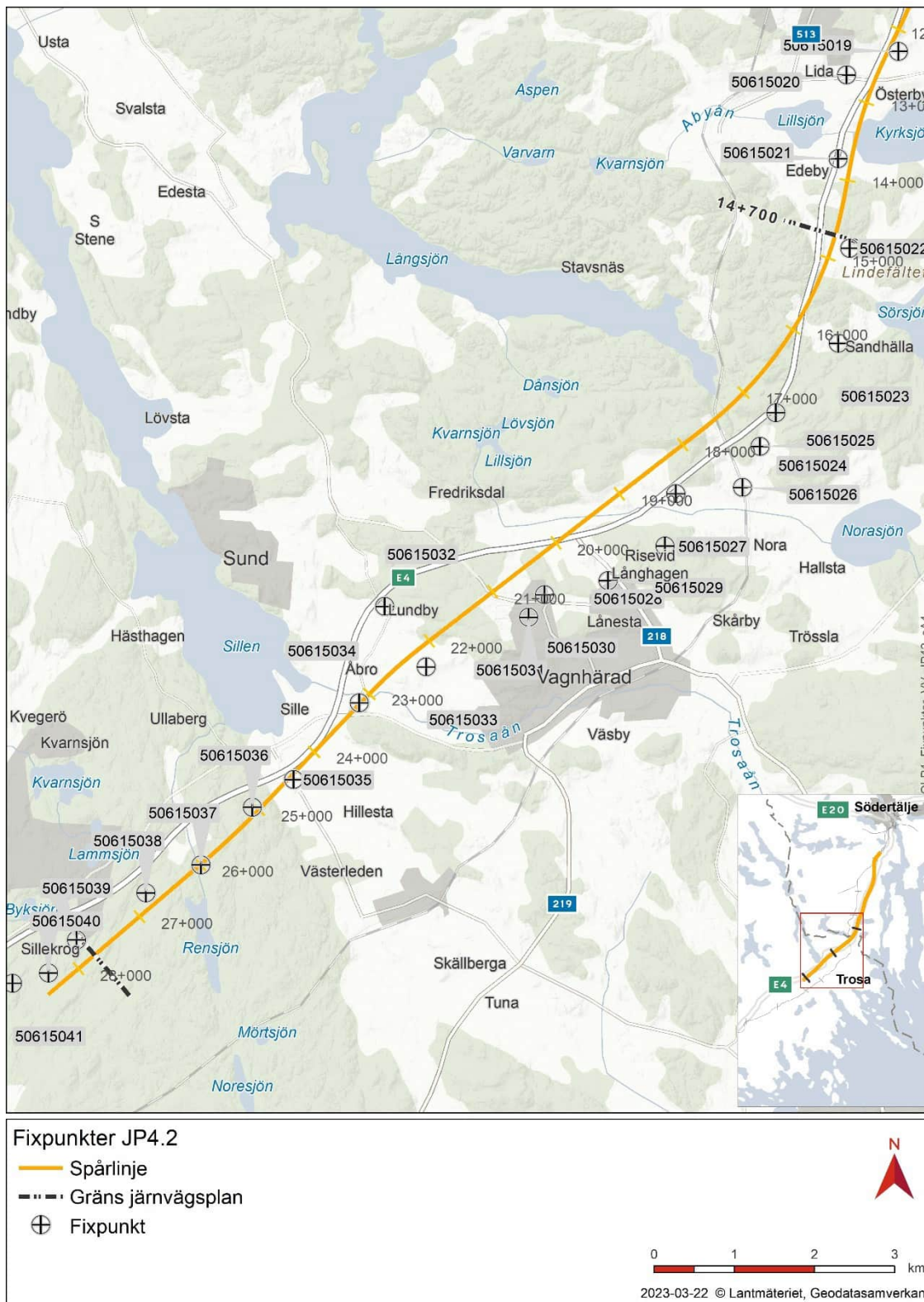
1.4.4 Markavvattning

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 Långsjön – Sillekrog 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 Långsjön – Sillekrog

Tabell 1: Fixpunkter, delsträcka Långsjön – Sillekrog

Punkt	X	Y	Z	Markering
50615023	6 540 907,47	123 536,30	32,211	Dubb i berg
50615024	6 540 039,47	122 757,46	23,847	Dubb i bro
50615025	6 539 618,63	122 557,93	26,55	Dubb i berg
50615026	6 539 107,70	122 339,78	19,182	Dubb i sten
50615027	6 539 027,24	121 509,95	23,624	Dubb i berg
50615028	6 538 375,94	121 375,28	41,818	Dubb i berg
50615029	6 537 941,93	120 665,33	22,939	Dubb i berg
50615030	6 537 765,60	119 870,27	31,913	Dubb i berg
50615031	6 537 486,63	119 672,50	41,922	Dubb i berg
50615032	6 537 621,22	117 876,93	32,651	Dubb i berg
50615033	6 536 865,65	118 396,62	27,224	Dubb i berg
50615034	6 536 417,36	117 558,29	15,929	Dubb i berg
50615035	6 535 460,38	116 740,58	19,34	Dubb i berg
50615036	6 535 112,93	116 225,85	50,827	Dubb i berg
50615037	6 534 392,68	115 586,62	45,205	Dubb i berg
50615038	6 534 042,64	114 897,74	40,937	Dubb i berg
50615039	6 533 453,62	114 033,10	53,437	Dubb i berg
50615040	6 533 041,79	113 683,79	53,187	Dubb i berg

3. Begreppslista

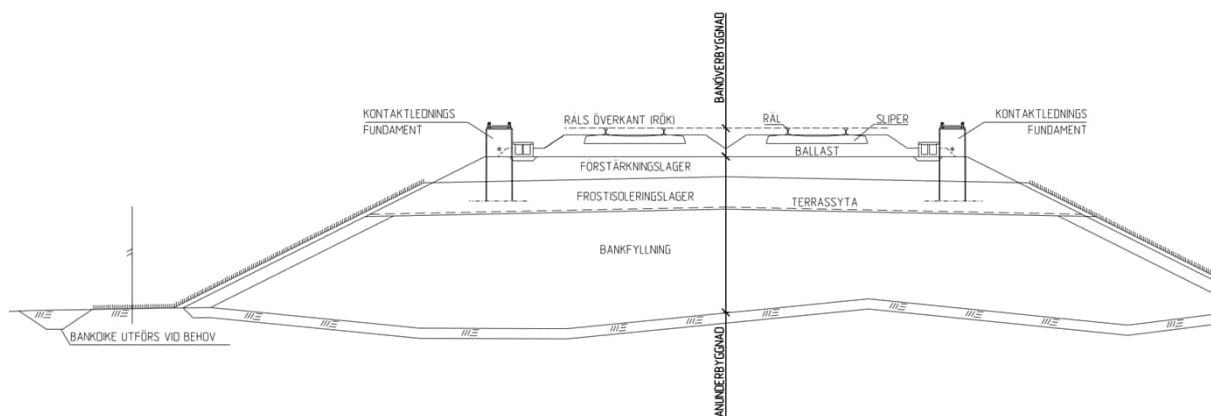
I detta kapitel förklaras ett antal av de termer som återkommer i texterna i detta dokument.

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 avvatta anläggningen. För tunnlar utgörs dränvatten i permanentskedet 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 inte tas 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

	<p>yllnadsmaterial och torrskorpelera men det kan även förekomma naturligt eller i svallade material som svallats ut över ett lerskikt.</p>
Länshållningsvatten/Läns vatten	<p>Det vatten som leds bort från tunnel eller öppna schakt för att hålla torrt i byggskedet benämns länshållningsvatten. Länshållningsvatten kan utgöras av en blandning av nederbörd, dagvatten från omgivningen, dränvatten och processvatten.</p>
Markavvattning	<p>Markavvattning, en åtgärd som utförs för att avvattna mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för något visst ändamål.</p>
Markavvattnings- företag	<p>Markavvattningsföretag har ofta tillkommit genom förrättning när flera fastigheter var i behov av ny markavvattning. De kallas även vattenavledningsföretag, dikningsföretag, invallningsföretag eller regleringsföretag, beroende på när och varför de tillkom.</p> <p>I samband med att ett markavvattningsföretag tillkom bildades en samfällighet för att sköta underhållet av den gemensamma vattenanläggningen och ta tillvara samfällighetens intressen. Namnet på samfälligheten är samma som på tillståndet eller vattenanläggningen. Samfälligheterna är viktiga sakägare i samband med till exempel ny bebyggelse.</p>
Processvatten	<p>Processvatten är vatten som används för anläggningsarbeten, exempelvis vid betonggjutning eller till kylning vid bergborring. Vid tunneldrivning blandas processvatten med inläckande grundvatten, vid skärningar och påslag även med dagvatten.</p>
Rinnväg	<p>Rinnstråk där vatten rinner tidvis såsom vid kraftiga regn, snösmältning eller vid långa regnperioder men där det inte finns ett permanent dike eller vattendrag.</p>
Rörledning	<p>Anordning av rör, avsedd att genomleda vatten. I denna handling särskiljs rörledning från trumma genom att rörledningens inlopp och/eller utlopp är försett med särskild anslutningsanordning såsom brunn eller avvinkling.</p>
Skärning	<p>Terrassytan är belägen på lägre nivå än befintlig markyta.</p>
Terrassyta	<p>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.</p>
Tätskärm	<p>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 underkant spont och berg, tätning av vattenförande sprickor i berg med ridå- och/eller botteninjektering eller tätning av schaktbotten med gravitationsbetong.</p>
Trumma	<p>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.</p>
Underbyggnad	<p>Del av markanläggning som ligger mellan terrassytan och undergrunden.</p>
Vattenområde	<p>Ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd. (Miljöbalken 11 kap)</p>
Överbyggnad	<p>Del av markanläggning som påförs terrassen.</p>
Överdiken	<p>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.</p>
Överdjud	<p>Överdjud innebär att trummans vattengång ligger under bottennivån i anslutandevattendrag och diken.</p>

I Figur 4 nedan visas tekniska benämningar för en järnvägsbank.



Figur 4: Illustration för förklaring av järnvägstekniska benämningar

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

Tabell 3. Järnvägstekniska förkortningar.

RUK	räls underkant
RÖK	räls överkant
SPM	spårmitt
STAX	största tillåten axellast (ton)
STH	största tillåten hastighet (km/h)

4. Planerad anläggning

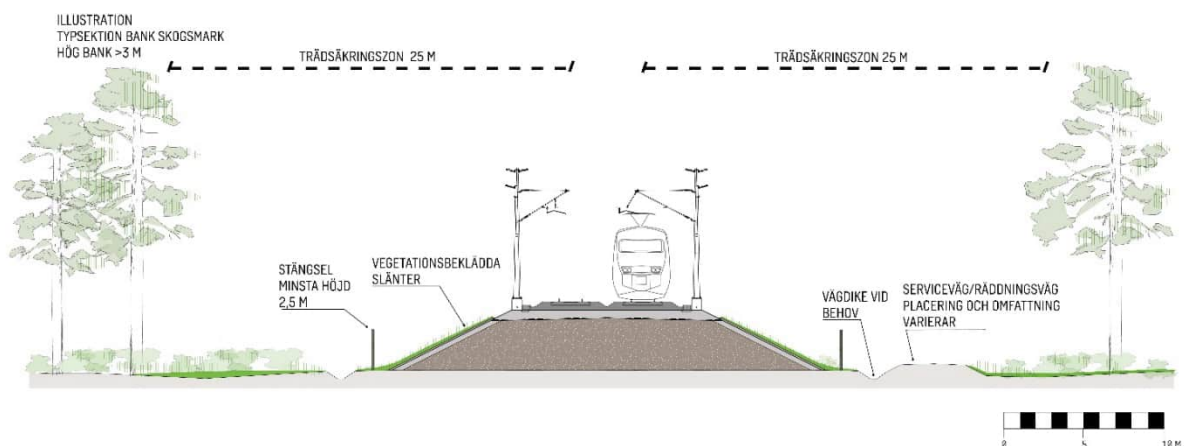
Ostlänken dimensioneras för en hastighet på 250 km/h. Höga hastigheter innebär att spårlinjen behöver vara relativt rak och ha stora kurvradier. Detta innebär svårigheter att följa nära terrängen varför järnvägen generellt kommer att bestå mer av broar, djupa skärningar, höga bankar och tunnlar än dagens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

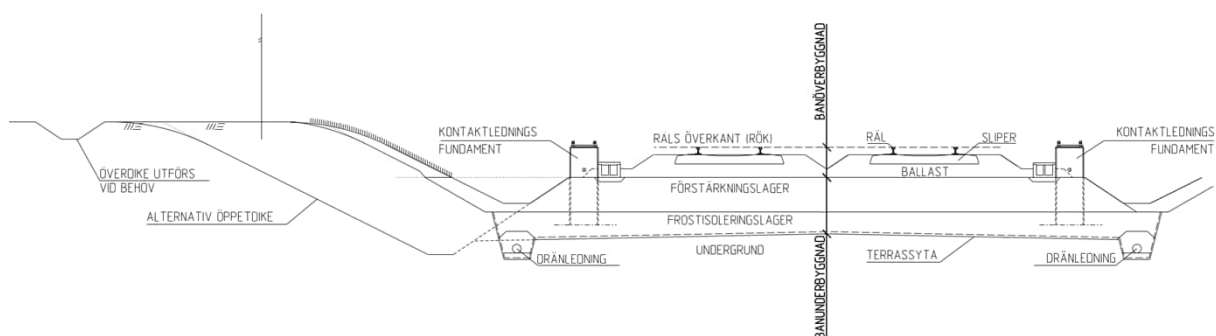
Anläggningstypen kan medföra grundvattenbortledning i byggskedet vid arbeten med grundläggning (t ex om schaktning av lösa jordar utförs under banken och schaktning behöver göras i torrhet, se schaktningsmetoder, kap 5.2). I driftskedet kan viss grundvattenbortledning ske vid höga grundvattennivåer i 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

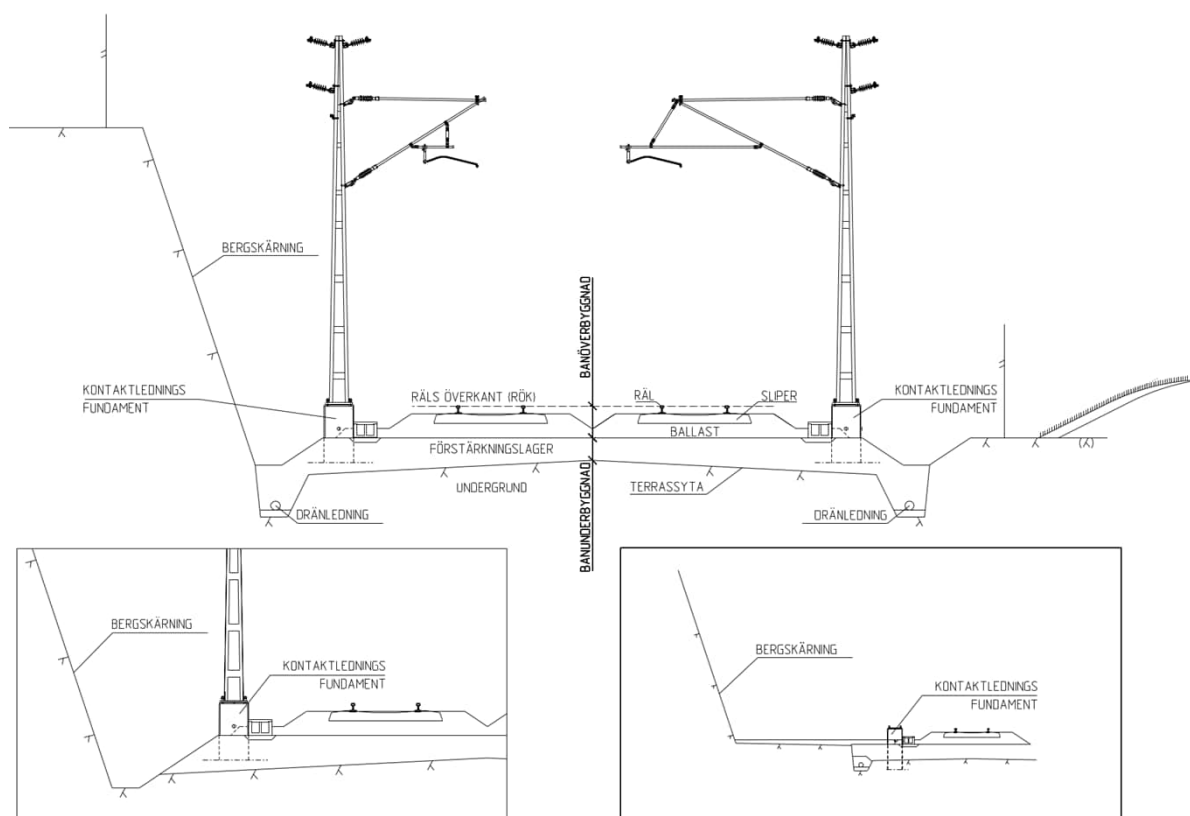
Skärning innebär att järnvägens terrassyta har en lägre nivå än omgivande mark och skär genom terrängen. Skärning för banan kan utföras i jord och i berg. Bankroppen byggs upp av packad fyllning av bergkrossmaterial. Ett frostisoleringslager kan behövas om undergrunden är frostaktiv/tjälfarlig.

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 Avvattnings/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

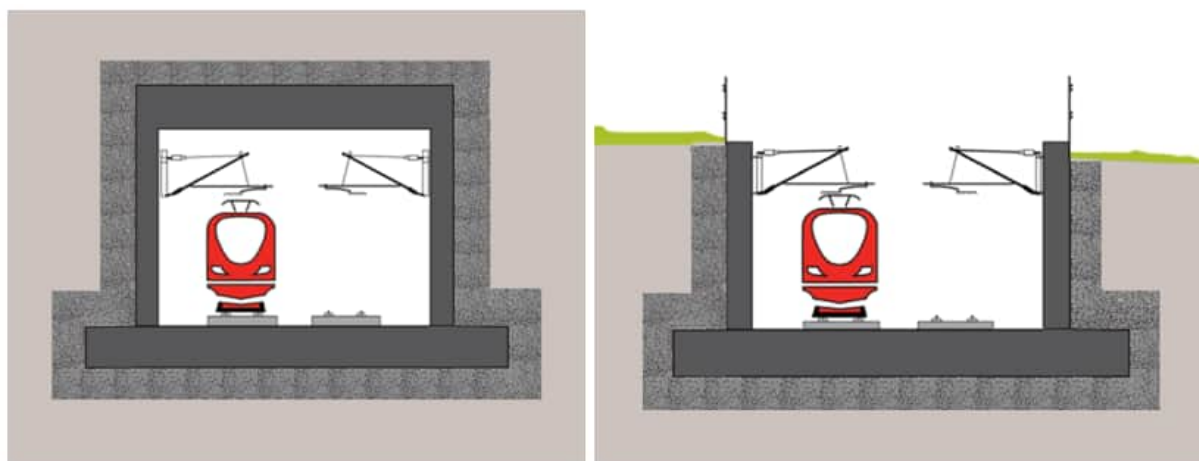
Anläggningstypen medför grundvattenbortledning både i drift- och byggskede, i de fall schaktbotten eller dräneringsdikens bottennivå är lägre än rådande grundvattennivåer. Till större delen kommer dräneringsvattnet i diken att utgöras av dagvatten (nederbörd och markvatten). Skärningar kan innebära att 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. 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. inlagsvalv) 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

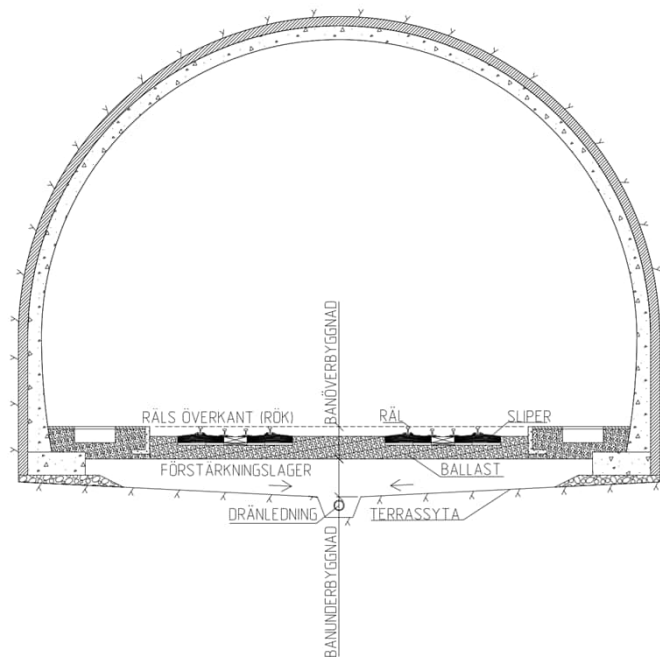
Dagvatten och eventuellt dränvatten i tråget samlas upp och avleds i dräneringsledningar.

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 below. Arbeten i vattenområde i byggskedet blir aktuellt om korsande vattendrag/diken behöver ledas om, tillfälligt eller permanent, se kapitel 4.6.

4.4 Bergtunnel

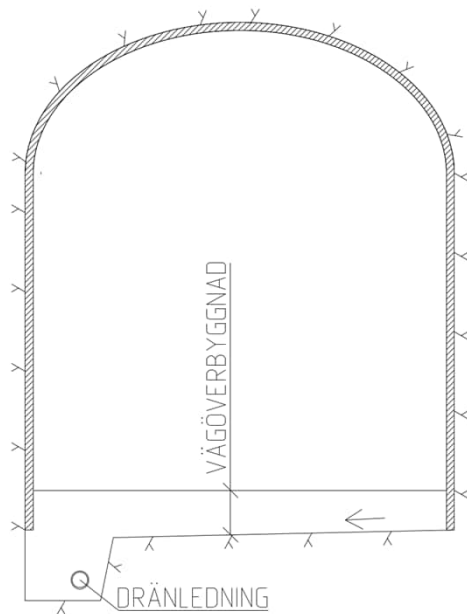
Där Ostlänken går genom berg anläggs dubbelspårstunnel. Se Figur 9 för en illustration.



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 tvärtunneln cirka var 400 m.

Figur 9 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.

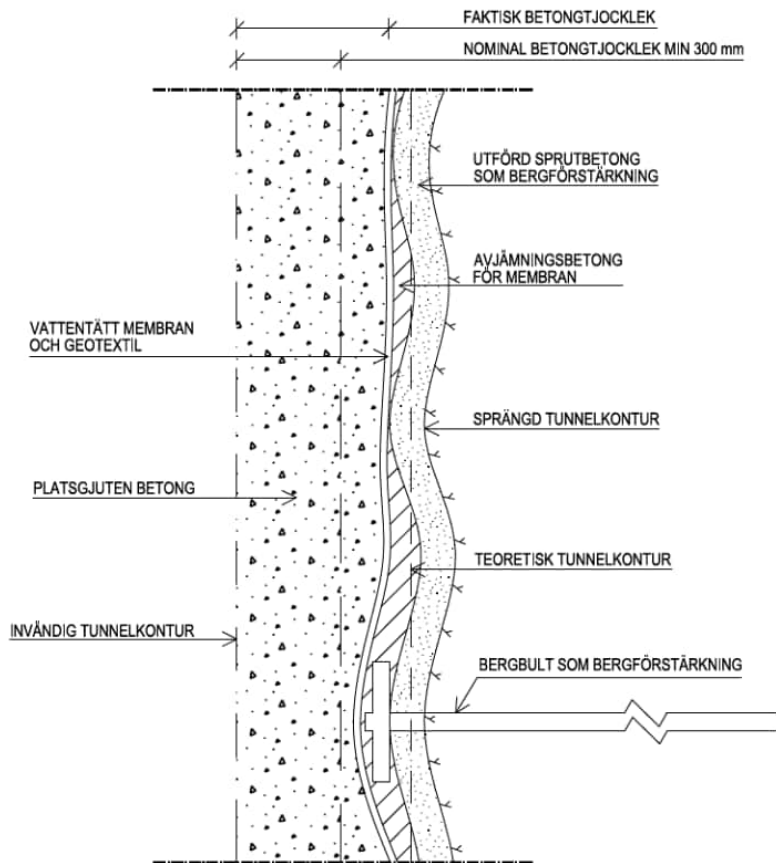


Figur 10: Illustration, typsektion servicetunnel.

En arbetstunnel är en tunnel med temporär funktion som drivs under byggskedet i syfte att påskynda och rationalisera berguttaget för de tunnlar och bergutrymmen som ska utgöra den permanenta anläggningen. Arbetstunnlar används ofta vid anläggande av långa tunnlar i berg där fler tunnelfronter eftersträvas eller där tunnelpåslagen för den permanenta anläggningen av olika anledningar är svåråtkomliga eller olämpliga för uttag av stora volymer berg. Eftersom berget aldrig blir helt tätt kommer grundvatten att läcka in i tunneln och behöva ledas bort (dränvatten).

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.

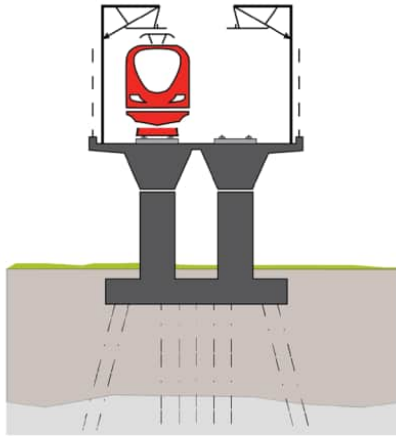
Ostlänkens tunnlar har inget behov av att tvättas så det kommer inte att finnas något separat system för att omhänderta tvättvatten.

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).

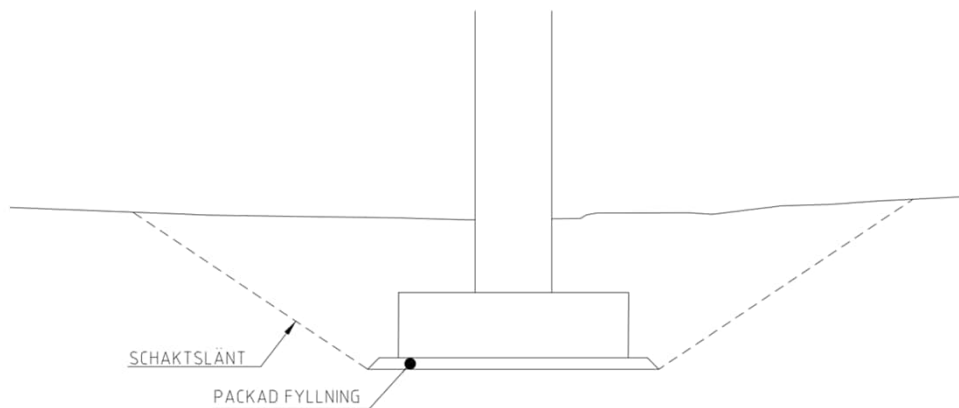
4.5 Bro

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 planprovningen. 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 brons 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 stamledning under brobanan till plats där vattnet kan hanteras eller infiltreras.

4.5.2 Med anläggningstypen förknippad vattenverksamhet

Brostödens 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 korsas 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 sjöar, vattendrag, våtmarker och diken.

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. Övriga vattendrag och diken kommer att förläggas i trumma där de korsas av järnvägsanläggningen, trummorna kommer anläggas enligt Trafikverkets riktlinjer, se ovan.

Dimensionering av trummor utförs så att lutningen och flödes hastigheten inte avviker från omgivande delar av vattendraget.

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-års nivå gjorts för våtmarker.

Nivåer som anges för vattendrag baseras på utförda inmätningar 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 klimatkorrigerings och nederbörd med 50 års återkomsttid med klimatfaktor 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-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 klimatanpassningen se 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 upplagsytor

För att möjliggöra byggande av anläggningen behövs tillfälligt markanspråk för etableringsytor och upplagsytor. 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 upplagsytor innebär grundvattenbortledning eller arbete i ett vattenområde, medför detta vattenverksamhet.

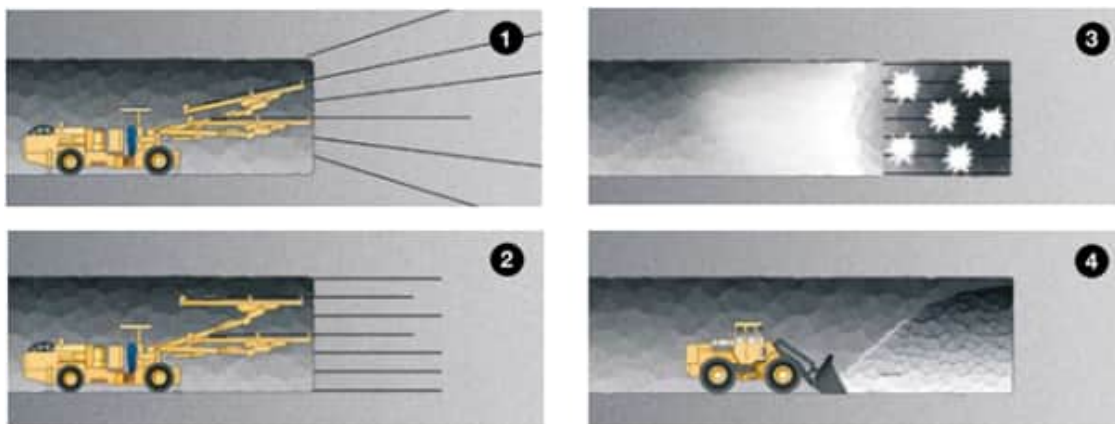
5. Byggmetoder

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) salvbörning, 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 salvbörning (2), normalt med 6 m horisontella hål vilka laddas med sprängämne, se Figur 14. Salvbörningen 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 börning 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 hands-krotning med spett. Här efter 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 berguttag. 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 Långsjön-Sillekrog. 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 Långsjön-Sillekrog 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, kärnbörning 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. 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 borras ett förutbestämt antal injekteringsborrhål och injekteras som inledning men utförs vid behov (förbestämt eller baserat på utvärdering av injekteringsborrningen) som tätare borrning 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 borras framför stufven (benämning på tunnelfronten). 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. Kontrollparameterar 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 borras 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 stufven 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, grundvattenstryck och de täthetskrav som gäller för den aktuella tunneldelen (se vidare kapitel 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 borrhålmönster 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 bergets 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, bormeter, etablering av borr- och injekteringsutrustning, injekteringstid och cementmängder. Då servicetunnlar har mindre area, har de färre antal injekteringshål, bormeter, 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

Den planerade tätningen som utförs till följd av omgivningspåverkan vid Tullgarnstunneln (mellan km 17+150-18+850) medför ökade kostnader för tätning av tunnel, servicetunnel och tillfartstunnel mellan cirka 32 och 52 miljoner kronor, beroende på injekteringsklass. Om även den norra delen av Tullgarnstunneln skulle injekteras (mellan km 15+339 och 17+150) skulle kostnaden för detta bli mellan cirka 33 och 53 miljoner kronor, beroende på injekteringsklass.

Anläggningskostnad för VA-ledning och pumpsystem för att leda bort inläckande vatten uppskattas till cirka 3,3 miljoner kronor. Drift- och underhållskostnad uppskattas till cirka 470 000 kronor per år.

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 borrhålen 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 bergytter 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 losshållningsmetoder i systemhandlingsprojekteringen men detta kan komma att utredas vidare i detaljprojekteringskedet.

5.1.4 Ridå- och botteninjektering av berg

För att begränsa grundvattensänkningarna vid öppen bergschakt och bergsskärningar kan ridå- eller botteninjektering utföras. Injektering genomförs genom att hål borrar 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. Ridåinjekteringshålerna 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.

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 släntbeklädnad 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 Spont

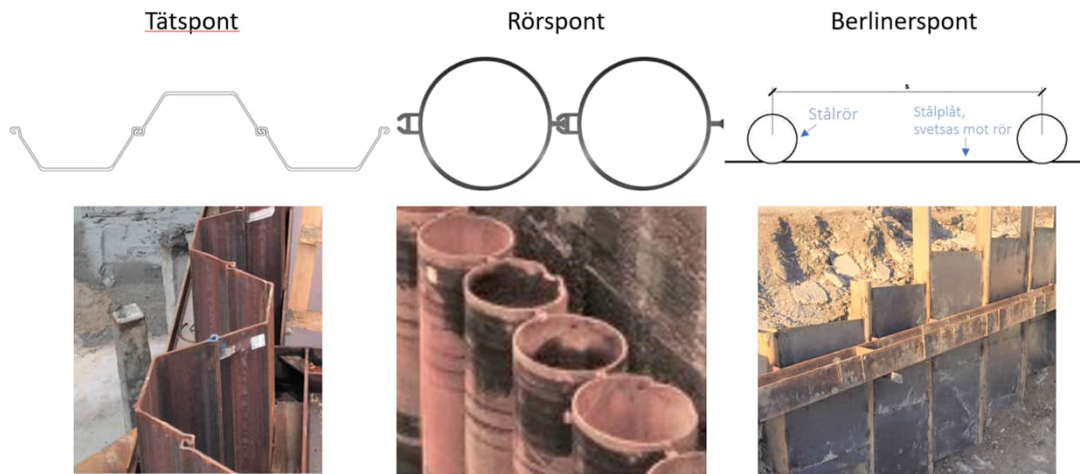
För att skapa en temporär eller permanent stödkonstruktion i jord så kan olika typer av sponter i olika dimensioner användas. Val av sponttyp baseras på de rådande markförhållandena. Som stödkonstruktion för schakter är spont av stål vanligast förekommande, men i vissa fall kan även stödkonstruktion 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 vattenavskärmade 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 borrning 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.

Berlinersponton 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. Berlinersponton 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 spont. 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 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 bergöverytan. 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.

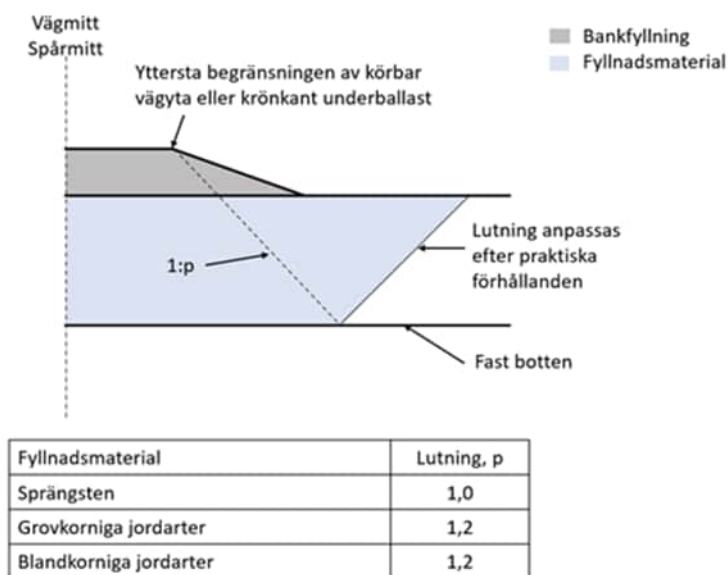
Plattgrundläggning utförs vanligen i torrhet inom schakt med slänter och med erforderlig temporär grundvattensänkning. Vid behov nyttjas även temporär spont.

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 gyttja 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.

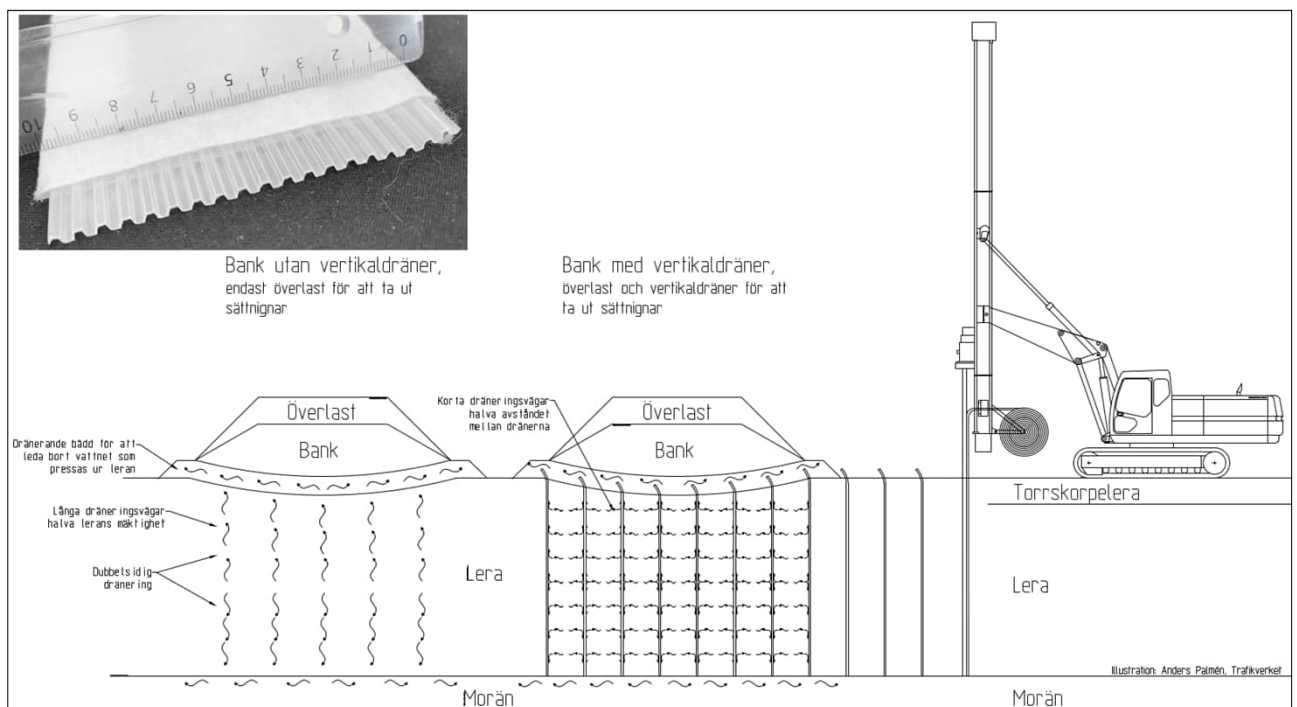
Tidig utläggning innebär att en bankfyllning (eller annan utfyllnad) påförs med en liten överhöjning (cirka 5–10 % av den färdiga bankfyllningens höjd) i ett tidigt skede så att de begränsade sättningar som uppkommer utbildas i god tid innan järnvägen eller vägen färdigställs. Syftet är att tillse att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

Överlast/förbelastning är en grundförstärkningsmetod där marken under planerad anläggning belastas med en tillskottslast, det vill säga 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 sättningskänsliga 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 vertikaldräner är en grundförstärkningsmetod likt överlast men med skillnaden att vertikaldräner installerats i marken under planerad anläggning. Åtgärden innebär att vertikaldräner 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 dräner installerats då dränerna skapar kortare dräneringsvägar. Principen är att porvatten som finns i leran

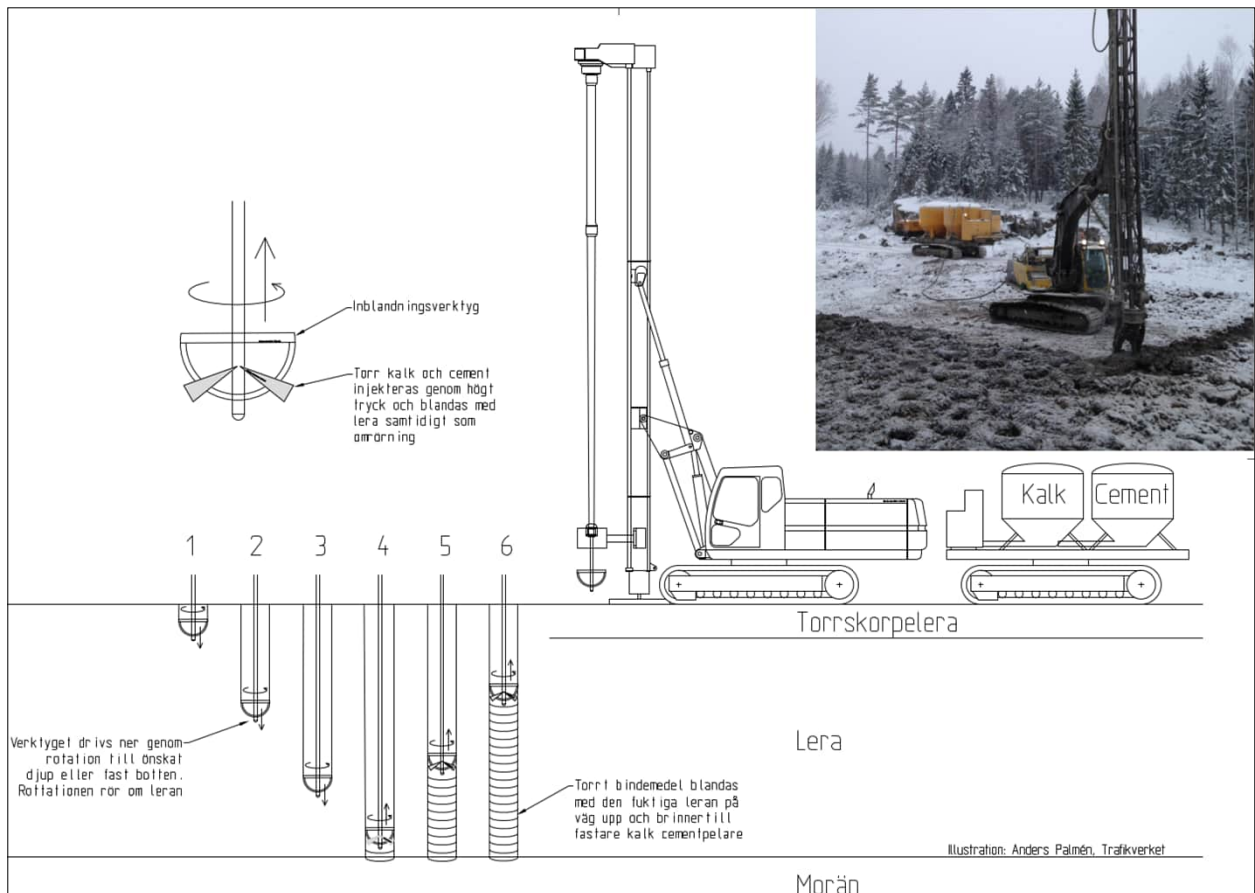
och andra lösa jordlager via dränerna transporteras upp till markytan eller ned till mer vattenförande jordlager under leran, på detta sätt kan porövertryck i leran sänkas. Därmed förkortas tiden det tar för porvattnet att dränera ut vid belastning från till exempel en bankfyllning (*konsolideringstiden*) 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 sättningsskraven 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 bankpålning. 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 fyllnadsmassor 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 tryckknivåer 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 pumpgropar 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 borrar för bergkvalitetsundersökning, sprängning och för tätning av berget. Även längs en utsprängd och tätad tunnel kommer ett visst inläckage av grundvatten kvarstå. Grundvattnet blandas med det processvatten som tillförs för kylning under borrning, 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.

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 och 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 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 platsgjutas 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.

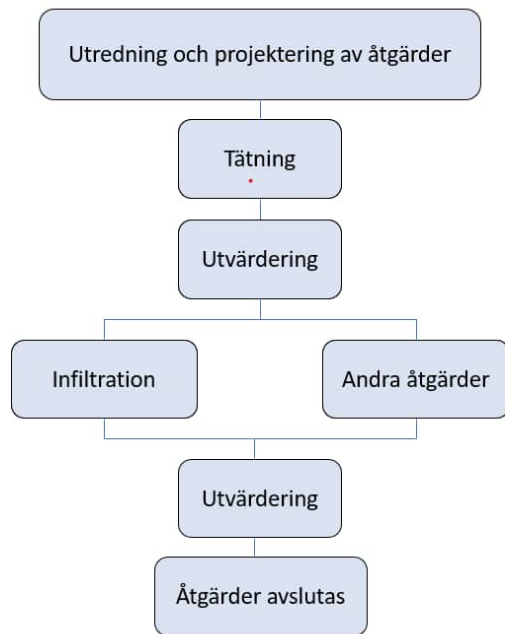
Som skadeförebyggande åtgärd i vattendrag där vandrande fiskfauna som exempelvis laxfisk påvisats, täcks erosionsskyddet med okrossad natursten. Detta för att skapa en gynnsam biotop för faunan.

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, portryck i lera och sättningmätningar på byggnader, anläggningar och mark.

Metoder för tätning kring schakt och tunnel framgår av kapitel 6.2.1 och o, 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 bottenuppträckning. 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 spontan pumpas bort och påfundamenten 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 Långsjön-Sillekrog beskrivs översiktligt i kapitel 5.1.2.

I projekteringen av typinjekteringskonceptet för Ostlänken delprojekt Långsjön-Sillekrog i systemhandlingsskedet 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 detaljprojekteringsskedet. 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 plats specifika förutsättningarna.

Specialfallen behöver inte betyda mer komplex och omfattande injektering, oftast behöver vissa anpassningar göras. För fallen med liten bergtäckning kan exempelvis injekteringens inträngning 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 tryck känsliga, 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 Långsjön-Sillekrog finns inga sträckor där heltäckande betonglining planeras av omgivningsskäl. Däremot utförs inlagssvalven vid tunnelpåslag för Tullgarnstunnelns norra och södra påslag som tät för att grundvatten i driftskedet inte ska dräneras in i tunnelarna.

6.2.3 Anläggningar för skyddsinfiltration

Skyddsinfiltration 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. Skyddsinfiltration är en väl beprövad metod som kan användas för att hålla upp grundvattennivåer kring särskilda objekt.

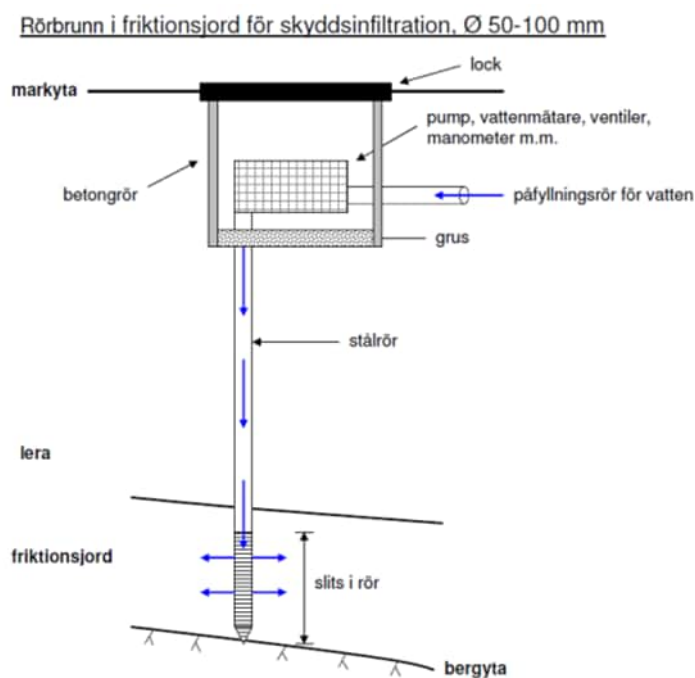
Skyddsinfiltration utförs genom att till grundvattenmagasinen tillföra vatten genom brunnar, i jord eller berg, eller genom dammar. Till övre eller öppna magasin kan andra typer av anläggningar vara

aktuella, exempelvis slang- eller sprinklerinfiltration eller infiltration 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 skyddsinfiltation 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 skyddsinfiltation görs för vissa riskexponerade objekt.

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



Figur 25: Princip för infiltrationsanläggning.

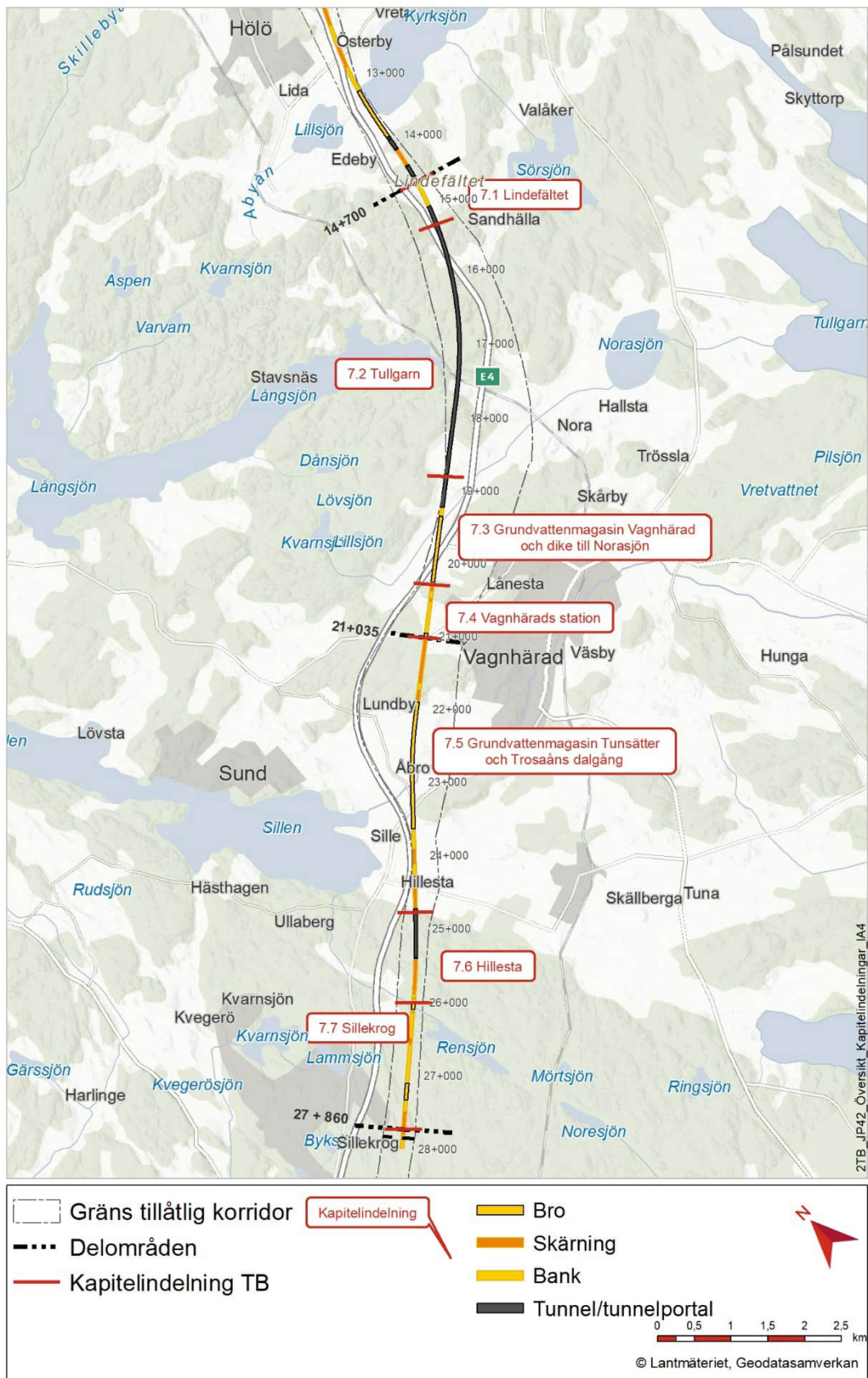
6.2.4 Strömningsavskärande fyllning

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, det vill säga 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 (kapitel 7) beskrivs de vattenverksamheter som planeras. Beskrivning görs från norr till söder och i den beskrivande texten nedan återfinns ID-nr 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. Större trummor och sådana som tillhör ett större sammanhängande system beskrivs i text medan mindre enskilda trummor beskrivs i tabellform.

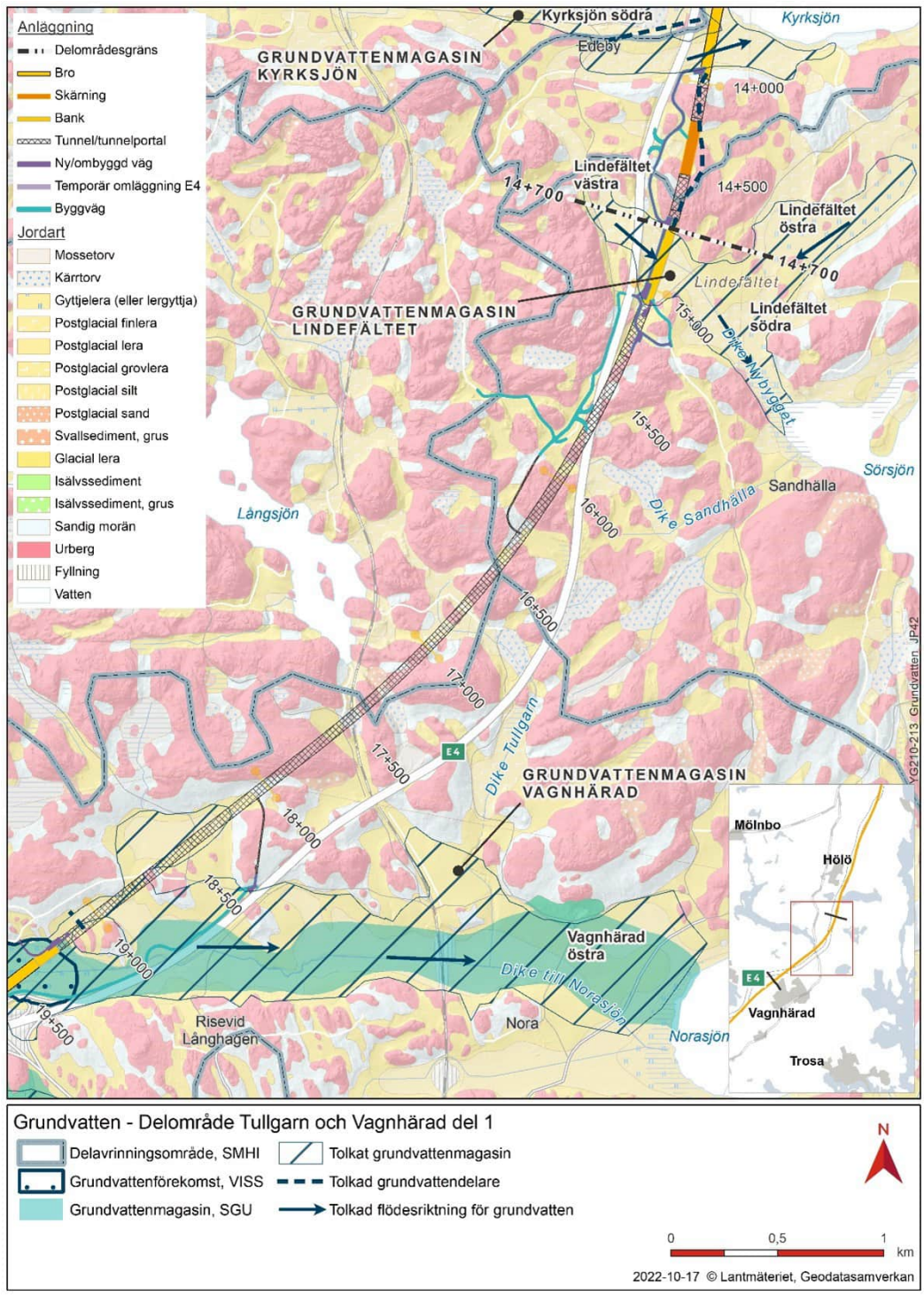
För en geografisk representation av vattenverksamheterna lokalisering rekommenderas att parallellt med kapitel 7 läsa bilaga C.1 Översikt anläggning och vattenverksamheter i plan.

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

7.1 Lindefältet km 14+700–15+340

Från sträckans start km 14+700 till km 15+080 går järnvägen på bank och därefter går den i grund skärning fram till Tullgarnstunnelns norra tunnelpåslag i cirka km 15+070. Tunnelpåslaget utgörs av ett tråg fram till cirka km 15+180 och därefter en betongtunnel fram till bergtunneln i cirka km 15+340.

Från km 14+700 till km 15+075 passerar järnvägen ett grundvattenmagasin (Lindefältet). Topografin inom magasinet är relativt flack, med en jämn markyta, men markytan har en lutning mot sydost inom västra och södra delen av magasinet och mot sydväst inom östra delen. Markanvändningen utgörs huvudsakligen av jordbruksmark, med undantag för E4 som löper väster om planerad järnväg. Grundvattenmagasinet utgörs av friktionsjord/morän (cirka 5–10 m) ovan berg. Friktionsjorden överlagras av ett cirka 5–15 m mäktigt lerlager och magasinsförhållandena är slutna. Medelnivån för grundvattnets trycknivå inom magasinet är nära marknivån eller något artesisk. Inom de centrala delarna av grundvattenmagasinet, där järnvägen passerar magasinet, förekommer periodvis artesiska grundvattennivåer på cirka 1 m över markytan, eller mer. Magasinet avvattnas i sydostlig riktning mot Sörsjön. För en översikt av grundvatten se Figur 27.



Figur 27: Översikt över grundvatten för Lindefältet, Tullgarnstunneln och Vagnhärad östra

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 1 i Bilaga C.1. Dike Nybygget km 14+850 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.1 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. I bilagan redovisas konsekvensutredning av höga flöden, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

Y14-003 Anläggning av tryckbank och etableringsyta km 14+700–15+040

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1. Fyllnad för tryckbank och utjämning med schakt samt fyllnad för etableringsyta (Y14-003) anläggs inom cirka 13 000 m² av vattenområdet (cirka 11 200 m² tryckbank och cirka 1 800 m² etableringsyta) för Dike Nybygget inklusive anläggning av bankdike öster om tryckbanken. Tryckbankshöjden för delsträckan 14+700 – 14+780 är cirka 2 m, 14+780 - 14+880 är cirka 3 m och 14+880 – 15+040 är cirka 0,5 – 2 m. Arbetet med tryckbank och etableringsyta beräknas ta cirka 3 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Avrinningsområdet till Dike Nybygget sträcker sig väster om E4:an och i samband med byggnationen av E4 justerades och rörlades delar av diket till sin befintliga form. Idag rinner vattnet från avrinningsområdet under E4 i kulvert, därefter i djup rörledning öster om E4 för att sedan övergå i ett öppet dike en kort sträcka varefter vattnet rinner i en mindre rörledning under åkermarken till ett öppet utloppsdike som mynnar i Sörsjön (via dammen Viltvattnet).

Rörledningen under åkermarken har begränsad kapacitet och vid höga flöden bräddar vattnet ut över åkermarken. Vid mycket extrema regn rinner vatten, enligt modellering, från västra sidan av E4 även genom vägporten (söder om kulverten) under E4 och ut över åkermarken öster om E4:an. Avrinningsområdet till platsen är cirka 0,47 km², medelflödet cirka 0,004 m³/s och 50-års flödet 0,53 m³/s (0,66 m³/s med klimatfaktor 1,25). Medelflödet är beräknat enligt TDOK 2014:0051 och 50-årsflödet är beräknat med modell.

Marken inom vattenområdet som kommer upptas av anläggningsdelarna är relativt plan med nivåer som varierar mellan cirka +21 och +24. Jordlagren utgörs av lösa jordlager ovan morän och berg. De lösa jordlagrens mäktighet varierar mellan cirka 5–19 meter och består överst av cirka 1–3 meter torrskorpelera följt av varvig lera som ställvis är sulfidfläckig och med skikt av finsand. Grundvattennivåerna i området är marknära.

Y14-008, Y15-008 Omläggning av ledning och fördjupning av Dike Nybygget km 14+720–15+200

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 1 Bilaga C.1. Omläggning av befintlig rörledning och delvis ersättning av öppet dike med rörledning Y14-008 som anpassning till järnvägsanläggningen (dimension alternerande 800 mm och 1200 mm). Den nya rörledningen är av större dimension än den befintliga och förläggs djupare än befintlig ledning för att erhålla tillräckligt fall på sträckan. Nedströms rörledningen fördjupas befintligt dike (Y15-008) längs en sträcka av cirka 60 meter som anpassning till den fördjupade rörledningen. För profil (Y14-008, Y15-008) se Blad 1 Bilaga C.3.

Fördjupningen/sänkningen medför ökat avvattningsdjup lokalt kring den sänkta kulverten och längs den fördjupade dikessträckan nedströms anläggningen. Avvattningen är dock en bieffekt och syftet med åtgärden är genomledning med teknisk anpassning av kulverten till järnvägsanläggningen.

Arbete med diket beräknas ta cirka 3 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vattnet leds idag genom dike och rörledning under åkermarken och sedan vidare ut österut mot Sörsjön i öppet dike.

För beskrivning av vattensystemet som helhet, se Y14-003.

Skyddsåtgärder: 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 i Dike Nybygget och Viltvattnet (se Kapitel 6.1.2).

Y14-011, Y15-002 , Y15-003, Y15-004, Y15-005 Omledning av rinnväg km 14+900–15+130

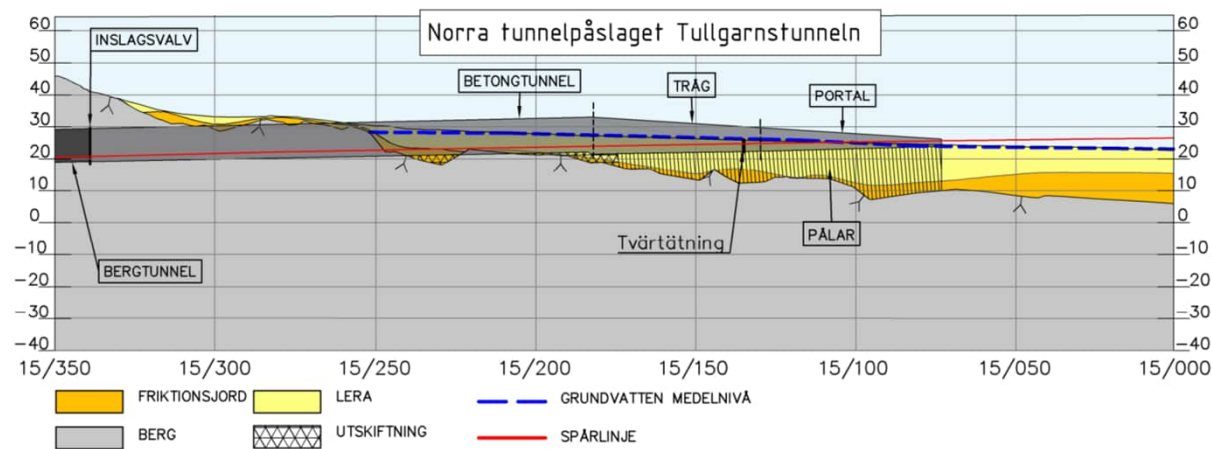
Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 1 Bilaga C.1. Trummorna (Y15-002, Y15-003, Y15-004) och dikena (Y14-011, del av Y15-005) anläggs för att säkerställa genomledning av vatten som kommer från västra sidan av E4 samt genomleda vatten som kommer söderifrån mellan ny anläggning och E4. Dessa åtgärder skyddar järnvägsbanken och tunneln mot översvämning i driftskedet. Y14-011 innebär anläggning av dike för omledning av rinnväg längs med befintlig lokalväg. Detta dike behövs för att avleda vatten från genomledningarna under järnvägen Y15-002 och Y15-003 samt för att avleda vatten söderifrån. Bankdiket (del av Y15-005) och trumman under servicevägen Y15-004 omlöder vatten från vägporten under E4. Inom samma vattenområde ska även järnvägs- och vägbank samt en teknikgård anläggas (del av Y15-005). Totalt upptar åtgärderna cirka 3 000 m² av vattenområdet (inklusive våtmark). Trumdimensionerna för Y15-002 och Y15-003 är 1,95 x 1,6 m och 2 m för Y15-004.

Arbetet med diken beräknas ta cirka 3 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Planerad vägbank och järnvägsbank, inklusive bankdiken och trummor, ligger i detta parti delvis inom vattenområde för våtmarksmiljö (V15-007) med ytligt grundvatten. Området har artesiskt grundvatten med tidvis vatten vid markytan. Dubbeltrummorna (Y15-002, Y15-003) är inte lokaliserade inom det avgränsande området för våtmarken V15-007 enligt marktäckedatabasen men enligt höjddata ligger de i områdets lågpunkt varvid det antas att de är lokaliserade inom våtmarkens vattenområde.

För beskrivning av vattensystemet som helhet, se Y14-003.

G15-002 Tråg och betongtunnel Tullgarnstunnelns norra påslag km 15+130–15+339



Figur 28: Profil över norra tunnelpåslaget till Tullgarnstunneln.

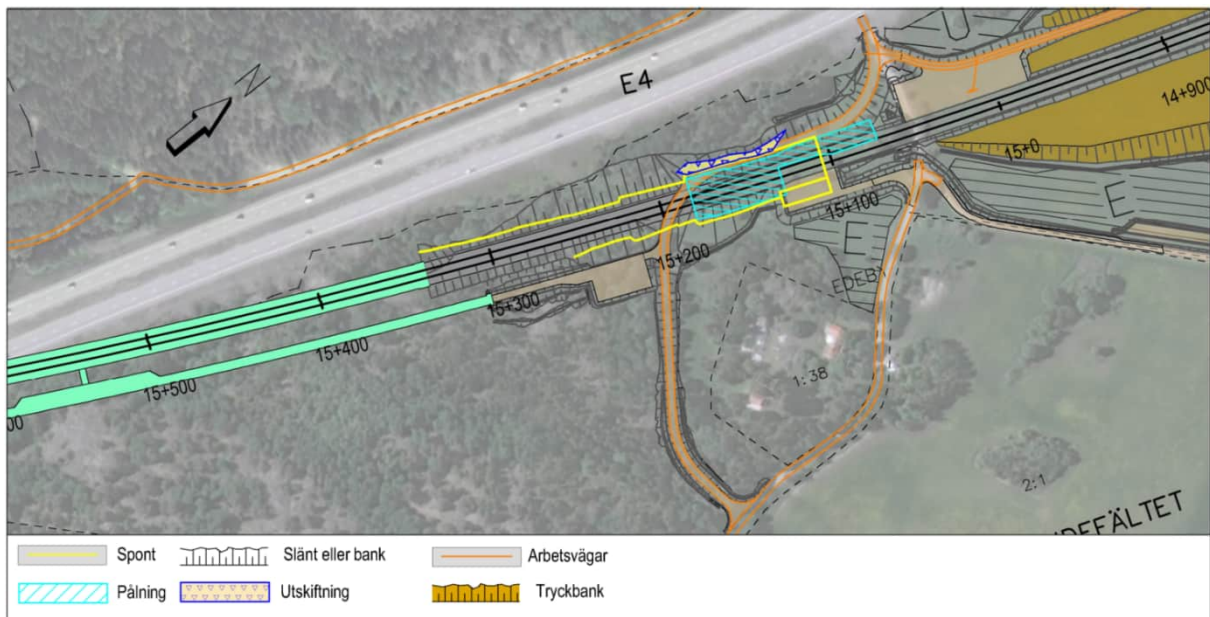
Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1. För att anlägga norra tunnelpåslaget till Tullgarnstunneln kommer schaktning i jord och berg bli nödvändig, se kapitel 5.2, och en temporär grundvattenbortledning kommer ske. Grundvattensänkning som kommer uppstå under byggskedet kommer bli som djupast 20 meter under grundvattnets trycknivå närmast bergtunneln, avsänkningens djup under markytan avtar mot Lindefältet.

För att förhindra att grundvatten dränerar ner mot Tullgarnstunneln har tunnelpåslaget projekterats som en tät konstruktion i form av tråg av betong från km 15+130 till 15+182, därefter övergår konstruktionen till tät betongtunnel fram till inlagsvalvet till bergtunneln, läs mer om betongkonstruktionerna i Kapitel 4.3. Tunnelpåslaget visas i profil i Figur 28. Tråget i betong på grundläggs till stora delar. Tunneln grundläggs på plattor från 15+200.

För att förhindra att den genomsläppliga fyllningen runt den täta konstruktionen fungerar som en dränering och leder ut grundvatten, till följd av artesiska nivåer, på Lindefältet så har en tvärtätning projekterats vid trågstart cirka km 15+135, visas i Figur 28.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Vid km 15+130 ligger marknivån omkring +26 men nivån stiger åt söder och i slutet av sträckan är nivån cirka +40. Jorden utgörs av varvig lera med finsand- och siltskikt ovan morän på berg. Lerdjupet uppgår till som mest cirka 10 meters djup men jorrdjupet har stor variation. Berg har påträffats på mellan 1 och 13 meters djup. Block förekommer ställvis i friktionsjorden och berget är uppsprucket. Grundvatten förekommer i friktionsjord (slutna magasinförhållanden) samt i sprickor i berg. Bedömd grundvattentrycknivå i friktionsjord och berg ligger på cirka +25 vid km 15+130 och +38 vid km 15+330 vilket är marknära.

Produktionsbeskrivning: Här beskrivs arbeten med tråg och betongtunnel för Tullgarnstunnelns norra påslag (vattenverksamhet G15-002) samt brandvattenmagasin (vattenverksamhet G15-009). Arbetena vid Tullgarnstunnelns norra tunnelmynning består av flertalet olika moment uppdelat i olika etapper. Installation sponter förväntas ta cirka en månad, sponterna visas i gult i Figur 29.



Figur 29: Plan byggskede norra tunnelpåslaget Tullgarnstunneln.

Efter att sponten är installerad för brandvattenmagasinet påbörjas schaktning. Efter schaktning installeras pålar, varpå prefabricerade pålplattor monteras eller platsgjuts. Detta efterföljs av byggnation av form, armering och gjutning av magasin. Efter viss härdning/brinntid återfyller man runt omkring magasinet. Dessa arbeten planeras ta cirka 4 månader inklusive härdning/brinntid av betongen.

Parallellt med att magasinet byggs planeras jord- och bergschaktning för tråg och betongtunneldel vid Tullgarnstunnelns norra mynning. Pålning och bankpålning planeras att utföras för delar av tråget och betongtunneln. Ett antal meter (cirka 30–40 meter) bergtunneldrivning bör genomföras norr ifrån innan arbetena med betongtunneln påbörjas, detta för att bland annat minska riskerna för sprickbildning i färdig betongkonstruktion vid genomslag av bergtunneldrivningen. Dessa arbeten planeras att utföras under cirka 3 månaders tid. Detta efterföljs av konstruktion av tråg och betongtunnel. Betongarbetena för tråg och betongtunnel beräknas ta cirka 2,5 år att utföra.

G15-009 Brandvattenmagasin km 15+130–15+130

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1. Vid den norra tunnelmynningen till Tullgarnstunneln placeras 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. Schaktningen kommer leda till en temporär bortledning av grundvatten i byggskedet. Magasinets botten ligger på cirka +20. Schaktdjupet bedöms bli till cirka +19 vilket som mest motsvarar cirka 7 meter under grundvattentrycknivån. Produktionsbeskrivning beskrivs under vattenverksamhet G15-002.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Jorden utgörs av varvig lera med finsand- och siltskikt ovan morän på berg. Lerlagret har en mäktighet av mellan 6 och 10 meter. Markytan ligger på cirka +26. Uppmätta grundvattentrycknivåer är marknära.

G15-004 Skärning för väg km 15+200–15+200

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1. En serviceväg väster om järnvägen ansluter norrifrån mot teknikgården med centrum i km 15+017 och fortsätter sedan söderut tills den når befintlig grusväg öster om järnvägen. Servicevägen korsar järnvägen i sydöst-nordvästlig riktning i cirka km 15+200. Södra delen av servicevägen (sydöst om järnvägen) kommer att gå i bergskärning. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Skärningen kommer medföra en permanent grundvattenbortledning. Dränerande nivå för skärningen ligger på cirka +29 vilket bedöms vara upp till cirka 6 meter under grundvattentrycknivå i jord och berg. Sträckan avvattnas österut mot befintlig väg och diken.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån varierar mellan +29 och +35. Jordlagren utgörs av någon meter torrskorpelera som ligger direkt på berg eller som underlagras av ett tunt lager av friktionsmaterial ovan berg. I mitten av planerat läge för skärning går berget i dagen. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna grundvattenmagasin samt i sprickor i berget. Bedömd grundvattentrycknivå i jord och berg är marknära.

G15-008 Uttag av processvatten för tunneldrivning, Tullgarn norra km 15+250–15+250

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 1 Bilaga C.1. Uttag av processvatten ur bergborrade brunnar för tunneldrivning i anslutning till Tullgarntunnelns norra påslag. Brunnar kan placeras inom markanspråket på Ostlänkens östra sida vid runt km 15+200 och 15+300. Behovet av processvatten för tunneldrift via Tullgarnstunnelns norra påslag är cirka 50 m³/dygn (2100 l/h) under en byggtid motsvarande cirka 1,5 år. Detta kommer leda till en tillfällig grundvattenbortledning.

Friktionsjorden i området har enligt slugtester relativt låg hydraulisk konduktivitet och uttag ur bergborrade brunnar bedöms därmed mest lämpligt. Det saknas uppgift om uttagskapacitet i närliggande bergbördad brunn. I stället har uppskattning om bergets uttagskapacitet, baserat på schablonvärden från SGU samt erfarenhet från brunnsbörare, antagits vara cirka 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.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån varierar runt +30. Ställvis ligger berget ytligt och jorddjupet varierar mellan cirka 1 och 8 meter. Grundvattennivåerna i jord och berg är marknära. Markförhållandena består av lösa jordarter ovan morän eller berg. I närområdet finns ytligt berg eller berg i dagen.

7.2 Tullgarn km 15+330–18+790

För att minska intrånget i Tullgarns Natura 2000-område passerar järnvägsanläggningen området till största delen i bergtunnel. I norr och söder av tunneln ansluter betongtunnlar och tråg upp till ytläge, dessa anslutningar beskrivs i Kapitel 7.1 och Kapitel 7.3.

Tullgarn karakteriseras av ett kuperat landskap med berg i dagen, moränbeklädda bergområden och mindre lerfyllda svackor. Marknivå varierar mellan cirka +20 till +65 och jorddjupen är sällan större än cirka 10 m. I de lerfyllda svackorna, som utgör lokala lågpunkter i terrängen, förekommer morän under leran. Grundvatten i moränen antas vara i kontakt med omgivande morän som går i dagen. I

undersökta svackor längs med sträckan har marknära grundvattennivåer uppmätts i moränen, periodvis förekommer även artesisiska nivåer.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 2-3 i Bilaga C.1. Tunnelpåslag arbetstunnel km 15+900 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.2 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. I bilagan redovisas konsekvensutredning av höga flöden, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

G15-003 Tullgarnstunneln inklusive övriga bergtunnelanläggningar km 15+339–18+784

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2, Plan 3 och Plan 4. Bilaga C.1. Vid cirka km 15+340 går järnvägen in i en cirka 3,5 kilometer lång bergtunnel kallad Tullgarnstunneln. Tunnelns profil visas i Figur 30. Utförandebeskrivning av tunneldrivning och tätning beskrivs i Kapitel 5.1.1 och Kapitel 5.1.2.

För Tullgarnstunneln planeras en spårtunnel med en parallell servicetunnel med parallellt påslag för servicetunneln från norr. Servicetunneln har en längd om cirka 3,4 kilometer och förbinds med nio tvärtunnlar till spårtunneln. Servicetunneln är helt förlagd i berg och har ingen mynning i söder, utan planeras som en återvändstunnel med vändplats. Servicetunneln kommer inte vara genomgående och kommer att anläggas på den östra sidan om huvudtunneln.

En tillfartstunnel, benämnd "Tillfartstunnel Tullgarn syd", med en längd på cirka 370 meter, ansluter till servicetunneln inom Tullgarnstunnelns södra del. Tillfartstunneln utgör arbetstunnel i byggskedet och permanent tillfarts- och utrymningstunnel under driftskedet.

Vid anläggandet av Tullgarnstunneln kommer en arbetstunnel ansluta till huvudtunneln. Arbetstunneln utförs enligt samma principer som bergtunnel beskrivet i Kapitel 5.1.1. Arbetstunneln ansluter till huvudtunneln i Tullgarnstunnelns norra del och har en längd på cirka 430 meter och benämns "Arbetstunnel Tullgarn norr". Arbetstunneln går på bergtunnelns västra sida. När Tullgarnstunneln är färdigbyggd har arbetstunneln inte längre någon funktion för driften av järnvägsanläggningen och kommer då förseglas. Därefter kommer denna tunnel att fyllas igen med överskottsmassor när byggnationen av Tullgarnstunneln är avslutad men kommer fortfarande vara dränerande.

Längs sträckan kommer bortledning av inläckande vatten till tunneln utföras vilket medför permanent grundvattensänkning i jord och berg. 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, se Figur 30. Tunneln kommer att som djupast vara belägen cirka 85 meter under markytan vid cirka km 17+800. Tunneln djupaste dränerande nivå ligger på cirka -26.

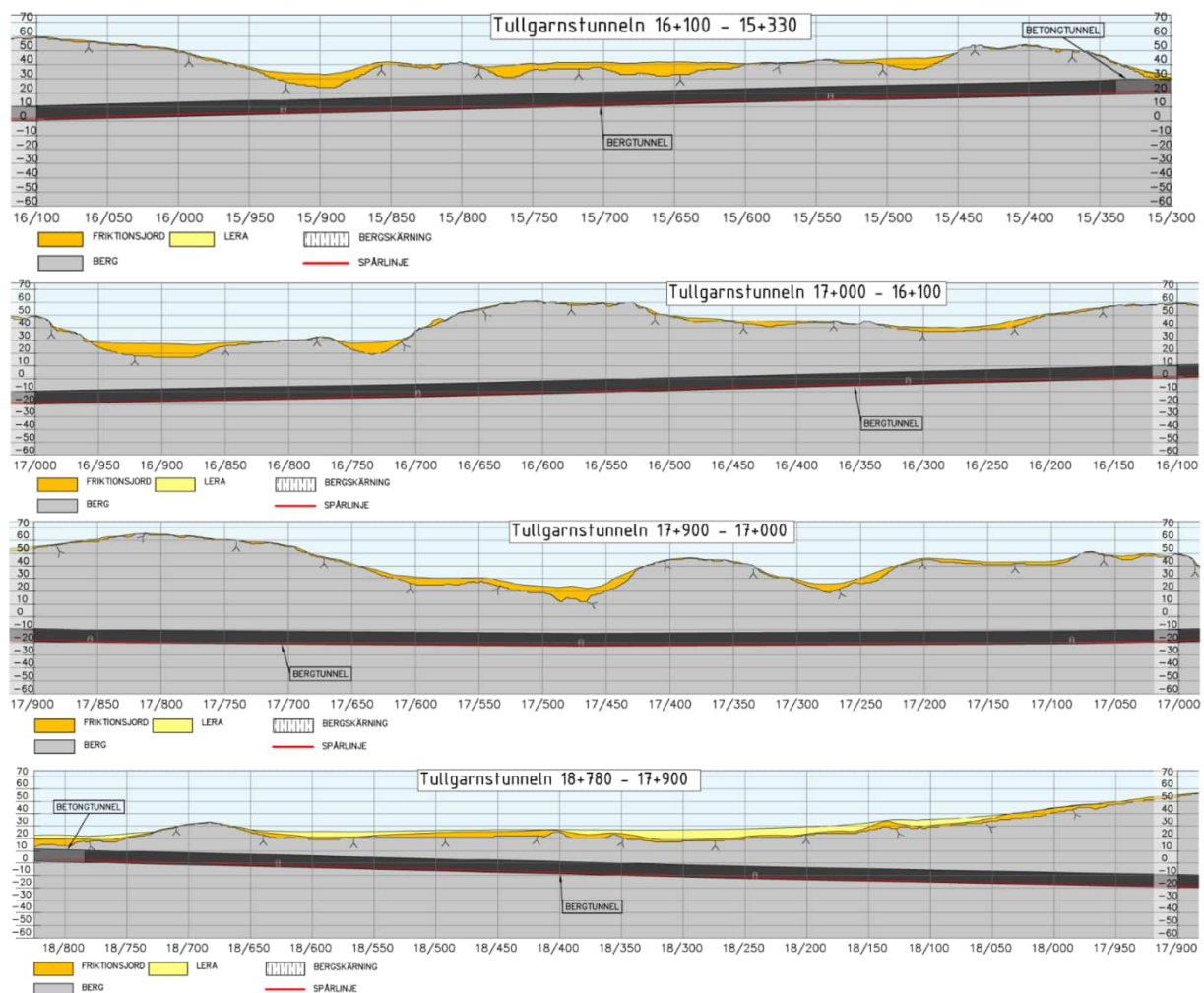
Dräneringen av grundvatten till bergtunnelns norra delar (km 15+339 till km 17+150) förväntas innebära en måttlig påverkan på grundvattenförhållandena i området även utan tätningåtgärder. Tunneltätning med konventionell förinjektering anses därmed inte vara motiverat för bergtunnelns norra delar (km 15+339 till km 17+150). Delar av tunneln kan dock ändå komma att tätas för att säkerställa att funktionskrav för byggbarhet och arbetsmiljö.

Dräneringen av grundvatten till bergtunnelns södra delar (km 17+150 till km 18+784) riskerar att medföra stor påverkan på grundvattenförhållandena vid vissa riskexponerade objekt som

Nyköpingsbanan och E4. Tunneltätning genom konventionell förinjektering med cementbruk planeras att utföras inom Tullgarnstunnelns samtliga bergförlagda delar (huvudtunnel, servicetunnel samt tillfartstunnel) belägna söder om km 17+150 (se utförandebeskrivning för tätning av tunnlar Kapitel 6.2.2).

Eventuella sättningar till följd av grundvattensänkning vid Tullgarnstunneln kan komma att medföra behov av skyddsinfiltation i anslutning till E4 och Nyköpingsbanan. Skyddsinfiltation kan behöva utföras om platserna bedöms som känsliga för grundvattensänkning samt om sänkning blir så stor att skador kan uppstå. Uttag av vatten för infiltation beskrivs i vattenverksamhet Y17-001.

Hantering av länshållningsvatten och dränvatten beskrivs i Kapitel 8.



Figur 30: Profil över Tullgarnstunneln.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Från cirka km 15+340 passerar järnvägstunneln ett kuperat område med berg i dagen eller berg under ett ytligt lager av morän. Längs sträckan förekommer svackor i berggrunden där moränmäktigheter ökar och där moränen bitvis även är täckt av lerlager, framför allt mellan cirka km 15+850 och 15+950, mellan 16+700 och 16+950 samt mellan 17+450 och 17+650. Sonderingar visar på lerdjup om i huvudsak mellan cirka 5-10 meter i svackorna längs sträckan. Geologin vid arbetstunnel Tullgarn norr och tillfartstunnel Tullgarn syd består av berg i

dagen eller berg under ett ytligt lager av morän. Baserat på kartering av berg i dagen och kärnborrhskartering bedöms bergmassan huvudsakligen bestå av granitgnejs och sedimentgnejs. Bergtäckningen för tunneln varierar längs sträckan och framgår av Figur 30.

Grundvatten förekommer i friktionsjord (varierande öppna och slutna magasinförhållanden) samt i uppsprucket berg, grundvattentrycknivå i jord och berg bedöms generellt ligga nära varandra. Grundvattentrycknivåerna bedöms vara marknära och följer topografin, strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Eftersom topografin varierar kraftigt längs sträckan varierar därmed också grundvattentrycknivåerna stort, se Figur 30.

Skyddsåtgärd: Eventuella sättningar till följd av grundvattensänkning vid Tullgarnstunneln kan komma att medföra behov av åtgärder avseende E4 och Nyköpingsbanan. Åtgärderna kan exempelvis vara skyddsinfiltation, lättfyllning eller förstärkningsåtgärder. Det planeras för att skyddsinfiltation vid behov ska kunna utföras i anslutning till E4 och Nyköpingsbanan.

Produktionsbeskrivning: Utförandebeskrivning av tunneldrivning och tätning beskrivs i Kapitel 5.1.1 och Kapitel 5.1.2. Bergtunnelldrivningen av Tullgarnstunneln planeras utföras med tre borrhigar. Dessa borrhigar kommer att delas upp på flera fronter. Total byggtid för Tullgarnstunneln beräknas vara cirka 3,5-5 år.

G15-006 Uttag av processvatten för tunneldrivning km 15+800–15+800

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 och 3 Bilaga C.1. Vid tunnelldrivning av Tullgarns arbetstunnel kommer processvatten uttas i bergborrhade brunnar under tiden arbetet pågår vilket kommer medföra tillfällig grundvattensänkning i området.

Uttagsbehovet vid Tullgarns arbetstunnel bedöms vara cirka 50 m³/dygn (2100 l/h). Detta ska ske under en byggtid motsvarande 3,5 år. I området, öster om arbetstunnelns tunnelpåslag vid cirka km 15+800, 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.

De geologiska förhållandena på platsen innebär dåliga förutsättningar för uttag av vatten från jordlagret. Bäst förutsättningar för vattenuttag bedöms i stället finnas i berg. Jämfört med den kapacitet på bergborrhade brunnar som redan förekommer i området behövs uppskattningsvis 3 bergborrhade brunnar i området för att täcka uttagsbehovet. Detta baseras på ett möjligt uttag ur en bergborrhad brunn motsvarande 700 l/h per brunn.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marken består av lösa jordlager ovan friktionsjord på berg. De lösa jordlagren utgörs överst av torrskorpelera som underlagras av lera med en uppmätt mäktighet på upp emot 8 m. Lermäktigheten är störst vid den befintliga grusvägen och minskar mot arbetstunneln mot sydväst. Grundvatten förekommer i friktionsjord (slutna magasinförhållanden) samt i uppsprucket berg. Grundvattentrycknivå bedöms vara samma i jord och berg. Grundvattentrycknivå i området bedöms vara cirka +41. Drygt 200 m nordöst om platsen för tunnelldrivningen finns en bergborrhad brunn som har en uppmätt kapacitet motsvarande 510 l/h. Brunnen har ett totaldjup på 110 m och jorddjupet är 1 m enligt uppgifter från SGU.

G15-005 Förskärning för arbetstunnel km 15+900–15+900

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 2 och i Plan 3 i Bilaga C.1. Vattenverksamheten avser en planerad byggväg i både jordskärning och bergskärning. Vägen ansluter till arbetstunneln till Tullgarnstunneln. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Vägen kommer att anläggas i skärning med ett skärningsdjup på upp till cirka 14 meter (förskärning till arbetstunneln). Skärningen kommer medföra en permanent grundvattenbortledning i jord och berg. Skärningens dränerande nivå kommer utföras till cirka +28 vilket motsvarar som mest cirka 8 m under bedömd grundvattentrycknivå i jord och som mest cirka 13 meter under grundvattentryck i berg. Sträckan avvattnas västerut mot arbetstunneln.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån varierar runt +40 och faller av mot nordöst. Jordlagren utgörs av lösa jordlager som underlagras av friktionsjord på berg. De lösa jordlagren utgörs mest av torrskorpelera och har en mäktighet på upp till cirka 4 m. Lerans mäktighet minskar mot sydväst där friktionsjord går i dagen. Vid tunnelmynningen och 40 m norrifrån är jordtäcknet ovan berg tunt. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna grundvattenmagasin samt i sprickor i berget. Bedömd grundvattentrycknivå i jord är cirka +36. Uppmät grundvattentryck i kärnborrhål i berg är upp till +41.

Y15-009, Y15-020, Y15-019, Y15-010, Y15-021, Y15-011, Y15-012, Y15-022 Omledning av dike, anläggande av trummor och fyllnad för byggväg km 15+560– 15+840

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 2 och 3 Bilaga C.1. Nya trummor (Y15-009, Y15-010, Y15-011, Y15-012) och vägdike (Y15-020, Y15-021 och Y15-022) anläggs för att omleda och genomleda vatten från befintligt dike som avrinner från norr, som en anpassning till byggvägen, och vidare mot samma dike vilket löper under E4. Ny byggväg anläggs till viss del inom vattenområdet. Diken, trummor och fyllnad för byggväg till tunneln (Y15-019) tar sammanlagt upp cirka 1 000 m² av vattenområdet (befintligt dike).

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för Dike Sandhälla kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av cirka 2 300 m² av vattenområdet.

Arbetet med omledning och nya trummor beräknas ta cirka 1 månad.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Befintligt dike har idag ett medelflöde på cirka 1–2 l/s och leder vatten i sydlig riktning mot dike Sandhälla.

Y15-013, Y15-014, Y15-015, Y15-016, Y15-017, Y15-018 Trummor under byggväg samt diken km 15+025–15+850

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 2 och 3 Bilaga C.1. Nya trummor (Y15-013, Y15-014, Y15-015) läggs under byggvägarna invid påslaget till arbetstunneln. Det anläggs även nya diken (Y15-016, Y15-017, Y15-018) för att leda vattnet mellan trummorna. Trummorna och diken leder om befintliga diken samt leder undan vattnet från tunnelpåslaget och vidare mot diket som löper under E4.

Arbetet med omledning och nya trummor beräknas ta cirka 1 månad.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Befintligt dike har idag ett medelflöde på cirka 1–2 l/s och leder vatten i sydostlig via en trumma under E4. Dimensioner på trummor (Y15-013, Y15-014, Y15-015) är 1 m i diameter. Markförhållandena vid planerad byggväg består av lösa jordlager ovan friktionsjord (sannolikt morän) på berg. De lösa jordlagren utgörs överst, enligt utförd undersökning, av cirka 2–3 m torrskorpelera som underlagras av lera med en uppmätt mäktighet på upp emot 8 m.

Y17-001 Uttag av ytvatten för skyddsinfiltration 17+200

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 4. Uttaget av vatten ur Långsjön planeras genom att en pump installeras i sjön (Y17-001) och ledning nedläggs i vattenområdet. Vattnet avses att i första hand användas till skyddsinfiltration för att motverka sättningar vid befintlig järnväg Nyköpingsbanan, då Ostlänken passerar i tunnel under banan (Tullgarnstunneln G15-003). Dokumentation om eventuella grundförstärkningar för Nyköpingsbanan på denna sträcka är bristfällig och det är därför osäkert hur sättningssänsig den är. Ytterligare undersökningar av lermäktigheter och jordens egenskaper på platsen planeras för att utreda vilka åtgärder som behöver vidtas för att motverka eventuella skador på Nyköpingsbanan. Uttagsbehovet av vatten från Långsjön till skyddsinfiltration bedöms bli upp till cirka 430 m³/dygn (5 l/s). Skyddsinfiltration, och därmed uttag från Långsjön, kan behövas i både bygg- och driftskede.

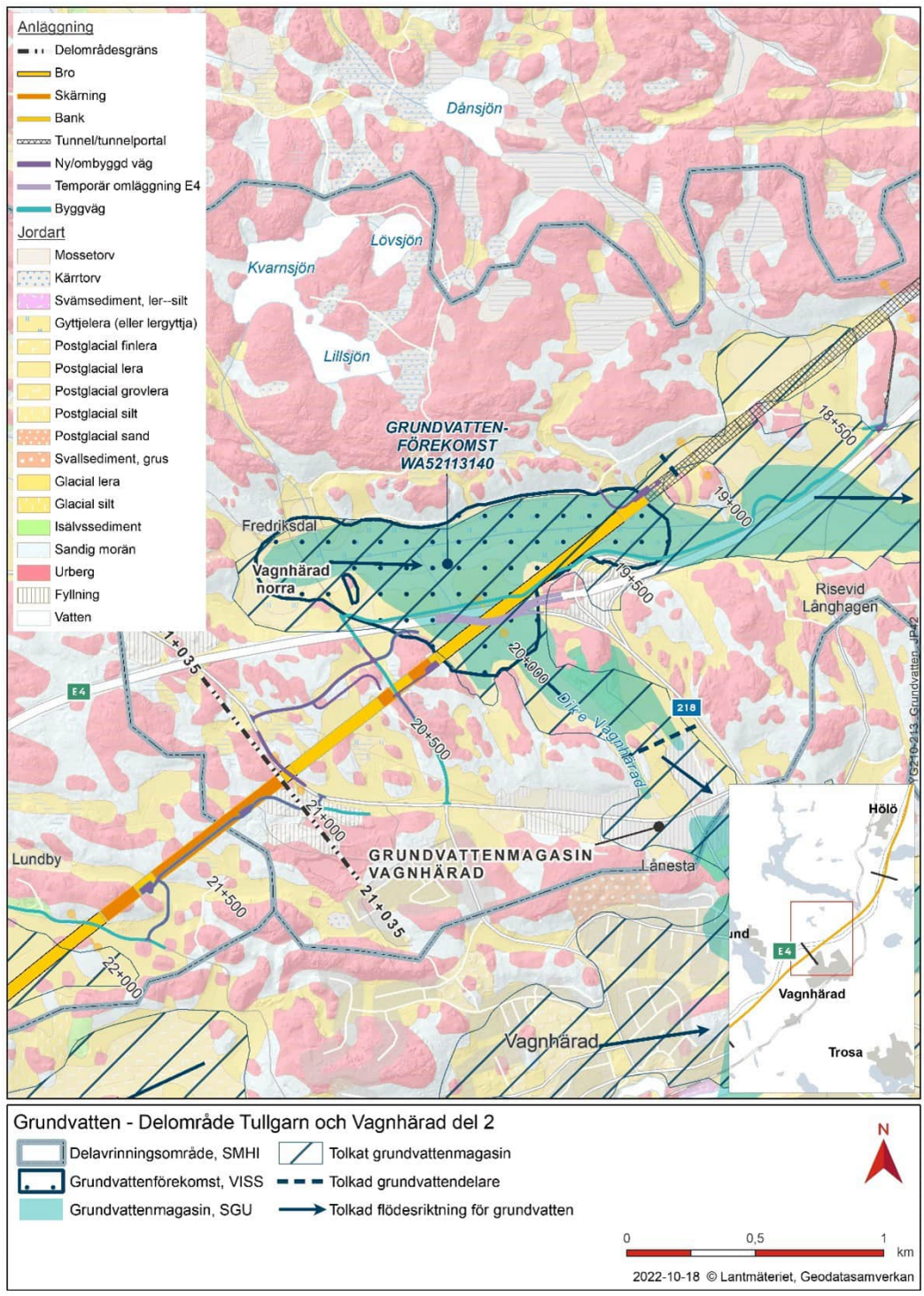
Beskrivning av förhållandena på platsen: Långsjön ligger inom Trosaåns avrinningsområde och avvattnas via ett vattendrag till sjön Sillen. Uttagspunkten ligger inom den del av Långsjön som ligger inom naturvårdsområdet för Tullgarns naturreservat vilket också är ett Natura 2000-område. Medelflödet inom delavrinningsområdet är enligt SMHI 300 l/s. Ett uttag på 5 l/s motsvarar cirka 1,7% av utflödet från Långsjön.

Skyddsåtgärder: Ytvattenintaget i Långsjön förses med galler eller spalter för att förhindra att fisk skadas vid vattenuttaget.

7.3 Grundvattenmagasin Vagnhärad och dike till Norasjön km 18+780–20+260

Sträckan avser södra förskärningen till Tullgarnstunneln som omfattas av en betongtunnel och betongtråg (cirka km 19+120 till 19+245) som följs av en grund skärning innan profilen går på bank med en maximal bankhöjd på cirka 5,5 m. Banken grundläggs på bankpålar eller på KC-pelare i kombination med tryckbankar fram till km 19+370. Efter detta går spåranläggningen på bro över dike till Norasjön och E4.

Järnvägsanläggningen passerar här grundvattenmagasin Vagnhärad (Vagnhärad norra) där en del av det tolkade magasinet utgörs av grundvattenförekomst vid Fredriksdal. Dike till Norasjön rinner över jordbruksmarken. Grundvattennivåerna är marknära eller artesiska. För en översikt av grundvattenmagasin Vagnhärad och grundvattenförekomst Fredriksdal se Figur 27 och Figur 31.



Figur 31: Översiktskarta över grundvatten Vagnhärad norra samt utbredning grundvattenförekomst Fredriksdal

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 4 i Bilaga C.1. Dike till Norasjön km 19+450 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.3 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. I bilagan redovisas konsekvensutredning av höga flöden, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

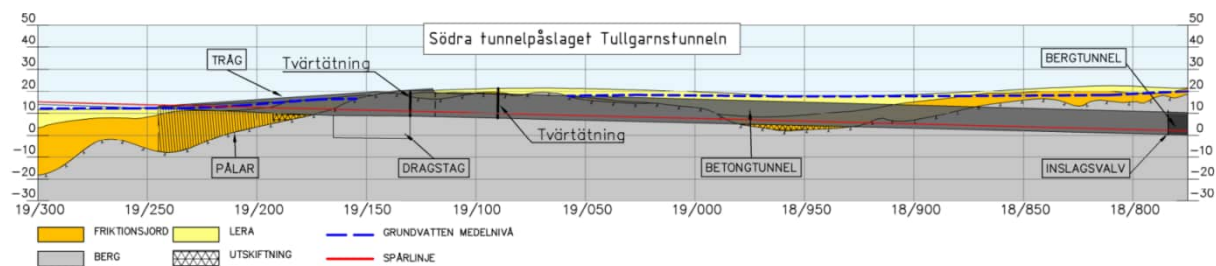
G18-001 Betongtunnel och tråg vid södra påslaget km 18+784–19+245

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 Bilaga C.1. För att anlägga södra tunnelpåslaget till Tullgarnstunneln kommer schaktning i jord och berg bli nödvändigt, se kapitel 5.2, och en temporär grundvattenbortledning kommer ske.

Grundvattensänkningen som kommer uppstå under byggskedet kommer bli som djupast 22 meter under grundvattnets trycknivå närmast bergtunneln. Tunnelpåslaget består av en betongtunnel och betongtråg som ansluter till bergtunneln.

För att säkerställa att grundvattnet inte dräneras ner i Tullgarnstunneln och för att begränsa omgivningspåverkan har det södra tunnelpåslaget projekterats som en tät konstruktion i form av tråg av betong och betongtunnel. Betongtunneln startar i cirka km 18+780 och sträcker sig fram till trågets start i cirka km 19+120. Tråget sträcker sig fram till cirka km 19+245.

Då grundvattentrycknivåerna mellan cirka km 18+900 och 19+000 är artesiska så kan konstruktionen leda till en permanent grundvattenbortledning då återfyllningen runt och ovan tunneln är genomsläpplig och grundvatten kan sippra upp.



Figur 32: Södra tunnelpåslaget Tullgarnstunneln profil.

Betongtunneln kommer att plattgrundläggas på jord-/bergterrass, se Figur 32. Tråget kommer delvis att grundläggas på bergterrass eller friktionsjord, utskiftning vid behov, samt en del som kommer att pälgrundläggas. På en del av sträckan kommer tråget behöva förankras med permanenta dragstag.

Två tvärtätningar har projekterats längs betongtunnel och tråg i syfte att återskapa den naturliga grundvattendelaren och därmed nuvarande grundvattenförhållanden. Tvärtätningar planeras vid cirka km 19+090 och km 19+130 då den naturliga grundvattendelaren finns här och de geologiska förutsättningarna bedöms som gynnsamma. För förslag på tvärtätningarnas placering se Figur 32.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Nivån på befintlig markyta varierar längs sträckan men är generellt relativt plan fram till cirka km 19+150 då den faller av mot söder. Nivåerna längs sträckan varierar mellan +12 och +23.

Söder om Kumla gårdskomplex (cirka km 18+700) går järnvägslinjen ut över jordbruksmark. Ett område med berg i dagen påträffas strax norr om tunnelpåslaget. Mellan km 18+780 och cirka km 19+100 består jordlagerföljden i stort av kohesionsjord (lera i ytan och mot djupet övergående i silt) med upp emot 10 meter mäktighet ovan upp emot 7 meter friktionsjord ovan berg. Leran har benämnts som varvig med skikt av silt och finsand och övergår till lerig silt mot djupet. Största djupen till berg har uppmätts till cirka 16 meter i km 18+960. I början av sträckan, fram till cirka km 18+900, återfinns fastmark på västra sidan av järnvägen och kohesionsjord (lera och silt) på östra sidan av järnvägen.

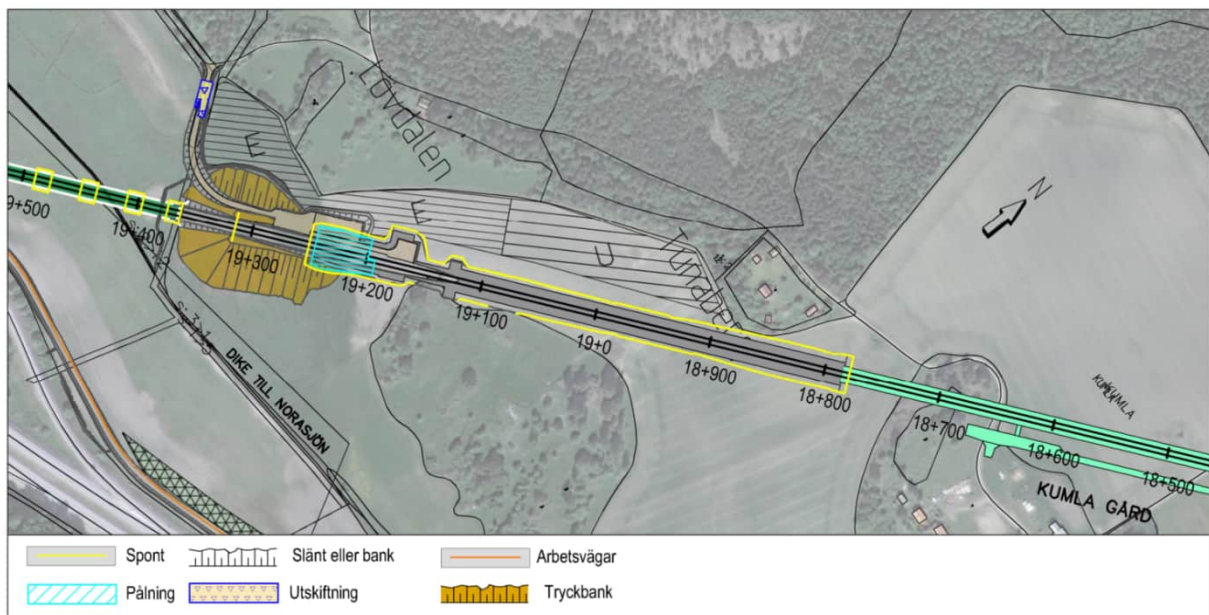
Mellan km 18+980 och km 19+150 påträffas ett område med berg i dagen på järnvägens östra sida och mäktigheten kohesionsjord (lera och silt) varierar i sektion med störst mäktighet i väster. Från km 19+100 och fram till trågets avslut (km 19+245) varierar mäktigheten kohesionsjord mellan 1 och 5 meter. Leran är benämnd som varvig med skikt av silt och finsand och övergår i siltig lera mot djupet. Från cirka km 19+200 återfinns ett fastmarkparti på västra sidan om järnvägen vilket medför att lermäktigheten ökar i riktning mot öster.

Grundvatten förekommer i friktionsjorden som består av genomsläppliga jordar som varierar mellan morän och isälvsmaterial. Magasin Vagnhärad är ett slutet magasin. Grundvattennivåerna är marknära eller artesiska i hela magasinet. Grundvattenströmning går mot öster. Flera hydrauliska tester har utförts, mest representativt för det område där tunnelpåslaget ligger bedöms pumptestet vara som visar på en genomsläpplighet på 7×10^{-4} m/s.

Skyddsåtgärder: För att begränsa inströmningen av grundvatten i schakt under byggskedet och minska omgivningspåverkan planeras schaktningen ske inom tätskärm bestående av en tätspont med jetinjektering se kapitel 6.2.1. Som en del av tätskärmen kan ridåinjektering i berg bli aktuellt. Denna lösning kan dämna grundvatten. För att motverka det kan brunnar för grundvattenbortledning behöva installeras uppströms tätskärmen.

Ytor som bedöms lämpliga för skyddsinfiltation finns mellan E4 och järnvägslinjen. Skyddsinfiltation kan vid behov hjälpa till att upprätthålla grundvattennivåerna vid E4. Skyddsinfiltationen beskrivs i vattenverksamhet G18-002.

Produktionsbeskrivning: En tillfällig spont installeras och tätas vid behov och erforderlig injektering genomförs för att möjliggöra schakten för den södra tunnelpåslaget till Tullgarnstunneln, betongtunnel och tråg (som visas i gult i Figur 33). Denna schakt görs i jord och berg vilket beräknas till cirka 6 månaders arbete. Likt den norra betongtunneln, bör även bergtunneldrivningen genomföras ett antal meter (cirka 30–40 meter) för att förebygga sprickbildning i betongkonstruktionen vid bergtunnelgenomslag.



Figur 33: Plan byggskede betongtunnel och tråg vid södra tunnelpåslaget Tullgarnstunneln.

Därefter påbörjas betongarbeten med bottenplatta, tråg och tunnel. När betongkonstruktionerna är färdiggjutna och har härdat tillräckligt, rivs sponter och sedan återfylls det runt betongtråg och runt och över betongtunneln. Dessa arbeten beräknas ta cirka 3,5 år.

G18-002 Skyddsinfiltration för E4 vid Vagnhärad km 18+600–20+300

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: För att upprätthålla grundvattennivåer mot E4 har ett område där det kan bli aktuellt att utföra skyddsinfiltration identifierats, se Plan 5 Bilaga C.1. Resultat från pumptest visar att friktionsjorden har en tillräckligt hög genomsläpplighet för att kunna infiltrera ett vattenflöde för att upprätthålla grundvattennivåerna under byggskedet. Skyddsinfiltration kan behövas under schaktarbetet med schakter för tunnelpåslaget samt schakter för brostöd kopplat till vattenverksamhet ID G18-001 och G19-003 för att minska risken för skadliga sättningar mot E4. Anläggning av skyddsinfiltration beskrivs närmare i kapitel 6.2.3. Vattenförsörjning till skyddsinfiltrationen planeras att tas från Dike till Norasjön, se vattenverksamhet Y19-017, i kombination med vattenuttag från brunnar, se vattenverksamhet G19-008.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Aktuella ytor är belägna i anslutning till befintlig E4 på dess norra sida och där järnvägsbron korsar E4 även på dess södra sida.

Öster om trafikplats Vagnhärad består jordlagerföljden generellt upp till 16 meter lera ovan ett mäktigt friktionsjordlager på berg.

Väster om trafikplats Vagnhärad består jordlagerföljden av lösa jordlager som underlagras av ett friktionsjordlager på berg. De lösa jordlagren utgörs överst av torrskorpelera på lera. Friktionsjorden påträffas från cirka 7 m och har en tjocklek på cirka 1 meter djup vid skyddsinfiltrationsytorna söder om trafikplats Vagnhärad.

Grundvattennivåerna är marknära eller artesiska i hela magasinet. Grundvattenströmning går mot öster. Flera hydrauliska tester har utförts i magasinet i stort men inte i direkt anslutning till ytorna för skyddsinfiltration, dessa visar på en genomsläpplighet på 7×10^{-4} m/s. Magasinets uttagkapacitet har bedömts (uppgifter från SGU) till 1–5 l/s väst/nordväst om trafikplats Vagnhärad och i den östra delen av grundvattenmagasinet (Magasin Vagnhärad östra).

Y18-002 , Y18-001, Y18-003, Y19-006, Y19-008, Y19-012, Y19-013, Y19-014, Y19-015, Y19-016 Anläggning av byggväg, trummor, utloppsdiken och dagvattenledning inom vattenområde för dike till Norasjön km 18+700–19+700

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 5 Bilaga C.1. Anläggning av byggväg (Y18-002) genom dike till Norasjöns vattenområde. Byggväg inklusive bank är cirka 10 m bred och upptar en yta av cirka 11 000 m² inom vattenområdet. För passage av dike till Norasjön läggs dubbeltrummor (Y19-006, Y19-008) med en diameter på 1800 mm och en längd på cirka 23 meter i diket (se Tabell 5). Norr om dike till Norasjön leds en rinnväg under byggvägen genom trumma (Y18-001) med diameter 800 mm och från trumman grävs ett utloppsdike (Y18-003) ned mot dike till Norasjön (för profil se Blad 2 Bilaga C.3).

Söder om dike till Norasjön anläggs inom vattenområdet, men utanför dikesfåran, två nya trummor (Y19-012 diameter 500 mm, Y19-014 diameter 800 mm) under byggvägen samt två diken (Y19-013, Y19-015) för att leda vatten i riktning från trafikplats Vagnhärad norrut mot dike till Norasjön (se Blad 4 Bilaga C.3 för profiler av ledningar, trummor och diken). Därtill grävs en rörledning för vägdagvatten

(Y19-016) ned inom vattenområdet som leder vatten från trafikplats Vagnhärad till dike till Norasjön. Under byggfasen kommer vatten från trafikplatsen i söder att i tillfällig trum- eller rörledningslösning ledas under byggvägen. Sammanlagda ytan för trum- och rörledningsåtgärder inom vattenområdet är cirka 625 m².

Samtliga ovan nämnda vattenverksamheter bedrivs med anledning av byggvägen.

Trummorna i dike till Norasjön har dimensionerats så att funktionen i markavvattningsföretaget inte påverkas och det anslutande utloppet påverkar inte heller funktionen för företaget.

Uppskattad effektiv arbetstid för byggväg och trumma är cirka 3 månader.

Tabell 5. Teknisk information om nya trummor som inte beskrivs i Bilaga C.3 och förhållanden i Dike till Norasjön.

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)
Y19-006	19+000	ca 23	1 800	1,9*	0,05	10,90	10,85
Y19-008	19+000	ca 23	1 800	1,9*	0,05	10,90	10,85

*gäller för hela dubbeltrumman (både Y19-008, Y19-006 tillsammans)

Beskrivning av förhållandena på platsen: Dike till Norasjön rinner genom dalgången österut mot Norasjön. Planerad byggväg korsar dike till Norasjön strax väster om väg E4. Dike till Norasjön omfattas av markavvattningsföretaget Fredriksdal-Kumla tf. 1944. Avrinningsområdet är cirka 6,52 km², medelvattenföring 0,05 m³/s och 50-årsflödet 1,8 m³/s. Diket har begränsad kapacitet och marken kring diket ligger lågt varför området nära diket tidvis översvämmas. Bild på dike till Norasjön visas i Figur 34. Vid de extrema flödena begränsar även nedströms liggande broar under E4 och en landsväg flödet. Vattnet kan då enligt hydrauliska beräkningar stiga högt i området.

Jordlager följande i området är generellt lera med en tjocklek mellan 5 och 22 meter ovan ett mäktigt friktionsjordlager.



Figur 34: Bild på dike till Norasjön. Orange pil symboliserar strömningsriktningen. I vänstre bakgrunden visas E4. Foto taget mot väster.

G19-008 Uttag av processvatten km 19+000–19+000

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visar i Plan 5 Bilaga C.1. Vid tunneldrivning av Tullgarntunnelns södra påslag och Tullgarns tillfartstunnel kommer processvatten uttas från brunnar under tiden arbetet pågår. Behovet av processvatten för tunneldrivning vid Tullgarn södra och Tullgarns tillfartstunnel motsvarar 100 m³/dygn (4200 l/h). Vid behov kan vatten även komma att tas ut för att användas för skyddsinfiltation vid E4, se vattenverksamhet G18-002. Uttagsbehovet för skyddsinfiltationen är svårt att uppskatta men bedöms kunna uppgå till cirka 430 m³/dygn (5 l/s). Vattenuttaget från brunnar planeras tas ut under en byggtid motsvarande upp till 7 år, om arbetsordningen optimeras är den rimliga uttagstiden cirka 4 till 4,5 år. För de enskilda arbetsmomenten planeras uttagstiden för processvatten för tunneldrivning av Tullgarns tillfartstunnel respektive tunneldrivning vid Tullgarnstunnelns södra påslag vara under cirka 3,5 år respektive cirka 1 år. Vatten för infiltation kan behöva tas ut under en tid upp till 3,5 år för byggnation av södra tunnelpåslaget samt cirka 3 år för byggnation av bro över E4.

Uttaget kan utgöras av bergborrade brunnar eller brunnar i jord då förutsättningarna från uttag i jord bedöms som relativt goda, detta kommer leda till en tillfällig grundvattensänkning i området. Då brunnarna placeras uppströms schakt för södra tunnelpåslaget för Tullgarnstunneln skulle ett uttag av processvatten här vara gynnsamt för att minska inläckage av grundvatten i schakt och minska risk för dämning av tätskärmen.

Den bergborrade brunnen som finns i området ger en fingervisning vilken kapacitet som kan hämtas från området. För att uppfylla uttagsbehovet skulle det krävas cirka 6 brunnar med en kapacitet motsvarande 700 l/h. I området finns det gott om plats att borra fler brunnar om inte behovet uppnås. Brunnar kan placeras på intilliggande etableringsyta. Inom arbetsområdet bedöms yta för extra magasinering av rent processvatten finnas om behov uppstår

Som alternativ skulle dike till Norasjön, som beskrivs i Y19-017, kunna täcka behovet av processvatten men under särskilt torra perioder kan inte uttagsbehovet garanteras utan behöver täckas upp med annan försörjning.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Området är ett relativt flackt område av betes- och jordbruksmark där det ytligaste jordlagret utgörs av lera. Från km 18+784 består jordlagerföljden fram till cirka km 19+150 i princip av kohesionsjord (lera i ytan och mot djupet övergående i silt) med upp emot 10 meters mäktighet ovan upp emot 7 meter friktionsjord (sannolikt mestadels morän) ovan berg. Största djupen till berg har uppmätts till cirka 16 meter i km 18+960

Det förekommer två grävda brunnar och två bergborrade brunnar i området varav en har uppgifter om kapacitet motsvarande 540 l/h.

Y19-017 Uttag av processvatten från Dike till Norasjön km 19+000

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 Bilaga C.1. Vid tunneldrivning av Tullgarnstunnelns södra påslag och Tullgarns tillfartstunnel kan processvatten tas ut från Dike till Norasjön. Uttaget sker genom att en pump placeras i en fördjupning i diket, detta föreslås göras vid trummorna Y19-006/Y19-008. En alternativ uttagsplats skulle kunna vara nedströms det meandrande naturvärdet, ID No4-13635, i Dike till Norasjön. Behovet av processvatten för tunneldrivning vid Tullgarn södra och Tullgarns tillfartstunnel motsvarar 100 m³/dygn (4200 l/h) och uttagsbehovet planeras att täckas av en kombination av yt- och grundvattenuttag. Uttag av grundvatten för processvatten för denna plats beskrivs i vattenverksamhet G19-008. Vid behov kan vatten även komma att tas ut för att användas för skyddsinfiltration vid E4, se vattenverksamhet G18-002. Uttagsbehovet för skyddsinfiltrationen är svårt att uppskatta men bedöms kunna uppgå till cirka 430 m³/dygn (5 l/s). Ytvattenuttaget planeras tas ut under en byggtid motsvarande upp till 7 år, om arbetsordningen optimeras är den rimliga uttagstiden cirka 4 till 4,5 år. För de enskilda arbetsmomenten planeras uttagstiden för processvatten för tunneldrivning av Tullgarns tillfartstunnel respektive tunneldrivning vid Tullgarnstunnelns södra påslag vara under cirka 3,5 år respektive cirka 1 år. Vatten för infiltration kan behöva tas ut under en tid upp till 3,5 år för byggnation av södra tunnelpåslaget samt cirka 3 år för byggnation av bro över E4.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Dike till Norasjön rinner genom dalgången österut mot Norasjön. Dike till Norasjön omfattas av markavvattningsföretaget Fredriksdal-Kumla tf. 1944. Avrinningsområdet är cirka 6,52 km², medelvattenföringen i Dike till Norasjön beräknas till cirka 50 l/s och medel av årshögsta flöde är beräknat till 370 l/s. Medel av årslägst flöde är svåruppskattat, men sannolikt är diket tidvis torrt eller nästintill torrt.

Skyddsåtgärder: Uttaget ur Dike till Norasjön kommer att begränsas för att undvika negativ påverkan på omgivningen.

Y19-005, Y19-007, Y19-009, Y19-010, Y19-011 Anläggning av järnvägsbank, tryckbank, upplagsytor, serviceväg samt trumma och dike inom vattenområde till dike till Norasjön km 19+225–19+390

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 5 Bilaga C.1. Järnvägsbank, tryckbank, upplagsyta och serviceväg (Y19-005) anläggs inom dike till Norasjöns vattenområde med en sammantagen yta av cirka 13 500 m² inom vattenområdet. Vatten från nordväst som i dagsläget rinner i ett dike omleds i nya uppsamlade diken (Y19-009, Y19-011) till en trumma under en serviceväg (Y19-007 diameter 1 m) och vidare i utloppsdike (Y19-010) till dike till Norasjön. Omledningen är en anpassning till anläggningen för att upprätthålla hydrologin. För profil se Blad 3 Bilaga C.3 (Y-19-007, Y19-010, Y19-011).

Järnvägsbanken och betongtråget har anpassats till översvämningsrisker vid dike till Norasjön genom tätande lösningar i järnvägskonstruktionen för att fungera även vid extrema regn och skydds nivå har satts till +14, se Bilaga C.4 för tätande lösningar och beräkning av skydds nivå. Järnvägsbanken planeras att grundläggas på KC-pelare i kombination med tryckbank fram till km 19+315. Bankpålning planeras utföras för järnvägsbanken som övergångskonstruktion mellan KC-pelare och pålat landfäste för järnvägsbron (G19-003) mellan km 19+315 och 19+370

Arbetena inom vattenområdet beräknas ta cirka 4 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: För beskrivning av vattensystemet vid dike till Norasjön se Y18-002, Y18-001 etc.

Markytan sluttar svagt mot söder och är belägen på nivåer mellan +11,5 och +12,7. Jordlagren längs denna del utgörs av lösa jordlager på friktionsjord som underlagras av berg. De lösa jordlagren utgörs överst av torrskorpelera som har en uppmätt mäktighet mellan 0,5 och 1 meter. Därunder utgörs de lösa jordlagren av varvig lera med tunna silt-/finsandsskikt. Lokalt är lera något sulfidhaltig och lokalt är den gytig med skalrester. Lera har en uppmätt mäktighet mellan 4 och 18 meter.

G19-003, Y19-001, Y20-006 Schakt för brostöd, för bro över E4 vid Vagnhärad tpl samt byggväg km 19+370–20+256, inom dike till Norasjöns vattenområde km 19+370–19+750, inom vattenområde för dike Vagnhärad km 20+110–20+110

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Yt- och grundvattenverksamheten visas i Plan 5 Bilaga C.1. Bron utformas som en kontinuerlig lådbalksbro av betong på 21 stöd och en brolängd om cirka 890 m. Brons lokalisering fastställs i planprovningen. Brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Brostöden kommer dels att plattgrundläggas dels att pålgrundläggas. Stöd 1–10 samt 12–18 planeras att grundläggas på pålar och resterande planeras att plattgrundläggas, se kapitel 5.3 för beskrivning av respektive grundläggningsmetod. För arbetet erfordras tillfällig grundvattensänkning i jord. Grundvattensänkning avses utföras till under schaktbotten. Eftersom marknivån varierar kraftigt längs sträckan kommer avsänkningsnivån också få ett stort spann längs sträckan, dränerande nivå kommer variera mellan cirka +8 och +23 vilket motsvarar som mest cirka 6 m under grundvattnets trycknivå i jord.

Inom aktuellt vattenområde för Dike till Norasjön planeras 10 av brostöden att anläggas med en total åtgärdsyta inom vattenområdet om cirka 2 500 m² (spont/byggskedet). De 10 stöden planeras att grundläggas på pålar, se kapitel 5.3 för beskrivning av grundläggningsmetod. Ritningar i plan och sektion visas i Bilaga C.2. Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområde för Dike till Norasjön kan

även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga. Till exempel kan etableringsytor, tillfällig byggväg och trumma över diket anläggas. Som mest upptar dessa arbeten en area av cirka 24 200 m². För tillfällig passage av dike till Norasjön kan genomledning med en flödesarea om upp till cirka 6 m² och en längd om cirka 20 meter i diket bli aktuellt.

Ett brostöd anläggs i vattenområdet för Dike Vagnhärad. Fyllnad i vattenområdet är cirka 220 m². Inom det tillfälliga markanspråket för Dike Vagnhärad kan även andra tillfälliga anläggningar bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en yta av cirka 400 m² av vattenområdet.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Bron löper över dalgången kring dike till Norasjön. För beskrivning av vattensystemet för Dike till Norasjön, se beskrivning vid Y18-002, Y18-001 etc.

För beskrivning av vattensystemet för Dike Vagnhärad, se Y20-007. Området kring det planerade brostödet är torrlagt genom kulvertering och endast blött vid mycket kraftiga flöden eller skyfall.

Befintlig nivå på markytan längs bron varierar mellan +11,4 och +27,2. Generellt utgörs jordlagren av 5 och 20 meter lera som underlagras av friktionsjord (isälvsmaterial och morän) på berg. Friktionsjordens mäktighet varierar från några meter upp till 23 meter. Mellan km 19+560 och 19+790 är lermäktigheten mindre och friktionsjord (mestadels i form av morän) går i dagen samt lokalt påträffas även berg i dagen. Mellan km 19+790 och 20+220 har lermäktigheter på mellan 5 och 16 meter uppmätts (största mäktigheterna påträffas söder om befintlig E4). Söder om km 20+220 påträffas berg under 1–2 meter torrskorpa eller friktionsjord. Järnvägen passerar en grundvattenförekomst (SE653900-159609) som sammanfaller med delar av tolkat grundvattenmagasin Vagnhärad. Grundvattennivåer längs med sträckan och inom grundvattenmagasinet är i medelnivå artesiska. Kring dike till Norasjön är medelnivån cirka 1 m över markytan, eller mer. Vid passage av befintlig E4 är medelnivåer fortfarande artesiska men något lägre. Vid bron slut, där morän går i dagen, är grundvattenytan något djupare under markytan, cirka 2 m under markytan. Innan passage av E4 (km cirka 20+000) är riktning för huvudsakligt grundvattenflöde åt öst. Efter passage av E4 är tolkat grundvattenflöde i grundvattenmagasinet åt nordväst.

Åkermarken är dränerad genom kulverterat system med rinnriktning nordväst och vattnet genomleds i trumma under E4 och sedan vidare i kulvert norr om E4:an mot dike till Norasjön. Vid höga flöden kan marköversvämning uppstå i läget för brostödet.

Skyddsåtgärder: Vid anläggandet av brostöd för bron kan den temporära grundvattenbortledningen leda till skador på E4 och påfartsramperna om inte skyddsåtgärder för att begränsa avsänkning runt schakter 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 minimerar även risken för att få en permanent grundvattenbortledning där grundvattentrycknivåerna är artesiska samt för att förhindra att skapa kontaktvägar till Fredriksdals grundvattenförekomst. För schakter med ett begränsat schaktdjup bedöms inga åtgärder i form av vattenfyllda schakt eller tätskärm behövas.

För schakter som görs med tätskärm eller där inga andra åtgärder gjorts kan skyddsinfiltation användas vid behov. Ytor som bedöms lämpliga för skyddsinfiltation har identifierats mellan E4 och

järnvägslinjen. Skyddsinfiltration kan vid behov hjälpa till att upprätthålla grundvattennivåerna vid E4. Skyddsinfiltrationen beskrivs i vattenverksamhet G18-002.

Produktionsbeskrivning: Beskriver G19-003 och Y19-001. Bron över dike till Norasjön och E4 planeras att genomföras med hjälp av omledning av E4 strax söder om trafikplats Vagnhärad. Inledande arbeten planeras vara markförstärkningsåtgärder för omledning av E4, detta planeras genomföras med KC-pelare, pålning, utskiftning och lättfyllning. Omledningen möjliggör byggnation av brostöd i mittremsan mellan norr- och södergående körfält på E4. Förstärkningsåtgärder och omledning E4 planeras ta cirka 6 månader.

Bron planeras att börja byggas från mitten, där grundläggning, bottenplatta och brostöd byggs norr och söder om E4 samt mellan körfälten på E4. Efter att överbyggnaden är färdig för dessa brostöd kan E4 åter ledas tillbaka. Dessa arbeten planeras att ta cirka 1 år.

Brobyggnationen från norr behöver samordnas med entreprenad för Tullgarnstunneln. Byggnationen från söder till norr kan påbörjas parallellt med omledningen av E4, även arbetena norrifrån påbörjas med fördel i ett tidigt skede. Byggtiden för anslutande brosektioner norr och söder om brosektionen över E4 planeras att ta cirka 2 år (norr) och cirka 1 år (söder).

Effektiv arbetstid är uppskattningsvis cirka 2 månader i Dike Vagnhärad (3 månader med härdning) dock påverkas vattenområdet under en längre tid eftersom arbetet sker i etapper.

Efter det kan brostöden påbörjas och arbetet uppskattas ta cirka 3 månader per brostöd.

Total byggtid cirka 3 år.

Y20-007 Omledning av rörledning km 20+040–20+110

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 5 Bilaga C.1. Åkerkulverten söder om E4 leds om längs en sträcka av cirka 130 meter (Y20-007) som anpassning till anläggningen och ansluts till befintlig trumma under E4.

Arbetet med diken beräknas ta cirka 1 månad.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Åkermarken avvattnas i rörlagt system med rinnriktning nordväst, genomleds i trumma under E4 och leds vidare i kulvert mot dike till Norasjön. Avrinningsområdet är 1,7 km², medelvattenföringen 0,012 m³/s och 50-års flödet 0,62 m³/s. Vid höga flöden överbelastas rörledning och trummor varvid marköversvämning kan uppstå i området.

Enligt jordartskartan planeras den nya åkerkulverten till mark som består av postglacial lera. Jordlagerföljden består av 1–2 meter torrskorpelera ovan 6–10 meter lera. Leran blir siltig och sandig mot djupet. Därunder påträffas ett friktionsjordlager på berg. Uppmätta grundvattennivåerna visar att artesiskt vatten upp till cirka 1 meter ovan markytan kan förekomma i området.

Produktionsbeskrivning: När E4 ska flyttas till nytt temporärt läge kommer ledning att förläggas och anpassas efter placering av brostöd under järnväg och byggvägen norr om E4.

7.4 Vagnhärads station km 20+250–21+040

Järnvägsanläggningen går i skärning genom ett skogsparti för att sedan gå på bank innan den passerar Kalkbruksvägen på bro. Längs sträckan ska Vagnhärads station byggas. Sedan går banan återigen i skärning och bank.

Sträckan består av fastmark med berg i dagen och mindre lerfyllda sänkor. Små uppbrutna grundvattenmagasin förekommer i friktionsjorden under leran i sänkorna. Huvudsaklig grundvattenströmning sker österut i de lerfyllda dalgångarna

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 5 i Bilaga C.1. Dike Vagnhärad km 20+000 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.4 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. I bilagan redovisas konsekvensutredning av höga flöden, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

G20-009 och Y20-005 Skärning för järnvägsanläggning km 20+290–20+590, skärning genom våtmark km 20+430–20+460

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Vid 20+290 går järnvägen ner i en som mest cirka 11 meter djup jord- och bergsskärning genom kuperad skogsmark. Skärningen pågår fram till cirka km 20+590 innan järnvägen övergår till bank. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Skärningen kommer medföra en permanent grundvattentrycknivåsänkning i jord och berg. Skärningens dränerande nivå kommer variera mellan cirka +33 till +34. Då terrängen är kuperad och grundvattentrycknivån varierar med topografin längs sträckan motsvarar skärningens dränerande nivå cirka 6 m under grundvattnets trycknivå i berg i den högre terrängen med berg i dagen och cirka 1 m under grundvattnets trycknivå i jord i den lägre terrängen vid våtmarken. Utöver skärningen planeras utskiftning mellan 20+400 och 20+480 på ytterligare cirka 1,5 meter, som kommer leda till en temporär grundvattenbortledning. Avvattning sker norrut via ledningar och diken till omgivande terräng.

Mellan km 20+430 och km 20+460 går skärningen (Y20-005) genom en våtmark (V20-001). Skärningen upptar cirka 1200 m² av våtmarksområdet. Skärningen som löper genom mitten av våtmarken är cirka 1 m djup, får en dränerande funktion och skär av strömningen genom våtmarken. Uppskattad arbetstid genom våtmarken är cirka 1 månad.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån varierar mellan cirka +35 och +45. Längs sträckan ligger berget ytligt med förekommande berg i dagen. Mellan km 20+400 och 20+460 sjunker bergnivån och största uppmätta djup till berg är cirka 6 meter. Jordlagren utgörs främst av morän som ställvis är överlagrad av lera. Lermäktigheterna är i huvudsak små med största uppmätta lerdjup om 3 meter vid cirka km 20+420. Grundvatten förekommer i friktionsjorden (i huvudsak slutna magasinförhållanden) samt i sprickor berget. Grundvattentrycknivåer i området följer topografin och varierar därmed i jord samt berg. Grundvattentrycknivå i jord ligger på cirka +35 och grundvattentrycknivå i berg ligger kring cirka +39 längs sträckan.

Våtmarken (V20-001) omfattar en yta på cirka 8 500 m² och har en långsmal utbredning med ett centralt genomgående dike som kantas av ytor med våtmarkskaraktär. Medelflödet till våtmarken är cirka 0,36 l/s och strömningsriktningen är mot nordväst.

G20-008 Skärning för ersättningsväg, söder om spår km 20+500–20+500

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. En ersättningsväg anläggs söder om spåret och skärning kommer utföras i jord och berg. Skärningen kommer innebära en permanent grundvattensänkning i jord och berg. Skärningens dränerande nivå kommer vara cirka +35 vilket motsvarar cirka 7 m under bedömd grundvattennivå i jord och berg. Avvattning sker norrut till omgivande terräng och befintlig väg via diken.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån inom området ligger omkring +40. Geologin i området utgörs av berg i dagen eller ytnära berg under morän. Grundvatten förekommer i moränen (öppna magasinförhållanden) och i sprickor i berget. Bedömd grundvattennivå ligger nära marknivå.

G20-007 Skärning för ersättningsväg, norr om spår km 20+500–20+500

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. En ersättningsväg anläggs väster om järnvägen och ansluter Fredriksdalsvägen med Kalkbruksvägen i söder. Ersättningsvägen kommer huvudsakligen att utföras i jordskärning. Principen för skärning beskrivs närmare i kapitel 4.2. Skärningen kommer innebära en permanent grundvattensänkning i jord. Dränerande nivå för skärningen kommer vara cirka +26 vilket motsvarar cirka 2 m under bedömd grundvattentrycknivå i jord. Avvattning sker norrut till omgivande terräng och befintlig väg via diken.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Området är kuperat och består av främst sandig morän med ställvis förekomst av berg i dagen men i vägens nordöstra del visar jordarskartan att marken består av glacial lera med angränsande berg i dagen. Inga geotekniska undersökningar har utförts för denna del av ersättningsvägen. Grundvatten förekommer i moränen (öppna magasinförhållanden) och bedömd grundvattennivå i jord ligger på cirka +28.

G20-006 Schakt för grundläggning av brostöd km 20+778–20+778

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Åtgärden avser schaktarbete för grundläggning av brostöd för GC-bro, se principen för grundläggningsmetoder i kapitel 5.3. Brostöden avses plattgrundläggas mot berg eller friktionsjord. Under tiden schaktning pågår erfordras tillfällig grundvattensänkning i jord. Avsänkingsnivån för schaktarbetet kommer utföras till cirka +28 vilket motsvarar cirka 4 meter under grundvattentrycknivån i jord. Arbetet med brostödsschakterna bedöms ta cirka 4 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån varierar mellan + 33 och +36. Jordlagerföljden bedöms utgöras av ett tunnare lager av lera ovan sandig siltig morän på berg men jorden och bergnivå är inte undersökt i det specifika läget. På östra sidan om järnvägen ligger berget strax under markytan eller i dagen och på västra sidan bedöms jorddjupet till som mest omkring 9 meter. Grundvatten återfinns i friktionsjorden under det tätande lerskiktet (slutna magasinförhållanden). Grundvattentrycket bedöms vara samma i jord samt berg och ligger på cirka + 32.

G20-002, G20-011, G20-012, G20-013, G20-014 Utskiftning km 20+630–20+890

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Mellan km 20+630 och 20+890 sker utskiftning av lösa jordlager under del av bankfyllningen där lermäktigheten är upp till 3 meter (se utförandebeskrivning för utskiftningar i kapitel 5.3.3). Vid större

lermäktigheter utförs bankpållning längs sträckan. För utskiftningen kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras. Avsänkingsnivån för utskiftningen varierar längs sträckan. Avsänkningen avses utföras till cirka +31 mellan km 20+630 och 20+730 (G20-002), motsvarande cirka 2 m under grundvattnets trycknivå. Mellan 20+740 och 20+770 (G20-011) kommer avsänkingsnivån utföras till cirka +32, vilket motsvarar cirka 1 m under grundvattnets trycknivå. Avsänkningen avses utföras till cirka +29 mellan km 20+780 och 20+830 (G20-012), motsvarande cirka 2 m under grundvattnets trycknivå. Mellan 20+840 och 20+850 (G20-013) kommer avsänkingsnivån utföras till cirka +31, vilket motsvarar cirka 1 m under grundvattnets trycknivå. Avsänkningen avses utföras till cirka +30 mellan km 20+860 och 20+890 (G20-014), motsvarande cirka 2 m under grundvattnets trycknivå. Arbeten med utskiftning bedöms pågå under cirka 2 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån i området varierar mellan +32 och +36. Längs sträckan påträffas jorddjup på upp till 9 meter. Jorden utgörs av sandig morän som i svackorna är överlagrat av glacial lera. Grundvatten förekommer i friktionsjord under lera, vilket innebär att slutna magasinförhållanden gäller huvudsakligen längs sträckan. Mellan km 20+840 och 20+850 förekommer friktionsjord i dagen, vilket innebär att öppet magasinförhållande gäller för G20-013. Bedömd grundvattentrycknivå i jord längs sträckan är marknära eller ligger cirka 1 meter under markytan.

G20-010 Dagvattenmagasin km 20+990–20+990

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Ett dagvattenmagasin (se beskrivning i kapitel 4.7.1) planeras cirka 140 meter öster om anläggningen vid km 20+990. Det är ett öppet magasin med en effektiv volym på 144 m³. Dagvattenmagasinet är av typen fördröjningsmagasin med det huvudsakliga syftet att flödesutjämna. Med effektiv volym menas den volym som kan magasineras. Magasinet botten- och utsläppsnivå ligger på cirka +30, vilket bedöms vara cirka 1 meter under grundvattentrycknivån, därför kan en permanent grundvattenbortledning ske genom dagvattensystemet.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Anläggningen ligger i en moränsluttning på gränsen till ett fastmarksområde. Dagvattenmagasinet bedöms ligga på ett ytligt lager av lera på morän. Eventuellt kan större lermäktigheter påträffas under den nordöstra delen av dagvattenmagasinet. Markytan ligger på cirka +31. Inga grundvattenmätningar är gjorda vid platsen, men grundvattennivån bedöms vara marknära eller ligga cirka 1 meter under markytan.

Y20-004, Y20-002, Y20-003 Upplagsyta inom våtmark km 20+800–20+980

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 6 Bilaga C.1. Upplagsytan (Y20-004) anläggs i våtmarksområdet vilket medför att hela våtmarken (V20-002) om 8 300 m² försvinner. Våtmarken fylls ut av upplaget och vattnet kommer att ledas igenom järnvägsbanken från västra till östra sidan av järnvägen genom en trumma (Y20-003). Norr om våtmarken finns ett tillflöde i form av ett mindre dike. I anslutning till detta dike planeras en trumma att anläggas (Y20-002) under en ny ersättningsväg, detta vatten leds vidare mot Y20-003. Information om trummorna presenteras i Tabell 6. Upplaget kommer användas under hela byggtiden för OLP4.

Tabell 6. Teknisk information om nya trummor och hydrologiska förhållanden

ID	Km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+25%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)
Y20-002	20+800	ca 19	600	0,03	0,08*10 ⁻³	35,95	35,81
Y20-003	20+850	ca 58	800	0,37	0,6*10 ⁻³	34,59	31,21

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marken är kuperad med berg i dagen eller ytnära berg. I svackor mellan berg i dagen utgörs jorden främst av sandig siltig morän. Marknivån varierar mellan +34 och +40. Avrinningsområdet till våtmarken är cirka 5 ha stort. Våtmarken avvattnas i sydöstlig riktning med en medelvattenföring på cirka 0,46 l/s.

G20-003 Schakt för brostöd km 20+975–21+015

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Lokalisering av järnvägsbron över Kalkbruksvägen fastställs i planprövningen. Brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Enligt föreslagen utformning utförs bron som en 40 meter lång plattbro av betong med 4 brostöd. Brostöden kommer dels att plattgrundläggas dels att pålgrundläggas. Det norra brostödet pålgrundläggs medan resterande brostöd plattgrundläggs, se kapitel 5.3 för beskrivning av respektive grundläggningsmetod. Under tiden schaktning pågår för grundläggning av brostöden erfordras tillfällig grundvattensänkning för att torrlägga schaktbotten. Avsänkning av grundvattentrycknivå för schaktarbetet kommer utföras till +29 vilket motsvarar cirka 4 m under grundvattnets trycknivå i jord. Tiden som brostödsschakterna bedöms stå öppna är cirka 8 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Befintlig väg vilken järnvägsbro passerar över ligger i en svacka i landskapet. Inom området varierar marknivån mellan +31 och +35. Jorden utgörs av varvig lera med inslag av siltskikt som med djupet övergår till finsandig silt följt av sand ovan friktionsjord. Underkant lera ligger som mest cirka 3 meter under ursprunglig markyta. Bergnivån varierar kraftigt och ligger som djupast cirka 9 meter under befintlig markyta men inom området för bron förekommer även ytnära berg eller berg i dagen. Grundvatten förekommer i friktionsjorden under leran (slutna magasinförhållanden). Grundvattentrycknivå i jord bedöms vara cirka +33.

G20-015 och G21-011 Utskiftning km 20+900–21+030

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Mellan km 20+900 och 21+030 sker utskiftning av lösa jordlager under del av bankfyllningen (se utförandebeskrivning för utskiftningar i kapitel 5.3.3). För utskiftningen kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras. Topografin och avsänkningsnivån för utskiftningen varierar längs sträckan och grundvattennivåerna i området bedöms vara marknära eller ligga cirka 1 meter under markytan. Därmed varierar avståndet från avsänkningsnivån för utskiftningen till grundvattentrycknivån och även grundvattensänkningens storlek längs sträckan. Mellan km 20+900 och 20+940 kommer avsänkningsnivån utföras till cirka +34, vilket motsvarar cirka 0,5 m under grundvattnets trycknivå, medan mellan km 21+015 och 21+030 avses avsänkningsnivån utföras till

cirka +31 vilket motsvarar cirka 4 m under grundvattnets trycknivå. Arbetet med utskiftningarna sammanfaller med arbetet för G20-003 och bedöms ta cirka 8 månader.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån i området varierar mellan +33 och +36. Vid planerad utskiftning utgörs jorden av sandig morän som i svackan är överlagrat av glacial lera. Mellan km 20+900 och 20+940 förekommer friktionsjord i dagen, vilket innebär att öppet magasinförhållande gäller för G20-015. Grundvatten förekommer i friktionsjord under lera mellan km 21+015 och 21+030, vilket innebär att slutna magasinförhållanden gäller för G21-011. Bedömd grundvattentrycknivå i jord längs sträckan är marknära eller ligger cirka 1 meter under markytan.

G21-007 Skärning för väg km 21+000–21+000

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 6 Bilaga C.1. Läget för järnvägsbron vid km 21+000 ligger i en svacka i landskapet där befintlig väg 838 (Kalkbruksvägen) passerar. För att klara frihöjden mot brokonstruktionen sänks Kalkbruksvägen med cirka 2 meter. Skärningen för att sänka vägprofilen kommer att utföras i jord, se principen för skärning i kapitel 4.2. Dränerande nivå för skärningen kommer vara cirka +35 vilket motsvarar cirka 1 meter under befintlig grundvattentrycknivå i jord. Avvattning sker österut via befintliga vägdiken till omgivande terräng. Skärningen kommer medföra permanent grundvattenbortledning i jord.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Markytan ligger kring +35 och lutar mot sydöst där Ostlänken korsar Kalkbruksvägen. I läget för vägens planerade skärning utgörs jorden av 1 till 2 m torrskorpelera eller lera med torrskorpekaraktär ovan någon meter varvig lera med siltskikt lokalt som underlagras av friktionsjord på berg. Bergnivån påträffas mellan 1,5 och 8,5 meters djup enligt utförda undersökningar vid järnvägslinjen. Grundvatten förekommer i friktionsjorden under leran (slutna magasinförhållanden). Bedömt grundvattentryck i jord är marknära.

Y21-003, Y21-004, Y20-012 Omledning av dike km 20+970–21+080

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheterna visas i Plan 6 Bilaga C.1. Anläggning av serviceväg medför justering av befintligt dike som utgörs av ett mindre dike genom skogsmark. Omledning av rinnvägen sker genom vägdiken (Y21-004, Y20-012) och trumma (Y21-003 dimension 400 mm). För profil se Blad 5 Bilaga C.3.

Arbetet med omledningen beräknas ta cirka 10 dagar.

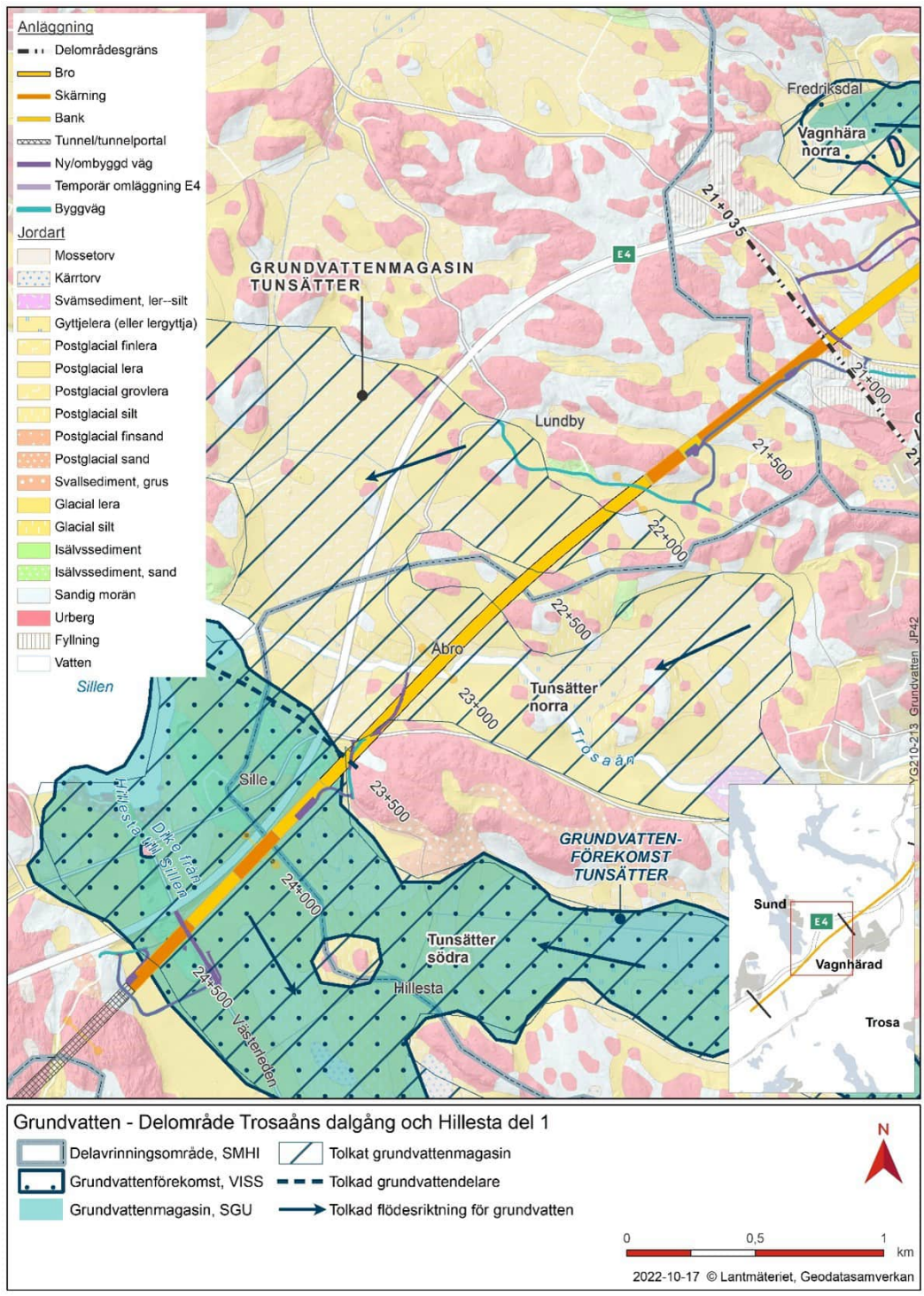
Beskrivning av förhållandena på platsen: Området för vattenverksamheterna är mestadels torrt och endast vid kraftiga regn förväntas det rinna vatten på platsen. Avrinningsområdet till dike Y21-004, trumma Y21-003 och Y20-012 är cirka 0,08 km² och medelvattenföringen cirka 0,55 l/s. Vattnet rinner i nordöstlig riktning till slutliga recipienten Norasjön.

7.5 Grundvattenmagasin Tunsätter och Trosaåns dalgång km 21+030–24+780

På sträckan planeras järnvägen att gå i upp emot 9 m djup skärning fram till km 21+660. Därefter går järnvägen på upp emot 2 m bankfyllning fram till km 21+730 och i som mest cirka 16 m djup skärning fram till km 21+920. Mellan km 21+920–23+640 går järnväg inledningsvis på bro och passerar Trosaån samt del av grundvattenmagasinet Tunsätter, dock bedöms ingen grundvattenbortledning bli aktuell i grundvattenförekomsten. Bron planeras att pågrundläggs eller plattgrundläggs efter utskiftning lösa jordlager. Trosaån passerar vid km 23+050 och Stationsvägen, väg 800, i km 23+400.

Brostöden placeras bredvid åfåran och bron går högt ovan ån. Söder om bron går järnvägen omväxlande i skärning och på bank vid passage av grundvattenförekomsten Tunsätter. Skärningens dränerande nivå vid grundvattenmagasinet Tunsätter planeras ligga ovan grundvattentrycknivån i magasinet, varför grundvattenbortledning i magasinet inte bedöms behövas.

Grundvattenmagasinet Tunsätter finns i friktionsjorden under leran i Trosaåns dalgång och efterföljande lågområde och har huvudsaklig utbredning i nordvästlig-sydöstlig riktning se Figur 35. Magasinet omgärdas i väster och öster av moränbäcklädda höjdområden. Mellan den norra och södra delen av magasinet, vid cirka km 23+500, förekommer en bedömd grundvattendelare. Norra delen av magasinet utgörs av friktionsjord som ovanlagras av 5–10 m tjockt lerlager. Södra delen av magasinet utgörs generellt av 1–2 meter varvig sandig/siltig lera ovan mäktiga, mer grovkorniga jordlager som i den övre delen består av silt/siltig lera och som mot djupet övergår till finsand/finsandig silt och grusig sandig siltig morän. Inom den norra delen av magasinet är bedömt grundvattenflöde mot sjön Sillen. Inom den södra delen förekommer en svagt sydöstlig gradient från sjön Sillen mot sjön Hållsviken belägen cirka 5 km söderut. Grundvattenförekomsten Tunsätter mynnar i Trosa kommuns dricksvattentäkt. För en översikt av grundvattnet se Figur 35.



Figur 35: Översiktskarta över grundvattenmagasin Tunsätter

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 6-8 i Bilaga C.1. Trosaån km 23+050 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.5 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. I bilagan redovisas konsekvensutredning av höga flöden, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

G21-009 och Y21-002 Skärning km 21+040–21+660, skärning genom våtmark km 21+470–21+500

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 7 Bilaga C.1. Där terrängen blir mer kuperad och karaktäriseras av skogsmark, passerar järnvägen i en jord- och bergskärning med upp till 9 meters djup fram till km 21+660 (se utförandebeskrivning i kapitel 4.2).

Topografin längs sträckan varierar och därmed varierar avståndet från dränerande nivå till grundvattentrycknivån och även grundvattensänkningens storlek. Som mest bedöms dränerande nivå vara upp till cirka 9 m under grundvattentrycknivån i berg och upp till cirka 5 meter under grundvattentrycknivån i jord längs sträckan. Mellan km 21+040 och cirka km 21+300 dräneras skärningen norrut medan från cirka km 21+300 till slutet av sträckan dräneras skärningen söderut. Skärningen kommer medföra permanent grundvattenbortledning i både jord och berg. Utöver skärningen planeras en utskiftning mellan km 21+440 och 21+515 om djupet till fast botten från schaktbotten är mindre än 3 meter. Ifall djupet till fast botten visar sig vara större än 3 meter kan användning av KC-pelare bli aktuellt.

Järnvägen korsar våtmarkens (V21-001) nordvästra del i cirka 4 m djup skärning och tillrinningsområdet till våtmarken. Cirka 830 m² av våtmarken V21-001 fylls ut. Skärningen löper över norra delen av våtmarken och får en dränerande funktion.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Mellan km 21+040 och 21+660 förekommer huvudsakligen skogsmark. Området är relativt kuperat och utgör en topografisk avgränsning mellan Vagnhärad och Trosaåns dalgång. Marknivån varierar mellan cirka +36 till +47 och en regional ytvattendelare (SMHI) ligger i cirka km 21+300. Fram till km 21+660 består marken till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller morän (sandig morän enligt jordartskartan). Mellan cirka km 21+440 och 21+500 påträffas ett område med lösa jordlager. Fast botten påträffas vid som mest 9,5 meters djup.

Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i friktionsjord eller som trycknivå i berg. I områden där morän går i dagen (öppna magasinförhållanden) är troligen grundvattenytan några meter under markytan och i de lerfyllda svackorna (slutna magasinförhållanden) är den däremot marknära och periodisk även artesisisk (cirka 0,1 m över markytan). Våtmarken (V21-001) bedöms vara i hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet där moränen går i dagen och i viss hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet i friktionsjord under lerlagret i randområdena i våtmarkens ytterkanter där våtmarken fylls på av uppträngande grundvatten. Grundvattentryck i berg bedöms variera mellan +35 och +45 mellan cirka km 21+050 och km 21+660.

Våtmarken omfattar en yta på cirka 4 690 m² och har en långsmal utbredning med blötare partier centralt och i de nordvästra delarna. Medelflödet till våtmarken är cirka 0,25 l/s med riktning mot sydöst. Tillrinningsområdet till våtmarken har en storlek på cirka 28 000 m². Handhållna slagsonderingar visar ett djup till fast botten (morän eller berg) på maximalt 9,5 meter.

G21-005, G21-008 Utskiftning km 21+675–21+725

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 7 Bilaga C.1. Mellan km 21+675 och km 21+725 grundläggs bankfyllningen för järnvägen på bergterrass eller bärkraftig morän efter lokala och relativt grunda utskiftningar av förekommande lösa jordlager. Mellan km 21+675 och 21+685 (G21-005) samt mellan km 21+710 och 21+725 (G21-008) sker utskiftning av lösa jordlager under del av bankfyllningen där lermäktigheten är maximalt 3 meter.

Utförandebeskrivning för utskiftningar beskrivs i kapitel 5.3.3. För utskiftningen kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras. Avsänkingsnivån för utskiftningen avses utföras till cirka +31 vilket motsvarar cirka 4 m under grundvattnets trycknivå i jord. Arbete med utskiftningarna bedöms ta cirka 1 månad.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Marknivån ligger på cirka +35. Geotekniska förhållanden är varierande i området. Jordlagerföljden består generellt av lera som underlagras av friktionsjord (sannolikt morän) och berg. Lermäktigheten under planerad järnväg och tillhörande konstruktioner där utskiftning planeras bedöms vara 1–3 meter. Utskiftningen ligger vid den norra gränsen till lösmarksområdet. Grundvatten förekommer i morän i mindre uppbrutna magasin. Grundvattenytan i moränen är marknära och periodisk även artesisk (cirka 0,1 till 1 m över markytan).

G21-010 Skärning km 21+730–21+920

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 7 Bilaga C.1. Där terrängen blir mer kuperad och karaktäriseras av skogsmark passerar järnvägen i som mest cirka 16 meters bergskärning från km 21+730 fram till km 21+920 (se utförandebeskrivning i kapitel 4.2). Dränerande nivå för skärningen kommer att vara cirka +34 vilket motsvarar upp till cirka 8 meter under grundvattentrycknivån i berg. Avvattning sker söderut och kommer medföra permanent grundvattenbortledning berg.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Längs denna del förekommer huvudsakligen skogsmark och området är relativt kuperat. Marknivån varierar mellan cirka +37 till +50. Marken består till största delen av fast mark i form av berg i dagen eller ett tunt moränlager på berg. Grundvatten förekommer i mindre uppbrutna magasin i friktionsjord eller som trycknivå i berg. Grundvattentryck i berg bedöms vara cirka +42.

G21-004, Y23-001 och Y23-002 Schakt för grundläggning av brostöd för bro över Trosaåns dalgång och Stationsvägen km 21+920–23+640, anläggande av spont för brostöd och erosionskydd vid Trosaån km 23+030–23+090

Beskrivning av planerad verksamhet eller åtgärd: Vattenverksamheten visas i Plan 8 Bilaga C.1. Vid km 21+920 planeras järnvägen att passera på bro över Trosaåns dalgång och Stationsvägen. Järnvägsbron utformas som en 1 720 meter lång betongbro med cirka 40 stöd och med ett tvärsnitt i form av lådbalksbro. Brons lokalisering fastställs i planprovningen. Brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Trosaån passerar vid km 23+050 och Stationsvägen i km 23+400. Brostöden på grundläggs eller plattgrundläggs efter utskiftning av upp emot 4 meter lösa jordlager. Arbeten planeras utföras enligt beskrivning för spontning i 5.2.1 och grundläggning i kapitel 5.3.2. Topografin längs sträckan varierar och sjunker huvudsakligen mot Trosaån. Därmed varierar avståndet från dränerande nivå till grundvattentrycknivån och även grundvattensänkningens storlek. Dräneringsnivån varierar mellan +7 och +23 vilket motsvarar som mest cirka 4 m under grundvattentrycknivån i jord.

Vattenverksamheten med spontning för schakt för brostöd (Y23-002) samt utläggning av erosionskydd (Y23-001) inom vattenområde i samband med brobyggnaden visas i Figur 36 och Figur 37, brokonstruktionen visas i Bilaga C.2. Flöden och vattennivåer redovisas i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Erosionskyddet (samkross och natursten) och bottensektioner visas i Bilaga C.5. Järnvägen planeras att löpa på bro över hela Trosaåns dalgång där den då även korsar Trosaån.

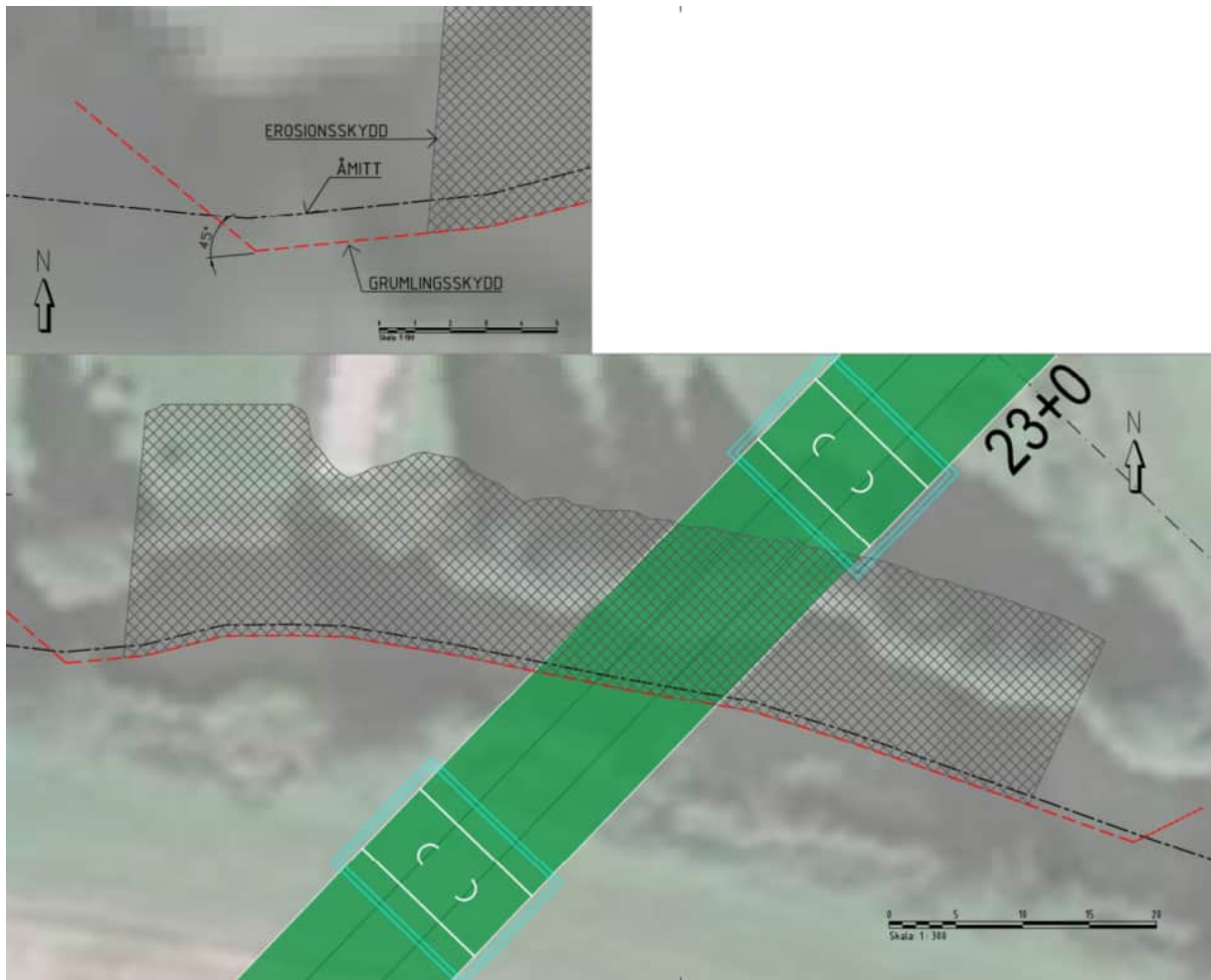
Bron kommer ha en spännvidd mellan brostöden över Trosaån på 48 meter och en fri höjd över vattenytan på cirka 18,9 meter vid medelvattenföring och 18,7 m ovan ytan vid medelhög vattenföring.

Järnvägsbrons brostöd vid Trosaån placeras vid sidan om vattendraget, utanför det definierade vattenområdet (HW100). Brostöden planeras att pågrundläggas, se Kapitel 5.3.1. Pålängden bedöms variera mellan 4 och 12 meter. På grund av brostödens närhet till Trosaån planeras arbetet med grundläggning av brostöden att utföras inom spont. Sponten förväntas under byggtiden fylla mindre än cirka 10 m² av vattenområdet (utanför åns utbredning vid medelvattenföring).

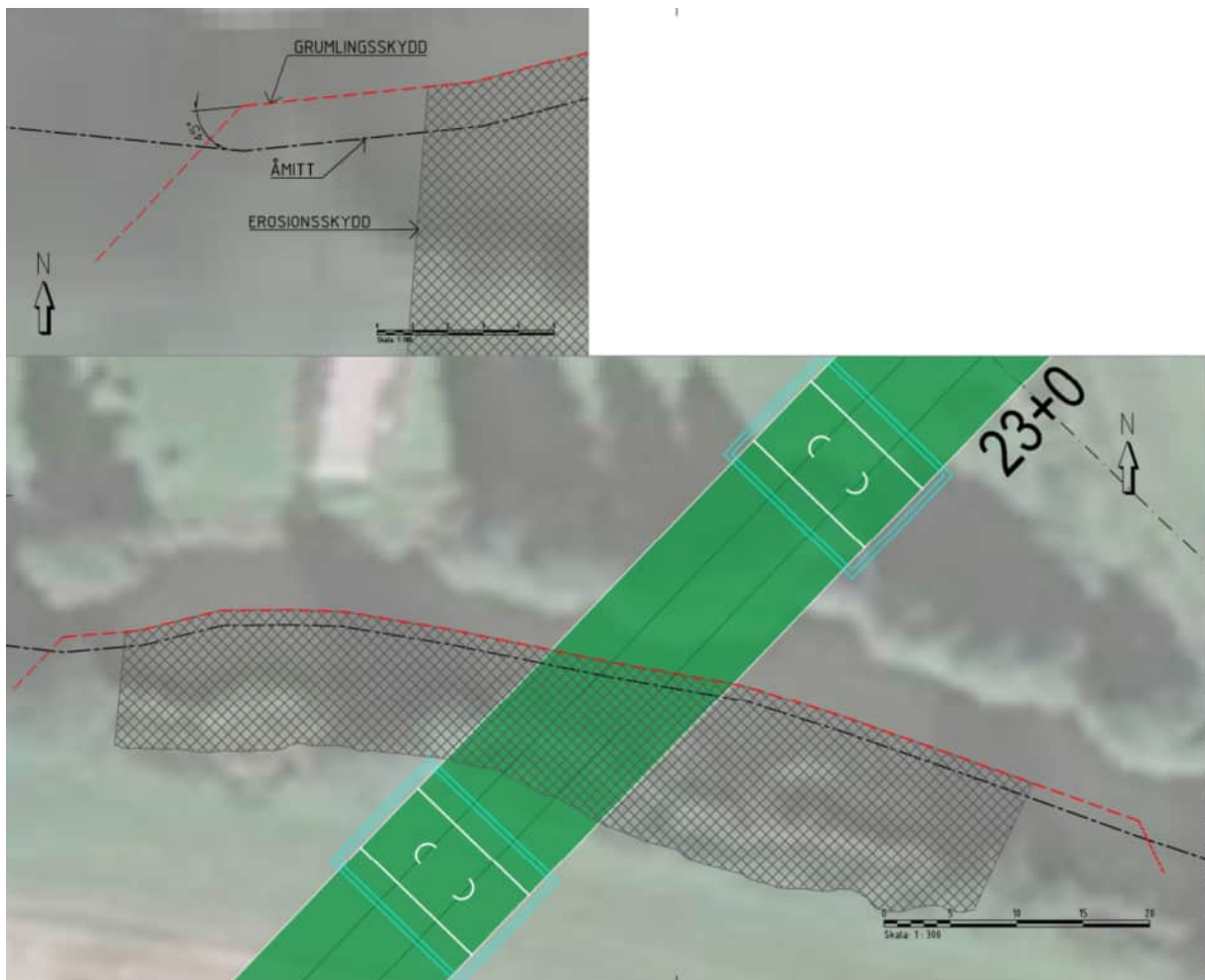
Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för Trosaån kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av cirka 500 m² av vattenområdet.

Befintliga slänter längs Trosaån är skredbenägna och utsatta för erosionsrisk och därför anläggs ett erosionsskydd, se kapitel 6.1.4, på vattendragets botten och stränder längs en cirka 80 m lång sträcka i anslutning till brostöden. Erosionsskyddet är dimensionerat utifrån vattenhastigheter, vattennivåer, släntlutning och jordarter. Detaljer till erosionsskyddet visas i Bilaga C.5 samt ritningar i plan och sektion i Bilaga C.2. 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. Åfårans sektion och profil med erosionsskydd har utformats för att inte komma i konflikt med tillståndet. I nuläget skiljer sig dock åsektionen något åt från tillståndet och erosionsskyddet följer i huvudsak befintlig utformning. Flödeskapaciteten påverkas inte av erosionsskyddet.

Erosionsskyddets utbredning bedöms uppgå till cirka 2100 m² och anläggs nästan uteslutande inom vattenområdet. Erosionsskydd anläggs genom att ett 0,5 meter tjockt lager befintligt botten- och släntmaterial schaktas ur och ersätts med krossmaterial samt natursten med rundade kanter som översta lager. Arbetet planeras från flotte eller ponton längs en strand i taget innanför grumlingskydd. Cirka 1300 m³ krossmaterial och natursten kommer att erfordras. Befintliga bottenmaterial schaktas i första hand ur genom grävning, eventuellt med komplettering av slamsug. De muddermassor som grävs upp vid utskiftningen läggs upp för avvattning, sannolikt i container, och forslas sedan bort. Lakvattnet som avrinner från de uppgrävda massorna samlas upp och genomgår ett sedimentationssteg innan det tillåts rinna ned i Trosaån.



Figur 36: Planerad anläggning av erosionskydd med grumlingskydd, norra sidan Trosaån. Vägbro/järnvägsbro visas i grönt, brostöd i vitt och sponter i turkos. Den norra sponten förväntas under byggtiden fylla mindre än cirka 10 m² av vattenområdet.



Figur 37: Planerad anläggning av erosionsskydd med grumlingskydd, södra sidan Trosaån. Vägbro/järnvägsbro visas i grönt, bröstöd i vitt och sponter i turkos.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Från km 21+920 och fram till km 23+400 består marken av lösa jordlager som överlagrar fast lagrad morän ovan bergytan. I den norra delen består de lösa jordlagren av glacial lera och i området kring Trosaån av glacial silt. Flera åkerholmar med morän eller berg i dagen påträffas. Mellan km 23+400 och 23+500 förekommer berg i dagen eller ett tunt moränlager på berg. Därefter följer ett område med ett ökat djup till bergytan. Jordlagren består av 2 till 4 meter lera som överlagrar växellagrade isälvssediment av lerig silt, silt, finsand och sand på morän och berg.

Markytan sjunker huvudsakligen mot Trosaån från +25 till +11, även om den stiger lokalt upp till +30 vid åkerholmar.

Bron passerar över grundvattenmagasin Tunsätter norra. Trycknivån hos grundvattnet i underliggande friktionsjord och morän är belägen cirka 4 m under markytan i norr och närmar sig markytan mot Trosaån. Närmast Trosaån förekommer artesiskt grundvattentryck i lerlagret. Söder om höjdparti (cirka km 23+500) ligger grundvattennivån i friktionsjord cirka 12 meter under markytan.

Vattendraget Trosaån är ett reglerat vattendrag som ingår i markavvattningsföretaget "Daga Härad vattenavledningsföretag år 1993". Markavvattningsföretaget berör ett omfattande område och reglerar bland annat nivåerna i sjön Sillen. Bild på Trosaån visas i Figur 38.

Järnvägen planeras att korsa Trosaån nedströms Sillen och avrinningsområdet här är 540 km² stort. Medelflödet uppgår till 3,8 m³/s och 100-års flödet till 25 m³/s. Trosaån är reglerad av två dammbyggnader intill Vagnhärad nedströms den planerade bron.



Figur 38: Bild på Trosaån. Orange pil visar strömningsriktningen.

Skyddsåtgärder: Skyddsåtgärder i form av tätskärm vid schakt för brostöd närmast ån, mellan cirka km 22+850-23+250. Tätskärm planeras i första hand att utföras som spont som slås i lås, och som tätas vid behov.

Grumlande arbeten utförs inom grumlingskydd, se kapitel 6.1.2. Grumlingskyddet läggs i mitten av vattendraget och ansluts till stranden med cirka 45 graders vinkel 5 meter uppströms respektive nedströms erosionsskyddsområdet. Skyddet byggs av spont i de delar som utsätts för påtagligt vattentryck, medan skyddet i de delar som löper parallellt med flödesriktningen alternativt kan utgöras av siltgardiner eller annan lösning med grumlingsbegränsande funktion. Om grumlingskyddet utgörs av siltgardin behöver det löpa cirka 1 meter bortanför åfårens mitt, sett från den sida av ån som arbetet pågår, för att kunna nå och arbeta i mitten av ån, se Figur 36 och Figur 37.

Grumlande arbete utförs innanför grumlingskyddet för en åsida i taget. Således kan vatten flöda på den sida av vattendraget som inte arbeten pågår i. Kontrollberäkning har gjorts av hydraulisk kapacitet vid halvering av åfåren och beräkningarna indikerar att grumlingskyddet med avdelning av åfåren inte medför någon besvärande dämning vid vare sig måttliga eller normalhöga flöden.

Produktionsbeskrivning: Beskriver vattenverksamheter G21-004, Y23-001, Y23-002. Bron över Trosaåns dalgång planeras att byggas från två fronter. En front börjar i norr, och arbetar sig söder ut. Den andra fronten börjar i söder, där en vägomledning genomförs för att kunna grundlägga och konstruera brostöd i konflikt med befintlig väg. Därefter byggs bron söder- och norrut. Innan brobyggnationen påbörjas planeras förberedande arbeten att genomföras, bland annat omledning av Stationsvägen, väg 800, samt skyddsportal över väg 800 (för att möjliggöra brobyggnationen samtidigt som väg 800 trafikerar). En ny ersättningsväg för väg 837 anläggs innan grundläggning av brostöd påbörjas för att skapa access under hela byggskedet mellan väg 800 och väg 837. De förberedande arbetena uppskattas ta cirka 1 månad.

Brobyggnationen planeras enligt ovan att byggas från två fronter. Flertalet arbetslag kommer troligen arbeta med grundläggning, formning, armering och gjutning av bottenplattorna. Därefter tar ett annat arbetslag vid och påbörjar arbetet med brostöden. Efter att ett antal brostöd är färdiggjutna och härdade kan exempelvis formställning för överbyggnad konstrueras varefter armering och gjutning för överbyggnaden kan påbörjas. Då bron är över 1,5 km lång möjliggörs parallellarbeten med grundläggning, bottenplattor, brostöd och överbyggnad. Brobyggnationen planeras ta cirka 2,5 år.

På samma sätt som brostöden till broarna planeras att uppföras på en sida av ån åt gången så kommer anläggning av erosionskydd att delas upp i två delar, norra och södra sidan av ån. I Figur 36 (brostöd 26 norr om) och Figur 37 (brostöd 27 söder om) visas principen för genomförandet i byggskedet i plan. När arbetet på den norra sidan är färdigställt, och vattnet innanför grumlingskyddet har klarnat, fortgår arbetena med erosionskydd på den södra åsidan. Total tid för byggnation av båda brostöden är cirka 9 månader inklusive byggnation, grumlingskydd, erosionskydd samt återställning. Vattnet kommer att flöda fritt under hela byggskedet på den sida där inga arbeten pågår.

Y24-002 Trumma km 24+300

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 9 Bilaga C.1. Omledning av åkerkulvert med ny trumma (Y24-002 dimension 1,2 m) under järnvägen som ansluter till befintlig trumma under E4, för profil se Blad 6 Bilaga C.3. Trumman läggs in tidigt i produktionskedet så byggtrafik kan köra över. Processen beräknas att ta som mest en vecka.

Beskrivning av förhållandena på platsen: Åkermarken söder om E4 avvattnas i åkerkulvertssystem. Vattnet rinner vidare norrut under E4, vidare i öppet dike mellan E4 och Stationsvägen, samt i öppet dike ned mot sjön Sillen. Medelvattenföringen vid det planerade trumläget är 0,03 m³/s och avrinningsområdet 5 km².

Trummor

Trummor där mindre vattenverksamheter utförs och som inte beskrivs i kapitlen ovan redovisas i Tabell 7. Vattenverksamheten visas i Plan 7 Bilaga C.1.

Tabell 7. Övriga trummor, som inte ingår i beskrivningar ovan, km 21+035–24+780.

ID	Km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+25%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)
Y21-005	21+740	ca 11	600	0,02	0,1 [*] 10 ⁻³	31,60	30,34

7.6 Hillesta km 24+780–26+010

Längs denna sträcka går järnvägen i bergtunnel (Hillestatunneln). Bergtunneln är som djupast cirka 45 m under markytan. Från bergtunneln går järnvägen sedan i en kortare betongtunnel och sedan i förskärning med största djup 18 meter.

Tunneln går genom ett bergparti med en svacka i terrängen kring cirka km 25+120. Marken i sänkan är sank med stående vattenyta och uppmätt grundvattennivå i friktionsjord ligger nära markytan. Det förekommer generellt grundvatten i de lerfyllda sänkorna ovan berget. En grundvattendelare ligger troligtvis strax väster om järnvägen och delar upp grundvattenflödet i ett nordligt och ett sydligt flöde.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 9 i Bilaga C.1. Våtmark uppströms Rensjön km 25+500 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.6 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av höga flöden redovisas, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

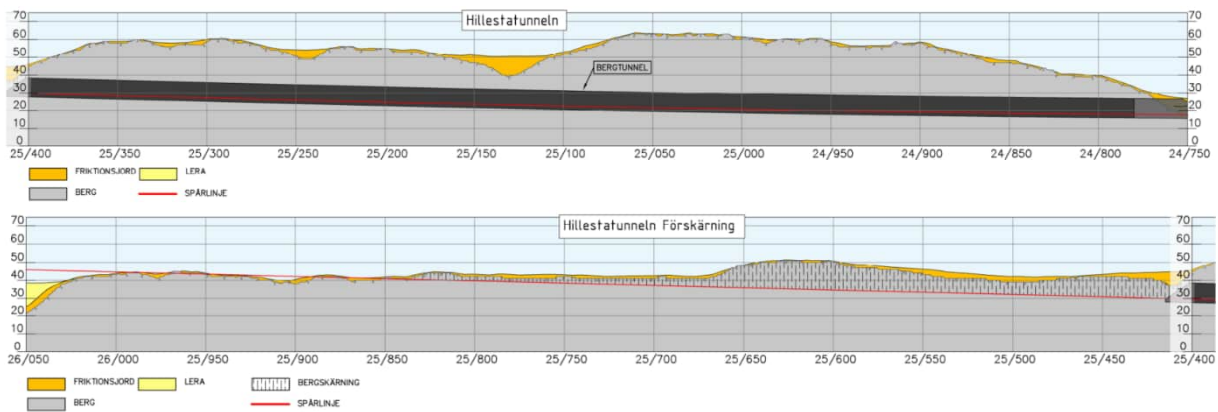
G24-002 Hillestatunneln inklusive förskärning km 24+780–26+010

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 10 Bilaga C.1. Järnvägen går i en cirka 620 meter lång bergtunnel kallad Hillestatunneln mellan km 24+780 och 25+399. Efter tunneln passerar järnvägen över kuperad skogsmark i som mest cirka 18 meter djup skärning fram till järnvägsbron över Gamla landsvägen (se utförandebeskrivning i kapitel 4.2). Hillestatunneln planeras att drivas med en front från söder mot norr enligt den beskrivna metoden i kapitel 5.1.1. Tunneln och förskärningens profil visas i Figur 39.

Längs sträckan kommer bortledning av inläckande vatten till tunnel och skärning ske vilket medför permanent grundvattensänkning i jord och berg. 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, se Figur 39. Tunneln kommer att som djupast vara belägen cirka 45 m under markytan vid cirka km 25+050 och som mest drygt 35 meter under grundvattentryck i berg. Dränerande nivå för förskärningen kommer variera mellan +27 och +37 vilket motsvarar som mest 18 meter under befintlig grundvattentrycknivå i berg.

Ingen tätning i skadeförebyggande syfte kopplat till omgivningspåverkan från grundvattensänkning planeras för Hillestatunneln, dock kan tätning komma att utföras vid behov avseende produktion, arbetsmiljö och driftsynpunkt.

Hantering av länshållningsvatten och dränvatten beskrivs i Kapitel 8.



Figur 39: Profil över Hillestatunneln och förskärning söder om tunneln.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Bergtunneln passerar under ett område med berg i dagen eller med ett tunt skikt av morän ovan bergytan, förutom två lokala svackor med lera. Efter bergtunneln (i km 25+400) består marken av lera ovan morän och berg. Lerdjup om som mest cirka 6 meter och djup till bergytan om som mest cirka 7 meter har uppmätts innan marken återigen består av morän på berg i km 25+440. Fram till sankmarksområdet i cirka km 26+030 består marken av berg i dagen eller ett ytligt moränlager på berg. Markytan varierar mellan cirka +35 och +65, med generellt högsta nivåer i norr och lägre nivåer längre söderut. Bergtäckningen för tunneln varierar längs sträckan och framgår av Figur 39. Baserat på kartering av borrhälor består bergmassan huvudsakligen av sedimentgnejs eller gnejsgranit.

Längs sträckan bedöms inget större sammanhängande grundvattenmagasin finnas. Grundvatten förekommer i friktionsjord (både öppna och slutna magasinförhållanden) samt i sprickor i berg, grundvattentrycknivån bedöms i huvudsak vara liknande i jord och berg. Topografin längs tunnelsträckningen varierar kraftigt och grundvattentrycknivåerna i området bedöms vara marknära, strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Artesiskt grundvattentryck i jord förekommer ställvis i svackor. Eftersom marknivån varierar kraftigt längs sträckan varierar därmed även grundvattentrycknivåerna stort, se Figur 39.

Produktionsbeskrivning: Bergtunneldrivningen planeras att genomföras uteslutande från söder till norr. Det kommer behövas omledning av Västerleden. De bergarbeten som förväntas behöva göras från norr är förskärning till den norra tunnelmynningen. Produktionen vid det norra tunnelpåslaget med förskärningen, jordschakt, mindre bergschakt och betongarbeten planeras ta cirka 1 år.

Innan tunneldrivningen från söder kan påbörjas behöver delar av den cirka 600 m långa bergschakten färdigställas. Arbeten med jord och bergschakt i linjen kommer att starta vid cirka km 26+020 och gå norrut till cirka 25+399 där tunneldrivning för tunnel Hillesta startar. Förskärning och bergtunneldrivning planeras ta cirka 1,5 år.

G25-001 Uttag av processvatten för tunneldrivning Hillestatunneln km 25+400

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 10 Bilaga C.1. För tunneldrivningen av Hillestatunneln kommer processvattnet behöva tas ut under tiden arbetet pågår vilket kommer medföra tillfällig grundvattenbortledning i området.

Uttagsbehovet vid Hillestatunneln, beläget vid södra tunnelpåslaget till Hillestatunneln motsvarar drygt 60 m³/dygn (cirka 2600 l/h) och uttaget ska tas ut under en byggtid motsvarande 1 år.

De geologiska förhållandena på platsen innebär dåliga förutsättningar för uttag av vatten från jordlagret. Bäst förutsättningar för vattenuttag bedöms i stället finnas i berg. Med en bedömd uttagskapacitet på 700 l/h per brunn räcker det med fyra brunnar på platsen. I området finns det gott om plats att borra fler brunnar om inte behovet uppnås med fyra brunnar. Brunnar kan placeras på intilliggande etableringsyta. Inom arbetsområdet bedöms yta för extra magasinering av rent processvatten finnas om behov uppstår.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Behovet av processvatten för tunneldrivning vid Hillesta södra ligger i höjd med km 25+400. Området utgörs främst av ytligt berg och berg i dagen med tunnare ler- och moränlager mellan bergsområdena. Efter bergtunneln (i km 25+400) består marken av lera med sand- och siltskikt ovan morän och berg. Lerdjup om som mest cirka 6 meter och djup till bergytan om som mest 7 meter har uppmätts innan marken återigen består av morän på berg i km 25+440. Baserat på kartering av berg i dagen består bergmassan huvudsakligen av sedimentgnejs eller gnejsgranit, bergkvaliteten bedöms som bra.

Grundvattnet förekommer i mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Artesiskt tryck i jord förekommer periodvis i svackan mellan km 25+400 och 25+600 där grundvattennivån kan vara upp till cirka 0,5 meter över markytan. Strömningsriktning bedöms följa markytans lutning. Bedömt medelgrundvattentryck i berg vid km 25+390 är cirka +48 vilket motsvarar cirka 1 meter under markytan.

Uppskattning om bergets uttagskapacitet, baserat på schablonvärden från SGU samt erfarenhet från brunnsborrhare, antagits vara cirka 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.

De tunna jordlagren gör att området bedöms som ogynnsamt för uttag av grundvatten i jordmagasinet.

Y25-004, Y25-002, Y25-003 Schakt för järnvägsskärning i vattenområde, vall för skydd mot vatten samt omledning och fördjupning av dike km 25+390–25+530

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheterna visas i Plan 10 Bilaga C.1. Järnvägsanläggningen anläggs i skärning i vattenområde (Y25-004) vid mindre vattendrag mot Rensjön, skärningen beskrivs även i vattenverksamhet G24-002. För att förhindra att ytavrinning och markvatten rinner ner i skärningen anläggs vall (Y25-002) som blockerar flödet norrifrån och ett nytt dike (Y25-003) anläggs nordväst om vallen med rinnriktning mot E4 i norr. Diket utgår från dagens marknivåer invid järnvägsskärningen och lutar västerut varvid diket medför ökad avvattning av marken intill diket. Den ökade avvattningen av omgivande mark är dock inte syftet utan en följd av bortledningen från järnvägsskärningen. Som djupast är diket cirka 1 m under befintlig mark. Vallens längd är cirka 82 meter (varav 65 m inom vattenområde), släntlutningen 1:6 och krönhöjden +43,5. Dikeslängden är cirka 190 meter (varav 68 m inom vattenområde) och dikets profil och sektion redovisas i Blad 7 Bilaga C.3. Vall och dike är dimensionerat för att skydda järnvägen vid regn upp till regnklass 3 med klimatfaktor 1,38 (1,18 m³/s).

Åtgärden medför att avrinningsområdet om 0,03 km² uppströms vallen inte längre rinner via Rensjön och Brännvreten mot Sillen utan i stället rinner direkt mot Sillen. Åtgärden medför en minskning om

0,3 l/s mot Rensjön och Brännvreten vid medelvattenföring vilket utgör cirka 0,9 % av Rensjöns befintliga medelvattenföring.

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av cirka 3 100 m² av vattenområdet.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Avrinningsområdet i dalgången väster om den planerade järnvägen rinner idag öster ut mot Rensjön, därefter mot Brännvreten och vidare mot sjön Sillen. Avrinningsområdet till där vattnet korsar järnvägen är cirka 0,03 km², medelvattenföringen 0,0003 m³/s och 50-års flödet 0,18 m³/s.

Där järnvägsanläggning korsar vattenområdet (Y25-004) består marken främst av glacial lera enligt jordartskartan. Utförda undersökningar visar upp till 4 meter lera ovan friktionsjord på berg. Enligt jordartskartan ligger det nya diket (Y25-003) på glacial lera medan vallen (Y25-002) anläggs delvis på glacial lera och delvis på morän.

Produktionsbeskrivning: Arbetet sker söderifrån mot bergtunneln. Uppskattat effektiv arbetstid vid antagen 2-skift är cirka 130 arbetsdagar för berg- och jordschakt. Arbetet att dika ur, leda om och bygga vall uppskattningsvis cirka 1–2 månader.

7.7 Sillekrog km 26+010–27+860

Längs sträckan går spårlinjen på omväxlande bank och skärning genom ett höjdområde. Järnvägsanläggningen passerar tre större topografiska lågpunktsområden. Över två av dessa går spårlinjen på bro där den passerar vattendrag. Över den tredje lågpunkten går spårlinjen på bank. Spåret grundläggs till största delen på utskiftning.

Jordlagerföljden utgörs generellt av några meter morän ovan berg. I områden med topografiska lågpunkter återfinns även lera ovan moränen. Generellt antas grundvattenytan vara någon till några meter under markytan, dock med undantag för de lerfylla lågområdena. I dessa områden antas marknära, och periodvis även artesiska, grundvattennivåer.

Nedan beskrivs de vattenverksamheter som är aktuella för sträckan. Vattenverksamheterna illustreras i Plan 10-11 i Bilaga C.1. Dike som avvattnar Rensjön km 26+050 och Tillflöde till dike som avvattnar Rensjön km 27+250 beskrivs i mer detalj i kapitel 3.7 och 3.8 i Bilaga C.4 PM Beräkningar ytvatten. Konsekvensutredningen av höga flöden redovisas, samt vilka geografiska förutsättningar, tekniska förutsättningar och modellförutsättningar som använts.

G26-001 Schakt för grundläggning av brostöd för Järnvägsbro över gamla landsvägen km 26+022–26+095

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 11 Bilaga C.1. Järnvägen kommer gå på en 73 meter lång balkbro av betong med 5 stöd som spänner över ett sankt område med diket som rinner från Rensjön till Brännvretens våtmark. Bron beskrivs även i ytvattenverksamhet Y26-003 nedan. 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. Landfästena för järnvägsbron plattgrundläggs på berg eller bärkraftig morän efter utskiftning av lösa jordlager. De två nordligaste mellanstöden på grundläggs och det sydligaste mellanstödet plattgrundläggs på berg eller bärkraftig morän efter utskiftning av lösa jordlager. För

anläggande av brostöden kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras, se utförandebeskrivning i kapitel 5.4. Avsänkingsnivån för schakt vid anläggning av brostöd kommer vara cirka +35 vilket motsvarar cirka 4 meter under grundvattennivån i jord. Brostödsschakten bedöms stå öppna under cirka 6 månader.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Järnvägen passerar på bro över ett sankmarksområde där markytan varierar mellan +38 och +44. Fram till sankmarksområdet i cirka km 26+030 består marken av berg i dagen eller ett ytligt moränlager på berg. Sankmarken sträcker sig fram till cirka km 26+090 och jordlagerföljden här består av 0,5–3,5 meter gyttjelera eller lera med växtdelar ovan lera på friktionsjord som underlagras av berg. Leran betecknas som glacial lera enligt jordartskartan. Största lermäktigheten på leran (11 meter) har uppmätts i cirka km 26+060. Därefter består marken mestadels av berg i dagen eller ett ytligt lager av morän ovan berg fram till cirka km 27+000. Grundvattennivåerna bedöms ligga marknära.

Y26-003, Y26-004, Y26-005, Y26-006, Y26-007, Y26-008 Arbeten i vattenområde vid dike som avvattnar Rensjön med anläggning av brostöd för järnväg, anläggning av trummor och omledning av dike som avvattnar Rensjön km 26+030–26+090

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheterna visas i Plan 11 Bilaga C.1. Järnvägsbro med cirka 5 brostöd (Y26-003) anläggs inom vattenområde för dike som avvattnar Rensjön. Bron beskrivs även i grundvattenverksamhet G26-001 ovan. I anslutning till järnvägsbron anläggs även serviceväg och ersättningsväg för gamla landsvägen (Y26-008). Under vägarna inom vattenområdet anläggs trumma för lokal omledning av utloppsdike från Rensjön (Y26-006 diameter 800 mm), genomledning av utloppsdike från Rensjön (Y26-004 diameter 1,2 m) samt trumma för genomledning av vatten mot dike från Rensjön (Y26-005). Nya dikesanslutningar (Y26-007) görs för anpassning till omledningen vid trumma (Y26-006). Längden av omledningen, dike och trumma, är cirka 60 meter. Totala arean för arbetet inom vattenområdet är cirka 2 300 m². Se Blad 8 Bilaga C.3 för profil av planerade trummor och diken (Y26-004, Y26-006, Y26-007) samt Tabell 8 för uppgifter om enskild trumma (Y26-005). För planerad broprofil se Bilaga C.2.

Ersättningsvägen för gamla landsvägen läggs lågt för att få tillräcklig frihöjd mot järnvägsbron. Vägen riskerar att översvämmas enstaka år och anpassas för detta genom överbyggnad som tål översvämning.

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för dike som avvattnar Rensjön kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av cirka 2 200 m² av vattenområdet.

Tabell 8. Teknisk information om nya trumman som inte beskrivs i Bilaga C.3 och flödesförhållanden.

ID	Km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+25%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)
Y26-005	26+060	ca 15	500	0,01	0,04*10 ⁻³	38,98	38,16

Beskrivning av förhållanden på platsen: Järnvägen korsar diket som avvattnar Rensjön cirka 355 meter nedströms Rensjön. Diket rinner vidare mot Brännvreten och därefter mot sjön Sillen. Avrinningsområdet till platsen är cirka 3 km², medelvattenföringen 0,03 m³/s och 50-års flödet

0,35 m³/s. En kortare sträcka nedströms den planerade järnvägs korsningen leds vattnet genom en vägbank med begränsad genomledningskapacitet som styr vattennivåerna vid järnvägs korsningen vid höga flöden.

Jordlagerföljden består av 0,5-3,5 meter gyttjelera eller lera med växtdelar ovan lera på friktionsjord på berg. Största lermäktigheten är 11 meter.

Produktionsbeskrivning: Arbetet planeras att ske i etapper med flera omledningar av vägar under produktionen. Arbetet uppskattas pågå 8–10 månader.

Skyddsåtgärd: Som skyddsåtgärd i Dike som avvattnar Rensjön (NO4-13636) 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).

G26-002 Utskiftning km 26+100-26+470

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 11 Bilaga C.1. Från km 27+100 till 26+470 sker utskiftning av lösa jordlager fram till cirka 2 meters djup under bankfyllningen, vilket bedöms motsvara upp till cirka 3 m under bedömd grundvattennivå i jord. För utskiftningen kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras. Arbetet med utskiftningen bedöms pågå under cirka 3 månader.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Från cirka km 26+100 och fram till km 26+470 förekommer lösa jordlager i vissa undersökningspunkter. Marken består av mestadels berg i dagen eller ett ytligt lager av morän ovan bergytan som lokalt överlagras av någon meter lera/silt. Två tydliga lågpunkter påträffas längs sträckan, en svacka vid km 26+220 (som mest 2 meter lera har uppmätts) och en svacka vid km 26+320 (som mest 5 meter lösa jordlager av lera och silt har uppmätts). Marknivån längs sträckan varierar i huvudsak mellan +40 och +50 med lutning mot nordöst. Grundvatten förekommer i morän i mindre uppbrutna magasin, vilka delvis överlagras av lera längs sträckan. Grundvattennivån i friktionsjord ovanpå berg varierar mellan att vara marknära till att vara cirka 2 meter under markytan.

G26-003 Utskiftning km 26+640-26+900

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 11 Bilaga C.1. Från km 26+640 till km 26+900 sker utskiftning av lösa jordlager fram till 1 meters djup, vilket bedöms motsvara upp till cirka 1 m under bedömd grundvattennivå i jord. Lokalt krävs ingen utskiftning. För utskiftningen kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras. Arbetet med utskiftningen bedöms pågå under cirka 3 månader.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Från cirka km 26+640 och fram till km 26+900 förekommer lösa jordlager i vissa undersökningspunkter. Marken består av mestadels berg i dagen eller ett ytligt lager av morän ovan bergytan som lokalt överlagras av någon meter lera/silt. Marknivån längs sträckan varierar i huvudsak mellan +49 och +50 med lutning mot sydväst. Grundvatten förekommer i morän i mindre uppbrutna magasin, vilka lokalt överlagras av lera längs sträckan. Det bedöms att grundvattennivån i jord varierar mellan cirka 2 meter under markytan och att vara marknära.

Y27-003, Y27-004, Y27-005, Y27-006, Y27-007, Y27-008, Y27-009, Y27-010, Y27-011, Y27-012 Arbeten i vattenområde vid tillflöde till dike som avvattnar Rensjön km 27+010–27+350

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheterna visas i Plan 12 Bilaga C.1.

Järnvägsbankar och brokoner (Y27-010, Y27-011) samt järnvägsbro med cirka 8 brostöd (Y27-005) anläggs inom vattenområde vid tillflöde till dike som avvattnar Rensjön. Bron beskrivs även i grundvattenverksamhet G27-002 nedan. I anslutning till järnvägsbron anläggs även serviceväg och räddningsväg inom vattenområdet (Y27-007). Under räddningsvägen inom vattenområdet anläggs trumma (Y27-004 dimension 800 m) för lokal omledning av och genomledning av tillflöde till dike som avvattnar Rensjön. Vid trumman justeras även diket för anslutning mot trumman (Y27-003) och sektionen fördjupas nedströms anslutningen (Y27-012). Fördjupningen/sänkningen medför något ökat avvattningsdjup lokalt längs den fördjupade dikessträckan nedströms anläggningen. Avvattningen är dock en bieffekt och syftet med åtgärden är genomledning med teknisk anpassning till järnvägsanläggningen. Totala längden av dikesomledningen och sektionjusteringen inklusive trumman är cirka 130 m.

En lokal omledning av tillflöde till dike som avvattnar Rensjön görs även vid servicevägen med trumma Y27-008 (dimension 500 mm) samt dikesanslutning Y27-009 och ytterligare en trumma (Y27-006) läggs inom vattenområdet under servicevägen för genomledning av ett mindre tillflödesdike till dike som avvattnar Rensjön. Totala längden av denna dikesomledning inklusive trumma är cirka 140 m.

Inom det tillfälliga markanspråket i vattenområdet för tillflöde till dike som avvattnar Rensjön kan även andra tillfälliga arbeten bli nödvändiga, t.ex. etableringsytor, och som mest uppta en area av cirka 1 700 m² av vattenområdet.

Se Blad 9 Bilaga C.3 för profiler av planerade trummor (Y27-004, Y27-008) och diken (Y27-003, Y27-012, Y27-009) samt Tabell 9 för uppgifter om enskild trumma (Y27-006). För broprofiler se Bilaga C.2.

Totala arean för arbetet inom vattenområdet är cirka 7 300 m².

Tabell 9. Teknisk information om nya trumman som inte beskrivs i Bilaga C.3 och flödesförhållanden.

ID	Km-tal	Längd (m)	Dimension (mm)	HQ _{50+25%} (dimensionerande flöde) (m ³ /s)	Medelflöde (m ³ /s)	VG In (RH-2000)	VG Ut (RH-2000)
Y27-006	27+310	ca 10	500	0,18	0,5*10 ⁻³	37,74	37,05

Beskrivning av förhållanden på platsen: Tillflödet till dike som avvattnar Rensjön löper genom en flack dalgång med en utdikad tidigare sankmarksmiljö. Avrinningsområdet till platsen är cirka 1,5 km², medelvattenföringen 0,02 m³/s och 50-års flödet 1,1 m³/s.

Mellan km 27+120 och 27+340 påträffas lera som lokalt utgörs av torrskorpelera överst eller av lera med växtdelar. Leran har en total mäktighet mellan 3 och 10 m och innehåller ställvis grus, sand och silt.

Produktionsbeskrivning: Totalt kommer arbete ske i området i cirka 1,5 år. Själva arbetet med diket uppskattas till cirka 2 veckor.

Skyddsåtgärd: Som skyddsåtgärd i tillflöde till Dike som avvattnar Rensjön (NO4-13644) kommer groddjursstängsel att användas. Groddjursstängsel placeras ut inom den period som groddjur inte finns i vattnet (1 oktober till 28 februari). Arbete i vattendraget ska ske i torrhet eller med omledning av vattnet förbi arbetsområdet för att förhindra grumling (Kapitel 6.1.2).

G27-007, G27-008, G27-006 Utskiftningar för serviceväg och landfästen km 27+000–27+120

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheterna visas i Plan 12 Bilaga C.1. Mellan km 27+000 och 27+120 sker utskiftningar av lösa jordlager (se utförandebeskrivning för utskiftningar i kapitel 5.3.3). För utskiftningarna kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras. Utskiftning har förutsatts utföras till underkant lera. Avsänkingsnivån för utskiftningen avses utföras till cirka +33 vilket motsvarar upp till cirka 4 m under bedömd grundvattennivå i jord.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Marknivån längs sträckan varierar kraftigt. Mellan km 27+000 och km 27+120 består jordlagerföljden av cirka 1 meter lera med torrskorpekaraktär ovan upp till 8 meter varvig lera med siltskikt. Leran överlagrar friktionsjord ovan berg. Grundvatten förekommer i friktionsjord under lera (slutna magasinförhållanden) samt i sprickor i berg. Grundvattentrycknivån i jord längs sträckan bedöms vara marknära.

G27-002 Schakt för grundläggning av brostöd för järnvägsbro km 27+120–27+340

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 12 Bilaga C.1. Från km 27+120 till km 27+340 planeras järnvägen att passera på bro över svacka. Bron utformas som en 220 meter balkbro av betong med 9 stöd som spänner över en svacka i terrängen som tidigare varit jordbruksmark, men som i dagsläget består av avverkad skogsmark. Bron beskrivs även i ytvattenverksamhet Y27-005 ovan. Brons lokalisering fastställs i planprovningen. Brostödens exakta placering och antal kan dock komma att justeras i senare detaljprojektering. Båda landfästena och samtliga mellanstöd förutom två plattgrundläggs på bärkraftig morän eller berg efter utskiftning av lösa jordlager. Övriga två mellanstöd på grundläggs. För schakt för grundläggning av brostöd kommer temporär grundvattenbortledning på 5–8 meter i jord erfordras. Arbete med brostödsschakter bedöms ta cirka 10 månader.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Mellan km 27+120 och 27+340 påträffas lera som lokalt utgörs av torrskorpelera överst eller av lera med växtdelar. Leran har en total mäktighet mellan cirka 3 och 10 m och innehåller ställvis grus, sand och silt. Friktingsjord ovanpå berg har en mäktighet upp till 1 meter. Berg har påträffats cirka 10,5 m under markytan vid den största lermäktigheten. Marknivån längs sträckan varierar i huvudsak mellan +40 och +37.

Grundvattnet förekommer i mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Grundvattennivån i friktionsjord under lera bedöms variera mellan 2 meter under markytan till upp till 1 meter över markytan, vilket innebär att grundvattentrycket delvis är artesiskt. Strömningsriktning är från sydväst till nordost.

G27-010, G27-011, G27-009, G27-003 Utskiftningar för ersättningsväg norr respektive söder om spår samt för grundläggning av bankfyllning km 27+220-27+460

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheterna visas i Plan 12 Bilaga C.1. Mellan km 27+220 och 27+315 sker utskiftning av lösa jordlager under del av bankfyllningen där lerdjupet är begränsat. Utskiftningen sker mellan km 27+120 och km 27+315 samt mellan km 27+310 och km 27+325 under del av bankfyllningen för ersättningsväg norr om spåret (G27-010) respektive söder om spåret (G27-011). Mellan km 27+325 till 27+345 (G27-009) och mellan km 27+400 till km 27+460 (G27-003) grundläggs bankfyllningen för järnvägen på bergterrass eller bärkraftig morän efter lokala och relativt grunda utskiftningar av förekommande lösa jordlager. Utförandebeskrivning för utskiftningar beskrivs i kapitel 5.3.3. För utskiftningen kommer temporär grundvattenbortledning i jord erfordras. Dränerandenivå vid utskiftningarna under del av bankfyllningen för ersättningsväg är cirka +35 vilket motsvarar upp till cirka 4 m under bedömd grundvattennivå i jord. Dränerandenivå vid utskiftningarna för grundläggning av bankfyllningen för järnvägen är cirka +34 för G27-009 och cirka +39 för G27-003 vilket motsvarar upp till cirka 4 m under bedömd grundvattennivå i jord. Arbete med utskiftningarna bedöms ta cirka 3 månader.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Jordlagerföljd mellan km 27+120 och 27+460 består av några meter lera eller torrskorpelera ovan lite friktionsjord på berg. Leran har en mäktighet på cirka 3 m eller mer och innehåller ställvis grus, sand och silt. Marknivån längs sträckan varierar mellan +37 och +38. Marknivån längs sträckan varierar kraftigt och lutar generellt mot öst.

Grundvattnet förekommer i mindre uppbrutna grundvattenmagasin. Grundvattennivån i friktionsjord under lera varierar mellan 1 meter under markytan till cirka 1 meter över markytan, vilket innebär att grundvattentrycket delvis är artesiskt. Strömningsriktning är huvudsakligen mot öst.

G27-004 Skärning km 27+460–27+820

Beskrivning av planerad verksamhet: Vattenverksamheten visas i Plan 12 Bilaga C.1. Mellan km 27+460 och 27+820, där terrängen blir mer kuperad och karaktäriseras av skogsmark, planeras spåret i bergskärning (se utförandebeskrivning i kapitel 5.1.3) med ett skärningsdjup på upp till cirka 9 meter (vid km 27+550). Dränerande nivå för skärningarna sjunker norrut, från cirka +51 vid km 27+800 till cirka +50 vid km 27+500, vilket motsvarar cirka 3 m under bedömt grundvattentryck i berg. Skärningen kommer leda till en permanent grundvattenbortledning i berg. Skärningen dränerar norrut.

Beskrivning av förhållanden på platsen: Mellan km 27+460 och 27+820 blir terrängen mer kuperad och karaktäriseras av skogsmark. Topografin mellan 27+460 och cirka km 27+550 sluttar mot nordöst medan mellan km 27+550 och 27+820 sluttar markytan generellt mot sydväst. I början av sträckan återfinns markytan på nivåer mellan +52 och +59 för att sedan falla av söderut igen till cirka +52. Marken består av mestadels berg i dagen eller ett par meter morän ovan bergytan fram till cirka km 27+830.

Grundvattennivån varierar med topografin och strömningsriktningen bedöms följa markytans lutning. Bedömt grundvattentryck i berg mellan km 27+460 och 27+550 varierar mellan +52 och +53 och strömningsriktningen bedöms vara österut eller mot sydöst. Bedömt grundvattentryck i berg sjunker från cirka +53 vid km 27+550 till cirka +52 vid km 27+820 och strömningsriktningen bedöms vara

västerut eller mot nordväst. Kuperat område mellan cirka km 27+550 och km 27+800 bedöms därför motsvara en tolkad grundvattendelare som följs av järnvägen.

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 kan utgöras av en blandning av tillfört 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 kontrolleras avseende kvalitet och vid behov renas. Vid tunneldrift leds länshållningsvatten om möjligt till spillvattennätet eftersom det har ett högt kväveinnehåll.

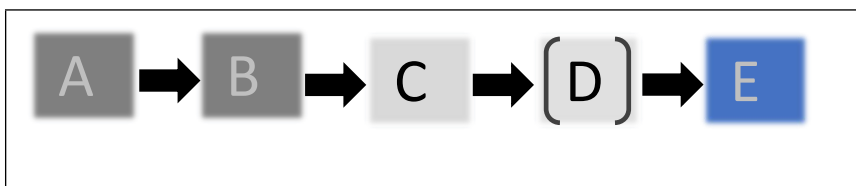
För Edebyttunnlarna och Tullgarnstunneln saknas i dagsläget tillgång till spillvattennät, varför alternativa lösningar utretts. Trosa kommun planerar att bygga en överledning och leda avloppsvatten från samhällena Trosa och Vagnhärad till Himmerfjärdsverket. Om påkoppling sker till Himmerfjärdsverket innan avledning av länshållningsvatten från tunnel börjar så kan det då bli möjligt att leda länshållningsvattnet dit.

Länshållningsvattnet från öppna schakt och skärningar avleds efter kontroll och vid behov sedimentation och oljeavskiljning till recipient genom att antingen ledas till närliggande mark eller till våtmark, vattendrag eller dike.

8.1.1 Länshållningsvatten från tunneldrivning

Länshållningsvattnet från tunneldrivning har generellt stora mängder kväve från sprängämnen, har högt pH på grund av kontakt med cement och betong, och är grumligt. Det finns också risk för förhöjda halter av metaller från berget och olja från maskiner och fordon.

Vattenbehandlingen kommer göras i en anläggning som i normalfallet består av försedimentering och oljeavskiljning, pH-justering, flockning och sedimentering samt vid behov av sandfiltrering (se Figur 40). Därefter avleds vattnet från arbetsområdet.



Figur 40: Schematisk översikt av vattenbehandlingsanläggning för länshållningsvatten från tunneldrivning. Försedimentering, oljeavskiljning (A), pH-justering (B), Flockning och

sedimentering (C), Sandfiltrering för processvatten vid behov (D), Avledning av länshållningsvatten (E).

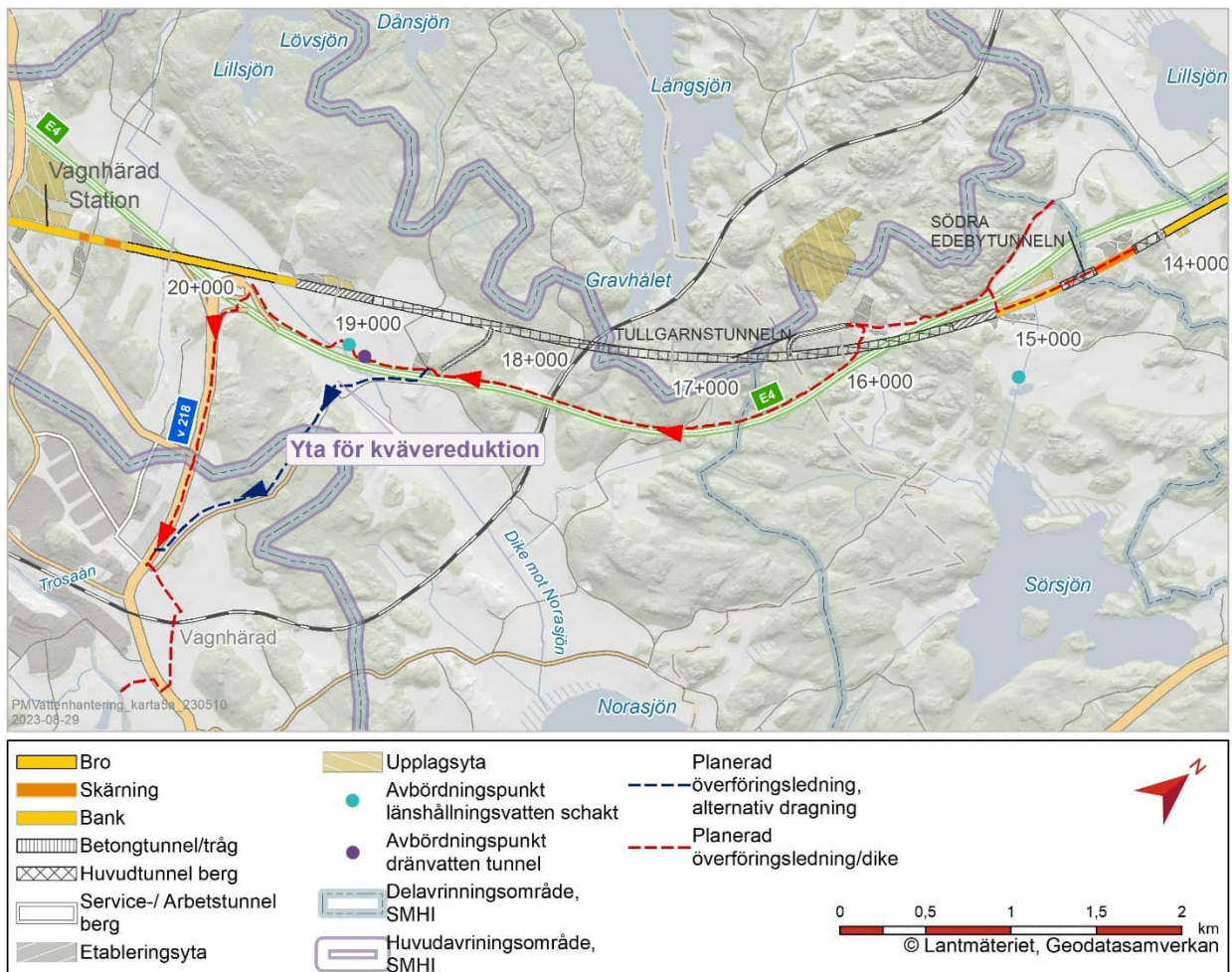
Tullgarnstunneln, km 14+000–21+000

Tullgarnstunneln kommer att drivas från flera fronter och det kommer att ta cirka 3,5-5 år att anlägga tunneln. Länshållningsvatten kommer att förbehandlas med sedimentation mm vid respektive tunnelmynning.

Länshållningsvatten från Edebytunnlarna (Teknisk beskrivning Gerstaberg-Långsjön) planeras att hanteras tillsammans med vattnet från Tullgarnstunneln (Figur 41).

Länshållningsvatten från tunnel kommer att ledas till Trosaån efter åtgärder för kvävereduktion i form av våtmark och i översilningsängar som anläggs strax nordost om Vagnhärad trafikplats, se Figur 41. En tryckledning kommer att läggas utmed E4:an för att leda vatten från Tullgarnstunnelns arbetstunnel samt Tullgarnstunnelns norra mynning mot Tullgarnstunnelns södra mynningen och vidare till ytan för kvävereduktion. Därefter pumpas vattnet från anläggningen i en tryckledning söderut för att antingen släppas i vägdike utmed väg 218 när vattnet gått förbi vattendelaren och rinner vidare till Trosaån alternativt leds i ledningssystem som mynnar i Trosaån strax öster om Vagnhärad. Vattnet kommer att ledas till dike till Norasjön när vattnet håller en lämplig kvalitet.

En mer detaljerad beskrivning av hanteringen av länshållningsvatten redovisas i *Bilaga D.5, Hantering av länshållningsvatten från Tullgarnstunneln*. Bilagan beskriver även en alternativ dragning från åtgärderna för kvävereduktion till avbördning mot Trosaån.

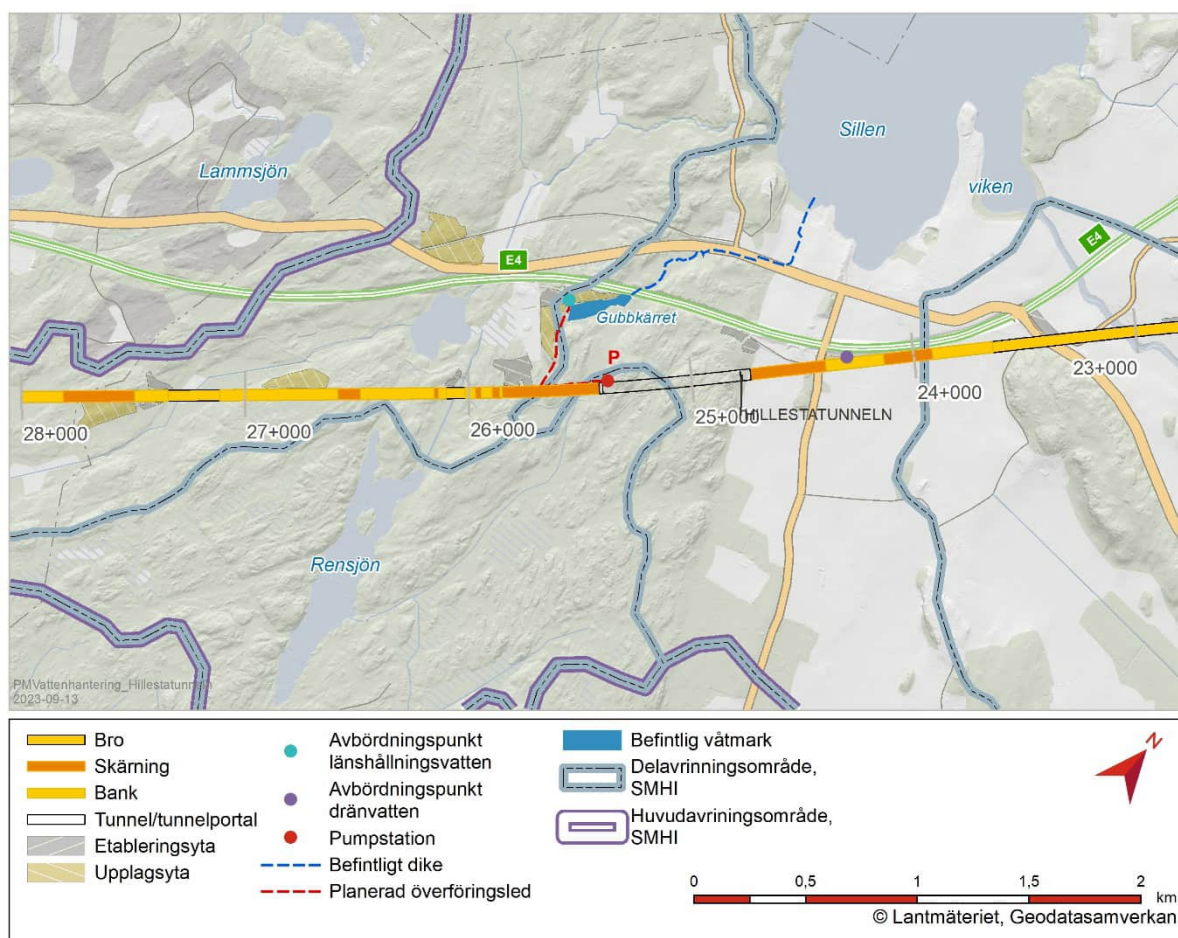


Figur 41: Lösning för hantering av länshållningsvatten från tunneldrivning och dränvatten för Tullgarnstunneln, hantering av länshållningsvatten för Edebytunnlarna samt hantering av länshållningsvatten från öppna schakter vid Tullgarnstunnelns norra och södra påslag.

Hillestatunneln, 24+780–25+500

Hillestatunneln planeras att drivas söderifrån. Antagen framdrift är 1 år för bergarbeten. Tunneln har profillutning norrut. Två större upplagsytor finns i anslutning till tunneln.

Länshållningsvatten från tunnel planeras att genomgå partikelavskiljande sedimentering och oljeavskiljning samt vid behov pH-justering. Därefter leds vattnet till ett dike vid Gubbkärret och vidare mot Sillen, se Figur 42.



Figur 42: Lösning för hantering av länshållningsvatten och dränvatten från Hillestatunneln.

8.1.2 Länshållningsvatten från öppna schakter och skärningar

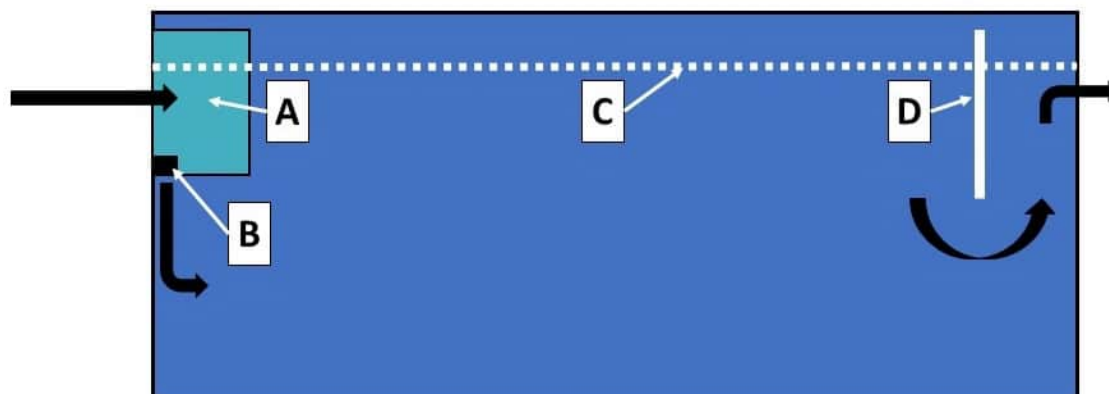
Arbetet inom öppna schakter utgörs av jord- och bergschakt där inträngande grundvatten behöver ledas bort. Det kan även omfatta användning av cement, framför allt för gjutning av nya konstruktioner. Länshållningsvattnet kan vara grumligt (innehåller partikulärt material) och ha ett förändrat pH-värde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

Olje- och sedimentavskiljning sker vid behov. 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 43), och ytfilmen blir kvar. Oljerester kan då tas om hand i den större sedimenteringsdelen. Se Figur 43 för en schematisk illustration av en sedimenteringscontainer.



Figur 43: 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 Norra påslaget Tullgarnstunneln, 15+075–15+340

Hantering av länshållningsvatten från öppen schakt från Tullgarnstunnelns norra påslag planeras att ske med avledning, rening och utjämning i längsgående diken mot dike Nybygget som leder mot Sörsjön se Figur 41. Reningen kommer att bestå av sedimentering, oljeavskiljning och vid behov pH justering. Avbördningen kommer att ske mot dike mot Sörsjön på anläggningens östra sida. Schaktet bedöms vara öppet under cirka 3 år.

Schakt för Södra påslaget Tullgarnstunneln, 18+784–19+245

Hantering av länshållningsvatten från öppen schakt från Tullgarnstunnelns södra påslag planeras att ske med avledning, rening och utjämning i längsgående diken mot Dike till Norasjön se Figur 41. Reningen kommer att bestå av sedimentering, oljeavskiljning och vid behov pH justering. Avbördningen kommer att ske mot dike till Norasjön på anläggningens östra sida. Schaktet bedöms vara öppet under cirka 3,5 år.

8.1.3 Övriga schakt

Nedan redovisas de recipienter dit länshållningsvatten och lakvatten kommer ledas. Recipienter för vatten från respektive arbetsområden listas i Tabell 10.

Tabell 10. Recipienter per arbetsområde för både bygg- och driftskede utanför tunnelsträckorna.

Arbetsområden	Vattenverk-samhet i kapitel	Recipient byggskede	Recipient driftskede	Ansökansdel
14+700–15+075	7.1	Som driftskede	Diken/Sörsjön	4.2.1 Ansökan 1: Km 14+700 till och med km 21+035
19+245–20+260	7.3-7.4	Som driftskede	Dike till Norasjön/ Norasjön/ Gälöfjärden	4.2.1 Ansökan 1: Km 14+700 till och med km 21+035
20+250–21+040	7.4	Som driftskede	Dike till Norasjön/ Norasjön/ Gälöfjärden	4.2.1 Ansökan 1: Km 14+700 till och med km 21+035
Upplag vid framtida Vagnhårad stationsområde	7.4	Trosaån	Dike till Norasjön/ Norasjön/ Gälöfjärden	4.2.1 Ansökan 1: Km 14+700 till och med km 21+035
21+040–21+260	7.5	Som driftskede	Dike till Norasjön/ Norasjön/ Gälöfjärden	4.2.1 Ansökan 1: Km 14+700 till och med km 21+035 4.2.2 Ansökan 2: Km 21+035 till och med km 27+740
21+260–24+780	7.5	Som driftskede	Diken/Sillen	4.2.2 Ansökan 2: Km 21+035 till och med km 27+740
25+500–26+010	7.6	Som driftskede	Diken/Sillen	4.2.2 Ansökan 2: Km 21+035 till och med km 27+740
26+010–27+860	7.7	Som driftskede	Rensjön/ Brännvretens våtmark/ Sillen	4.2.2 Ansökan 2: Km 21+035 till och med km 27+740

8.1.4 Kontroll av vattenbehandlingsanläggning

Funktionen på vattenbehandlingsanläggningarna säkerställs inom ramen för Trafikverkets egenkontroll. Egenkontrollen består av bland annat 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 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 tunnarna består av inläckande grundvatten och kommer samlas upp och avledas genom drän- och dagvattenledningar. Direkt 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 Botniabanan (Rindeskog 2009) visar att kvävehalten i dräneringsvattnet successivt sjunker ner kring försumbara halter redan 1-2 månader efter sprängningsarbetena avslutats. 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 Tullgarnstunneln kommer att pumpas från tunnelns lågpunkt söderut mot Dike till Norasjön (Figur 41) och från Hillestatunneln med självfall mot Sillen (Figur 42).

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

Rindeskog, S. 2009. Tunnelvatten - Miljöeffekter och åtgärder. Örnsköldsvik, Botniabanan AB

Trafikverket 2014, TR Avvattning TDOK 2014:0046

Trafikverket 2014, Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB 310, TR Avvattning TDOK 2014:0051

Trafikverket 2015, BVS 1585.005 – Typsektioner för bana, TDOK 2015:0198

Trafikverket, 2016. Utrednings-PM Dimensioneringsförutsättningar, klimatsäkring. Trafikverket 2016-11-11, rev. datum 2020-10-13.

Trafikverket 2016, TDOK 2015:0323, Riktlinje landskap 1.0, 2016-02-02

Trafikverket 2014, Länsstyrelsen i Norrbotten och Västerbotten, Skogsstyrelsen, SCA m.fl., Projekt Remibar, Konstruktion av grumlingskydd vid arbete i vatten,

https://www.trafikverket.se/contentassets/4378700815fe45d0bc579d3b6922aeb4/grumlingsmanual_remibar_150521.pdf

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 41, Figur 43	© Lantmäteriet
Terrängkartan	Bakgrund	Figur 2, Figur 3, Figur 26, Figur 41, Figur 43	© Lantmäteriet
Översiktskartan	Bakgrund	Figur 2, Figur 3, Figur 26, Figur 41, Figur 43	© Lantmäteriet
Järnvägar GSD, Sverigekartan	Järnvägar GSD, bakgrund	Figur 2, Figur 3, Figur 26, Figur 43	© Lantmäteriet
SGU			
Jordartskartan	Bakgrund	Figur 27, Figur 31, Figur 35	© Sveriges geologiska undersökning
Grundvattenmagasin	Grundvattenmagasin	Figur 27, Figur 31, Figur 35	© Sveriges geologiska undersökning
SMHI			
Delavrinningsområden	Delavrinningsområden	Figur 27, Figur 31, Figur 35, Figur 41, Figur 43	
Huvudavrinningsområde	Huvudavrinningsområde	Figur 41, Figur 43	
Länsstyrelsen			
Grundvattenförekomst VISS	Grundvattenförekomst VISS	Figur 27, Figur 31, Figur 35	
Naturvårdsverket			
Natura2000	Natura2000	Figur 43	



TRAFIKVERKET

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

www.trafikverket.se