

Ostlänken

PM Yt- och grundvatten

Delområde Stavsjö-Böksjö, Kolmårdstunneln och Malmölandet-Loddby
Nyköpings kommun, Södermanlands län
Norrköpings kommun, Östergötlands län
Bilaga D.2 till Miljökonsekvensbeskrivning

2024-04-16



Dokumenttitel: PM Yt- och grundvatten, delområde Stavsjö-Böksjö, Kolmårdstunneln och
Malmölandet-Loddby
Skapat av: Sweco
Dokumentdatum: 2024-04-16
Ärendenummer: TRV 2017/112658
Namn i PDBi: OLP2-04-025-21-0_0-7701
Version: _

Innehåll

1	Inledning.....	8
1.1.	Syfte	8
1.2.	Beskrivning av innehållet i PM Yt- och grundvatten	8
1.3.	Koordinater och höjdsystem	10
2	Utredningsmetodik.....	11
2.1.	Beskriva mark- och vattenförhållandena	11
2.2.	Geografisk avgränsning	13
2.2.1.	Utredningsområde	13
2.2.2.	Påverkansområde.....	13
2.2.3.	Vattenområde.....	14
2.3.	Identifiera vattenverksamheter.....	14
2.4.	Identifiering av allmänna och enskilda intressen.....	14
2.5.	Bedömningsmetodik.....	15
2.6.	Underlag	16
2.6.1.	Underlag ytvatten.....	16
2.6.2.	Underlag hydrogeologi	17
2.6.3.	Underlag från järnvägsplan och systemhandling.....	18
2.7.	Osäkerheter.....	19
2.8.	Utredningsprocess	20
3	Utförda utredningar och undersökningar	21
3.1.	Utförda fältundersökningar.....	21
3.1.1.	Utförda ytvattenundersökningar och flödesmätningar.....	21
3.1.2.	Utförda grundvattennivåmätningar	24
3.1.3.	Utförda hydraultester	26
3.1.4.	Genomförd vattenprovtagning	29
3.2.	Identifiering av riskexponerade objekt.....	29
3.2.1.	Inventeringsmetodik Vattenförsörjning	30
3.2.2.	Inventeringsmetodik vattenanläggningar, tillståndsgivna vattenverksamheter och markavvattningsföretag	30
3.2.3.	Inventeringsmetodik byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning	31
3.2.4.	Inventeringsmetodik energianläggningar	32
3.2.5.	Metodik naturvärdesinventering.....	32
3.2.6.	Inventeringsmetodik akvatiska naturvärden	33
3.2.7.	Metodik biotopkartering.....	34
3.2.8.	Inventeringsmetodik grundvattenberoende naturvärden	35

3.2.9.	Inventeringsmetodik grundvattenberoende kulturmiljö.....	36
3.3.	Identifiering av förorenade områden.....	37
4	Resultat från inventering av riskexponerade objekt.....	38
4.1.	Inventeringsresultat vattenförsörjning	38
4.2.	Inventeringsresultat vattenanläggningar, tillståndsgivna vattenverksamheter och markavvattningsföretag	39
4.3.	Inventeringsresultat för byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning	45
4.4.	Inventeringsresultat för infrastruktur	45
4.5.	Inventeringsresultat för energibrunnar	47
4.6.	Inventeringsresultat naturvärdesobjekt	48
5	Beräkningar	50
5.1.	Beräkningar som berör både yt- och grundvatten	50
5.1.1.	Avrinningsområden och vattenbalansberäkning.....	50
5.2.	Beräkningar ytvatten	51
5.2.1.	Avrinningsanalys	51
5.2.2.	Beräkning flöden och vattennivåer i vattendrag.....	51
5.3.	Beräkningsmetodik grundvatten.....	51
6	Påverkan och effekt av vattenverksamheter inom delområde Stavsjö – Böksjö (km 91+336 – km 94+700).....	53
6.1.	Översikt.....	53
6.2.	Områdesbeskrivning	54
6.2.1.	Topografi och markanvändning	54
6.2.2.	Mark- och vattenförhållanden	55
6.2.3.	Miljöintressen, allmänna och enskilda intressen.....	59
6.3.	Vattenverksamheter inom sträcka Stavsjö-Gullvagnen (km 91+336 – km 92+980).....	63
6.3.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	66
6.3.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	68
6.3.3.	Skyddsåtgärder	71
6.4.	Vattenverksamheter inom sträcka Gullvagnen – Strålen (km 92+980 – km 93+960).....	71
6.4.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	74
6.4.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	75
6.4.3.	Skyddsåtgärder.....	77

6.5.	Vattenverksamheter inom sträcka Strålen – Böksjö (km 93+960 – km 94+700)	78
6.5.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	80
6.5.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	82
6.5.3.	Skyddsåtgärder	86
7	Påverkan och effekt av vattenverksamheter inom delområde Kolmårdstunneln (km 94+700 – km 102+910)	87
7.1.	Översikt	87
7.2.	Områdesbeskrivning.....	91
7.2.1.	Topografi och markanvändning	92
7.2.2.	Mark- och vattenförhållanden.....	92
7.2.3.	Miljöintressen, allmänna och enskilda intressen.....	105
7.3.	Vattenverksamheter inom sträcka Norra tunnelpåslaget (km 94+700 – km 94+860).....	113
7.3.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	115
7.3.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	117
7.3.3.	Skyddsåtgärder	121
7.4.	Vattenverksamheter inom sträcka Kolmården (km 94+860 – km 99+000)	122
7.4.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	126
7.4.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter.....	127
7.4.3.	Skyddsåtgärder.....	134
7.5.	Vattenverksamheter inom sträcka Getåravinen (km 99+000 – km 99+600)	134
7.5.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter.....	135
7.5.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	138
7.5.3.	Skyddsåtgärder.....	143
7.6.	Vattenverksamheter inom sträcka Rödmosse (km 99+600 – km 101+000).....	144
7.6.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	146
7.6.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	148

7.6.3.	Skyddsåtgärder	152
7.7.	Vattenverksamheter inom sträcka Skiren (km 101+000 – km 101+800) 152	
7.7.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	153
7.7.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	153
7.7.3.	Skyddsåtgärder	157
7.8.	Vattenverksamheter inom sträcka Persdal (km 101+800 – km 102+720)	157
7.8.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	159
7.8.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	160
7.8.3.	Skyddsåtgärder	165
7.9.	Vattenverksamheter inom sträcka Södra tunnelpåslaget (km 102+720 – km 102+910)	165
7.9.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	166
7.9.2.	Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	167
7.9.3.	Skyddsåtgärder	172
7.10.	Vattenhantering Kolmårdstunneln	172
7.10.1.	Förutsättningar	172
7.10.2.	Effekt av utsläpp av länshållningsvatten vid bräddning	178
7.10.3.	Vattenhantering efter avslutad sprängning	180
7.10.4.	Vattenhantering i driftskedet	181
7.10.5.	Skyddsåtgärder	181
8	Påverkan och effekt av vattenverksamheter inom delområdet Malmölandet – Loddby (km 102+910 – km 106+000)	182
8.1.	Översikt	182
8.2.	Områdesbeskrivning	183
8.2.1.	Topografi och markanvändning	183
8.2.2.	Mark- och vattenförhållanden	184
8.2.3.	Miljöintressen, allmänna och enskilda intressen	188
8.3.	Vattenverksamheter inom sträcka Malmölandet – Bådstorp (km 102+910 – km 104+320)	192
8.3.1.	Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	193

8.3.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	195
8.3.3. Skyddsåtgärder	199
8.4. Vattenverksamheter inom sträcka Bådstorp – Loddby (km 104+320 – km 106+000)	200
8.4.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	202
8.4.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter	203
8.4.3. Skyddsåtgärder	207
9 Sammanställning av skyddsåtgärder	209
9.1. Sträckan Stavsjö-Böksjö, km 91+336 – km 94+070	209
9.2. Sträckan Kolmårdstunneln (km 94+700 – km 102+910)	213
9.3. Sträckan Malmölandet – Loddby (km 102+910 – km 106+000)	217
10 Referenser och underlagsrapporter	219
11 Begrepp och definitioner	222
Appendix: Hydrogeologiska typmiljöer och dess känslighet för grundvattenpåverkan	229

Bilagor:

Bilaga D.2.1 – Riskexponerade objekt

Bilaga D.2.2 – Beräkningar

Bilaga D.2.3 – Skiren samlad bedömning

Bilaga D.2.4 – Hydrogeologiska kartor

1 Inledning

1.1. Syfte

Denna PM Yt- och grundvatten ingår i ansökan om tillstånd till vattenverksamheter för delsträcka Stavsjö-Loddby och utgör en bilaga till Miljökonsekvensbeskrivningen (MKB). Delsträckan Stavsjö-Loddby omfattar tre delområden med separata provningar avseende tillstånd för vattenverksamhet. PM Yt- och grundvatten och MKB är dock gemensamma för samtliga ansökningar som görs avseende Ostlänkens delsträcka Stavsjö-Loddby. Detta för att genom MKB och PM ge möjlighet till en helhet och överblick över hela projektet inom aktuell delsträcka, samtidigt som det då kan tydliggöras att det är en miljömässigt relevant och korrekt uppdelning som har gjorts i de olika ansökningarna. Utredningsstrategin är densamma och metodiken har i tillämpliga delar utförts lika för samtliga delområden.

Syftet med PM Yt- och grundvatten är utifrån utförda utredningar och undersökningar beskriva rådande mark- och vattenförhållanden, beskriva den påverkan som vattenverksamheterna ger upphov till inom aktuell delsträcka, samt redovisa effektbedömningar med avseende på olika värdebärande objekt (i denna ansökan kallade riskexponerade objekt) och behov av skyddsåtgärder. Konsekvensbedömningen redovisas i MKB.

Syftet med PM, inklusive bilagor, är också att på ett transparent sätt redovisa vilka inventeringar, undersökningar och utredningar som ligger till grund för ansökan om tillstånd till vattenverksamhet.

1.2. Beskrivning av innehållet i PM Yt- och grundvatten

Denna PM är gemensam för samtliga ansökningar om tillstånd för vattenverksamheter för delsträcka Stavsjö-Loddby och inkluderar delområdena Stavsjö-Böksjö, Kolmårdstunneln och Malmölandet-Loddby.

Utredningsprocess och metodik redovisas i de inledande avsnitten. Därefter följer en redovisning av de undersökningar och inventeringar som utförts. De ligger i sin tur till grund för beskrivningen av nuvarande mark- och vattenförhållandena och för den påverkans- och effektbedömning som redovisas för varje delområde i kapitel 6-8.

I **kapitel 1** beskrivs syftet med denna PM.

I **kapitel 2** beskrivs utredningsmetodiken för ytvatten respektive grundvatten, samt vilket underlag som använts.

I **kapitel 3** ges en detaljerad beskrivning av de fältundersökningar som genomförts och de utredningar som utförts för att identifiera riskexponerade objekt.

I **kapitel 4** redovisas resultaten av identifieringen av riskexponerade objekt.

I **kapitel 5** beskrivs de beräkningsmetoder som använts när det gäller yt- och grundvatten.

I **kapitel 6-8** beskrivs mark- och vattenförhållanden samt påverkan och effekt av vattenverksamheterna indelad i de tre delområdena som visas i Figur 1. Avsikten är att beskriva mark- och vattenförhållande så allmängiltig och begripligt som möjligt. För att förstå geologin och grundvattenförhållandena kan en grundläggande förståelse vara till stor nytta. I ett appendix till PM Yt- och grundvatten görs en pedagogisk genomgång av

geologi och grundvattenförhållanden (hydrogeologi) med syfte att underlätta förståelsen av beskrivningar och bedömningar.

- Kapitel 6 Stavsjö – Böksjö (km 91+336 – km 94+700)
- Kapitel 7 Kolmårdstunneln (km 94+700 – km 102+910)
- Kapitel 8 Malmölandet - Loddby (km 102+910 – km 106+000)

Varje kapitel 6 - 8 är uppbyggt på samma sätt och börjar med en områdesbeskrivning som redovisar topografin och markanvändning, samt mark- och vattenförhållandena inom delområdet. Därefter följer en beskrivning av vattenverksamheterna, påverkan och effekten till följd av de planerade vattenverksamheter samt en redovisning av föreslagna skyddsåtgärder.

Konsekvensbedömningen redovisas i ansökans bilaga D *Miljökonsekvensbeskrivning för vattenverksamhet*. Till skillnad från denna PM redovisas effektbeskrivningar och konsekvensbedömningar i miljökonsekvensbeskrivningen uppdelat per kategori av riskexponerade objekt.

Byggmetoder och anläggningsdelar redovisas mer i detalj i respektive ansökans bilaga C *Teknisk beskrivning (TB)*. I denna PM redovisas tekniska utföranden endast i den omfattning så att den vattenverksamhet som anläggningen medför kan förstås och att avsnittet om bedömd omgivningspåverkan går att följa.

I **kapitel 9** sammanställs föreslagna skyddsåtgärder.

I **kapitel 10** finns referenser och underlagsrapporter listade.

I **kapitel 11** finns en lista med begrepp och definitioner där ord och uttryck som förekommer i detta dokument förklaras.

I **Appendix** finns förtydligande text om hydrogeologiska typmiljöer, grundläggande hydrogeologiska begrepp samt grundvattenberoende naturvärden.

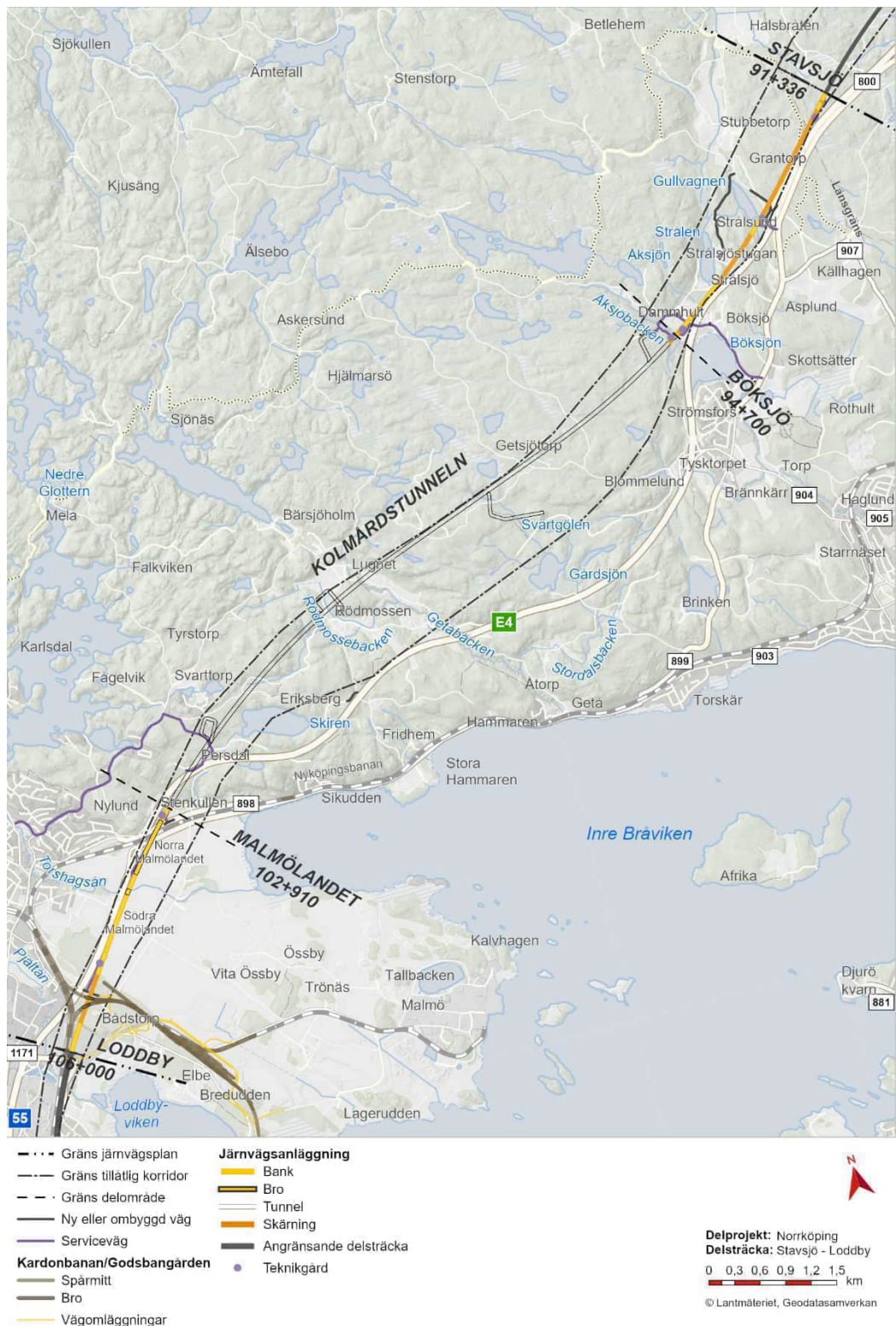
Följande **bilagor** ingår i PM Yt- och grundvatten:

Bilaga D.2.1 - Riskexponerade objekt

Bilaga D.2.2 - Beräkningar

Bilaga D.2.3 - Skiren samlad bedömning

Bilaga D.2.4 - Hydrogeologiska kartor



Figur 1. Karta över delsträcka Stavsjö – Loddbys och sträckans delområden.

1.3. Koordinater och höjdsystem

I denna PM angavs höjder i höjdsystemet RH2000 och geografiskt koordinatsystem Sweref99 16 30.

2 Utredningsmetodik

I detta kapitel redovisas den övergripande metodiken som har tillämpats för att identifiera, beskriva och bedöma den påverkan som vattenverksamheterna ger upphov till, och de effekter och konsekvenser som vattenverksamheterna leder till. Första steget var att beskriva omgivningens mark- och vattenförhållanden (avsnitt 2.1) och att ta fram relevanta utredningsområden, påverkansområden och vattenområden (avsnitt 2.2). Därefter identifierades samtliga vattenverksamheter på delsträckan vilket beskrivs i avsnitt 2.3. I avsnitt 2.4 redovisas hur de allmänna och enskilda intressen som bedöms kunna påverkas av vattenverksamheterna har identifierats. Bedömningsmetodiken med avseende på påverkan, effekt och konsekvens beskrivs i avsnitt 2.5. I avsnitt 2.6 redovisas det underlag från externa källor som har använts i denna PM. Egna fältundersökningar, inventeringar och beräkningar redovisas i kapitel 6 till 8. Kapitel 9 avslutas med en diskussion kring osäkerheter i metodiken 2.7.

2.1. Beskriva mark- och vattenförhållandena

Ett av syftena med denna PM är att beskriva de rådande mark- och vattenförhållandena. Denna information behövs för att kunna göra påverkans-, effekt-, och konsekvensbedömning av vattenverksamheterna. I detta avsnitt beskrivs vilken information som behövs för att kunna beskriva mark-, ytvatten-, och grundvattenförhållandena. Underlag som har använts för att beskriva mark- och vattenförhållandena redovisas i avsnitt 2.6. Det insamlade underlaget har sammanställts för att skapa en helhetsbild av omgivningsförhållandena. Sammanställningen redovisas i Omgivningsbeskrivning i avsnitt 6.2, 7.2 samt 8.2.

Ytvattenförhållanden

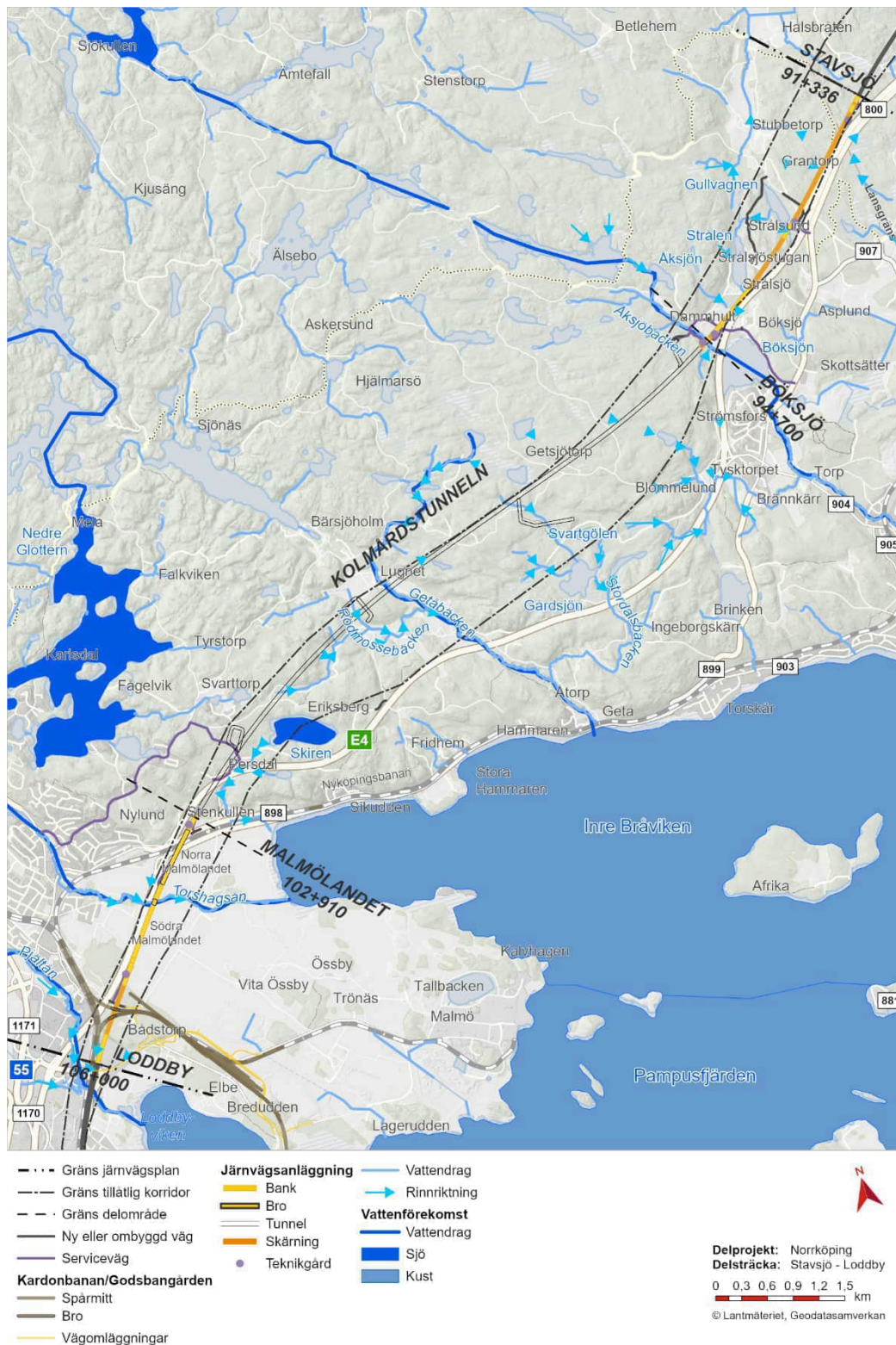
Ytvattenförhållandena i omgivningen beskrivs med avseende på de hydrauliska egenskaperna hos sjöar, vattendrag, diken och våtmarker. För ett vattendrag är det exempelvis flöden, vattennivåer och bottenstruktur som är intressanta. De ytvatten som berör delområdet Stavsjö-Loddby visas i Figur 2, tillsammans med deras rinnriktningar.

För ytvattenutredningar är det också relevant med information om strukturer så som trummor, ledningar, broar, och diken eftersom de kan påverka flöden och rinnvägar i omgivningen. Dessa strukturer har inventerats och mätts in. För trummor mäts exempelvis tvärsnitt och bottennivåer in.

Vidare behövs information om befintliga och framtida (med Ostlänken) avrinningsområden och rinnvägar. Denna information gör det möjligt att sätta effekten och påverkan av vattenverksamheterna i ett sammanhang, och bedöma om konsekvenserna är stora eller små.

Hydrogeologiska förhållanden

De hydrogeologiska förhållandena i omgivningen beskrivs främst med avseende på markanvändning, jordarter, berg, grundvattennivåer och genomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet). För en skärning genom jord eller berg är det främst skärningsdjup under grundvattenytan samt grundvattentillgången och genomsläppligheten som definierar den hydrogeologiska situationen och påverkan på grundvattnet i omgivningen.



Figur 2. Karta över delsträcka Stavsjo – Loddby som visar ytvattenförekomster samt ytvattnets rinnvägar. De blå pilarna anger ytvattnets rinnriktning.

2.2. Geografisk avgränsning

2.2.1. Utredningsområde

I ett tidigt utredningsskede, i anslutning till linjevalet, togs ett utredningsområde fram och stämde av med länsstyrelsen. **Utredningsområdet** omfattar det område som inventeringar, undersökningar och utredningar har utförts inom, för att utreda påverkan av planerade vattenverksamheter. Området är tilltaget med god marginal för att inventeringsarbetet skulle få en tillräcklig omfattning.

Utredningsområde ytvatten

Utredningsområdet för ytvatten har tagits fram genom en preliminär bedömning av vilka områden som bedöms kunna påverkas av sökt vattenverksamhet. I vattendrag och sjöar har sträckor nedströms och uppströms tagits med. För verksamheter kring sjöar har hela sjöns yta tagits med. Vid markavvattningsföretag ingår hela båtadsområdet i samrådskretsen för att säkerställa att information når alla delägare. För våtmarker som bedöms beröras av arbete i vatten har hela den identifierade våtmarksytan tagit med utredningsområdet.

Utredningsområde grundvatten

Utredningsområdets storlek för grundvatten är baserat på preliminära beräkningar av den grundvattenavsänkning som kan uppstå vid grundvattenbortledning från skärningar och tunnel längs sträckningen. Utredningsområdet har anpassats efter naturliga begränsningar av förekommande grundvattenmagasin i området som till exempel sjöar och höjdområden. Utredningsområdet för grundvatten framgår i Bilaga D.2.1

Riskexponerade objekt.

2.2.2. Påverkansområde

Påverkansområde grundvatten redovisas som en gräns utanför vilken påverkan av någon betydelse för något grundvattenberoende objekt inte förväntas uppkomma. En noterbar påverkan bedöms kunna uppkomma vid en sänkning av grundvattennivå motsvarande >0,3 meter i jord och >1 meter i berg. Sänkningen av grundvattennivån beräknas från en antagen eller beräknad medelnivå för grundvattnet under opåverkade förhållanden, minus beräknad grundvattennivå med ostlänkens anläggningar. Beräknad nivåförändring i jord är ett medelvärde för jordlagrets mäktighet. Grundvattnets nivåförändring i berg beräknas vid en nivå som motsvarar tunnelns medelnivå. Se även en kort genomgång i avsnitt 5.3. Påverkansområdet ryms i sin helhet inom utredningsområdet.

Utbredningen av påverkansområdet är bedömd inklusive och efter de skadeförebyggande åtgärder som ingår som en normalt integrerad del i projekterad anläggning (tätning av tunneln inom delområde Kolmårdstunneln), men utan eventuella skyddsåtgärder, såsom infiltration av vatten för att höja grundvattennivåerna. För att ta fram påverkansområde grundvatten har analytiska beräkningar utförts baserade på hydrogeologiska undersökningar för skärningar samt genom simulering i en numerisk grundvattenmodell för tunneln.

För samtliga beräkningar används generaliserade förhållanden med vanligen konservativa antaganden, till exempel för olika jordlagers och bergets vattengenomsläpplighet eller grundvattennivåer. De olika antaganden kan skilja sig åt mellan val av beräkningsmetoder. Exempelvis antas grundvattennivåer vara i markytan vid de analytiska beräkningarna, som medför ett större påverkansområde än om grundvattennivån ligger ett par meter under marknivå (som är vanligt). Och vid beräkning av inläckage till tunneln (i grundvattenmodellen) antas generellt en relativt

hög genomsläpplighet i berget som medför ett större beräknat inläckage och därmed större påverkansområde – än om vattentillgång varit mer begränsad. En gemensam utgångspunkt vid påverkansområdesberäkningar har varit att inte underskatta dess utbredning.

Vid beräkning av grundvattenpåverkan längs Kolmårdstunneln har två olika grundvattenmodeller använts. Dels en där bergets hydrauliska konduktivitet, K, är medelvärdesberäknad, dels en där K motsvarande den 90-percentilen av (betydlig högre K än den första modellen). För att inte underskatta påverkan från grundvattenbortledning till tunneln har den senare modellen använt för att definiera påverkansområdets utbredning och grundvattennivåsänkningar (den första modellen har använts vid beräkning av inläckage till tunneln – se även avsnitt 5.3).

För en detaljerad beskrivning av hur påverkansområdet beräknats hänvisas till Bilaga D.2.2 Beräkningar.

Utbredningen av påverkansområde grundvatten visas mer detaljerat under rubrikerna *Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade verksamheter* i kapitel 6, 7 och 8 samt i kartunderlag i Bilaga D.2.4. Hydrogeologiska kartor.

2.2.3. Vattenområde

För att veta vilka delar av anläggningen som utgör vattenverksamhet är det viktigt att först definiera vilka områden som är vattenområden. Enligt 11 kap. 2 § miljöbalken definieras vattenområde som ”ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd”. Enligt handbok för tillämpning av 11 kapitlet i miljöbalken (Naturvårdsverket, 2008) är resulterande nivåer vid ett 100-årsflöde en rimlig tillämpning av 11 kap. 2 § miljöbalken. Ett 100-års flöde har därför använts för att definiera vattenområden för Gullvagnen, Strålen, Åksjöbäcken och Torshagsån.

Våtmarker är att betrakta som vattenområden. Här har hela ytan per objekt som definieras som våtmark bedömts utgöra vattenområde.

Diken som avleder naturlig avrinning från mindre vattendrag eller som används inom jordbruket bedöms också utgöra vattenområden. Diken som avleder dagvatten från exempelvis vägar eller bebyggelse bedöms ej utgöra vattenområden enligt 11 kap. 2 § miljöbalken. Åtgärder i dessa diken bedöms därför ej vara vattenverksamhet enligt 11 kapitel 3 § miljöbalken.

2.3. Identifiera vattenverksamheter

Identifieringen av vattenverksamheter utgår från föreslagen projekterad järnvägsanläggning enligt systemhandling och järnvägsplan för delsträckan Stavsjö-Loddby. Vattenverksamheter har identifierats utifrån verksamheter eller åtgärder som projekterats, eller som ska utföras under byggskedet för att anlägga Ostlänken, och som utförs inom ett vattenområde, eller medför grundvattenbortledning eller markavvattning.

De vattenverksamheter som identifierats för respektive delområde redovisas mer detaljerat i bilaga C *Teknisk beskrivning* och sammanfattas i tabeller för respektive delområde i kap 6, 7 respektive 8.

2.4. Identifiering av allmänna och enskilda intressen

Med ”miljö” kan menas omgivning eller omgivande förhållanden. Ordet används särskilt när det är fråga om samspelet mellan omgivningen och däri verkande system, djur,

växter eller andra organismer. Med miljöintresse menas de delar av miljön för vilka miljöeffekterna har en betydelse. Människors hälsa, biologisk mångfald (naturmiljö), och förståelse för vår kulturmiljö är exempel på miljöintressen. I vår omgivning finns objekt som är bärare av egenskaper kopplade till dessa miljöintressen. Även anläggningar och människors egendom är intressen som identifierats och bevakats under arbetsprocessen för miljökonsekvensbeskrivningen och denna PM.

Första steget för att kunna bevaka och skydda dessa objekt under arbetsprocessen och begränsa negativa konsekvenser för miljöintresset var att identifiera yt- och grundvattenberoende objekt inom utredningsområdet. Det gjordes med utgångspunkt från befintligt kartunderlag från olika myndigheter. Underlaget har därefter fördjupats och breddats genom samråd, personkontakter och inventeringar i fält, se avsnitt 3.2 *Identifiering av riskexponerade objekt*.

De objekt som bedöms kunna påverkas negativt av vattenverksamheternas direkta påverkan eller effekter benämns som riskexponerade objekt.

Exempelvis ett objekt som är grundvattenberoende och som finns inom påverkansområde grundvatten betraktas som ett grundvattenberoende riskexponerat objekt.

Definition

Ytvattenberoende objekt - Samlingsnamn för de allmänna eller enskilda intressen som inventerats inom utredningsområdet och vars värde eller egenskaper är beroende av ytvattensituationen, inklusive vattennivå, flöde och vattenkvalitet.

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

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

2.5. Bedömningsmetodik

Miljöbedömningsprocessen beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen avsnitt 1.5. För att göra miljöbedömningen så tydlig som möjlig, beskrivs kedjan påverkan, effekt och konsekvens av en vattenverksamhet. Nedan följer ett förtydligande av hur orden påverkan, effekt och konsekvens används i denna PM och i miljökonsekvensbeskrivningen (MKB).

- **Påverkan** är den fysiska åtgärden i sig, exempelvis anläggande av en bro över ett vattendrag som medför ett tillfälligt behov av grundvattenbortledning vid brostöden eller anläggandet av erosionsskydd i vattendraget.
- **Effekt** är den förändring i miljön som uppstår till följd av påverkan, till exempel spridning av partiklar till vattendraget till följd av läns hållningen eller förlust av värdefull naturmiljö vid anläggande av erosionsskydd.

- **Konsekvens** är den verkan som effekten har på olika intressen, exempelvis människors hälsa, klimatet eller den biologiska mångfalden. Konsekvensbedömningen redovisas i MKB.

Med utgångspunkt i informationen som har samlats in och utredningar som har genomförts bedöms och beskrivs påverkan och effekt. Hänsyn har tagits på olika nivåer genom hela processen så som

- Val av lokalisering under lokaliseringsprocessen
- Skadeförebyggande åtgärder i projekteringsarbetet
- Skyddsåtgärder vid genomförandet i byggskedet (i denna PM)

Åtgärder som ingår i projekteringen och som planeras att vidtas i syfte att begränsa negativa effekter kallas skadeförebyggande åtgärder. Dessa utgör en viktig förutsättning för effektbedömningen. Skadeförebyggande åtgärder är till exempel tätning av tunneln, återföring av vatten till Getåbäcken och Rödmossebäcken samt erosionsskydd i slutet av dagvattendiken.

I bedömningsmetodiken ingår även att ta fram skyddsåtgärder. Skyddsåtgärder är sådana åtgärder som kan vidtas i byggskedet eller som projekteras i senare skeden. I strategin för skyddsåtgärder ingår kontrollprogram för kontroll av skyddsåtgärder. Kontrollprogrammet tas fram av Trafikverket i samråd med tillsynsmyndighet.

2.6. Underlag

För att identifiera, beskriva och bedöma den påverkan som vattenverksamheten ger upphov till, och de effekter och konsekvenser som det leder till, samt bestämma mark- och vattenförhållandena behövs underlag. Underlag har inhämtats från myndigheter, tidigare projekt samt undersökningar, och redovisas i detta avsnitt. Inhämtat underlag har kompletterats med fältundersökningar (avsnitt 3.1) och inventeringar (kapitel 4) som genomförts inom ramen för utredningar inom delsträckan Stavsjö-Loddby.

I 2.6.1 redovisas för inhämtat underlag som har använts för ytvattenutredningar. Inhämtat underlag för hydrogeologiska utredningar listas i avsnitt 2.6.2. I avsnitt 2.6.3 redovisas underlag som har tagits fram inom järnvägsplanen och systemhandlingen för delsträckan Stavsjö – Loddby och som används i denna PM.

2.6.1. Underlag ytvatten

I Tabell 1 återfinns de kartor och beskrivningar som ligger till grund för ytvattenutredningen.

Tabell 1. Samlad beskrivning av alla olika underlag för ytvattenutredningen.

Underlag	Källa	Beskrivning och användning
Ytvattenförekomster	VISS (VISS, 2021)	Databas över vattenförekomster med information om status på ekologiska och kemiska parametrar. Används vid identifiering av vattenförekomster.

Underlag	Källa	Beskrivning och användning
Svenskt vattenarkiv	SMHI kartunderlag (SMHI, 2023)	Databas för dammregister. Grund för ytvattenutredningen. Detta har använts för att identifiera dammar i vattendragen längs delsträckan.
Nationella Vägdatabasen	Databas från Trafikverket (Trafikverket, 2020)	Databas för underlag av broar, tunnlar och vägtrummor.
Vattenwebb	Data från SMHI:s S-hype (SMHI, 2023)	Databas för modellerad data så som flöden, avdunstning, avrinningsområden
Sjölyftet	Databas från SMHI (SMHI, 2023)	Databas för information om Sveriges sjöar. Grund för ytvattenutredningen
Markavvattningsföretag	Länsstyrelsen Östergötland och Södermanlands läns arkiv, Lantmäteriet (Länsstyrelsen, 2019)	Utgör en tillståndspliktig vattenverksamhet. Är yt-och grundvattenberoende.
Tillståndsgivna vattenverksamheter	Utdrag från Miljöboken, Mark och Miljödomstolen (Naturvårdsverket, 2008)	Regleras genom villkor i respektive utfärdat tillstånd. Grund för ytvattenutredningen samt kan i sig utgöra ett riskexponerade objekt.

I denna PM används avrinningsområden från SMHI:s Vattenwebb när en översiktlig bild av avrinningsområden behövs. För en mer detaljerad bild av avrinningsområden och rinnvägar används i stället en högupplöst avrinningsanalys som tagits fram inom projektet, specifikt för delsträckan Stavsjö – Loddby. I avsnitt 5.2.1 beskrivs hur avrinningsanalysen har tagits fram.

2.6.2. Underlag hydrogeologi

I Tabell 2 återfinns de externa kartor och beskrivningar som ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen:

Tabell 2. Samlad beskrivning av alla olika underlag för den hydrogeologiska utredningen.

Underlag	Källa	Beskrivning och användning
Jordartskarta, skala 1:25000 – 1:100 000	SGU	Bedömning av möjliga lägen för potentiellt känsliga byggnader och fornlämningar.
Jorrdjupsmodell	SGU	Ger översiktlig bild av jordtäckets mäktighet. Ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen
Berggrundskarta	SGU	Skiljer de olika bergarterna åt. Ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen

Underlag	Källa	Beskrivning och användning
Grundvattenkarta	SGU	Information om grundvattentillgångar, så som brunnar och provstationer. Ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen
Brunnsarkivet	SGU	Inventering av brunnar. Arkivet innehåller uppgifter om brunnarnas utförande, djup till berg med mera. Används för bedömning av riskexponerade objekt
Höjdmodell	Lantmäteriet	Innehåller olika höjdpunkter i landskapet. Ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen
Avrinningsområden	SMHI	Område från vilket ytvatten dräneras till ett vattendrag, uppströms en viss punkt. Ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen
Grundvattenförekomster	VISS	Uppgifter om klassade grundvattenförekomster med miljö kvalitetsnormer. Ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen
Betydande grundvattenmagasin	SGU	Uppgifter om grundvattenmagasin med potential att nyttjas för större dricksvattenuttag. Ligger till grund för den hydrogeologiska utredningen

2.6.3. Underlag från järnvägsplan och systemhandling

Inom ramen för järnvägsplanen och systemhandlingen för delsträckan Stavsjö-Loddby har en stor mängd underlag tagits fram. Det som är väsentligt för tillståndsansökan finns redovisat i ansökningshandlingarna. I Tabell 3 redovisas de PM, rapporter, och underlag från järnvägsplanen och systemhandlingen som huvudsakligen använts vid framtagande av tillståndshandlingarna.

Tabell 3. PM, rapporter, och underlag som tagits fram inom järnvägsplanen och systemhandlingen och som använts inom miljöprövning för delsträckan Stavsjö-Loddby.

Underlag	Beskrivning och användning
Projekterings PM Avvattning	I PM:et redovisas avvattningsanläggningen, naturflöden, dagvattenutlopp, samt tunnelvatten under bygg- och driftskedet. PM:et ger information om placering och dimensioner av projekterade diken, trummor och ledningar. I PM:et ingår också en avrinningsanalys som ger information avrinningsvägar och delavrinningsområden. I PM:et redovisas resultaten av den vattendragsmodelleringen som genomförts för Gullvagnen-Strålen, Åksjöbäcken och Torshagsån.
Markteknisk undersökningsrapport Hydrogeologi	Sammanställning av data från utförda grundvattennivåmätningar och hydrogeologiska utredningar. Används för bedömning av påverkan och effekt på riskexponerade objekt.
Utförd hydraulisk modellering av Gullvagnen-Strålen,	Modellerade flöden och vattennivåer för olika återkomsttider i vattendragen som Ostlänken korsar inom delsträckan Stavsjö-

Åksjöbäcken, och Torshagsån	Loddby. Se avsnitt 5.2.2 för ytterligare information.
Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik	Geoteknisk utredning av markförhållanden, resultat från geotekniska undersökningar.
Projekterings PM geoteknik	Sammanställning av beräkningar av markens hållfasthet inom sträckan Stavsjö – Loddby.
Tekniskt PM geoteknik	Beskriver de förstärkningsåtgärder som krävs inom delsträckan Stavsjö – Loddby.
Tekniskt PM Bergteknik	Med bilaga 1 till Tekniskt PM Bergteknik – Injekteringskoncept.
Ingenjörsgelogisk Prognos	Ingenjörsgelogiska förutsättningar och beskrivningar av berggrundsgeologin utmed planerade bergtunnlar inom utredningsområdet för delen Stavsjö- Loddby
PM Byggnadsverk	Beskrivning av de olika brotyper som har studerats och motiv till valda brotyper och brolängder
PM Produktionsplanering	Beskriver övergripande hur Ostlänken, delen Stavsjö-Loddby, kan byggas.
PM kvävmängder i sprängstensmassor och länshållningsvatten	Beräkning av de kvävmängder som uppstår under drivningen av Kolmårdstunneln.
PM Miljögeoteknik grundvattenprovtagning Sågbacken	Provtagning av grundvatten i samband med undersökning för föroreningar vid ett nedlagt sågverk.

2.7. Osäkerheter

I en beskrivning av markförhållanden där bland annat fördelning av jordlager, jordlagermaktighet, underliggande bergyta, bergförhållande beskrivs, kommer det att finnas osäkerheter. Det är inte praktiskt möjligt, vare sig ur ett kostnads- eller tidsperspektiv, att i detta skede skaffas sig kunskap på en hög detaljeringsnivå, naturen är alldeles för varierande. Alla typer av beskrivningar av mark- och vattenförhållandena innebär någon typ av generalisering, konceptualisering, av de verkliga förhållandena.

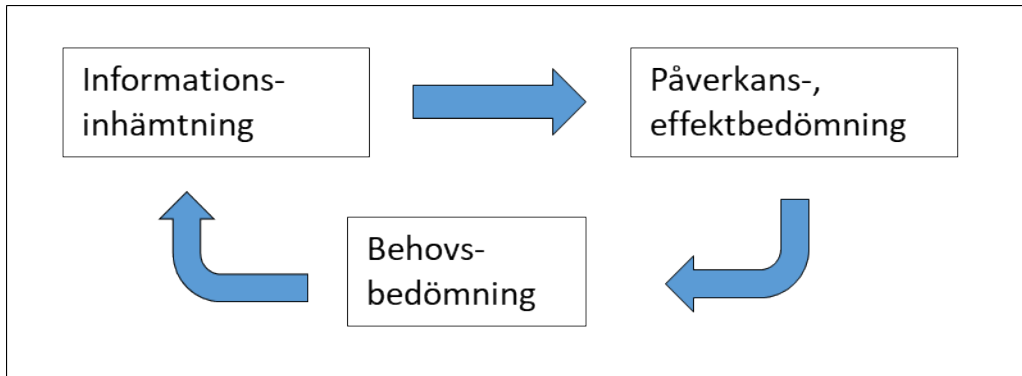
I Appendix beskrivs hydrogeologiska typmiljöer och dess känslighet för grundvattenpåverkan samt förklaring av ett antal grundläggande hydrogeologiska begrepp.

Risker och osäkerheter hanteras genom att göra konservativa bedömningar och genom att arbeta efter ett väl utvecklat kontroll- och åtgärdsprogram i bygg- och driftskede. Med konservativa bedömningar menas att antaganden, beräkningar och bedömningar görs så att risken för negativ konsekvens av vattenverksamheten överskattas, till exempel vid beräkning av påverkansområdet till följd av grundvattenbortledning. Med ett väl anpassat kontroll- och åtgärdsprogram och kompletterande undersökningar finns beredskap att hantera variationer i miljön.

2.8. Utredningsprocess

Med utredningsprocess menas det tillvägagångssätt som används för att identifiera, beskriva och bedöma den påverkan som vattenverksamheten ger upphov till och de effekter och konsekvenser som det leder till.

Kärnan i utredningsarbetet har varit att systematiskt samla in och successivt utvärdera information i en process som upprepas till dess tillräcklig kunskap finns om ett visst område eller objekt, se Figur 3.



Figur 3. Illustration över den iterativa utredningsprocessen.

Befintlig information har inhämtats från myndigheter, tidigare projekt och undersökningar (se avsnitt 2.6) och kompletterats med fältundersökningar och utredningar (se kapitel 0 och 4).

Underlagen har använts för att beskriva omgivningens mark- och vattenförhållanden och skapa en konceptuell modell (konceptuell beskrivning) av omgivningsförhållandena. Utifrån omgivningsförhållandena beräknas och bedöms vilken påverkan som vattenverksamheten ger upphov till och den effekt för omgivningsförhållandena och de konsekvenser för yt- och grundvattenberoende objekt som detta leder till.

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

3 Utförda utredningar och undersökningar

I detta kapitel redovisas utförda fältundersökningar (avsnitt 3.1) och inventeringar för att identifiera av riskexponerade objekt (avsnitt 3.2) och förorenade områden (avsnitt 3.3)

3.1. Utförda fältundersökningar

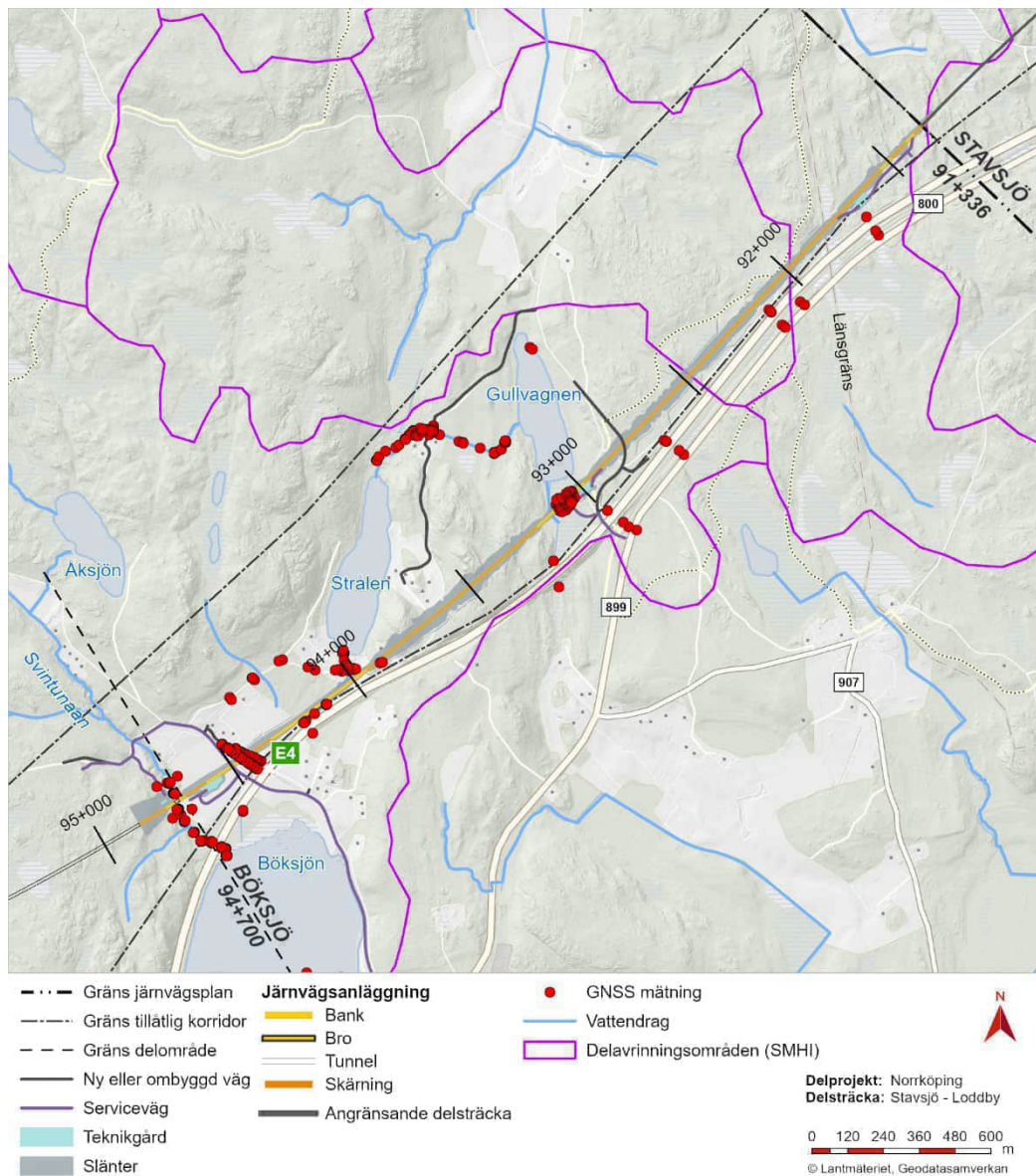
3.1.1. Utförda ytvattenundersökningar och flödesmätningar

Längs Stavsjö-Loddby passerar Ostlänken flera vattendrag och diken. De viktigaste objekten inom utredningsområdet, se avsnitt 2.2.1, som bedöms kunna påverkas vid byggnation och drift har inventerats och mätts in för att ge underlag till påverkansanalysen. Besiktning och inmätning har främst gjorts av vattendrag, diken, täckdiken, brunnar och trummor. Inventeringen har utförts i fält och inkluderar förutom en generell bedömning av skick och utformning; inmätningar av tvärsnitt i diken och vattendrag, inmätningar av bottennivåer i vattendrag, diken och trummor, dimensioner på trummor, täckdiken och andra strukturer som kan påverka flödesvägar. Inmätningarna inkluderar GNSS-inmätningar (Global Navigation Satellite Systems) som är en GPS-teknik som möjliggör inmätningar av nivåer med en noggrannhet på cirka 5 cm. I *Figur 4*, *Figur 5* och *Figur 6* visas positionerna för GNSS-inmätningarna.

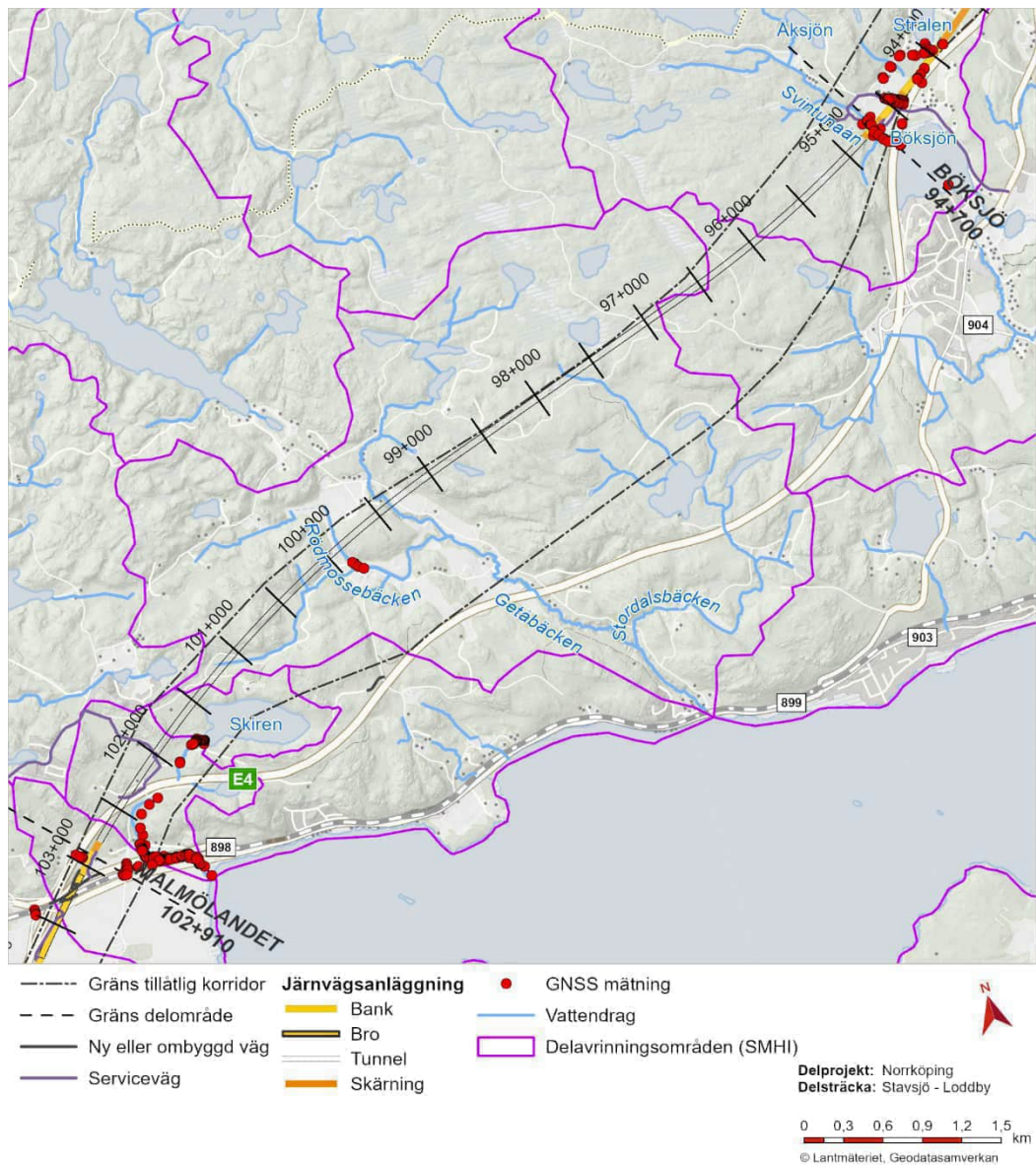
Inmätningar av bottennivåer och av strukturer så som broar och trummor har använts för att ge underlag till beräkningsmodellerna för Gullvagnen/Strålen, Åksjöbäcken, och Torshagsån.

Omfattande undersökningar med syfte att utvärdera påverkan på sjön Skiren har utförts, se bilaga D.2.3 *Skiren samlad bedömning*. Undersökningar som utförts i sjön Skiren är inmätning av sjöns utlopp, ekolodning av sjön, syrgasprofil, flödesmätning, nivåmätning, vattenuttag och naturvärdesinventering. Kontinuerliga flödesmätningar pågår i bäcken (utloppet) från Skiren sedan september 2022 samt för två dricksvattenuttag från sjön Skiren sedan januari 2022.

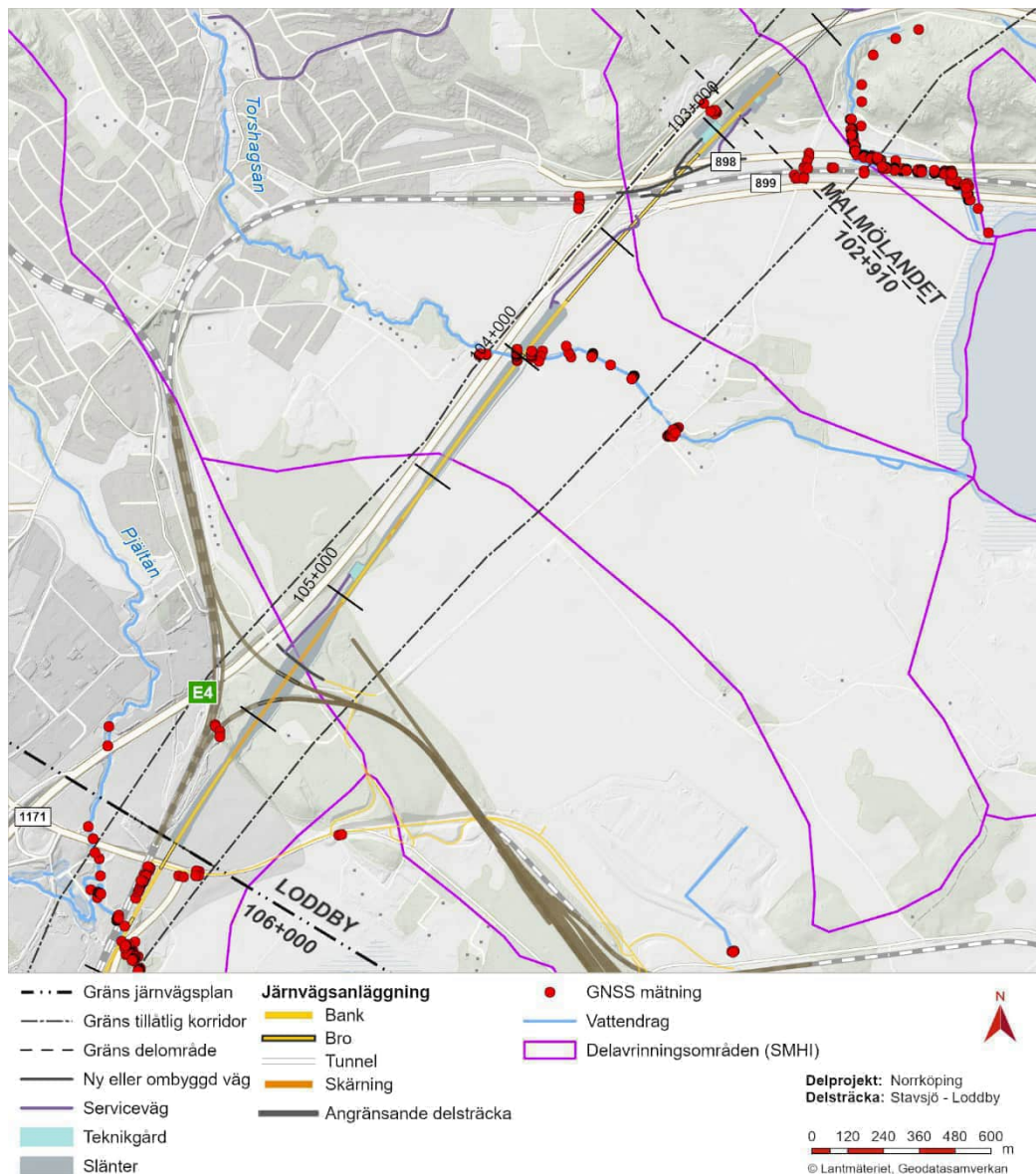
Mätning i fyra punkter av flödet i Getåbäcken, inklusive tillflöden från Rödmossen och Gårdsjön, pågår sedan september 2022. Syftet med mätning är att förstå hydrauliska regimer (flödeskaraktärstiken) i olika delar av bäcken och koppla det till bäckens morfologi och bedöma risker för påverkan.



Figur 4. Utförda GNSS-mätningar (Global Navigation Satellite Systems) längs delsträckan Stavsjö- Loddbys, delområde Stavsjö – Böksjö.



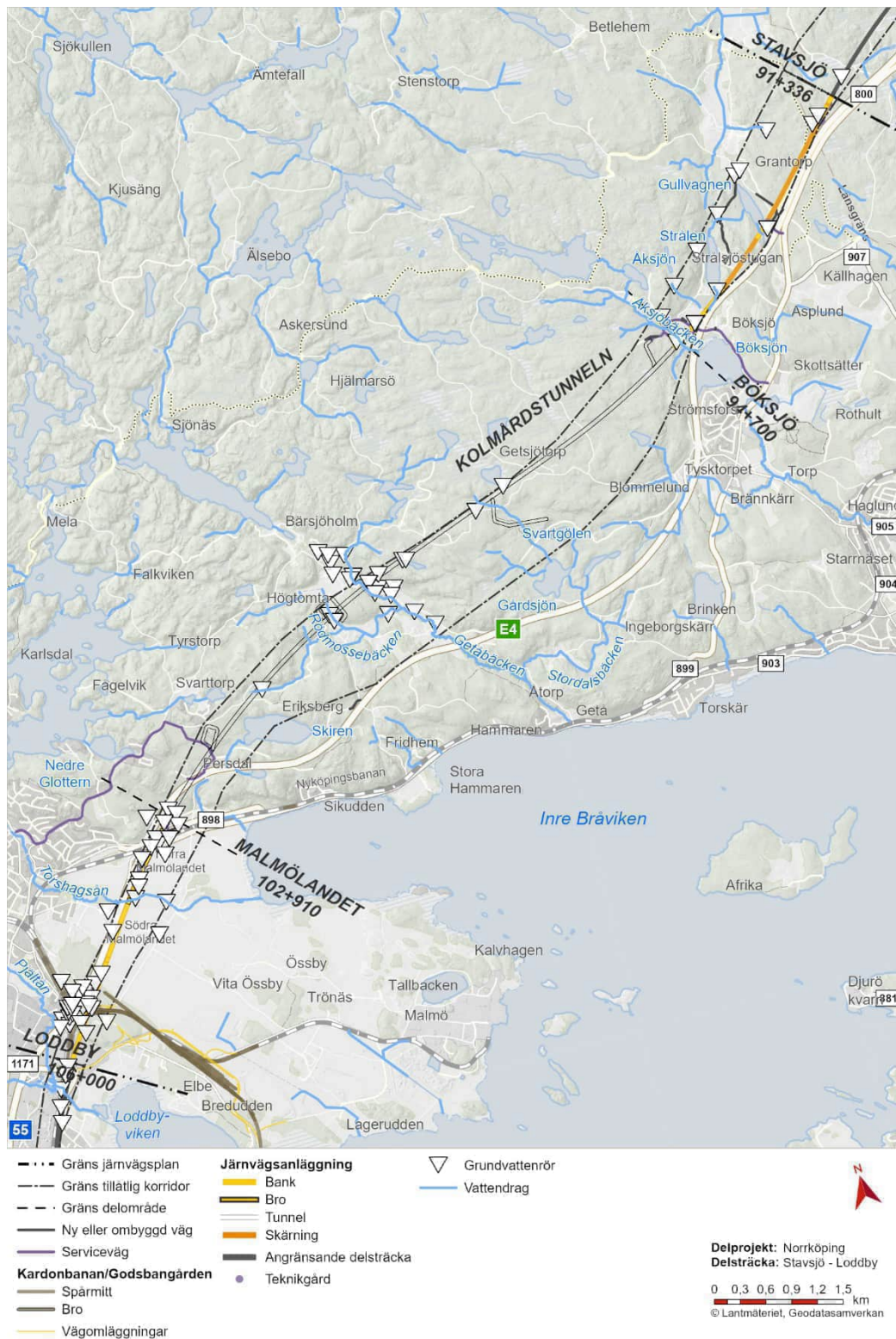
Figur 5. Utförda GNSS-mätningar (Global Navigation Satellite Systems) längs delsträckan Stavsjö-Loddbys, delområde Kolmårdstunneln.



Figur 6. Utförda GNSS-mätningar (Global Navigation Satellite Systems) längs delsträckan Stavsjö - Loddby, delområde Malmölandet - Loddby.

3.1.2. Utförda grundvattennivåmätningar

Grundvattenrör har placerats längs ostlänken med syfte att undersöka grundvattenförhållanden. I grundvattenrören genomförs bland annat mätningar av grundvattennivåer. För delsträckan Stavsjö - Loddby utförs månadsvisa mätningar i 96 grundvattenrör (2023-04-11) varav 11 i berg. Totalt har mätningar utförts i 138 grundvattenrör, men rör har försvunnit från mätprogrammet när de: tillhör en gammal linje, förstörts, schaktats bort eller tappat funktion. De äldsta grundvattenrören installerades 2015 och det finns således några mätserier som sträcker sig över cirka åtta år, de nyaste grundvattenrören installerades 2023 (2023-04-11). I mätprogrammet ingår också 12 grundvattenrör som inte är installerade inom projektet. Relevanta grafer med mätserier redovisas per delområde under kapitel 6, 7 och 8. Grundvattenrören är främst installerade i jord i undre grundvattenmagasin alternativt öppna grundvattenmagasin. Fördelning på typ av rör samt antalet rörinstallationer inom delsträckan framgår samt av Tabell 4. Grundvattenrörens fördelning över sträckan framgår av Figur 7.



Figur 7. Installerade grundvattenrör på delsträckan Stavsjö- Loddbý.

Tabell 4. Antal rörinstallationer inom delsträckan Stavsjö-Loddby.

Rörtyp	Antal installerade och/eller adopterade rör
1"	70
2"	52
32 mm miljörör	1
2" PEH	3
Brunn, 139 mm	1
Hammarborrhål, ODEX 115 mm	7
Kärnborrhål, ODEX 76 mm	4

3.1.3. Utförda hydraultester

Ett flertal olika hydraultester har genomförts för att undersöka hydrogeologiska egenskaper för jord och berg. I detta avsnitt redovisas dessa tester översiktligt. För en fördjupad beskrivning av utförande och utvärdering/analys hänvisas till Bilaga D.2.3 *Beräkningar*.

I Figur 8 sammanställs de utförda testerna på en karta.

Falling head/slugtest

Hydraultester av typen falling head/slugtest har utförts och utvärderats för totalt 38 grundvattenrör. Testet genomförs med förändring av vattennivån i röret varefter återhämtningen till ursprungsnivån mäts. Testet är relativt snabbt utfört och ger information om förhållanden i grundvattenrörets omedelbara närhet.

Vattenförlustmätningar

Vattenförlustmätningar utförs oftast i bergborrade hål och innebär att vatten tillförs (injiceras) borrhålet under en viss tid och där injiceringstrycket och vattenflödet mäts. Utvärderingen ger ett mått på bergets vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet). Tester kan utföras före hela hålet eller för delar, ned till 3 - meterssektioner har genomförts. Jämfört med ett slugtest ger vattenförlustmätningar information om en större volym av det som mäts (jord eller berg).

Totalt har vattenförlustmätningar genomförts i 20 borrhål.

Beroende på val av metodik och utrustning kan olika noggrannhet (mätgräns) uppnås på flödet – som är den viktigaste utvärderingsparametern. Två olika metoder har använts för vattenförlustmätningar. Dessa beskrivs översiktligt nedanför. Där en högre noggrannhet eftersökts så har WIC-utrustning använts, och i lägen där en lägre noggrannhet räcker så har den konventionella metoden använts.

Injection Controller (WIC)

Med WIC-mätningar har en undre mätgräns på 2–5 ml/min uppnåtts. Den relativt låga mätgränsen uppnås genom en mer avancerad (jämfört med den konventionella metoden) utrustning: avancerade flödesmätare, automatisk reglering av flödet, vattentryck mäts på flera ställen.

WIC-mätningar har genomförts som hel- och halvhålsmätningar med enkelmanschett och sektionssvisa mätningar med dubbelmanschett.

Konventionell metod

Med den konventionella metoden har en undre mätgräns på 130 ml/min uppnåtts. Skillnaden mot WIC är att här används oftast en enklare flödesmätare, reglering av flödet sker manuellt och vattentrycket mäts inte nere i borrhålet (friktionsförluster i slangar etcetera kan därmed bara uppskattas).

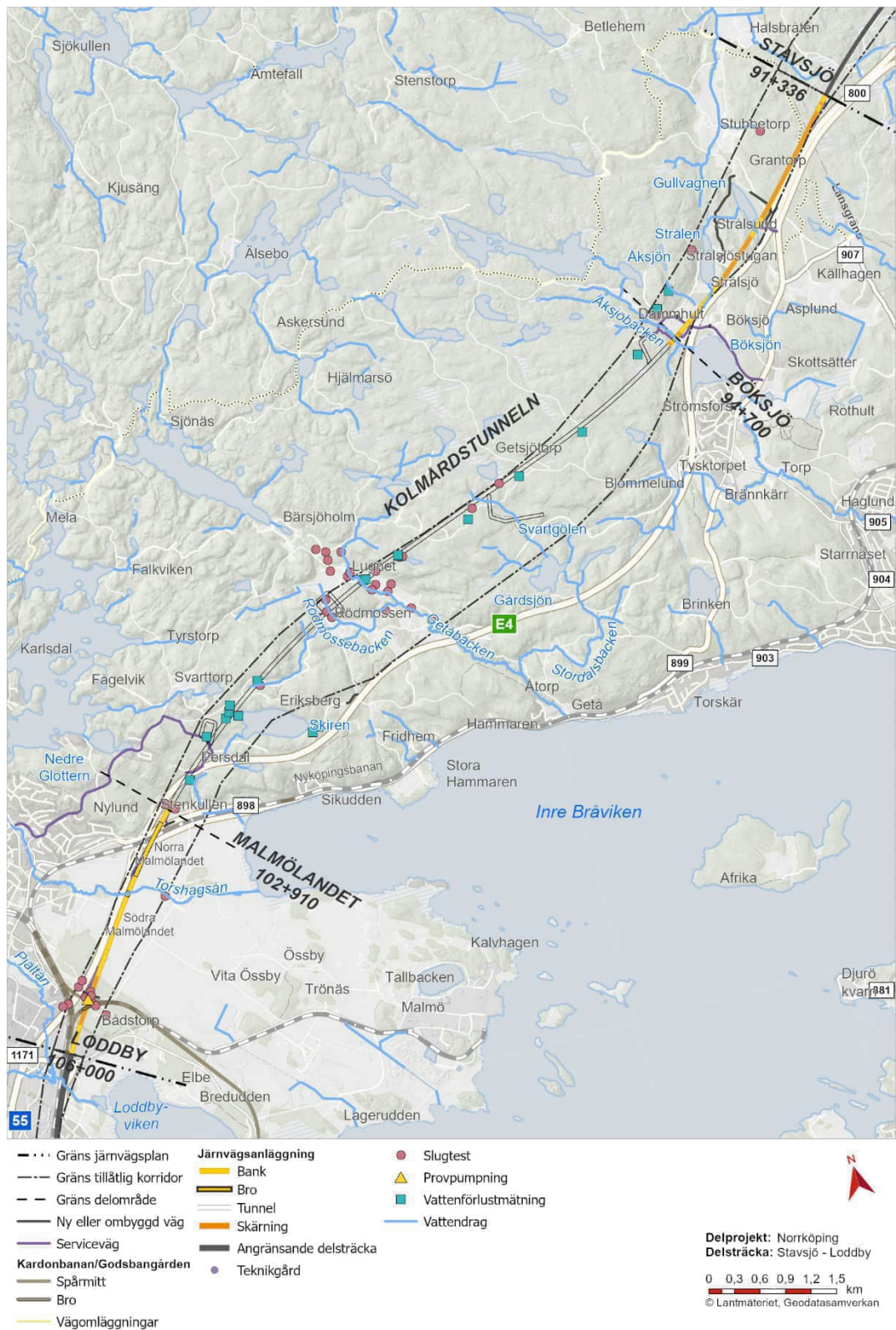
Även för den konventionella metoden så används enkelmanschett för hel- och halvhålsmätningar, samt dubbelmanschetter för kortare sektioner.

Provpumpning

Provpumpning sker genom att pumpa grundvatten från en brunn, i jord eller berg, under en längre period (jämfört med hydraultester ovan), ibland kan en pumpning ske i flera månader. Under pumpning mäts flödet och grundvattennivåer i brunnen och i kringliggande observationspunkter (grundvattenrör/borrhål). Till skillnad från de andra hydraultesterna, ger provpumpning en uppskattning av hydrogeologiska egenskaper i en större skala än bara lokalt.

Provpumpning är utförd i punkt 17S122BR, km 105+350, under perioden 2017-06-02 till 2017-06-15. Brunnen placerades centralt i den planerade skärningen vid Bådstorp. För provpumpningen installerades en brunn med filterbotten på nivå +2 meter och filtertopp i nivå +6 meter, med 4 meter Johnson-filter med slitsvidd 0,5 millimeter och utförd som ett formationsfilter. Provpumpningen var av typen constant head, vilket betyder att brunnen pumpas till en fast vattennivå som sedan bibehålls under hela provpumpningen. I detta fall sänktes först grundvattennivån till +8,5 meter i 7 dagar. Därefter sänktes grundvattennivån till +4,5 meter i 6 dagar. Det motsvarar 7,3 meter respektive 11,3 meter avsänkning från naturlig nivå innan start. Maxflödet under provpumpningen uppgick till cirka 3 l/min.

Övervakning utfördes i totalt 11 grundvattenrör utöver brunnen. Övervakningen skedde i en 270 meter radie ut från brunnen i två vinkelräta linjer, samt i en punkt 430 meter från brunnen. Dessa provpumpningar går att se i Figur 8.



Figur 8. Utförda hydraultester på delsträckan Stavsjö-Loddbý.

3.1.4. Genomförd vattenprovtagning

Provtagning av ytvatten

Under 2019 påbörjades ett referensprovtagningsprogram i tretton provtagningspunkter längs den planerade sträckan. För sträckan Stavsjö-Loddby har prov tagits på totalt nio platser: sjöarna Gullvagnen, Strålen, Svartgölen och Skiren samt vattendragen Åksjöbäcken, Getåbäcken, Torshagsån, Pjältån och bäcken nedströms Skiren precis uppströms E4. Programmet avslutades under 2020.

Referensprovtagningens syfte var i första hand att undersöka referenstillståndet i närliggande recipienter, inte att samla underlag för statusklassning av vattenförekomster enligt Vattendirektivet. Underlaget används för att utreda Ostlänkens eventuella påverkan på närliggande recipienter och för att säkerhetsställa att Ostlänken inte försämrar status eller enskilda kvalitetsfaktorer i kringliggande vattenförekomster. Provtagningen täcker in de parametrar som möjliggör en bedömning av biologiska relevanta allmän fysikalisk-kemisk eller hydromorfologisk kvalitetsfaktor för ekologiska eller kemiska bedömningsgrunder, inom ramen för Vattendirektivet (HVMFS 2019:25).

För att ta hänsyn till säsongsvariationer provtogs de fysikalisk-kemiska parametrarna fyra gånger per år, en gång per årstid mellan 2019 och 2020. I analysen ingick färg, pH, konduktivitet, alkalinitet, DOC, TOC, näringsämnen, metaller, suspenderade ämnen, oljeindex och bekämpningsmedel.

Provtagning av grundvatten

Analys av grundvatten har utförts i brunn 17S122BR i samband med provpumpning, samt i punkt 17S149GU i samband med undersökning för föroreningar vid ett nedlagt sågverk. Analysen för rör 17S149GU redovisas separat i PM Miljögeoteknik grundvattenprovtagning Sågbacken (Trafikverket. 2019a). Provtagning i enskilda dricksvattenbrunnar kommer att göras kort tid före byggskede för att ha aktuella värden inför byggstart.

3.2. Identifiering av riskexponerade objekt

Förekomsten av yt- och grundvattenberoende objekt inventerades inom hela utredningsområdet. De objekt som efter den utförda utredningen bedömdes påverkas av planerade vattenverksamheter benämns riskexponerade objekt, enligt definition i avsnitt 2.4.

Nedan redovisas inventeringsmetodik för olika kategorier av objekt.

Yt- och grundvattenberoende objekt delas in i följande övergripande kategorier:

- Vattenförsörjning, enskilda brunnar och större täkter
- Vattenanläggningar, tillståndsgivna vattenverksamheter och markavvattningsföretag
- Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning
- Energiförsörjning (Energibrunnar)
- Naturvärden
- Grundvattenberoende kulturmiljö
- Areella näringar (Jord- och skogsbruk)
- Vattenförekomster

I kapitel 4 redovisas resultaten uppdelat per kategori av objekt. Resultat gällande areella näringar redovisas inte i kap 4. Jordbruksmark och skogsmark har identifierats genom tolkning av ortofoto och framgår av figurer i kapitel 6–8.

Vattenförekomster och bedömning av efterlevnad av miljö kvalitetsnormer för vatten hanteras i MKB.

3.2.1. Inventeringsmetodik Vattenförsörjning

Brunnar för vattenförsörjning omfattar både grävda och borrarade brunnar i jord och i berg. Utöver brunnens utförande är dess nyttjande, exempelvis för enskilt permanent-boende, fritidsboende, jordbruk, samfällighet eller grupp av fastigheter ett underlag för värdering och konsekvensbedömning.

Inom kategorin vattenförsörjning finns också befintliga dricksvattentäkter för allmänt bruk. Ibland har dessa fastställda vattenskyddsområden och skyddsföreskrifter som reglerar hur verksamheter får bedrivas inom vattenskyddsområdet.

Även brunnar som inte används, kan påverkas negativt och ska beaktas. Större vattenuttag som kommunala brunnsuttag, eller större samfälligheters brunnsuttag är tillstånds- eller anmälningspliktig vattenverksamhet, om det inte är uppenbart att vare sig allmänna eller enskilda intressen skadas. Dessa redovisas även som tillståndsgivna vattenverksamheter i denna PM, se avsnitt 3.2.2. Icke tillståndsgivna uttag kan också förekomma, både av yt- och grundvatten. Inventering av enskilda brunnar har utförts genom sökning i SGU:s brunnsarkiv, via formellt samråd, fastighetsägarkontakter, och platsbesök.

SGU:s brunnsarkiv, som baseras på borrhöretagens rapporterade borrhningar, redovisar både vattenbrunnar och energibrunnar. Arkivet innehåller bland annat uppgifter om brunnarnas utförande, djup till berg men brunnsläget är ofta endast ungefärligt angivet.

Enskilda brunnar för vattenuttag har inventerats på motsvarande vis som för energibrunnar och redovisas i kommande avsnitt. Tillkommande är att vattenkvaliteten och uttagkapaciteten har en större betydelse för dricksvattentäkter och uppgifter om detta ingår för de brunnar som bedöms som riskexponerade objekt.

Information om icke tillståndsgivna uttag har eftersökts via genomfört formellt samråd med fastighetsägare längs delsträckan.

3.2.2. Inventeringsmetodik vattenanläggningar, tillståndsgivna vattenverksamheter och markavvattningsföretag

I de vattendrag inom delsträckan där Ostlänken kan medföra en förändring av flödet har lika typer av vattenanläggningar inventerats, främst trummor under vägar, broar, tunnlar, dammar och diken (öppna och förlagda i ledning). Inventeringar har också utförts för att ge information om hur omgivningen påverkar järnvägsanläggningen (avrinningsmönster, samt flöden och vattennivåer i vattendrag). Utförda fältinmätningar och varje objekt har mätts in.

Befintliga tillståndsgivna vattenverksamheter och markavvattningsföretag har identifierats. Förutsättningarna för verksamhetsutövarna att obehindrat kunna utöva sin verksamhet enligt tillståndet får ej påverkas utan att tillståndet omprövas eller annan överenskommelse sluts med verksamhetsägaren.

Inventeringen av vattenanläggningar har i ett första steg utförts genom att inhämta information från arkiv, flygfoton, fältbesök, övriga inventeringar inom projektet och utförda rinnvägsanalyser. Därefter där det bedömts nödvändigt har kompletterande fältinventering utförts.

Inventering av tillståndsgivna vattenverksamheter har skett genom kontakt med mark- och miljödomstolen. Läge och begränsad information om typ av verksamhet har inhämtats från domstolen. Därefter har en bedömning gjorts av vilka tillstånd som kan beröras av anläggningen.

Underlag om markavvattningsföretag i området kring delsträckan har inhämtats från Länsstyrelsen i Östergötlands och Södermanlands läns arkiv över markavvattningsföretag (Länsstyrelsen, 2019) vilket även innehåller material från Lantmäteriets arkiv.

3.2.3. Inventeringsmetodik byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning

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

Risken för sättningar är beroende av avståndet till den grundvattenpåverkande anläggningen då avsänkningen av grundvattennivån avtar med avståndet från anläggningen och av jordens känslighet för trycksänkning på den aktuella platsen.

Risken för skador på byggnader till följd av sättningar är större om jordmäktigheten under byggnaden varierar, så att sättningarna kan ske ojämnt (dvs att differentialsättningar uppkommer). Inom centrala delar av exempelvis lerområden är risken för differentialsättning normalt mindre.

Grundläggningstyper som betraktas som grundvattenberoende är:

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

Anläggningar som också riskerar att påverkas är styva ledningar, murar, andra byggnadsverk, väg-, eller spåranläggningar eller liknande. Dessa kan påverkas främst av en marksättning, men i vissa fall kan även anläggningar vara trägrundlagda.

Utöver dessa anläggningar kan serviceledningar (gas-, vatten- och avloppsledningar) anslutna till fast grundlagda byggnader påverkas vid en marksättning.

Även byggnader med okänd grundläggning som är grundlagda på sättningskänslig jord bedöms vara i riskzonen. Därför ska det säkerställas att samtliga byggnader som kan komma att påverkas av en grundvattenpåverkan är inventerade.

För att avgränsa vilka byggnader som kan riskera att skadas av en marksättning gjordes ett första urval utifrån jordartskartan inom utredningsområdet.

Byggnader inom utredningsområdet har eftersökts i Norrköpings kommuns byggnadsarkiv. Från de ritningar som kommit fram i kommunens arkiv så har byggnaderna klassats som känslig/okänslig med avseende på grundläggningstyp. Den del av de byggnader som inte återfanns i kommunens arkiv besöktes på plats för att översiktligt bedöma grundläggningstyp. Byggnader med okänd eller känslig grundläggning som ligger inom eller intill sättningskänsliga jordar enligt SGU:s jordartskarta utreddes vidare. För dessa byggnader söktes i första hand uppgifter om grundläggningstyp hos enskilda fastighetsägare. Om fastighetsägaren inte hade sådana uppgifter inventerades byggnaderna på plats.

3.2.4. Inventeringsmetodik energianläggningar

Med energibrunn menas en anläggning med borrhål i berg för utvinning eller lagring av energi. En energibrunnsanläggning kan bestå av en eller flera borrhål. Borrhålslager är en energibrunnsanläggning med flera borrhål där växelvis värme och kyla inlagras och utvinns. En anläggning med brunnar i jordlager (företrädevis i rullstensåsar) för energilagring kallas akviferlager. En sådan anläggning är en vattenverksamhet och redovisas, i de fall det förekommer inom utredningsområdet, i avsnitt 4.2-

Inventeringsresultat vattenanläggningar, tillståndsgivna vattenverksamheter och markavvattningsföretag.

Inventeringsmetodiken för energianläggningar har varit detsamma som för övriga brunnar, beskrivet i kapitel 3.2.1. Utöver detta har även kommunala register för energianläggningar undersökts. Kommunernas register omfattar bara anmälningspliktiga energibrunnar (energiborrhål) som anlagts 2007 och senare, då anmälningsplikten trädde i kraft. Borrningens läge brukar vara mer exakta angivet då anmälan omfattar en lägesritning/lägeskiss men det finns en osäkerhet i om borrningen sedan faktisk är utförd.

3.2.5. Metodik naturvärdesinventering

Med naturvärdesobjekt avses enskilda objekt som värdefulla träd eller sammanhängande naturområden som tilldelats en naturvärdesklass vid inventering.

Identifiering av naturvärdesobjekt har utförts genom inventering enligt standarden SS199000:2014 *Naturvärdesinventering avseende biologisk mångfald (NVI) – genomförande, naturvärdesbedömning och redovisning*. Inventeringen rymmer både terrestra och akvatiska miljöer. Identifieringen av vilka naturvärdesobjekt som kan påverkas beskrivs i korthet nedan. Arbetet har utförts och rapporterats inom ramen för arbetet med järnvägsplanen, se Swecos naturvärdesinventering, utförd 2015 för Ostlänken delprojekt Norrköping. Rapport Naturvärdesinventering 2019-2020. Samt kompletteringar 2021 och 2023.

De naturvärdesobjekt som identifierats vid inventeringen har tilldelats en naturvärdesklass 1–3, där:

- 1 – Högsta naturvärde
- 2 – Högt naturvärde
- 3 – Påtagligt naturvärde

Det finns även en naturvärdesklass 4 som har viss positiv betydelse för biologisk mångfald. Under kartläggningen av områden med naturvärdesklass 1–3 har områden med lägre naturvärden inte inkluderats i underlaget och klassificeras som övriga naturvärden.

Genom förstudier utifrån kartmaterial, kommunala och regionala inventeringar samt flygbilder identifierades potentiella naturvärdesobjekt som inventerades i fält. Identifiering av värdefulla, naturvärdesobjekt gjordes genom inventering av naturvärden enligt standarden. Naturvärdesinventeringen utfördes främst 2015 med kompletterande inventering av ett fåtal objekt 2020.

Inom ramen för naturvärdesinventeringen och inom samma område som naturvärdesinventeringen har även objekt som omfattas av generellt biotopskydd inventerats.

3.2.6. Inventeringsmetodik akvatiska naturvärden

En kategori av naturvärden som inventerats är akvatiska. Inventeringen omfattar naturvärdesobjekt i sjöar, vattendrag och våtmarker. Vattendrag med mindre medelbredd än 0,5 meter ingår inte naturvärdesinventeringen. Identifiering av objekt som potentiellt kan påverkas av Ostlänken gjordes inom korridoren för tillåtlighet. Information om dessa hämtades via kontakter med myndigheter och eventuella fiskevårdsföreningar, samt genom eftersök i databaser.

Inventeringsinsatserna var större i samband med sjöar eller vattendrag som håller vatten året om jämfört med mindre vattendrag eller skogs-, och jordbruksdiken som torkar ut delar av året. Vilka inventeringar som utfördes berodde på vilken bakgrundsinformation som fanns samt vilka artgrupper som det fanns förutsättningar för. Den information som samlats in (utifrån fältarbete eller tillgänglig underlag från tidigare undersökningar) om ytvatten med naturvärdesklass 1–3 omfattar:

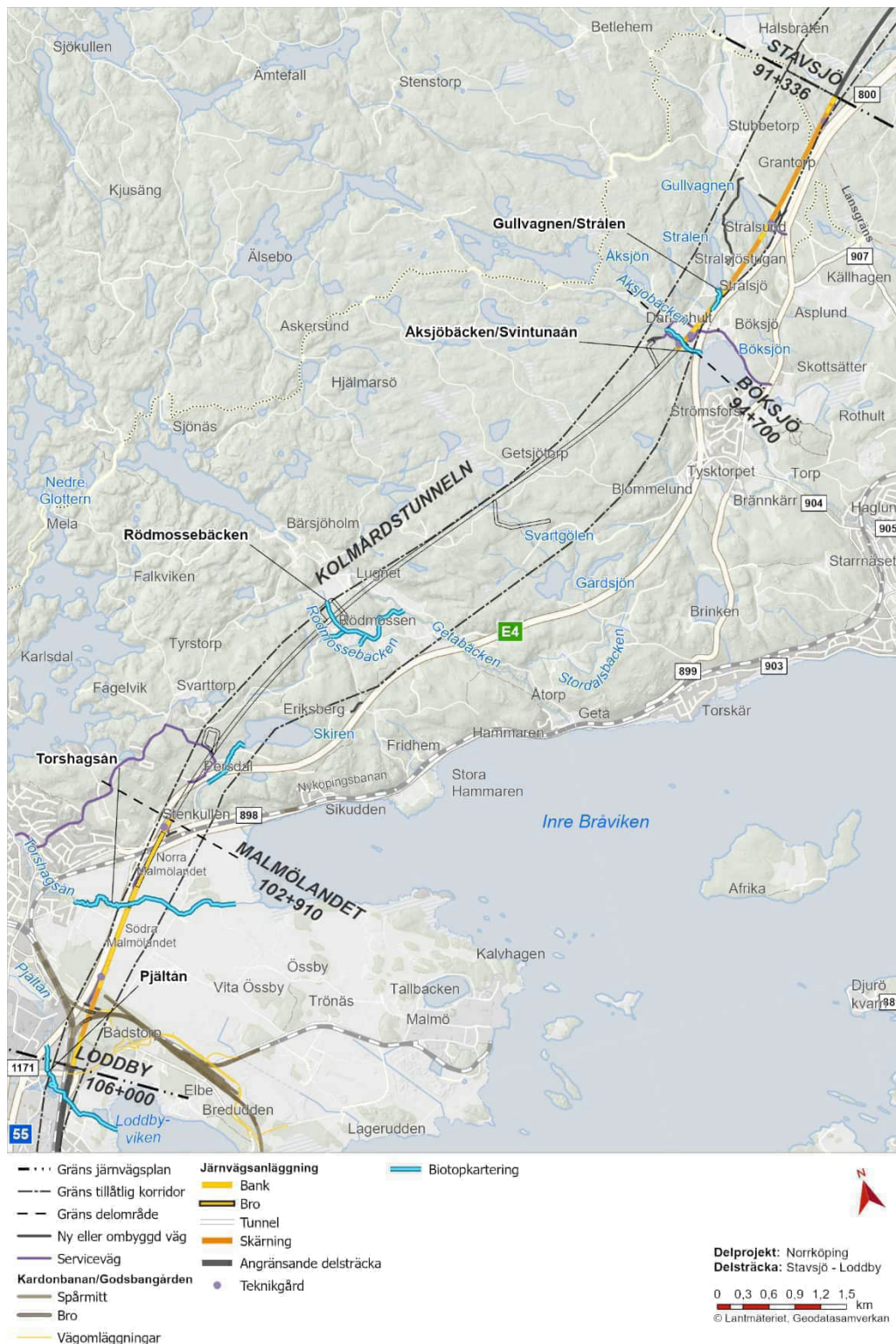
- Fysisk påverkan samt ekologiskt viktiga strukturer och funktioner, däribland nyckelbiotoper. Detta har genomförts genom biotopkartering längs vattendrag.
- Fiskarter, leklokaler.
- Arter av vattenvegetation.
- Stormusslor.
- Bottenfauna.

Inom ramen för naturvärdesinventeringen har även småvatten och diken som omfattas av generellt biotopskydd inventerats.

3.2.7. Metodik biotopkartering

Biotopkarteringar har utförts enligt Havs- och vattenmyndighetens undersökningstyp *Biotopkartering i vattendrag*. Fysiska förhållanden i och kring vattendraget karteras för att ge information om biotoper som förekommer, hur påverkade de är av mänskliga aktiviteter och vilka förändringsprocesser som pågår i vattendraget. För en mer utförlig information om metodiken hänvisas läsaren till manualen *Biotopkartering i vattendrag – Metodik för kartering av biotoper i och i anslutning till vattendrag* (Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2017).

Biotopkarteringar på delsträckan Stavsjö-Loddby har utförts i bäcken från Strålen, Åksjöbäcken (som är en del av Svintunaåns vattenförekomst), Rödmossebäcken, ett tillflöde till Rödmossebäcken, bäcken från Karls mossen (som är ett tillflöde till Rödmossebäcken), bäcken från Skiren och Torshagsån, se Figur 9. Mer information om biotopkarteringen finns i rapporterna *Biotopkartering av vattendrag – Ostlänken delprojekt Norrköping* (Edlund J. , 2018) och *Biotopkartering av vattendrag inom Östergötlands kalkningsverksamhet hösten år 2006* (Östergötlands kalkningsförbund, 2006).



Figur 9. Vattendrag där biotopkarteringar genomförts inom delsträcka Stavsjö-Loddbys.

3.2.8. Inventeringsmetodik grundvattenberoende naturvärden

De naturvärdesobjekt som kan påverkas av en grundvattensänkning finns främst i öppna grundvattenmagasin med ytlig (marknära) grundvattennivå. Fuktiga områden i högt belägna bergsvackor eller ovanför lertäckta områden påverkas inte av en grundvattensänkning i djupare jord- eller berglager.

SGU har i rapporten Grundvattenberoende ekosystem – Förslag på prioritering av svenska naturtyper inom nätverket Natura 2000 (SGU 2015) bedömt vilka Natura 2000-naturtyper som är känsliga för grundvattensänkning och eller minskat grundvattentillflöde. Av dessa nämns bland annat sjöar, mossar, våtmarker, rikkärr, svämlövskog och vattendrag med flytbladsvegetation alt. Mossa.

Utöver dessa har även fuktängar, sumpskogar, kärr och myrar inventerats som grundvattenberoende naturtyper. Även källor ingår i naturvärdesinventeringen då de ofta har speciell vegetation som är beroende av diffusa eller distinkta källutflöden.

3.2.9. Inventeringsmetodik grundvattenberoende kulturmiljö

Den kulturmiljö som avses i detta fall är lagskyddade fornlämningar. Byggnader med skydd enligt Kulturmiljölagen (1998:950) och som har grundvattenberoende grundläggning redovisas under avsnittet 4.3- *Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning*.

Grundvattensänkningar kan påverka fornlämningar och kulturmiljövärden genom att organiska material och metaller i konstruktioner (båtar, brygg- eller huslämningar etcetera), anläggningar (stolphål, härdar, gravar etcetera) och kulturlager bryts ner snabbare på grund av ökad syresättning. De fornlämningar som kan påverkas vid en grundvattensänkning är framför allt maritima lämningar, boplatser, kavelbroar/vägar i mossmarker och bytomter med kulturlager samt gravfält.

I allmänhet är boplatser och gravfält placerade på impediment (ej bruksbar mark) av berg eller morän men de förekommer också på lermarker. För fornlämningar på moränmarker bedöms det mesta organiska materialet redan ha förstörts. För objekt på lera kan problem med sättningar uppstå. För objekt på morän och höjder, där grundvattennivåerna normalt är avsänkta under perioder innebär en grundvattensänkning inte ökad risk för skada. Fornlämningar som inte bedöms kunna påverkas är stensträngar/hägnader, färdvägar, kolningsanläggningar och fossil åkermark.

För att identifiera grundvattenberoende forn- och kulturlämningar har underlag sökts från kulturmiljöregistret (RAÄ, 2021). Materialet har i samband med Ostlänken kompletterats genom ett antal arkeologiska utredningar, både fältinventering (steg 1) och söschaktsgrävning (steg 2). Inventeringen utfördes inom anläggningens utredningsområde.

3.3. Identifiering av förorenade områden

Identifiering av potentiellt förorenade objekt har skett genom att länsstyrelsernas så kallade EBH-stöd har gått igenom. Här listas potentiellt förorenade objekt som klassats enligt den så kallade MIFO-metodiken. Längs med delsträckan Stavsjö-Loddby har ett MIFO-objekt prioriterats för vidare provtagning. Det är fastigheten Sågbacken 6:1 som vid en tidigare miljöteknisk markundersökning funnits vara förorenad. Vid genomgång av tidigare undersökning bedömdes det finnas en risk för att förorening hade spridits till grundvattnet varför en kompletterande undersökning genomfördes. Utifrån denna undersökning bedömdes det inte föreligga någon risk för spridning av förorening från området.

Strax utanför påverkansområdet som kan uppstå till följd av grundvattenbortledning via tunneln finns ett område med förorenad mark, en deponi i Nylund, som var aktiv år 1975–1980 (objekt 143342). Deponin har en hög riskklass på grund av stora möjligheter för föroreningsspridning. Avrinningen sker dock via ett kärr till en bäck, bort från tunneln. Vid området förväntas en grundvattensänkning på mindre än 0,3 meter, vilket inte bedöms påverka avrinningens strömriktning.

Utifrån resonemanget ovan och de undersökningar som gjorts (se PM Grundvatten Sågbacken, Sweco 2018-12-20 och Sågbacken 6:1 Norrköping Miljöteknisk markundersökning Uppdragsnummer 10067426. WSP 2006-06-26) bedöms det inte finnas några förorenade områden att ta hänsyn till på aktuell sträcka.

Provtagning och analys med avseende på sulfidlera har utförts inom delsträckan Stavsjö-Loddby i flera steg. Resultatet visar att sulfidhaltig lera förekommer i området nära Nyköpingsvägen och trafikplats Björnsnäs. Leran innehåller mindre än 1 000 mg svavel/kg TS och resultaten visar att leran inte är nettosyrabildande, det vill säga jordens buffrande kapacitet är större än dess surgörande kapacitet. Det gör att den sulfidhaltiga leran kan hanteras utan skyddsåtgärder.

Planerade arbeten medför inte att grundvattennivån i områden med sulfidhaltig jord kommer att sänkas av mer än lokalt och tillfälligt.

Eventuella förekomster av sulfider i berg kopplas främst till sedimentära och vulkanitiska bergarter från centrala Norrköping och söderut. Vid genomförda bergtekniska undersökningar har det inte identifierats några sulfidförekomster i berg värda att nämnas. Ytterst små mängder svavelkis har noterats i några borrhärlor.

4 Resultat från inventering av riskexponerade objekt

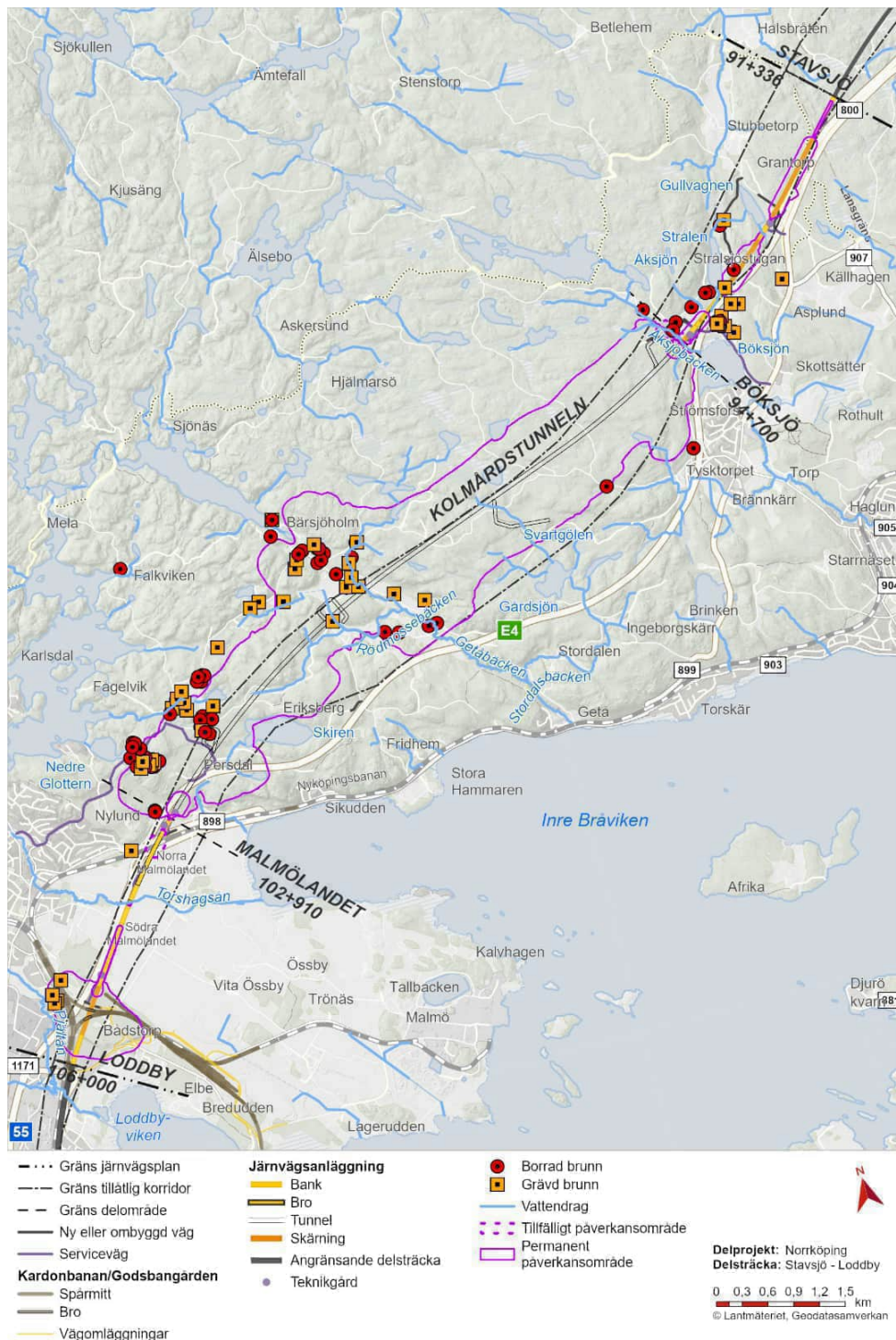
I detta kapitel redovisas de grundvattenberoende objekt som finns inom påverkansområde grundvatten. Dessa objekt benämns riskexponerade objekt. Övriga objekt som inventerats inom utredningsområde grundvatten och som inte riskerar att påverkas av planerad grundvattenbortledning redovisas i bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*. Några grundvattenberoende kulturmiljöobjekt har inte identifierats inom delsträckan.

För ytvatten redovisas objekt i och i närheten av ytvatten som efter utredning bedöms kunna påverkas av vattenverksamheterna.

4.1. Inventeringsresultat vattenförsörjning

Inom påverkansområde grundvatten har 71 enskilda dricksvattenbrunnar identifierats, främst koncentrerade kring samhällena Lugnet, Häradsveden, Annelund, Bäckerslund och Bådstorp. Brunnarna redovisas översiktligt i Figur 10 och mer utförligt i bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*.

På delsträckan finns fyra större dricksvattenresurser: ytvattentäkterna sjön Skiren och Nedre Glottern, grundvattentäkten Halsbråten-Stubbetorp, samt reservvattentäkten sjön Böksjön. Uttag av grundvatten för dricksvattenproduktion från Halsbråten-Stubbetorp regleras i en vattendom från 1997 (dom DVA nr VA 19/97), se Tabell 5.

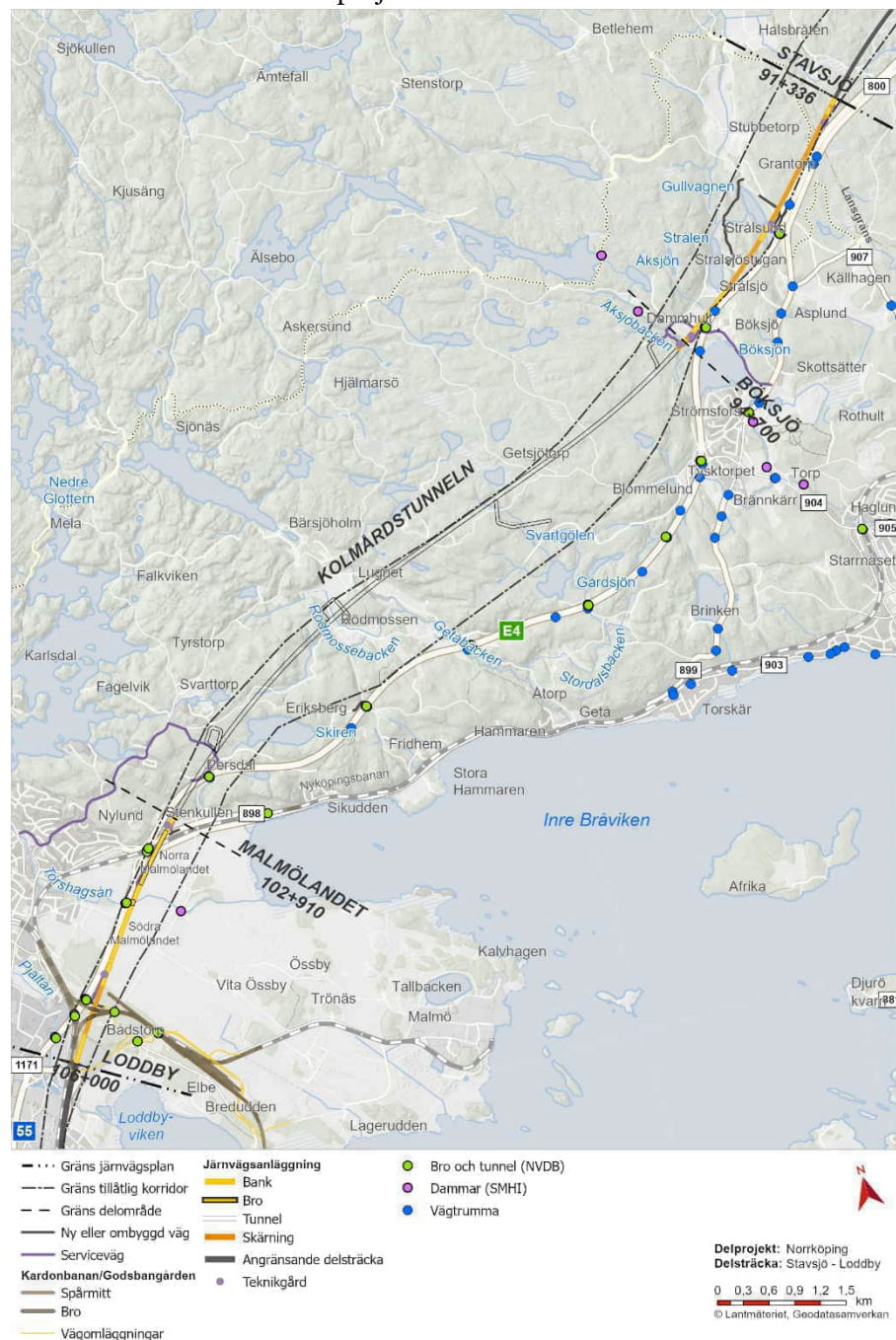


Figur 10. Enskilda borrade och grävda dricksvattenbrunnar inom Ostlänkens påverkansområde grundvatten, delsträcka Stavsjo- Loddbys. Vissa brunnar går inte att se då de överlappar varandra i figuren.

4.2. Inventeringsresultat vattenanläggningar, tillståndsgivna vattenverksamheter och markavvattningsföretag

I Figur 11 presenteras uppgifter om broar, tunnlar och vägtrummor från Nationella Vägdatabasen (NVDB) (Trafikverket, 2020) samt information från SMHI:s dammregister (SMHI, 2019). Det finns en total av 39 broar och tunnlar, varav 21 är

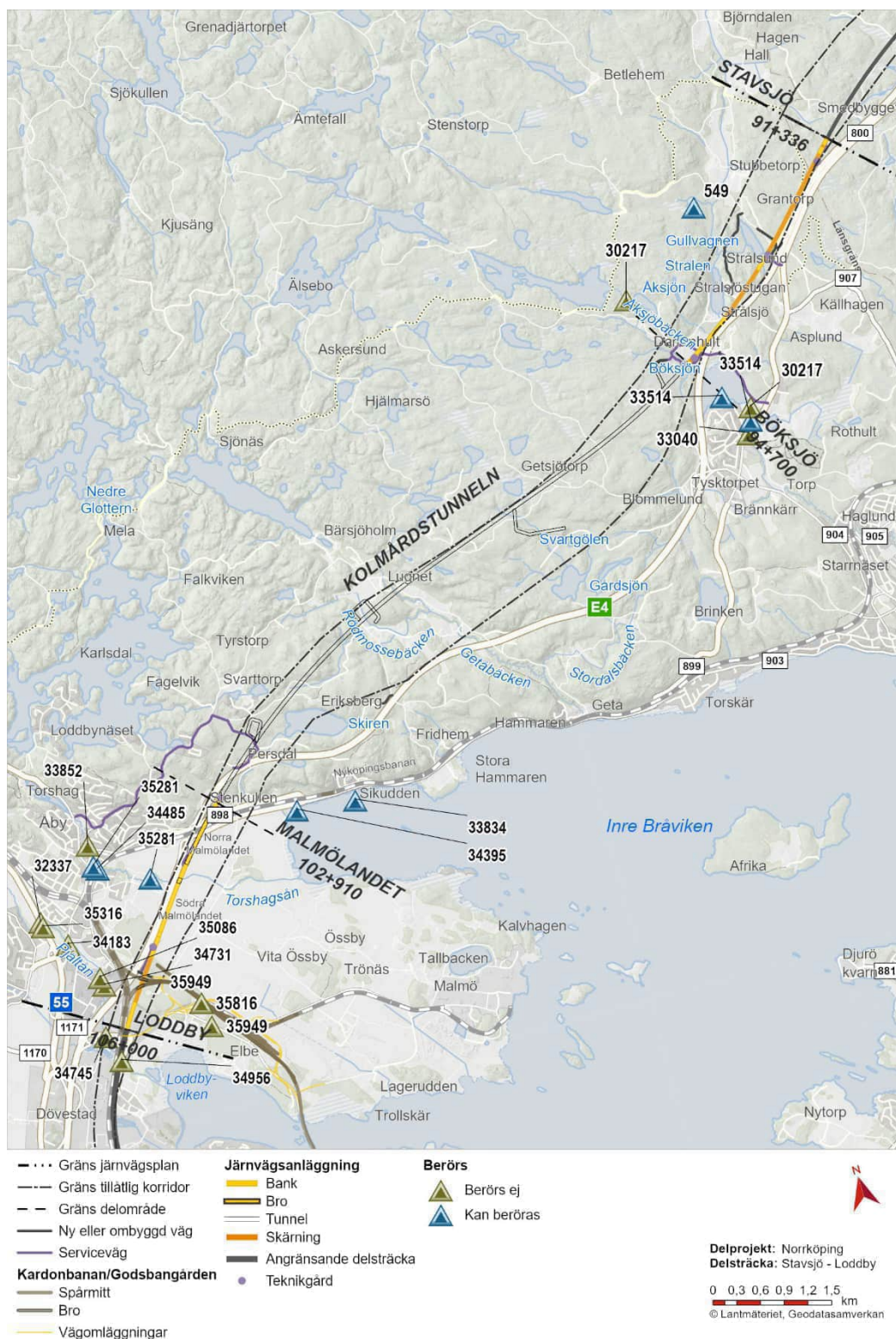
överfarter och 18 underfarter. Det förekommer även sex dammar och 39 trummor. Tvärsnitt och bottenivåer i mindre trummor, diken och vattendrag har också inventerats inom ramen för projekt Ostlänken.



Figur 11. Vattenanläggningar längs delsträckan Stavsjö- Loddbys.

Planerad vattenverksamhet bedöms inte leda till någon ökad dämning i Åksjöbäcken. Anläggningar, så som trummor och broar, som ligger uppströms planerad järnvägslinje påverkas därför inte.

Tillståndsgivna verksamheter visas i Figur 12. Ett antal befintliga tillstånd berörs inte av anläggningen och kan därför avskrivas från fortsatt utredning. Plangränsen för delsträckan Stavsjö – Loddbys slutar norr om Pjältån och inga vattenverksamheter bedöms påverka befintliga tillstånd i Pjältån.



Figur 12. Tillståndsgivna verksamheter i närheten av planerad järnvägsanläggning inom delsträcka Stavsjö-Loddbys.

Nedströms planerad anläggning i Svintunaån finns ett antal tillstånd för reglering av Böksjön samt vattenuttag, se Tabell 5. Även i Torshagsån finns tillståndsgivna anläggningar som kan beröras.

Tabell 5. Tillståndsgivna verksamheter kring planerad järnvägsanläggning längs delsträckan Stavsjö- Loddby.

Anläggnings Id	Beskrivning	Möjlig påverkan
30217	Dammbyggnad vid lilla Älgsjöns utlopp och Böksjöns utlopp	Berörs ej/kan beröras
32337	Pjältån, trumma vid Jursla	Berörs ej
33040	Trumma i Böksjöns utlopp	Berörs ej
33514	Vattenbortledning från Böksjön m.m.	Kan beröras
33834	Bråviken, spillvattenledning utmed vikens norra strand	Kan beröras
33852	Torshagsån, trumma och betongöverbyggnad	Berörs ej
34183	Pjältån vid Åby, bro	Berörs ej
34395	Bråviken, spillvattenledning utmed norra stranden	Kan beröras
34485	Torshagsån, trumma vid Åby	Kan beröras
34731	Pjältån, tillstånd för Norrköpings kommun att anlägga trumma i ån	Berörs ej
34745	Pjältån, tillstånd för Norrköpings kommun att anlägga bro över ån m.m.	Berörs ej
34956	Pjältån, bro för väg 901 vid N. Loddby	Berörs ej
35086	Pjältån vid Åby, bro II i Kvillinge socken, Östergötlands län	Berörs ej
35281	Avloppsutsläpp från Åby till Torshagsån	Kan beröras
35816	Grundvattenbortledning Nya Bravikenvägen i Norrköping	Berörs ej
35316	Pjältån vid Jursla, trumma, anstånd, Östergötlands län	Berörs ej
35949	Norra och södra skärningen, Bravikenvägen	Berörs ej
549	dom DVA nr VA 19/97 som reglerar grundvattenuttag	Kan beröras

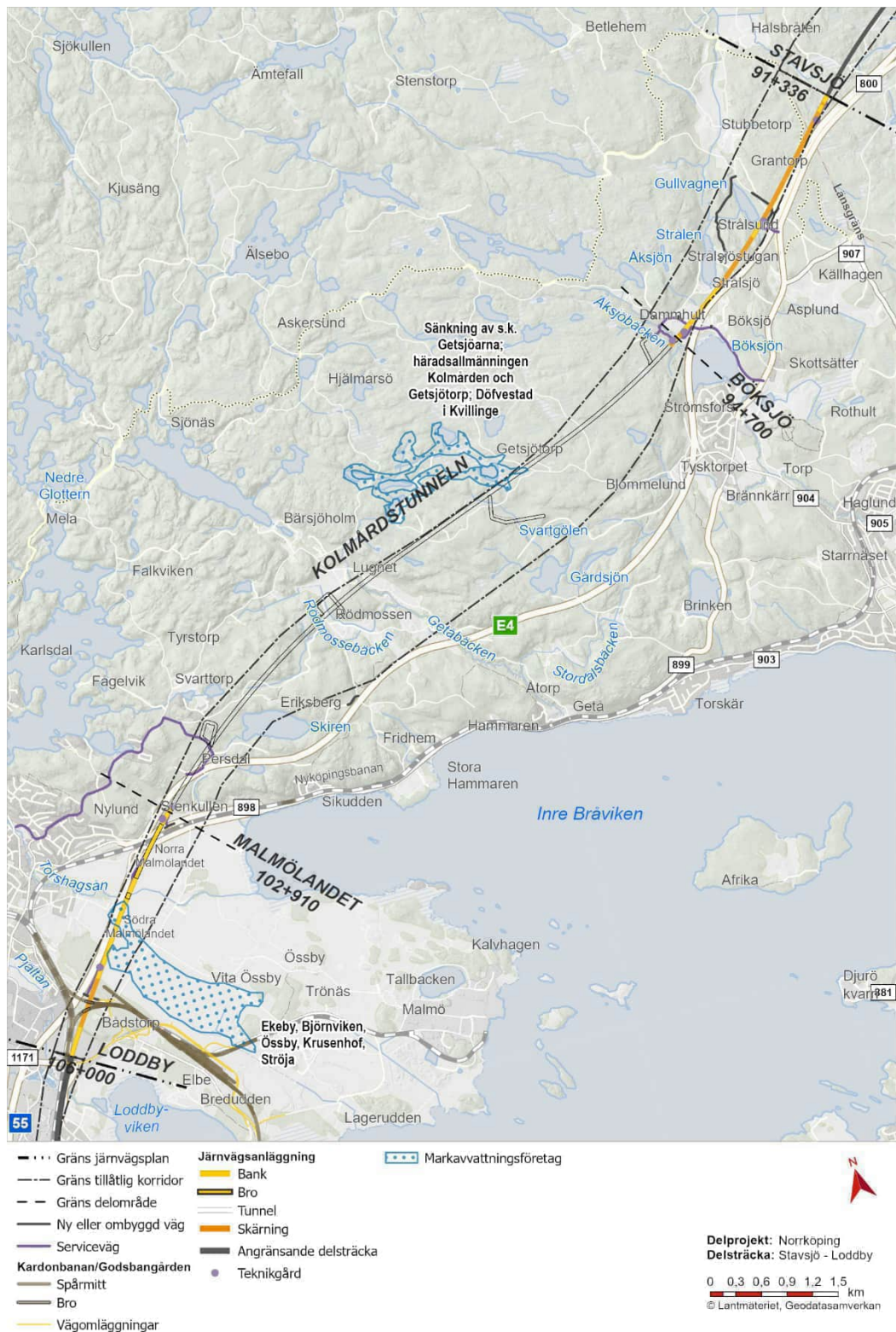
I Tabell 6 samt Figur 13 beskrivs markavvattningsföretagen som finns på delsträckan. Markavvattningsföretaget *Ekeby Björnviken, Össby, Krusenhof, Ströja* påverkas, men hanteras i en separat process.

Kommunen har genom detaljplaneläggning och överenskommelse med delägarna tagit på sig ansvaret att initiera en parallell process för omprövning av markavvattningsföretaget *Ekeby, Björnviken, Össby, Krusenhof, Ströja*, på grund av omfattande förändringar i företaget med anledning av exploateringar. Ostlänken kommer att medföra att avrinningen kommer ändras inom båtnadsområdet, vilket kan medföra att en omprövning av markavvattningsföretagets båtnadsområde och ansvar kan behövas. Ostlänken medför att markområdet mellan järnvägen och E4 avvattnas via järnvägsanläggningens dikessystem till Torshagsån. Området söder om Ostlänken kommer fortsatt avvattnas via markavvattningsföretaget. I övrigt kommer företagets diken och ledningar inte att påverkas. Markavvattningsföretagets funktion påverkas ej.

Markavvattningsföretaget *Sänkning av s.k. Getsjöarna* ligger inom påverkansområde grundvatten men påverkas inte av Ostlänken.

Tabell 6. Markavvattningsföretag på delsträckan Stavsjö- Loddby.

Markavvattningsföretag	Km- tal
Sänkning av s.k. Getsjöarna	Km 97+100 – km 97+400
Ekeby, Björnviken, Össby, Krusenhof, Ströja	Km 104+300 – km 104+600



Figur 13. Markavvattningsföretag i närheten av planerad järnvägsanläggning inom delsträcka Stavsjö-Loddbys.

4.3. Inventeringsresultat för byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning

Inom delsträckan Stavsjö-Loddby finns totalt 296 byggnader som har inventerats för att undersöka deras sättningssäkerhet. Samtliga av dessa byggnader bedöms vara ej känsliga, dvs inte bedöms kunna skadas vid eventuella sättningar med anledning av grundvattenbortledning från Ostlänken. Fördelning av de inventerade byggnaderna mellan de olika områden framgår under respektive kapitel.

Inventeringens resultat avseende byggnader inom utredningsområdet (inklusive byggnader inom påverkansområdet) redovisas mer detaljerat i Bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*.

4.4. Inventeringsresultat för infrastruktur

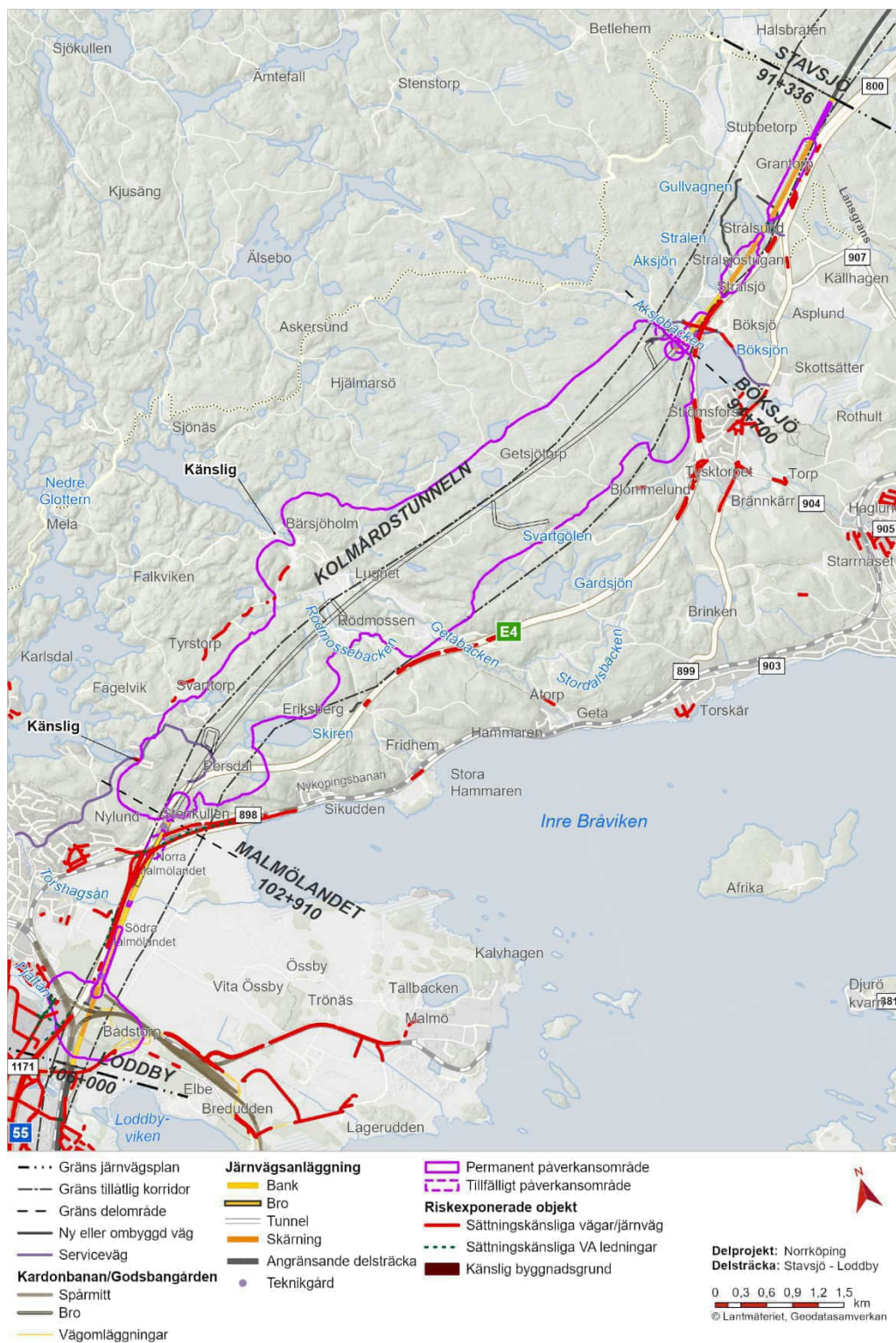
Inom påverkansområde grundvatten har ett par större vägar (E4, Nyköpingsvägen) och några mindre vägar och Södra stambanan samt Nyköpingsbanan identifierats som sättningssärliga i relation till förändringar av grundvattennivån. Dessa riskexponerade objekt är främst koncentrerade kring samhällena Böksjö, Häradssveden, Norrviken och Bådstorp. Objekten redovisas översiktligt i

Figur 14 och mer utförligt i bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*.

Inom påverkansområde grundvatten har två områden med sättningssärliga ledningar identifierats omkring samhället Bådstorp och strax norr om Norra Malmölandet.

Ledningarna redovisas översiktligt i Figur 15 och mer utförligt i bilaga D.2.1

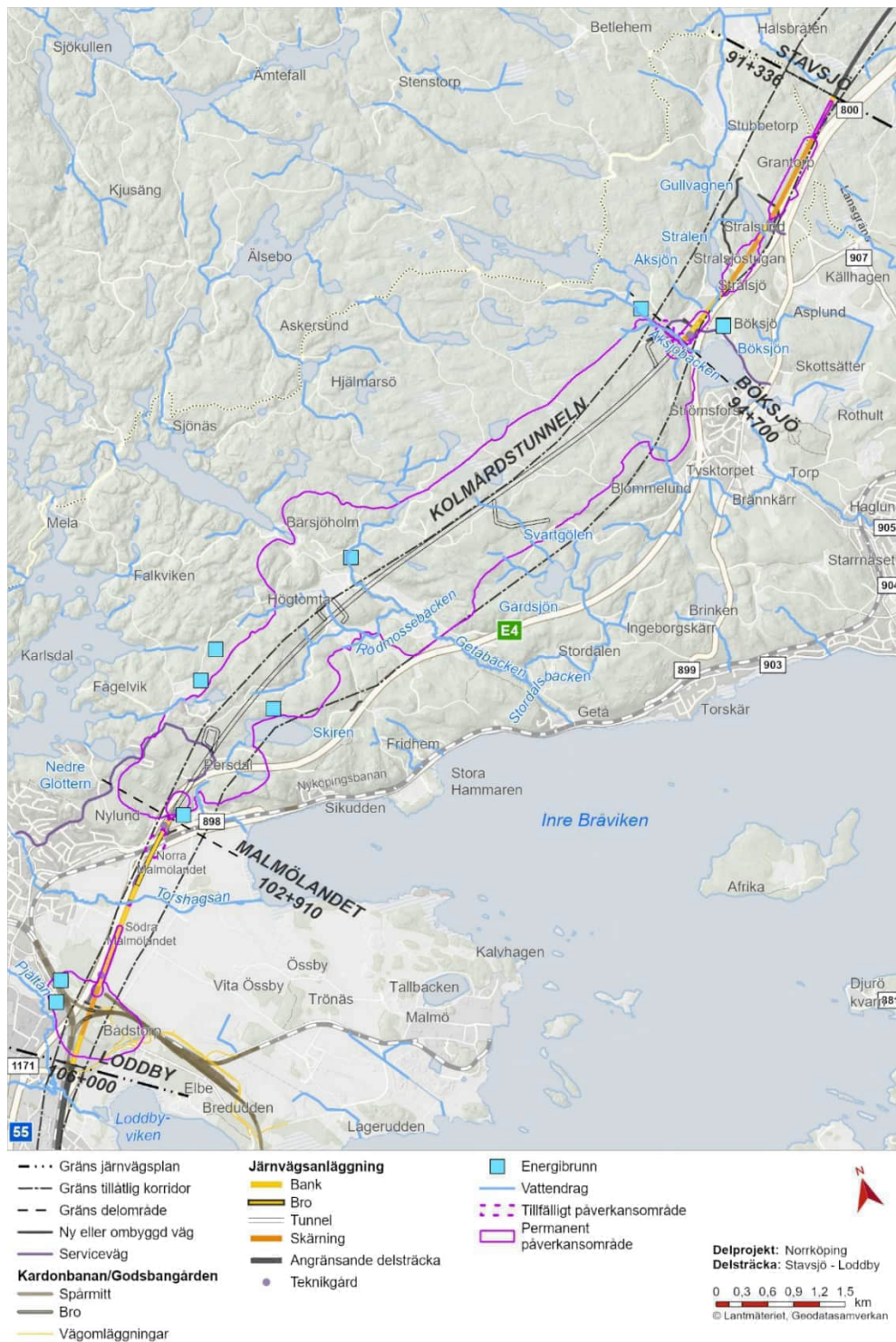
Riskexponerade objekt.



Figur 14. Översiktskarta på Stavsjö-Loddbys som visar påverkansområde grundvatten, sättningskänsliga byggnader, VA-ledningar och vägar.

4.5. Inventeringsresultat för energibrunnar

Inom påverkansområde grundvatten har 5 energibrunnar identifierats. Två längst Kolmårdstunneln vid Lugnet och Eriksberg, en i Villa Skoga och de sista två i Bådstorp. Brunnarna redovisas översiktligt i Figur 15 och mer utförligt i bilaga D.2.1 *Risikexponerade objekt*.

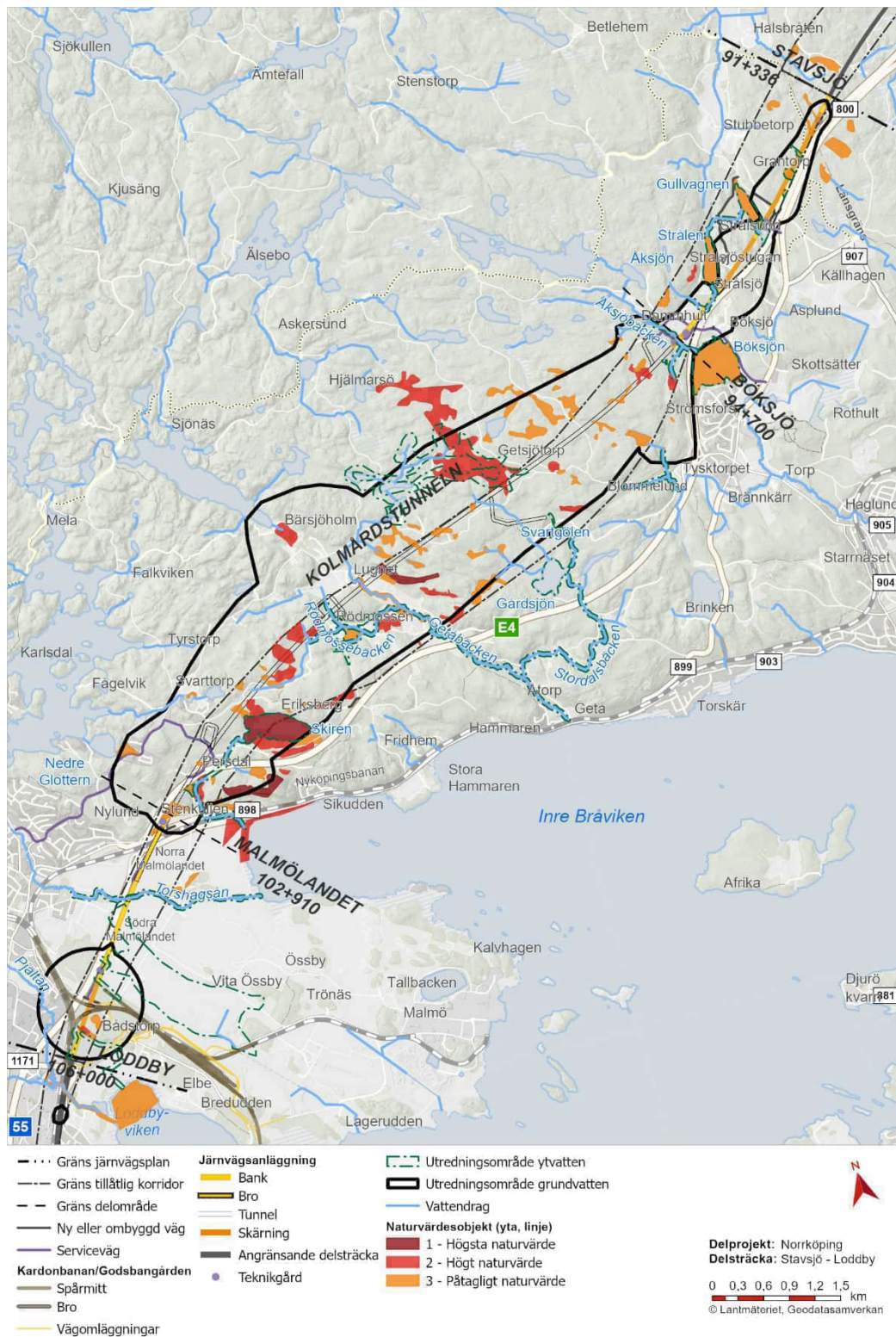


Figur 15. Inventerade energibrunnar inom Ostlänkens utredningsområde grundvatten, delsträcka Stavsjö-Lodby.

4.6. Inventeringsresultat naturvärdesobjekt

I Figur 16 visas en översikt av samtliga naturvärdesobjekt, med naturvärdesklass 1–3, som identifierats för delsträckan Stavsjö-Loddby. I bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt* redovisas mer utförlig information om naturvärdesobjekten. Av bilagan framgår vilka naturvärdesobjekt som ligger inom påverkansområde grundvatten och som kan påverkas genom torrare markförhållanden till följd av grundvattenbortledning.

Naturvärdesobjekt i och i närheten av ytvatten kan också komma att påverkas av vattenverksamheterna, se kapitel 6–8.



Figur 16. Identifierade naturvärdesobjekt med naturvärdesklass 1–3 samt utredningsområdet med avseende på planerade vattenverksamheter inom delsträcka Stavsjö- Loddbys.

5 Beräkningar

I kunskapsinsamling ingår även beräkningar med avseende på yt- och grundvatten. I avsnitt 5.1 redovisas beräkningar som berör både yt- och grundvatten som exempelvis avrinningsområden och vattenbalansberäkning. Beräkningar är en utgångspunkt för bedömningar.

Avsnitt 5.2 beskriver de beräkningar som har med ytvatten att göra. Det gäller hydraulisk modellering av vattendrag vars resultat används bland annat för att bestämma vattenområdenas utbredning. I avsnittet redovisas också hur avrinningsanalysen har genomförts. Resultaten av avrinningsanalysen används för att förstå ytavrinningen, var vattnet kommer ifrån och var det tar vägen. Analysen används också för att ta fram delavrinningsområden och för att bedöma vilken effekt en viss påverkan får.

5.1. Beräkningar som berör både yt- och grundvatten

5.1.1. Avrinningsområden och vattenbalansberäkning

För att bedöma den direkta och indirekta effekten som kan uppstå till följd av en vattenverksamhet, exempelvis grundvattenbortledning eller arbete inom ett vattenområde behöver bedömningen göras i ett större sammanhang, tex inom ett avrinningsområde. Avrinningsområden och vattenbalansberäkningar har därför utförts. Dessa ligger också till grund för omgivningsbeskrivningen.

Avrinningsområden begränsas normalt av topografiska höjdryggar som avgränsar de olika avrinningsområdena. De olika avrinningsområdena definieras från en vald utflödespunkt.

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

Vattenbalansen beräknas med följande ekvation:

$$R = P - ET - \Delta S - B$$

R = Avrinning

P = Nederbörd

ET = Avdunstning och växters transpiration

ΔS = Magasinsförändring (i snö, sjöar, mark- och grundvatten)

B = Vattenuttag i brunnar eller dränering till undermarksanläggningar

Vattenbalansberäkningar kan användas för att redovisa årsmedelvärden eller andra tidsperioder. Därmed ingår lagring/magasinering som en parameter. Vilken tidsperiod som beräkningen avser måste beaktas för förståelsen av redovisade bedömningar och slutsatser i denna PM. Det är stor skillnad på vattenbalansen för en enstaka månad jämfört med år eller flerårsberäkningar. Som ekvationen visar, associeras varje variabel i ekvationen ovan med en tidsperiod. Ett varaktigt vattenuttag (B) innebär därför att också storleken på avrinningen (R) varaktigt reduceras med storleken på vattenuttaget (B).

Ett ytterligare analyssteg är att för enskilda delavrinningsområden bedöma fördelningen mellan ytvattenavrinning och grundvattenavrinning samt fördelningen mellan grundvattenbildning till det undre respektive till det övre grundvattenmagasinet.

5.2. Beräkningar ytvatten

5.2.1. Avrinningsanalys

En avrinningsanalys beskriver lokala förhållanden för ytavrinning och ger information om delavrinningsområden och avrinningsvägar. Analysen tas fram utifrån en terrängmodell där höjdförhållandena inom avrinningsområdet beskrivs. Areal som bidrar med avrinning till en specifik punkt beräknas och används som grund för beräkning av dimensionerande flöden för avvattningsanläggningen. Resultaten används som identifikation för eventuella behov av, samt lämplig placering av överdiken och för att bestämma vart dagvattnet från anläggningen tar vägen samt vilken recipient det når.

För avrinningsområdet genomfördes en avrinningsanalys för såväl befintliga som framtida höjdförhållanden. I framtidsanalysen uppdaterades terrängmodellen med rådande höjdförhållanden för Ostlänkens färdigbyggande, då förändring av lokala delavrinningsområden nära anläggningen kan uppstå. Utbredningen av övergripande avrinningsområde bedömdes inte förändras. Skillnaderna i resultatet från avrinningsanalyserna användes för att identifiera förändringar som uppstår i rinnvägar med Ostlänkens konstruktion. Informationen användes för att bedöma påverkan på riskexponerade objekt till följd av förändrade avrinningsvägar.

5.2.2. Beräkning flöden och vattennivåer i vattendrag

Flöden och vattennivåer har beräknats för de vattendrag som berörs av Ostlänken. För Stavsjö- Loddby har hydrauliska beräkningsmodeller upprättats för Gullvagnen-Strålen, Åksjöbäcken och Torshagsån. Modellerna beskriver vattennivån givet ett flöde.

För varje vattendrag har sex simuleringar genomförts där nivåer för olika flöden beräknats. De flöden som simulerats är medelvattenföring (MQ) och 100-årsflöde (Q100) i dagens klimat samt 50-årsflöde (Q50), 100-årsflöde (Q100), 200-årsflöde (Q200) och beräknat högsta flöde (BHF) för klimatförhållanden år 2150.

Klimatanpassningen av de beräknade flödena baseras på resultat från SMHI:s studie: Framtidsklimat i Östergötlands län. Klimatfaktorn på 1,3 för vattendraget är platsspecifik för Östergötland. Programvaran MIKE 11 har använts för att skapa de hydrauliska beräkningsmodellerna.

Resultaten av simuleringarna presenteras i form av flöden och associerade vattennivåer (i RH2000) vid positionen där Ostlänken korsar vattendraget. Beräkningsresultaten används som underlag till projekteringen av broar och strukturer i närheten av vattendragen samt som underlag till miljökonsekvensbeskrivning för miljöprövningen. Resultaten för vattendragen vid Q100 har karterats och används bland annat för att bestämma vattenområden.

5.3. Beräkningsmetodik grundvatten

Beroende på vattenverksamhetens storlek utförs olika typer av beräkningar för att bedöma påverkansområde och effekt inom detta. Valda metoder samt utförda beräkningar redovisas i Bilaga D.2.2 *Beräkningar*. Numerisk modellering har använts för skärningen i Bådstorp samt Kolmårdstunneln. I övrigt har analytiska beräkningar använts.

Beräkningarna av inläckage till tunneln bygger på antaganden om viss tätning av tunneln. Tätning av tunneln är en skadeförebyggande åtgärd och utgångspunkten är att den ingår i ett normalt arbetssätt vid tunneldrift; att tätning sker vid sämre berg (och att om berget har bra kvalitet sker normalt ingen tätning). Beräkning av grundvattenpåverkan har detta som förutsättning och det medför att bedömda effekter bygger på att skadeförebyggande åtgärd genomförs.

Vid beräkning av grundvattenpåverkan från Kolmårdstunneln har två olika grundvattenmodeller använts. Modellen med en medelvärdesberäknad hydraulisk konduktivitet, K , (modellen benämns $K3D$) har använts för att beräkna inläckaget till tunneln.

I modellen för beräkning av påverkansområdet och grundvattensänkningar har K motsvarande den 90-percentilen av (betydlig högre K än den första modellen) använts (modellen benämns $K90\%$). Sänkningen av grundvattennivån beräknas från en antagen eller beräknad medelnivå för grundvattnet under opåverkade förhållanden, minus beräknad grundvattennivå med ostlänkens anläggningar. Nivåförändring är ett medelvärde för jordlagren mäktighet och för berg beräknas nivåförändring vid tunnelnivå. Där grundvattensänkningar anges vid tunnellinjen avses inte förändringar i tunnelns direkta närhet utan en bit ut från tunneln, utanför eventuell injektering, cirka 10-20 meter från tunnelvägg.

Det bör framhållas att oavsett metod så är beräkningar av grundvattenpåverkan behäftade med stora osäkerheter. Ingående beskrivningar och värden på olika beräkningsparametrar som beskriver de rådande förhållanden är alltid en generalisering av verkliga förhållanden och det medför att alla resultat har en osäkerhet – det verkliga utfallet kommer kunna vara annorlunda än det beräknade.

Som en följd behöver det understrykas att exempelvis beräknade grundvattensänkningar för enskilda riskexponerade objekt – som brunnar – är osäkra och även beräknade för att ta höjd för ett scenario med ovanligt stor påverkan.

6 Påverkan och effekt av vattenverksamheter inom delområde Stavsjö – Böksjö (km 91+336 – km 94+700)

6.1. Översikt

Sträckan Stavsjö-Böksjö (km 91+336 – km 94+700) löper parallellt med E4 och går i skärning på fyra platser, varav tre medför vattenverksamhet genom grundvattenbortledning. Inom och i nära anslutning till anläggningen finns sjöar, vattendrag och våtmarker i ett landskap som utgörs av skogs- och jordbruksmark. I norr består landskapet av skog, sjöarna Strålen och Gullvagnen, samt ett mindre vattendrag som avvattnar sjöarna. Kring Böksjön, strax söder om E4, finns ett område med jordbruksmark. Marknivåer för sträckan börjar på nivån +85 meter och går genom två höjdområden med en högsta nivå på +103 meter, för att sedan avta kraftigt till nivån +71 meter.

En översikt av delområdets topografi, avrinningsområden samt översiktlig placering av vattenverksamheter visas i Figur 17. Dessa planerade vattenverksamheter ger tillfälliga eller permanenta, små eller mer omfattande på yt- och grundvattnet. Varje vattenverksamhet benämns med ett unikt Id bestående av en inledande bokstav; Y= ytvatten och G = grundvatten, följt av km-tal och numrering. Numreringen sker utifrån placering enligt banans längdmätning från norr till söder. Mer information om vattenverksamheterna presenteras i avsnitten 6.3, 6.4 samt 6.5.

Stavsjö-Gullvagnen

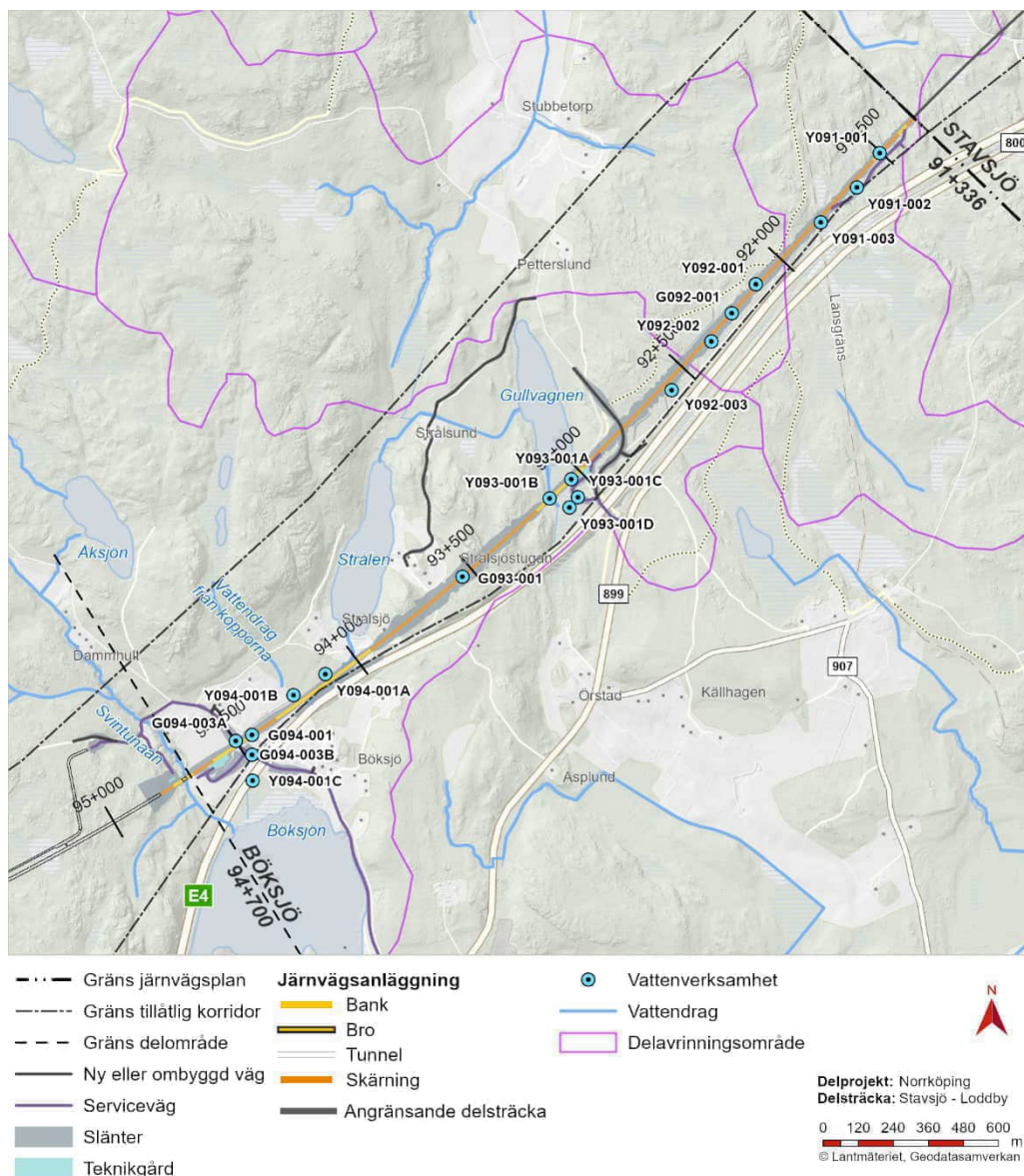
1. Y091-001 Arbete i vattenområde km 91+460 – km 91+520
2. Y091-002 Arbete i vattenområde km 91+620 – km 91+680
3. Y091-003 Arbete i vattenområde och markavvattning km 91+780 – km 91+850
4. Y092-001 Arbete i vattenområde och markavvattning km 92+090 – km 92+140
5. Y092-002 Arbete i vattenområde km 92+310 – km 92+430
6. Y092-003 Arbete i vattenområde km 92+560 – km 92+650
7. G092-001 Grundvattenbortledning km 91+530 – km 92+980

Gullvagnen-Strålen

8. Y093-001 (A, B, C, D) Arbete i vattenområde km 93+000 – km 93+190
9. G093-001 Grundvattenbortledning km 93+170 – km 93+960

Strålen-Böksjö

10. Y094-001 (A, B, C) Arbete i vattenområde km 94+000 – km 94+650
11. G094-001 Grundvattenbortledning km 94+220 – km 94+700
12. G094-003 (A, B) Grundvattenbortledning km 94+480 – km 94+497



Figur 17. Översiktskarta vattenverksamheter inom delområde Stavsjö- Böksjö. Delavrinningsområden enligt SMHI:s Vattenweb visas också.

6.2. Områdesbeskrivning

I detta kapitel med underrubriker beskrivs de olika topografiska förutsättningarna och markanvändningen för delområdet Stavsjö- Böksjö. För att ge en bättre bild av delområdets yt- och grundvattenförhållande beskrivs mark- och vattenförhållanden. Riskexponerade objekt som berörs av järnvägen tas upp mer detaljerat, med hjälp av beskrivningar samt kartor.

6.2.1. Topografi och markanvändning

Delområdet delas in i tre delsträckor, Stavsjö-Gullvagnen, Gullvagnen-Strålen och Strålen-Böksjö (6.3, 6.4, 6.5). Inom delområdet finns två höjdområden som delas av sjön Gullvagnen samt en dalgång med jordbruksmark. Det första höjdområdet (km 91+336 – km 92+940) består av kuperad skogbeväxtad mark och våtmarksområden.

Ostlänken löper parallellt med E4 och vid km 92+900 korsar den två vägar samt en väg vid km 94+500. Inom det andra höjdområdet (km 93+240 – km 93+940) finns gles bebyggelse i form av fritids- samt permanentboenden. Mellan sjön Strålen och Åksjöbäcken finns en dalgång med jordbruksmark och ett antal permanentboenden. Åksjöbäcken mynnar i Böksjön strax söder om E4.

6.2.2. Mark- och vattenförhållanden

Beskrivningen av mark- och vattenförhållanden är uppdelat på ytvatten och naturvärden respektive grundvatten och geologi.

Ytvatten och naturvärden

Längst i norr går sträckan genom Björnsjöns avrinningsområde inom vilket ytvatten avleds till Björnsjön. Bäckan som rinner i dalgången vid Halsbråten-Stubbetorp (kallad Vinterbäcken) leder även den ut till Björnsjön. Inom delområdet ligger Ostlänken till största del inom Böksjöns avrinningsområde där sträckan passerar sjön Gullvagnen vars utlopp leder till sjön Strålen. Från Strålen rinner vattnet vidare till Böksjön, vilket först sker i dike och sedan i ledning. Landskapet är fragmenterat och består längs sträckan av både åkermark och skog.

Ostlänken passerar över vattendrag som utgör tilllopp till Gullvagnen samt att bäcken mellan Strålen och Böksjön berörs. Inom sträckan sker flera arbeten i vattenområde där anläggningen korsar mindre vattendrag. Våtmarker, sjöar och vattendrag med naturvärdesklass 1–3, som berörs av sträckan beskrivs nedan, naturvärdesobjektets ID anges inom parentes. Mer information återfinns i bilaga Riskexponerade objekt.

Blandsumpskog 350 NO Smedbygget (NH3-10063) har naturvärdesklass 3 och utgörs av en sumpskog med ett varierat trädskikt.

Mosse 630 m NO Smedbygget (NH3-10062) har naturvärdesklass 3 och utgörs av en öppen myrmark.

Liten skogbevuxen myr strax öster om Gullvagnen (N21-0004) har naturvärdesklass 3. Myrens trädskikt domineras av tall och björk i varierad ålder, riktigt gamla träd saknas dock. Död ved förekommer rikligt, främst i form av torrakor. I fältskiktet växer skvattram, odon, tuvull och vitmossa. Marken är relativt blöt. Objektets naturvärde grundar sig i dess relativt naturliga hydrologi. De flesta små våtmarker i skogslandskapet är idag påverkade av dikning, därför bedöms de flesta myrar som inte är dikade idag ha ett påtagligt naturvärde. Biotopvärdet höjs av rikligt förekommande död ved samt tydlig tuvbildning. På myren finns förutsättningar för en gynnsam miljö för fåglar och insekter.

Öppen mosse vid Gullvagnen (N21-0006) har naturvärdesklass 3. Mossen är till stor del öppen och inramad av ung kantskog. Fältskiktet domineras av tuvull och vitmossa med inslag av odon, tranbär, björnmossor, vattenklöver och kråklöver. På en del av tuvorna växer unga tallar som också dominerar kantskogen. Död ved förekommer mycket sparsamt. Objektets naturvärde grundar sig i dess relativt naturliga hydrologi. De flesta små våtmarker i skogslandskapet är idag påverkade av dikning, därför bedöms de flesta myrar som inte är dikade ha ett påtagligt naturvärde. Objekts naturvärde bedöms som påtagligt. Biotopvärdet höjs av en tydlig tuvbildning.

Strand vid Gullvagnens södra ände (N21-0008) har naturvärdesklass 3. Stranden som är belägen vid södra änden av Gullvagnen domineras av vass. Längre in växer vitmossa och gräs i fältskiktet. Buskskiktet domineras av sälg och ung björk. Trädskiktet

domineras av tall och några björkar. Objektets naturvärde grundar sig i dess relativt naturliga hydrologi och betydelse för groddjur, fisk och fågelliv.

Gullvagnen (N21-0005) har naturvärdesklass 3. Sjön är en drygt fem hektar humös skogssjö som ligger inom den tillåtlighetsprövade korridoren. Sjön omges av yngre tallskog, berghällar, sump och blandskog. Dess naturvärde är främst kopplad till dess naturlighet och relativt variationsrika strandzon med förekomst av grövre bottenmaterial och död ved i vattnet. Fördjupad artinventeringar som utförts som komplement till den allmänna naturvärdesinventeringen har visat att bred kärrtrollslända förekommer i sjöns norra ände.

Strålen (N21-009) har naturvärdesklass 3 och är en knappt åtta hektar humös sjö omgiven av barrskog. Dess naturvärde är kopplad till sjöns naturlighet och relativt variationsrika strandzon med varierad bottenstruktur, översvämningsszoner, inslag av myr, block och berg. Förekomsten av inlopps- och utloppsmiljöer med förhållandevis naturliga kvalitéer bidrar till naturvärdet.

Bäcken från Strålen (N21-102) har naturvärdesklass 3. Bäcken är 0,8 kilometer lång och rinner från Strålen till Böksjön. Spårlinjen passerar cirka 0,1 kilometer nedströms bäckens utlopp ur Strålen. Sträckan rymmer bland annat några fallsträckor samt ett sjöutlopp. I de nedre delarna förekommer den lite ovanligare vattenväxten bäcknate. Bäcken präglas av den relativt flacka och öppna terrängen, dalgångens postglaciala sedimentjordar samt Strålens näringsfattiga och humösa vatten. Fysiska ingrepp har påtagligt påverkat bäcken, främst äldre ingrepp kopplade till avvattningen av dalgångens jordbruksmarker och sänkningen av Strålen samt byggandet av E4. Vattendraget är omgrävt och sänkt inom hela den karterade sträckan, med ett uträtat lopp utan kvarvarande spår av det ursprungliga svämplanet. Bäcken passerar genom en cirka 370 meter lång ledning under E4. Passagen utgör ett definitivt vandringshinder för både öring och mört.

Böksjön (N21-0095) har naturvärdesklass 3 och är en del av en vattenförekomst som omfattas av vattenförvaltningsförordningen. Bedömning av MKN görs i MKB. Sjön bedöms ha ett visst artvärde och ett påtagligt biotopvärde. Artvärdet grundas i förekomsten av kransalger, kortskottsväxter och naturvårdsarten storlom samt sjöns relativt artrika vattenvegetation. Biotopvärdet grundas bland annat i sjöns goda konnektivitet med tillrinnande vattendrag och angränsande strandvåtmarker samt den variationsrika strandzonen med förekomst av vassar, flytbladsområden, grunda sandbottnar och vågexponerade grundområden med grovt bottenmaterial.

Grundvatten och geologi

Ytligt består sträckan av berg i dagen, morän, torv, svallsand eller finkorniga sediment, vilket visas i Figur 18. Det finns 13 installerade grundvattenrör i området samt två närliggande, en i vid området början och en i slutet (i nästa område). De närliggande rören ger information om grundvattenförhållanden även för detta område. De 15 grundvattenrören visas i Tabell 7. Några av dessa tillhör en tidigare utredd spårlinje och är därför på relativt stort avstånd från aktuell spårlinje. Det är 6 som ligger inom 100 meter från nuvarande linjen.

Cirka en kilometer väster om Ostlänken ligger grundvattenförekomsten Halsbråten-Stubbetorp och den utgör en dricksvattentäkt. Grundvattenmagasinet består av en isälvsavlagring bestående av sand och grus, med ett djup på cirka 40 meter i de centrala och djupaste delarna. Den ligger i en dalgång mellan sjöarna Björnen och Gullvagnen. Omgivningen består av småkuperat berg- och moränlandskap. Den naturliga grundvattenströmningen går från söder till norr där grundvattnet läcker ut i Björnsjön, i änden av magasinet. I den andra ändan finns en möjlig, men inte lika tydlig hydraulisk

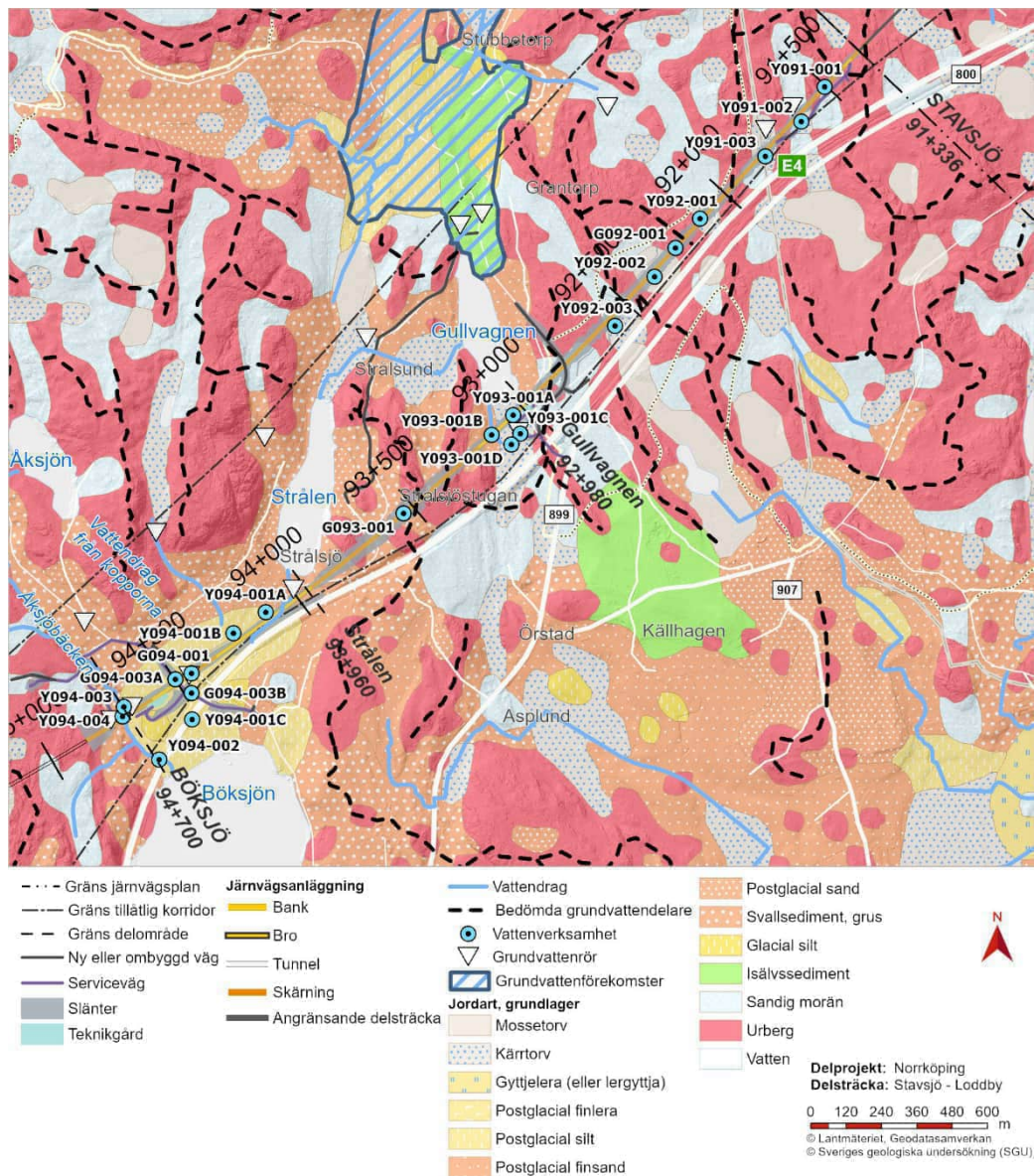
kontakt med sjön Gullvagnen. I anslutning till isälvsavlagringen förekommer svallsand och -grus med ursprung från de höger liggande områdena. Delvis är även isälvsavlagringen överlagrad med finmaterial som silt. I ett PM (Sweco, 2024) finns även en fördjupad beskrivning av grundvattenförekomsten.

I det första höjdområdet, nordöst om sjön Gullvagnen, består marken främst av berg i dagen, tunna moränjordar och skålar i berget där torvjordar (våtmarker) bildats. Samtliga grundvattenmagasin i jord befinner sig i mindre bergskålar, som är mycket begränsade i både djup och utbredning. För de små magasinerna i jord är grundvattenytan ofta belägen på marknivå.

Söder om sjön Gullvagnen utgörs marken av Gullvagnens gamla översvämningssområde. Marken utgörs av naturligt lagrad jord av postglacial sand och silt ovan morän på berg. Jordmäktigheten uppgår till som mest cirka 20 meter. Grundvattennivån ligger generellt nära markytan och i torvområden förekommer nivåer i marknivå. Norr om sjön Gullvagnen finns den tillståndsgivna kommunala dricksvattentäkten Halsbråten-Stubbetorp (Id: 2 030 610).

Det andra höjdområdet, mellan sjöarna Gullvagnen och Strålen, är kraftigt kuperat och utgörs främst av berg i dagen och postglacial sand. Mellan bergsryggarna förekommer svackor med jordar av postglacial sand ovan morän på berg med jordmäktighet upp till som mest cirka 9 meter.

Spårlinjen går mellan Strålsjön och Böksjön på naturligt lagrad jord med ett medeldjup på cirka 12 meter. Jordlagren överlagras av ett mulljordstäck. Grundvattennivån varierar i jordlagren från marknivå till cirka 3,5 meter under markytan.



Figur 18. Jordartskarta och översikt över grundvattenrör inom delområde Stavsjö-Böksjö samt vattenverksamheter som medför grundvattenbortledning.

Tabell 7. Grundvattennivåmätningar Stavsjö – Böksjö.

Grundvatten-rör Id	Läge ungefärlig (km)	Mätperiod	Markyta (nivå)	GV-max-nivå	GV-min-nivå	GV-medel-nivå
8C9023R	91+110	sep 2019 – mar 2023	79,10	79,27	77,92	78,88
8C9093R	91 + 685	apr 2020 – mar 2023	85,46	85,66	85,09	85,51
8C9043R	91 + 800	apr 2020 – mar 2023	87,16	87,80	86,65	87,10
16S124GU	92+000 H450	Mäts ej				
16S121GU	92+600 H500	nov 20–6 - mar 2017	75,05	63,06	62,94	63
9501	92+750 H500	nov 20–6 - mar 2023	70,28	65,38	63,01	64,02
17S102GU	93+080	jul 2017 – mar 2023	74,81	75,36	73,83	74,22
16S123GU	93+250 H500	nov 20–6 - mar 2017	72,38	72,58	72,31	72,42
16S122GU	93+800 H500	nov 20–6 - mar 2017	93,12	92,58	92,5	92,55
17S104GU	93+400 H40	jul 2017 – mar 2023	71,34	71,26	70,17	70,61
16S125GU	94+300 H450	nov 20–6 - mar 2017	117,38	117,12	117,09	117,1
17S105GU	94+480	jul 2017 – mar 2023	71,26	69,04	68,15	68,61
16S119GU	94+650 H350	nov 20–6 - mar 2017	93,4	76,97	76,81	76,87
17S106GU	94+680	jul 2017 – mar 2023	73,9	71,83	69,78	70,86

6.2.3. Miljöintressen, allmänna och enskilda intressen

I detta avsnitt presenteras riskexponerade objekt inom delområde Stavsjö – Böksjö (se Figur 19, Figur 20 samt Figur 21).

Riskexponerade objekt är de objekt som är bärare av egenskaper kopplade till miljöintressen samt allmänna och enskilda intressen fördelat på kategorierna av yt- och grundvattenberoende objekt som presenterats i kapitel 4 - *Resultat från inventering av riskexponerade objekt*. De riskexponerade objekt som berörs av vattenverksamheterna på sträckan är vattenanläggningar, naturvärden, dricksvattenförsörjning och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning (se avsnitt 6.3, 6.4, 6.5).

Norr om sjön Gullvagnen finns den tillståndsgivna kommunala dricksvattentäkten Halsbråten-Stubbetorp (Id: 2 030 610). Tillståndet medger ett uttag av råvatten med ett genomsnitt på 24,2 l/s per år för rening samt sedan ett uttag på 22,0 l/s och år som dricksvatten. Tillståndet möjliggör också ett uttag av vatten för att uppehålla minimivattenföringen i Vinterbäcken när vattenföringen understiger 1,5 l/s. Uttaget för

återföring får som mest uppgå till 5 l/s. Tillförsel av vatten till Vinterbäcken sker i dag under en stor del av tiden maj till oktober. Vattentäkten har fastställda skyddsföreskrifter och skyddszoner. Grundvattenmagasinet är en grundvattenförekomst vars miljökvalitetsnormer hanteras i MKB. Utbredningen av vattenskyddsområdet och grundvattenförekomsten framgår i Figur 19.

Sjön Böksjön utgör en reservvattentäkt för Norrköpings kommun med tillstånd (Id 33514) för vattenuttag. Sjön bedöms ha ett måttligt värde för dricksvattenförsörjning.



Figur 19. Riskexponerade objekt inom sträckan Stavsjö – Gullvagnen. Av ortofotot kan utläsas att järnvägen på sträckan passerar genom skogsbruksmark.

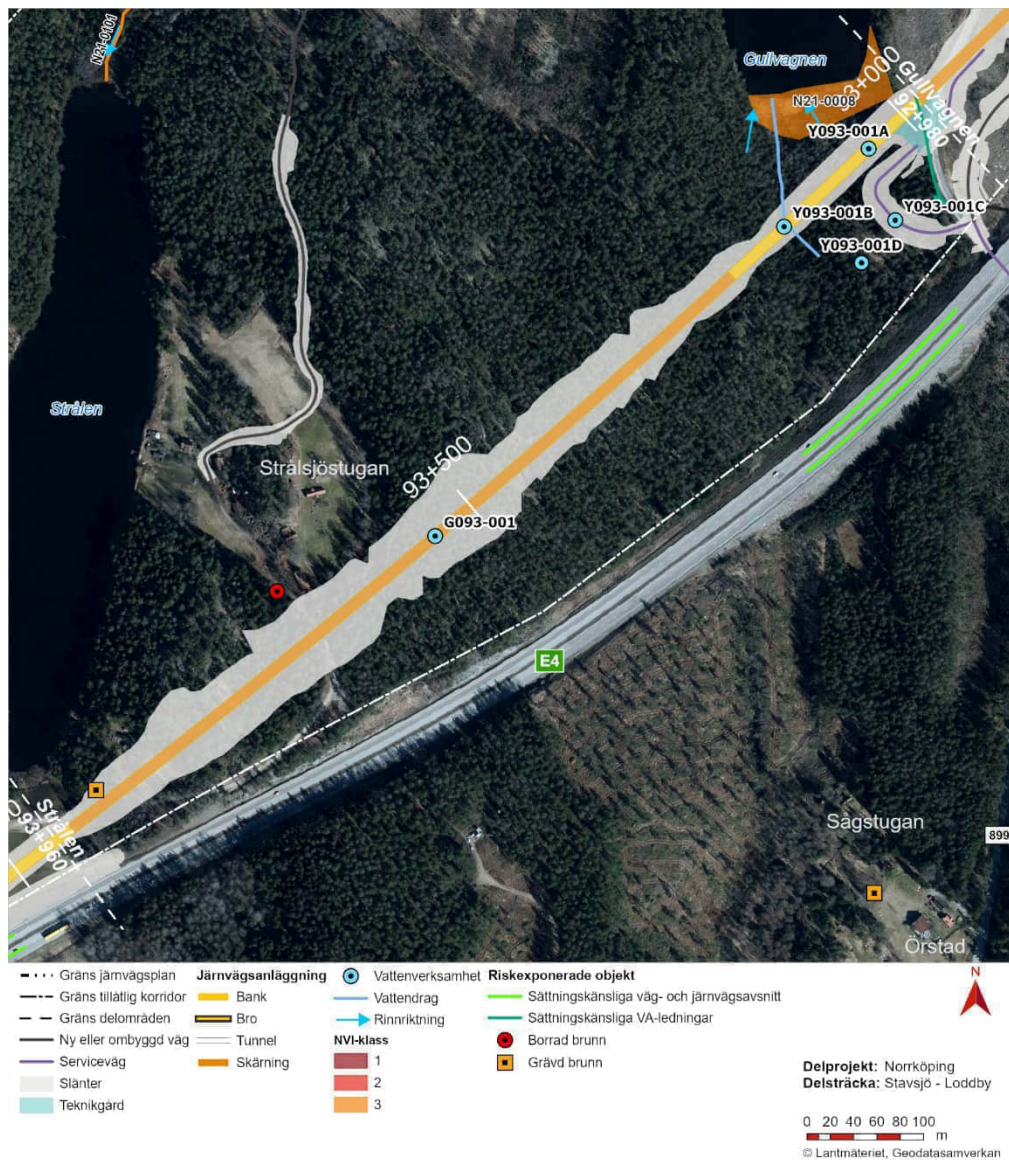
Inom delområdet finns tre brunnar inom påverkansområdet, bestående av en grävd dricksvattenbrunn och två borrade dricksvattenbrunnar. Den grävda brunnen som ligger inom permanent markanspråk för järnvägen och visas i Figur 20, kommer tas ur bruk. Brunnarna beskrivs mer utförligt i bilaga D.2.1 Riskexponerade objekt.

På sträckan finns totalt 13 inventerade byggnader inom påverkansområde grundvatten. Samtliga av dessa är bedömda att ha *ej känslig grundläggning*. Byggnadernas placering framgår i Figur 20 och Figur 21. Längs med sträckan har även hårdgjorda vägar

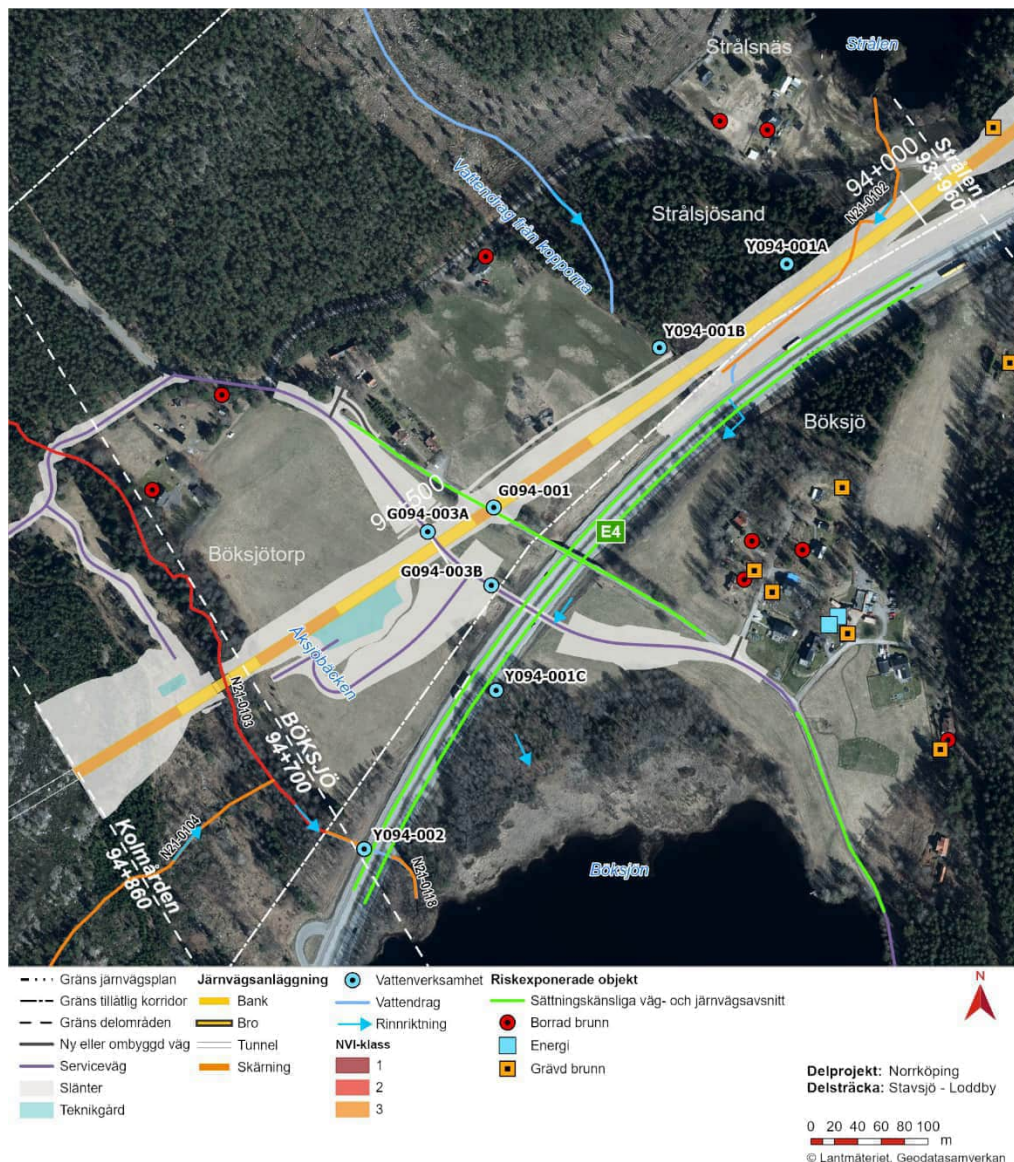
identifierats att emellanåt gå över sättningskänsliga jordarter inom påverkansområde grundvatten.

Utbredningen av skogsmark och jordbruksmark (förutsättningar för areella näringar) kan utläsas av bakgrundskartorna i Figur 19, Figur 20 samt Figur 21. Järnvägen inom delområdet passerar genom skogsbruksmark, nära öppen mark med gles bebyggelse och jordbruksmark.

Inom sträckan Stavsjö-Gullvagnen finns det 12 naturvärdesobjekt som är definierade som riskexponerade objekt för ytvattenverksamheter. Det finns fyra naturvärdesobjekt som identifierats som riskexponerade objekt för grundvattenverksamheter, varav två grävs ur helt. Placeringen av naturvärdesobjekten framgår i Figur 19, Figur 20 och Figur 21. Bedömd påverkan och effekt för berörda naturvärdesobjekt beskrivs nedan.



Figur 20. Riskexponerade objekt inom sträcka Gullvagnen – Strålen. Av ortofotot kan utläsas att järnvägen på sträckan passerar genom skogsbruksmark, nära öppen mark med gles bebyggelse.



Figur 21. Riskexponerade objekt inom sträcka Strålen-Böksjö. Av ortofotot kan utläsas att järnvägen på sträckan passerar genom skogsbruksmark, nära öppen mark med gles bebyggelse samt jordbruksmark.

6.3. Vattenverksamheter inom sträcka Stavsjö-Gullvagnen (km 91+336 – km 92+980)

Sträckan Stavsjö – Gullvagnen är den nordligaste sträckan inom delområdet Stavsjö – Böksjö på hela delsträckan Stavsjö – Loddby. Järnvägen anläggs på låg bank eller i grund skärning. Från cirka km 91+530 – km 92+980 anläggs järnvägen i en cirka 1,5 kilometer lång skärning som medför grundvattenbortledning med ett medeldjup på cirka 11 meter och ett maximalt djup på cirka 18 meter. Järnvägen passerar genom sex våtmarker vilket innebär arbete i vattenområde. Grundvattenbortledningen i byggskedet sker genom att grundvatten tillåts läcka ut genom jordtäcknet vid de jordsvackor som skärs av, via avrinning på bergytan och genom bergsprickor. Inläckande yt- och grundvatten får rinna av genom självfall. Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna; naturvärden och tillståndsgivna vattenverksamheter.

Vattenverksamheterna befinner sig på tre delavrinningsområden (se Figur 17). Längst norrut återfinns Björnsjöns delavrinningsområde. Vinterbäckens delavrinningsområde övergår vid cirka km 92+500 till Björnsjöns avrinningsområde.

Området består av ett kuperat, skogbeklätt höjdområde med partier med berg i dagen. E4 löper parallellt med den planerade järnvägen under hela sträckan. Vid km 91+410 – km 91+490 skär linjen genom en bergsklack. Bergsklacken förväntas inte kunna hålla något grundvattenmagasin.

Delsträckans vattenverksamheter redovisas i Tabell 8 och visas på karta i Figur 22. De redovisas även mer utförligt i bilaga–C - *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Tabell 8. Vattenverksamheter för Stavsjö-Gullvagnen.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Yo91-001	km 91+460 – km 91+520	Arbete i vattenområde	Våtmark sammanfaller med järnvägsanläggning på bank, serviceväg och dagvattenanläggning. Ca 0,26 ha av 0,31 ha av våtmarken grävs ur.
Yo91-002	km 91+620 – km 91+680	Arbete i vattenområde	Våtmark på 0,9 hektar sammanfaller med järnvägsanläggning i skärning och teknikgård. Cirka 0,2 hektar av våtmarken grävs ur. Tätkärna anläggs i stödfyllning mot kvarvarande del av våtmark för att möjliggöra våtmarkens bevarande.
Yo91-003	km 91+780 – km 91+850	Arbete i vattenområde och markavvattning	Våtmark på 0,7 hektar sammanfaller med järnvägsanläggning i skärning samt arbetsytor och cirka 0,4 hektar grävs ur. Vid arbetsytor fylls marken ut efter grävning. En vall anläggs på västra sidan av järnvägsanläggningen inom våtmarken för hantering av naturflöde. Tätkärna anläggs i stödfyllning mot kvarvarande del av våtmark för att möjliggöra våtmarkens bevarande.
Yo92-001	km 92+090 – km 92+140	Arbete i vattenområde och markavvattning	Våtmark på 0,7 hektar sammanfaller med järnvägsanläggning i skärning samt arbetsområde och cirka 0,4 hektar grävs ur. Vid arbetsområdet fylls marken ut efter grävning. En vall anläggs på norra sidan av järnvägsanläggningen inom våtmarken för hantering av naturflöde.
Yo92-002	km 92+310 – km 92+430	Arbete i vattenområde	Våtmark på 0,6 hektar sammanfaller med järnvägsanläggning i skärning samt arbetsområde och cirka 0,3 hektar grävs ur. Vid arbetsområde fylls marken ut efter grävning. Ett överdike anläggs på västra sidan av järnvägsanläggningen inom våtmarken för hantering av naturflöde.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y092-003	km 92+560 – km 92+650	Arbete i vattenområde	Våtmark på 1,3 hektar sammanfaller med järnvägsanläggning i skärning, överdike, samt arbetsområde och del av etablerings- och upplagsyta. Hela våtmarken kan komma att grävas ur.
G092-001	km 91+530 – km 92+980	Grundvattenbortledning	Jord- och bergskärning med ett medeldjup på cirka 11 meter och ett maximalt djup på djup på cirka 18 meter. Permanent grundvattenavsänkning till dräneringsnivån. Grundvattenbortledningen sker via självfall i byggske och via anläggningens avvattnings- och dräneringssystem i driftske.



Figur 22. Vattenverksamheter inom sträcka Stavsjö- Gullvagnen.

6.3.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y091-001 – Y092-003 Arbete inom vattenområde km 91+460 – km 92+650

Ostlänken medför att en mindre del avrinningsområdet för bäcken som rinner i dalgången vid Halsbråten-Stubbetorp (kallad Vinterbäcken) förändras. En del av vattnet leds via järnvägsanläggningens diken till Gullvagnen, vid km 93+037. En del av vattnet avleds i diken norrut och återkommer till Vinterbäcken. Den del av avrinningsområdet som Ostlänken påverkar bidrar inte med några stora flöden till bäcken. Under torra perioder bidrar den mycket lite till flödet i bäcken och vattnet på detta avstånd från bäcken blir kvar i lokala lågpunkter. Förändringen i avrinningsområdet skulle kunna få konsekvenser för hur ofta samt hur länge Nodra AB, Norrköpings kommuns VA-bolag, behöver återföra vatten till Vinterbäcken i enlighet med verksamhetens tillstånd, men det bedöms inte som troligt. Sådana förhållanden förlängs med några dagar i maj, respektive oktober (Sweco, 2024).

I samband med att järnvägen anläggs i skärning kommer våtmarker att försvinna och avrinningsområden att förändras. I Tabell 9 visas de våtmarker med påtagligt naturvärde, som korsas av Ostlänken mellan Stavsjö och Gullvagnen. För alla våtmarker på sträckan sker avrinningen i området i nordöstlig riktning, bort från anläggningen.

Tabell 9. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamheterna inom sträcka Stavsjö-Gullvagnen.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdes-objekt	Naturvärdes-klass	Effekt
Yo91-001	Ej klassad (lägre än klass 3)		Objektet finns delvis kvar
Yo91-002	NH3-10063	3	Objektet finns delvis kvar
Yo91-003	NH3-10062	3	Objektet finns delvis kvar
Yo92-001	Ej klassad (lägre än klass 3)		Objektet finns delvis kvar
Yo92-002	N21-0004	3	Objektet försvinner helt
Yo92-003, Go92-001	N21-0006	3	Objektet försvinner helt

Vattenverksamhet Yo91-001 innebär att en trumma som ansluts till ett nytt dike anläggs i våtmarken. Detta dike ska avleda ytvattnet till ett befintligt dike för avvattning norrut, bort från anläggningen.

För att begränsa effekten av vattenverksamheterna Yo91-002 och Yo91-003 på våtmarkerna och dess naturvärden anläggs en tätjärna i stödfyllningen som en skadeförebyggande åtgärd. Tätjärnorna möjliggör att våtmarkerna delvis kan komma att bevaras och upprätthålla sin hydrauliska funktion. På så sätt kan våtmarkerna delvis bevaras genom att avrinningen till järnvägsanläggningen begränsas. Inläckaget via bergsprickor reduceras dock inte. Effekterna av markanspråket innebär att våtmarken vid Yo91-002 minskar från cirka 0,9 hektar till cirka 0,7 hektar. Vid Yo91-003 kommer cirka 0,4 hektar av våtmarkens totala yta på cirka 0,7 hektar att försvinna. Vid Yo92-001 kommer drygt halva våtmarken att grävas ut för att ge plats för järnvägsanläggningen. Påverkan kommer också ske genom grundvattensänkning.

Vallen vid Yo92-001 anläggs ner till berg och har som funktion att styra vattnets rinnväg bort från anläggningen.

Våtmarkerna (ID N21-004, N21-006) vid Yo92-002 och Yo92-003 grävs ur helt för att ge plats åt anläggningen och etableringsytor.

Vid Yo92-002 anläggs ett överdike på västra sidan om järnvägsanläggningen inom den tidigare våtmarken. Överdiket avleder avrinning från skogsmark bort från jordskärningen. Ytvattnet rinner med nordvästlig riktning mot Stubbetorp.

För Yo92-003 anläggs ett överdike på östra sidan av järnvägsanläggningen inom den tidigare våtmarken. Överdiket ansluter till ett naturligt avrinningsstråk som hamnar i ett

annat överdike längs skärningen. Därifrån leds dagvattnet vidare via projekterade trummor och diken till Gullvagnen.

Samtliga våtmarker i skärningen kommer påverkas av grundvattenbortledning. För Y092-002 kommer avledningen av vatten i skärningen att i fortsättningen ske inom Böksjöns avrinningsområde i stället för Björnsjöns avrinningsområde. Området som berörs av denna ändring är mycket litet sett till de båda avrinningsområdenas totala utbredning.

Naturvärdesobjekt N21-0004 och N21-0006 kommer att försvinna vilket innebär en stor effekt. De två andra (NH3-002 och NH3-003) kommer delvis att grävas ut och effekten bedöms som måttlig och måttlig-stor.

Länshållningsvatten från skärningen kommer eventuellt släppas till Gullvagnen. Innan länshållningsvattnet avleds till sjön kommer suspenderat material sedimenteras och eventuell olja avskiljas vid behov. Effekten på Gullvagnens naturmiljö bedöms som liten.

Förslag till ytterligare skyddsåtgärder för att begränsa påverkan på naturvärden presenteras i kapitel 6.3.3.

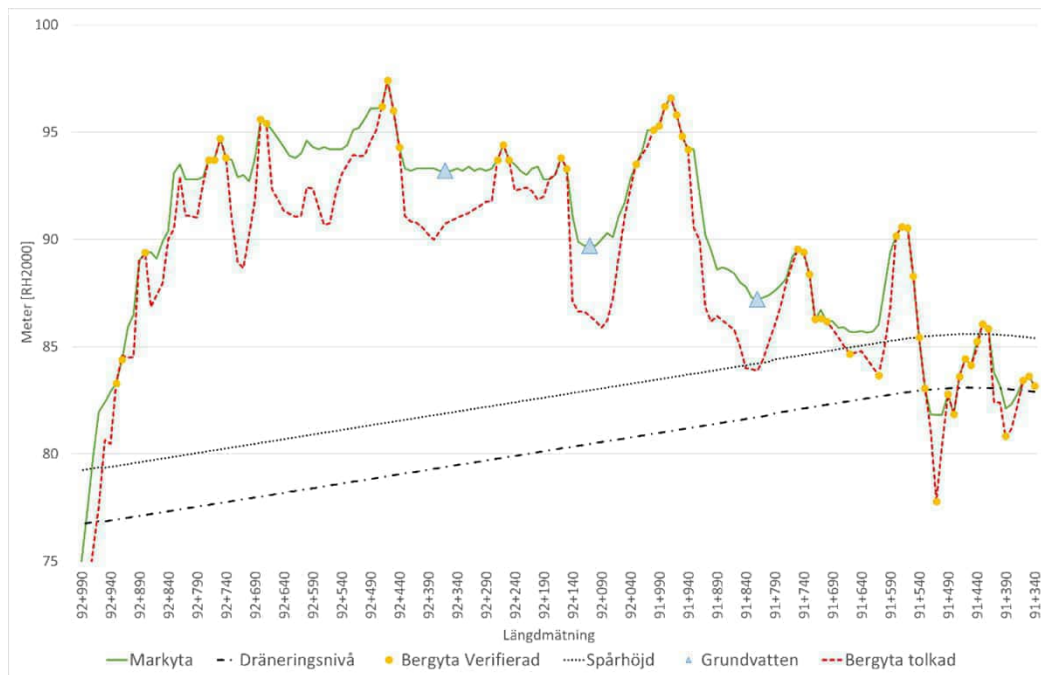
6.3.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G092-001 Grundvattenbortledning km 91+530 – km 92+980

Från km 91+530 fram till km 92+980 anläggs järnvägen i djup skärning genom främst berg. Skärningen är cirka 1450 meter lång och kräver permanent grundvattenbortledning till dräneringsnivån.

Skärningen går genom kuperad terräng med bergsryggar som går i nord-sydlig riktning. Utmed sträckan återfinns ytligt berg med ett tunt jordtäckte av sandig grusig morän och postglacial sand. Jordens mäktighet varierar längs sträckan mellan noll och sex meter. Skärningen går genom sex våtmarksområden, varav fyra har naturvärdesklass 3, som visas i Figur 19. Påverkan och effekt på våtmarksområdena har beskrivits ytterligare i avsnittet ovan (Id Y091-001, Y091-002, Y091-003, Y092-001, Y092-002 och Y092-003).

Anläggningens planerade dräneringsnivå går från nivån cirka +84 och ner till +77. Skärningsdjupet för dräneringen uppgår som mest till cirka 18 meter under dagens bergyta vid cirka km 92+460, se höjdprofil i Figur 23.



Figur 23. Profil skärning vid 91+530 - km 92+980.

Ett permanent påverkansområde har beräknats utifrån antagandet att grundvattennivån generellt befinner sig i nivå med markytan, se Figur 23. Bedömningen är konservativ, i synnerhet i de djupaste punkterna, som sammanfaller med lokala toppar av berg i dagen som sluttar i samtliga riktningar från spåret. Påverkansområdet har ingen topografisk begränsning mot nordväst eller sydost, men begränsas i skärningens början och slut längs med höjdkurvorna, i nivå med dräneringsnivån. Skärningen börjar i norr på nivå +83 meter och slutar på nivå +77 meter.

Generellt kommer påverkansområdet att ligga inom cirka 50–100 meter på båda sidor av skärningen (troligt påverkansområde). På vissa ställen kan påverkansområdet uppgå till cirka 200 meter från skärningen (konservativt beräknat påverkansområde).

Inga brunnar har identifierats inom påverkansområdet, se Figur 24 samt bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*. Norr om sjön Gullvagnen finns ett grundvattenmagasin som sträcker sig från sjön Gullvagnen cirka 3,5 kilometer till sjön Björnsjön. Detta nyttjas som en kommunal tillståndsgiven dricksvattentäkt (Halsbråten – Stubbetorp, Id: 2 030 610). Skärningens påverkansområde sträcker sig ett stycke in över tillrinningsområdet för grundvattenmagasinet.

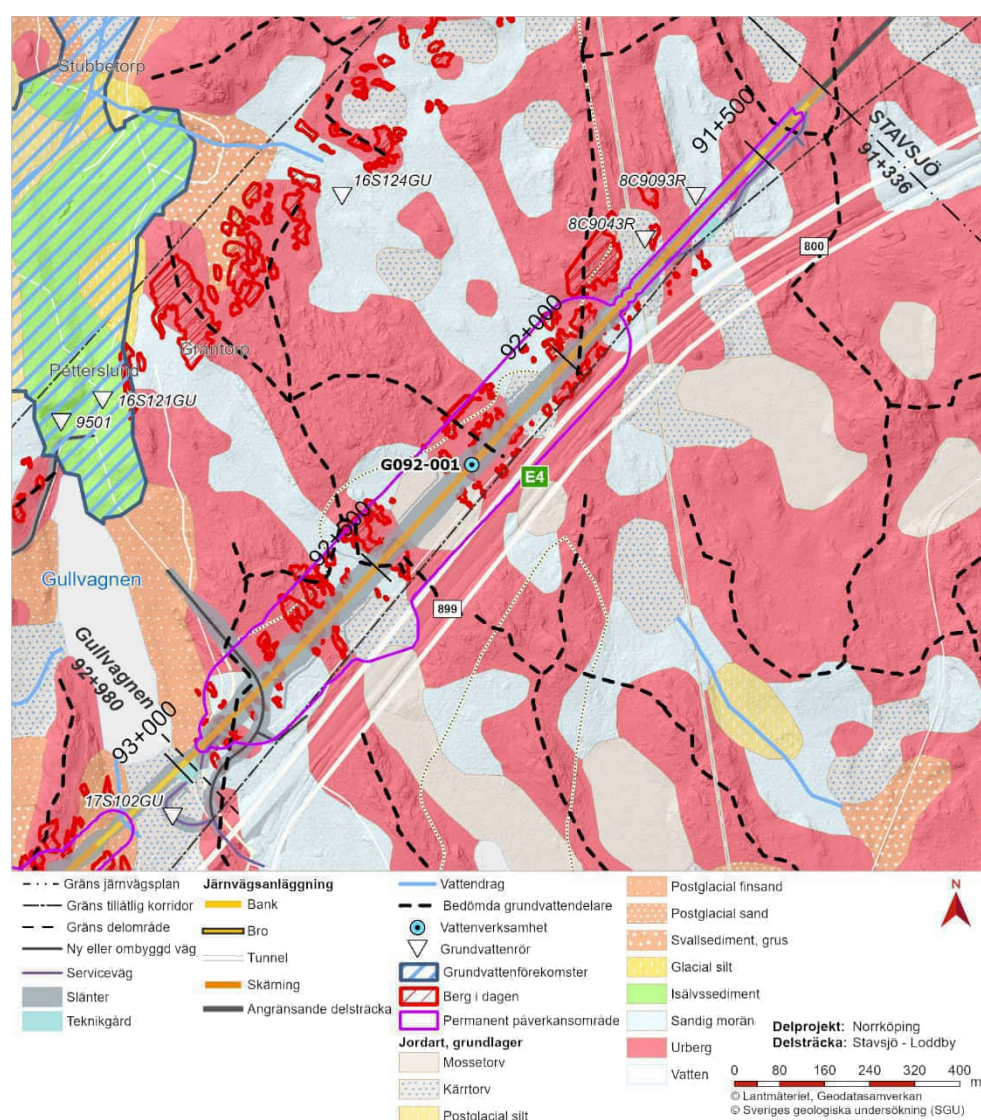
Ostlänkens skärning ligger högre än grundvattennivån i grundvattenmagasinet (och vattennivån i Gullvagnen). Detta innebär att ingen dränering av grundvatten från grundvattenmagasinet mot skärningen kan förekomma, endast grundvattenmagasinet tillrinning påverkas. Skärningen som innebär en minskad tillrinning ligger mer än 500 meter från grundvattenmagasinet. Dessutom finns det mellan grundvattenmagasinet och Ostlänken ett höjdparti med berg i dagen, vilket begränsar avrinningen mot grundvattenmagasinet. Vid lågflödessituationer tillför därför detta område endast obetydliga mängder vatten till grundvattenmagasinet. I situationer då tillrinningen är stor fylls magasinet på. Överskott rinner vidare som avrinning via Vinterbäcken.

Sammantaget bedöms effekten för grundvattenmagasinet grundvattenbildning och dricksvattenförsörjningen vara försumbar eftersom grundvattenbildningen under normala år långt överskrider den potentiella förlusten av tillrinning som kan uppstå på

grund av Ostlänken. Under anläggningsskedet kommer länshållningsvatten omhändertas vilket kommer minska risken för spridning av till exempel olja som kan förorena. Det bedöms även att kravet i regeringens tillåtlighetsvillkor 5 har beaktats. I ett PM (Sweco, 2024) finns även en fördjupad beskrivning av grundvattenförekomsten och Ostlänkens bedömda påverkan.

Det finns ett par sträckor av E4 som befinner sig inom påverkansområdet, se Figur 24 samt bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*, och som bedöms som riskexponerade objekt då sträckorna passerar sättningskänsliga torvmarker. Grundvattnet risker att sänkas påtagligt i dessa områden med påföljande sättningsrörelser i jordlagren. Effekten för E4 beror på hur vägen är grundlagd, vilket inte är undersökt i detta skede. Det går inte att utesluta att det att sättningsrelaterade skador uppkommer på dessa avsnitt.

Förutom ovan nämnda har inga andra sättningskänsliga riskexponerade objekt identifierats.



Figur 24. Påverkansområde grundvatten, G092-001, sträcka Stavsjö- Gullvagnen.

I samband med att järnvägen anläggs i skärning behöver grundvatten bortledas, det vill säga från vattenverksamhet G092-001. Länshållningsvattnen som släpps till Gullvagnen kan under byggskedet innehålla grumlande ämnen och olja som kan ha en negativ effekt på växt- och djurliv varför skyddsåtgärder bör vidtas. Skyddsåtgärder för hantering av

länshållningsvatten beskrivs i avsnitt 6.3.3. Med dessa skyddsåtgärder bedöms effekten från utsläpp av länshållningsvatten vara liten. Skärningen berör totalt sex våtmarker. Två våtmarker (Id N21-004, N21-006) grävs ur helt, se 6.3.1, och därför görs ingen ytterligare bedömning av påverkan och effekt här. Två våtmarker har låga naturvärden och för dem görs ingen bedömning av påverkan och effekt av grundvattensänkning. De två återstående våtmarkerna med påtagligt naturvärde (NH10063 och NH10062) bedöms påverkas av grundvattensänkningen, se Tabell 10.

Tabell 10. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G092-001.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdesobjekt	Naturvärdesklass	Effekt*
G092-001	NH3-10063	3	måttlig
G092-001	NH3-10062	3	måttlig

* Den effekt som avses är en förändring i naturmiljön (till exempel artsammansättning) som kan uppkomma och inte förändring i grundvattennivå inom området för aktuellt naturvärdesobjekt.

De två berörda våtmarkernas naturvärden är kopplade till deras ostörda hydrologi. Båda våtmarkerna kommer att bli torrare till följd av den permanenta grundvattenbortledningen. Effekten på våtmarkernas naturvärden bedöms bli måttliga även om ingen riskreducerande åtgärd vidtas.

För båda våtmarkerna anläggs tätkärna i stödfyllningen vilket kommer att begränsa mängden vatten som försvinner från våtmarken, det är dock troligt att den permanenta dräneringen från järnvägen innebär en icke-försumbar avsänkning av vatten i samtliga våtmarker. Det grundvatten som läcker in i skärningen och som behöver ledas bort släpps i driftskedet ut i sjön Gullvagnen.

6.3.3. Skyddsåtgärder

- Det länshållningsvatten (G092-001) som uppstår under byggskedet inkluderar inläckande grundvatten. Aktiviteter som sprängning och körning i området ger upphov till fina partiklar. Länshållningsvatten som pumpas från skärningar och schakter kan oftast släppas ut direkt på marken i tillfällig damm eller i befintliga diken på en lämplig plats inom arbetsområdet och tillåtas infiltrera i marken. Länshållningsvattnen som släpps ut i eller i anslutning till närliggande recipient kan vid behov renas i en vattenbehandlingsanläggning för att sedimentera suspenderat material och avskilja eventuell olja.
- För vattenverksamheterna Y091-002 och Y091-003 bör arbetsområdets gräns märkas upp för att undvika oavsiktligt intrång i kvarvarande del av våtmarkerna som båda har naturvärdesklass 3.

6.4. Vattenverksamheter inom sträcka Gullvagnen – Strålen (km 92+980 – km 93+960)

Inom sträcka Gullvagnen – Strålen går järnvägen först på bank parallellt med E4 och passerar cirka 50 meter strax söder om sjön Gullvagnen. Bankens höjd är cirka 5,3 meter ovan ursprunglig markyta. Vid km 93+170 övergår järnvägsanläggningen i skärning fram till slutet av sträckan, km 93+960. Skärningen medför behov av

grundvattenbortledning. Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna; naturvärden och dricksvattenförsörjning.

Sträckan kommer att korsa våtmarksområde söder om Gullvagnen. En teknikgård anläggs sydöst om spåret med tillhörande serviceväg. Vid km 93+170 övergår järnvägsanläggningen i skärning fram till slutet av sträckan, km 93+960. Skärning mellan Gullvagnen och Strålen innebär permanent grundvattenbortledning och anläggningen medför också arbete i vattenområde i området söder om Gullvagnen.

Vattenverksamheterna befinner sig i Böksjöns avrinningsområde (se Figur 17). Vattnet i delsträckans norra område rinner till Gullvagnen, fram till cirka km 93+500, där det rinner mot Strålen. Gullvagnen har inget större tillflöde utan endast diffus tillrinning samt ett par tillrinnande diken söder om sjön. Avvattning sker från Gullvagnens utlopp i väst, vidare till Strålen.

Gullvagnen ligger i den södra delen av en dalgång i nordsydlig riktning, mellan kuperade skogbeklädda höjdområden med morän och berg i dagen. I dalgången kring sjön förekommer främst isälvsediment, postglacial finsand och kärrtorv. Närmare Strålen, vid Strålsjöstugan, passerar anläggningen bostäder och fritidshus med en borrhälsbrunn för dricksvatten, som delas mellan fritidshusen i området. Vid km 93+850 finns en grävd brunn som tillsammans med byggnaden på fastigheten, hamnar inom spårområdet. Brunnen och byggnaden ligger inom Ostlänkens spårområde och kommer tas ur bruk respektive rivas.

Infrastruktur i form av mindre vägar återfinns på delsträckan. Vid Gullvagnen korsar en väg Ostlänken runt km 92+990, går under E4 och ansluter till Nyköpingsvägen.

Delsträckans vattenverksamheter redogörs i Tabell 11 och visas i Figur 25. De redovisas mer utförligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. I Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Tabell 11. Vattenverksamheter inom sträcka Gullvagnen - Strålen.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y093-001 (A)	km 93+000 – km 93+140	Arbete i vattenområde	Våtmark på 0,3 hektar sammanfaller med järnvägsanläggning i skärning, överdike, samt arbetsområde och hela våtmarken grävs ur.
Y093-001 (B)	km 93+037 – km 93+140	Arbete i vattenområde	Del av sumpskog och vattenområde grävs ur för anläggandet av två dagvattentrummor. Två diken anläggs för att leda dagvattnet till Gullvagnen.
Y093-001 (C)	km 93+000 – km 93+140	Arbete i vattenområde	Cirka 500 m ² av sumpskog/våtmark grävs ur för anläggandet av permanent väganläggning (serviceväg).
Y093-001 (D)	km 93+050 – km 93+190	Arbete i vattenområde	Cirka 1,1 hektar av våtmark grävs ur för anläggandet av tillfällig etablerings- och upplagsytan.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
G093-001	km 93+170 – km 93+960	Grundvattenbortledning	Jord- och bergskärning med ett medeldjup på cirka 17 m och ett maximalt djup på cirka 29 meter. Permanent grundvattenavsänkning till dräneringsnivån. Grundvattenbortledningen sker via självfall i byggske och via anläggningens avvattnings- och dräneringssystem i driftske.



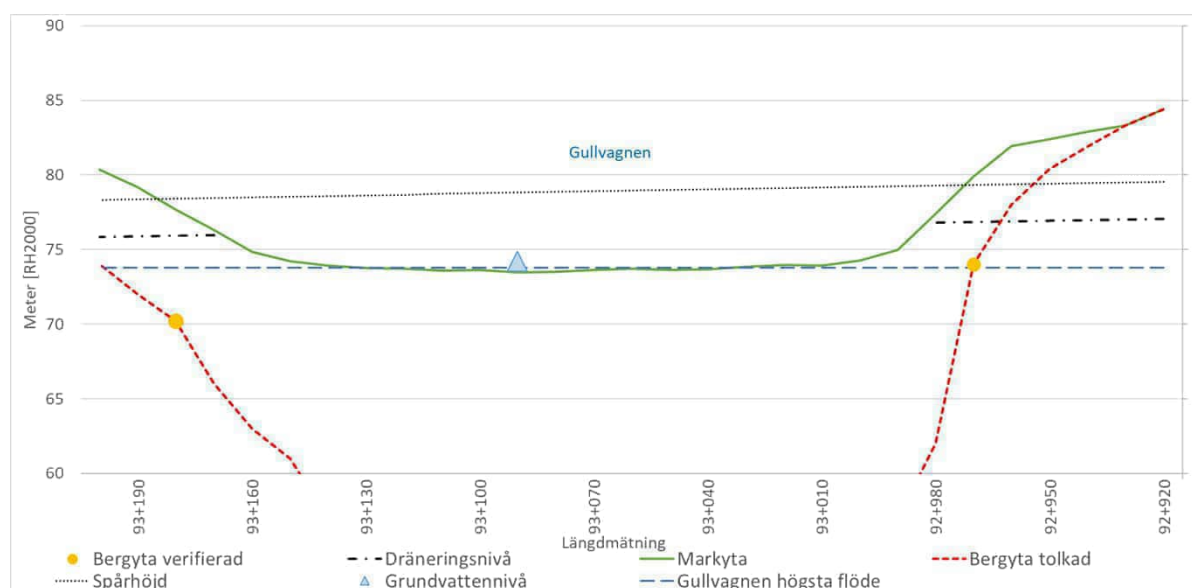
Figur 25. Vattenverksamheter inom sträcka Gullvagnen-Strålen.

6.4.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y093-001 (A, B, C, D) Arbete i vattenområde km 93+000 – km 93+190

Järnvägen går på bank och vattenverksamheten innebär arbete i våtmarksområden. Sammanlagt medför anläggningsdelarna att huvuddelen av våtmarken grävs ut, förutom en liten del intill Gullvagnen. Sumpskogens yta uppgår till cirka 2 hektar varav 1,5 hektar grävs ut.

Järnvägsanläggningen går på bank genom våtmarksområde söder om Gullvagnen vid cirka km 93+000 – km 93+140, se Figur 26. Dräneringsnivån för banken ligger över sjön Gullvagnens vattenstånd vid beräknat högsta flöde. I händelse av inläckande grundvatten kan arbetena utföras i vatten. Utskiftningen sker etappvis med återfyllnad av sprängsten. På grund av sprängstenens genomsläpplighet förväntas ingen dämning från banken.



Figur 26. Profil vid sjön Gullvagnen.

Två dagvattendiken med trummor under järnvägen (vid km 93+037 och km 93+140) anläggs för att leda igenom avrinning från markområden sydost om järnvägen. Dagvattendike vid km 93+037 avvattnar ett stort område sydost om järnvägen, och även sydost om E4. En del av diket ligger inom Gullvagnens vattenområde som kommer att skiftas ut. Dagvattendiket vid km 93+140 avvattnar ett instängt område mellan järnvägen och E4.

Delar av vattendraget, vid km 93+140, ligger inom våtmarken som kommer att skiftas ut. Tillfällig trumma anläggs genom område för tillfällig nyttjanderätt, denna anläggs tidigt. Trumman tas bort i slutet av byggskedet då öppna diken ska anläggas i samband med återställning av området.

Dagvattendiken med trummor innebär uppförande av anläggning i vattenområde. Trummorna ansluts till befintligt dike/bäck som rinner till Gullvagnen.

En serviceväg anläggs öster om spåret. Huvuddelen av servicevägen är placerad på fast mark, en mindre del är placerad inom våtmarken, cirka 500 kvadratmeter. Väganläggningen kommer att kräva utskiftning av torv samt fyllning i vattenområdet. Servicevägen bedöms inte ha någon negativ inverkan på områdets hydrologi

En tillfällig etablerings- och produktionsyta placeras öster om spåret vid Gullvagnen och kommer att ta i anspråk cirka 1,1 hektar av våtmarken som skiftas ur och fylls med sprängsten.

Den berörda våtmarken som är en sumpskog har inga klassade naturvärden. Dagvatten kommer att ledas till det dike som löper längs anläggningen i nordsydlig riktning. Sammantaget kommer avrinningen fortsatt ske i samma avrinningsområde.

Grumling kan uppstå vid grävarbeten och suspenderat organiskt material kan nå ut till Gullvagnen med naturvärdesklass 3. Gullvagnen strandzon har naturvärdesklass 3. Den skyddade arten bred kärrtrollslända som finns i sjöns norra del kan komma att påverkas om grumling når ut till sjön. Mark närmast Gullvagnen (inom översvämningområdet) som lämnas orörd utgör ett skydd för sjön. Effekten på naturmiljön inom de två naturvärdesobjekten bedöms som liten.

Verksamheterna kan medföra grumling i sjön Gullvagnen och förslag till skyddsåtgärder har tagits fram redovisas i avsnitt 6.4.3

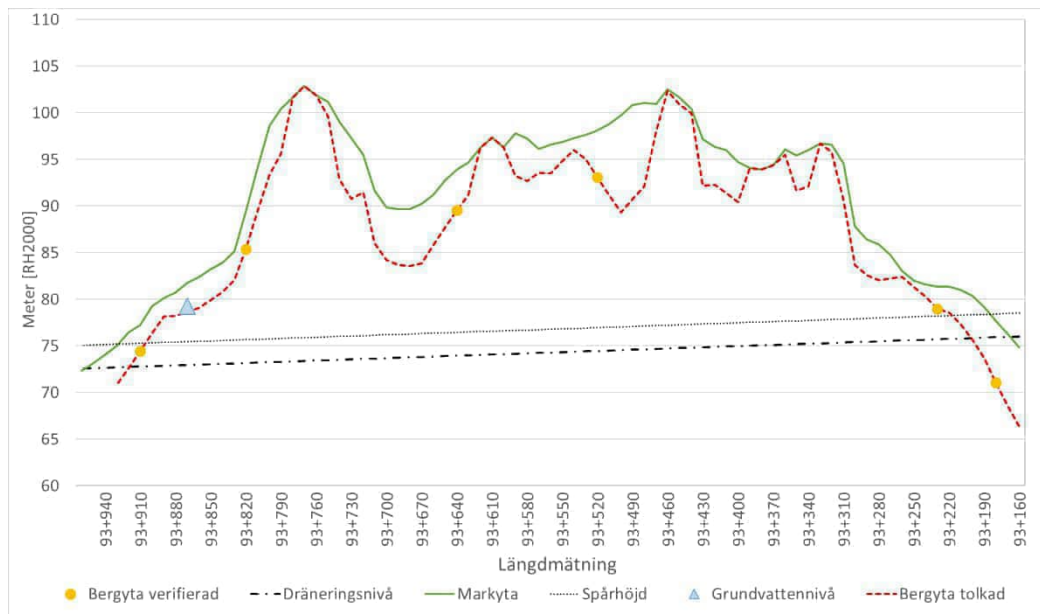
6.4.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G093-001 Grundvattenbortledning km 93+170 – km 93+960

Från km 93+170 fram till km 93+960 anläggs järnvägen i djup skärning genom främst berg. Skärningen är cirka 790 meter lång. För detta krävs permanent grundvattenbortledning till dräneringsnivån.

Befintlig marknivå varierar mellan +76 meter och +103 meter. Dräneringsnivån kommer som mest gå ner till cirka +72 i skärningens södra ände där det främst är jordskärning. Skärningsdjup för dränering uppgår som mest till cirka 29 meter under dagens bergyta vid cirka km 93+770, med ett medeldjup på cirka 17 meter, se höjdprofil i Figur 27.

Två sjöar finns i närheten av skärningen, Gullvagnen och Strålen. Skärningen går genom grundvattenmagasin vid Strålens södra ände (km 93+900) i främst jord på cirka 60 meters avstånd från sjön. I området söder om Strålen finns uppmätta grundvattennivåer som är i nivå med Strålens vattenyta (+71) (grundvattenrör 17S104GU).



Figur 27. Profil skärning vid km 93+170 – km 93+960.

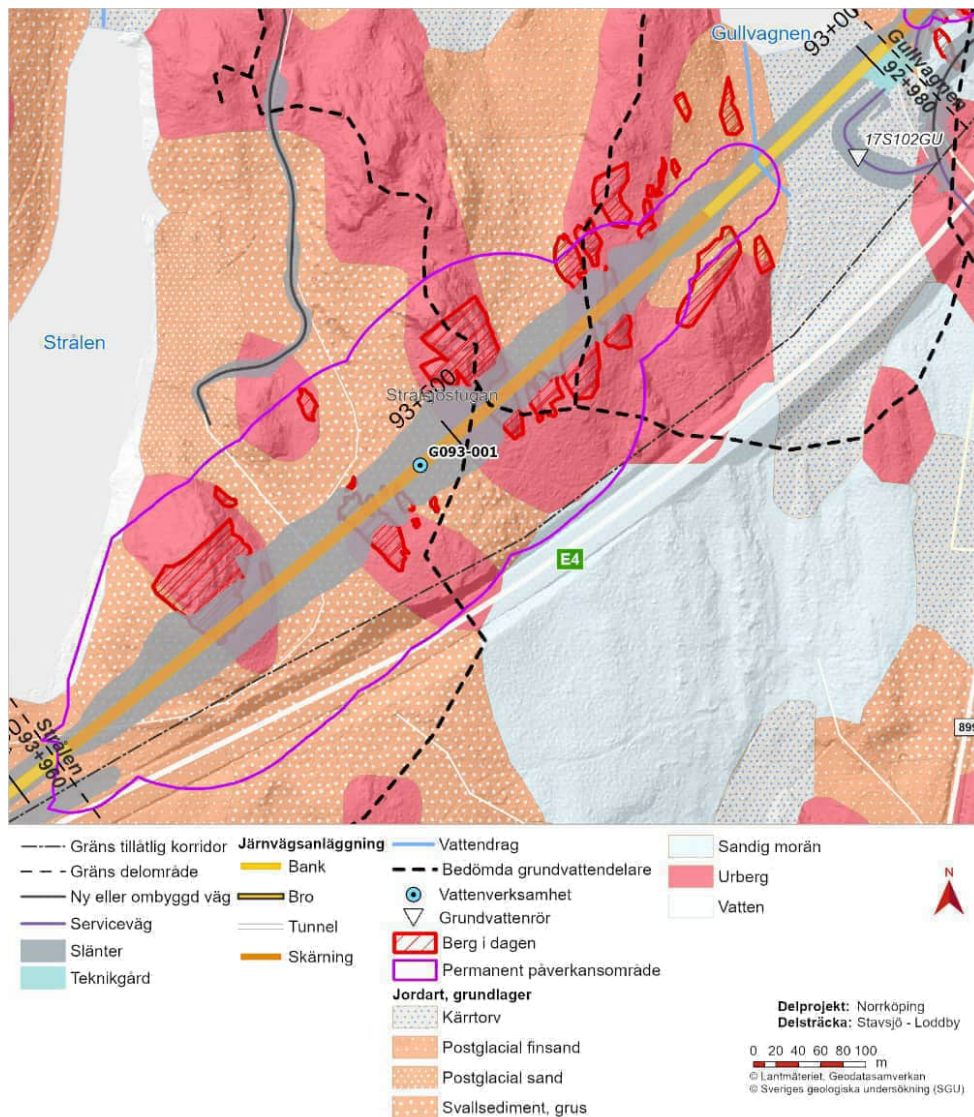
Ett permanent påverkansområde har beräknats utifrån antagandet att grundvattennivån befinner sig i nivå med markytan, vilket innebär en konservativ bedömning. Bedömningen är i synnerhet konservativ i de djupaste punkterna, eftersom de sammanfaller med lokala toppar av berg i dagen som sluttar i samtliga riktningar från spåret. Påverkansområdet har ingen topografisk begränsning mot nordväst eller sydöst, det begränsas dock i skärningens början och slut längs med höjdkurvorna och sjön Strålen, i nivå med dräneringsnivån. Skärningen går in på nivå +76 meter och ut på nivå +72 meter, se Figur 27.

Det finns två identifierade brunnar inom påverkansområdet, *Bök 1–5_b* som är en bergborrad dricksvattenbrunn, samt *Bö1–20_g* som är en grävd dricksvattenbrunn, se bilaga D.2.1 Riskexponerade objekt. Den grävda brunnen ligger inom järnvägsområdet och kommer att försvinna i och med byggnationen, se Figur 28 samt bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*. Den borrarade dricksvattenbrunnen har en uppmätt grundvattennivå på cirka +85 meter och ligger precis utanför skärningen. Det är därför troligt att den kommer påverkas kraftigt och avsänkning kan permanent bli cirka 11 meter. Vattenförsörjningen säkerställs för enskilda brunnar som blir temporärt eller permanent obrukbara.

Det finns inga identifierade sättningskänsliga byggnader, anläggningar eller vägar inom påverkansområdet.

Det finns inga identifierade naturvärdesobjekt med naturvärdesklass 3 eller högre som påverkas av grundvattenbortledning G093-001.

Produktionsskog bedöms inte vara grundvattenberoende vilket gör att areella näringar på sträckan inte påverkas av vattenverksamheten.



Figur 28. Påverkansområde grundvatten G093-001, sträcka Gullvagnen - Strålen.

6.4.3. Skyddsåtgärder

- Befintligt dike som passerar arbetsområdet vid km 93+140 bör läggas i tillfällig trumma tidigt under byggskedet för att undvika grumling i Gullvagnen. I slutet av byggskedet avlägsnas trumman och diket återställs till ett öppet dike.
- Anläggandet av trumma vid km 93+140 (Y093-001B) kommer medföra att suspenderade ämnen kan nå Gullvagnen. Förslagsvis bör halmbalar placeras ut vid arbete i vatten i diket. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga
- Det länshållningsvatten (G093-001) som uppstår under byggskedet inkluderar inläckande grundvatten. Aktiviteter som sprängning och körning i området ger upphov till fina partiklar. Länshållningsvatten som pumpas från skärningar och schakter kan oftast släppas ut direkt på marken i tillfällig damm eller i befintliga diken på en lämplig plats inom arbetsområdet och tillåtas infiltrera i marken.

Länshållningsvattnen som släpps till vattendrag från Strålen eller till Gullvagnen kan vid behov renas i en vattenbehandlingsanläggning för att sedimentera suspenderat material och avskilja eventuell olja.

- Arbetsområdets gräns mot sjön Gullvagnen bör märkas upp för att undvika oavsiktligt intrång i kvarvarande del av Gullvagnens strandzon (N21-0008) som har naturvärdesklass 3.

6.5. Vattenverksamheter inom sträcka Strålen – Böksjö (km 93+960 – km 94+700)

Inom delområdet Strålen – Böksjö planeras järnvägen förbi sjön Strålen på bank cirka 50 meter sydost om sjön. Ostlänken går parallellt med E4. Järnvägen kommer byggas där vattendrag från Strålen går idag och vattendraget behöver ledas om. Järnvägen övergår från bank till låg bank med bankdiken i skärning vid cirka km 94+220 och går i skärning genom jordbrukslandskap fram till slutet av sträckan. Skärningen medför behov av grundvattenbortledning vid höga grundvattennivåer. Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna naturvärden och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning.

Vattenverksamheter inom denna sträcka befinner sig i Böksjöns delavrinningsområde och har Bråviken som recipient (se Figur 17). Vattendraget från Strålen rinner idag från sjöns södra ände i ett cirka 300 meter långt dike fram till E4. Därefter fortsätter vattnet i en cirka 400 meter lång ledning som passerar under E4, och fortsätter parallellt med vägen söderut till Böksjön. Runt sjön Strålen består området av skogsklädd mark. Vid Strålens södra ände, mot Böksjön, övergår skogsmark till jordbruksmark samt bebyggelse.

Böksjön är reservvattentäkt. Det finns ett tillstånd till dricksvattenuttag, men det utnyttjas inte idag på grund av sjöns bristande vattenkvalitet. Böksjön ingår i Svintunaåns vattenförekomst och omfattas av miljökvalitetsnormer (se MKB).

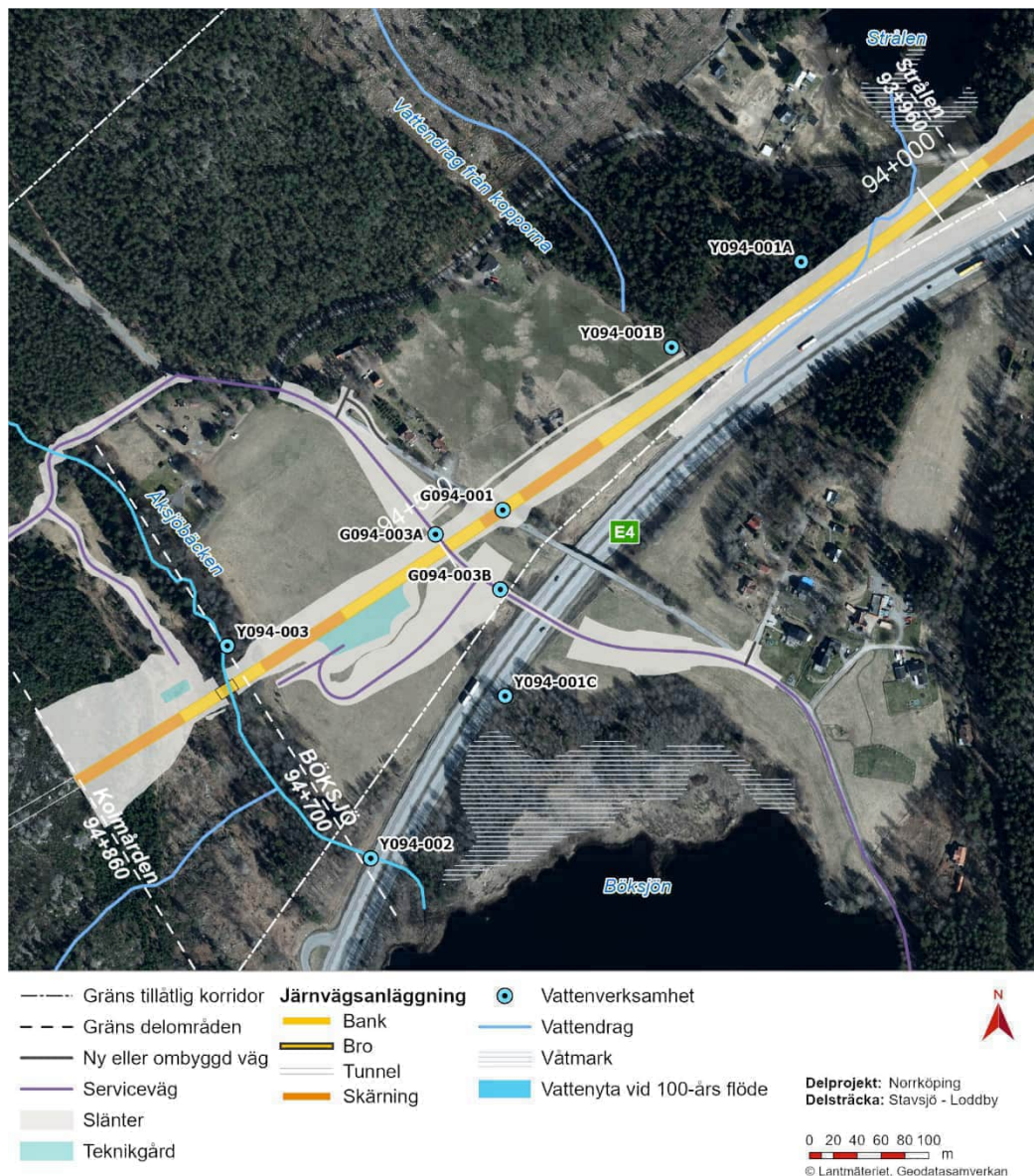
Jordlagrens mäktighet varierar mellan cirka 14 meter i sträckans nordöstra del, 9 meter vid sträckans mitt, och cirka 20 meter vid ravinen kring Åksjöbäckens östra krön. Jordarter på sträckan framgår av Figur 32.

Områdets jordlagerföljd består generellt av sandig silt vid markytan, som blir mer och mer heterogent närmare bergöverytan. Antydning till ett lager finkorniga jordar ovan sanden finns, men dess tätande funktion är osäker. Jordprovtagning i markens översta 5 meter visar en varierad lagerföljd av finkorniga jordar.

Delsträckans vattenverksamheter redovisas i Figur 29. De redovisas mer utförligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Tabell 12. Vattenverksamheter inom sträcka Strålen - Böksjö.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y094-001 A	km 94+000 – km 94+650	Arbete i vattenområde	Cirka 220 m av vattendrag från Strålen fylls igen för att anlägga järnvägsanläggning och skyddsvall. Vattendraget leds om och förläggs omväxlande i dike och ledning fram till utloppet vid Böksjön. Ett dagvattendike ansluter där omledningen börjar. En befintlig ledning kortas ner för att anpassas till omledningen av vattendraget. En tillfällig trumma kommer eventuellt anläggas i det nya vattendraget.
Y094-001 B	Km 94+240	Arbete i vattenområde	Grävning i dike från Kopporna för anslutning till vattendrag från Strålen.
Y094-001 C	Km 94+650	Arbete i vattenområde	Under byggskedet anläggs en tillfällig avfartsramp från E4 som korsar vattendrag från Strålen. Vattendraget förläggs i trumma vid passage under rampen. Rampen och trumman tas bort efter avslutad byggnation.
G094-001	km 94+220– km 94+700	Grundvattenbortledning	Grund jordskärning med ett medeldjup på cirka 2 meter och ett maximalt djup på cirka 3 meter. Permanent grundvattenavsänkning till dräneringsnivån. Grundvattenbortledning kommer enbart att uppstå vid höga nivåer för grundvattnet då grundvattennivån går över dräneringsnivån.
G094-003 (A)	km 94+497	Grundvattenbortledning	Temporär grundvattenavsänkning för grundläggandet av brostöd.
G094-003 (B)	km 94+480	Grundvattenbortledning	Temporär grundvattenavsänkning för grundläggandet av brostöd.



Figur 29. Vattenverksamheter inom sträcka Strålen-Böksjö.

6.5.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y094-001 (A, B, C) Arbete i vattenområde km 94+000 – km 94+650

I dagsläget rinner vattnet från Strålen via ett cirka 300 meter långt dike ner till E4. Därefter fortsätter vattnet i en cirka 400 meter lång ledning som passerar under E4, och fortsätter sen parallellt med vägen söderut. Vattnet släpps till ett dike som mynnar ut till Böksjön.

Järnvägsbanken kommer att anläggas där vattendraget från Strålen går idag. Vattendraget kommer därför att dras om och nya trummor och ledningar kommer att anläggas i den nya dragningen av vattendraget från Strålen. Det innebär arbete i vattenområde i form av grävning och fyllning i dagens vattenfåra.

Vattendraget från Strålen kommer att få en ny placering utmed Ostlänkens norra sida, cirka 25 meter från spårmitt. Vattendraget kommer att gå parallellt med järnvägsanläggningen fram till km 94+238 där det ansluter till en ledning under järnvägen. Den befintliga ledningen har inte tillräcklig kapacitet för att även ta emot vatten från Ostlänken och en ny avvattningslösning har därför projekterats.

Den nya ledningen kommer att gå cirka 70 meter på Ostlänkens södra sida för att passera under en del av det avkörningsskydd som ska anläggas mellan Ostlänken och E4. Därefter ansluter ledningen till ett nytt dike som anläggs mellan Ostlänken och E4 fram till km 94+460.

Vid cirka km 94+240 sker grävning i befintligt dike för vattendrag från sjön Kopporna för att ansluta till vattendrag från Strålen. Befintlig rinnväg för vattendraget från sjön Kopporna behålls (så länge det är möjligt) medan ny åfåra för vattendraget från Strålen byggs.

Vid km 94+460 ligger brofästet till den tillkommande vägbron över Ostlänken och E4. Där ansluter den nya åfåran till en ledning som leder vatten under brofästet, under tillfällig ramp till E4 och vidare under E4. På östra sidan E4 anläggs ett öppet dike som avslutas med ett erosionsskydd där det ansluter till befintligt dike som mynnar i närheten av Böksjön. Den befintliga ledningen längs E4 behålls men kortas ner och ansluter till det nya diket från E4 till Böksjön.

Tillfälliga ramper från E4 för avfart planeras under byggtiden. Rampen sydöst om E4 och en tillfällig trumma som anläggs i vattendraget från Strålen. Anläggandet av trumman innebär vattenverksamhet. Ramp och trumma rivs efter avslutad byggnation.

Temporärt tas ytor i anspråk i och kring vattendraget. Grävning och schakt samt andra markarbeten med tunga maskiner utförs i vattendraget och vattendragets närmiljö, även spontning och pålning kan vara nödvändigt som förstärkningsåtgärder. En tillfällig trumma kan behöva anläggas för att kunna passera över nya vattendraget till etableringsytan norr om Ostlänken under byggskedet. Den kan anläggas i torrhet samtidigt som åfåran grävs. Trumman tas bort när den nya åfåran har tagits i bruk (vilket innebär arbete i vatten). Vattendraget kommer att utformas som ett tvåstegsdike. Detta för att skapa förutsättningar för återetablering av växter och biologisk mångfald. Diket får då ett svämplan som översvämmas och begränsar erosion vid höga flöden.

Strandzonen ska återställas på ett sätt som möjliggör återetablering av vegetation. Utformningen ska göras så att erosion begränsas, se 6.5.3.

Omledningen av vattendraget från sjön Strålen (N21-102) innebär att vattendragets befintliga naturvärden (naturvärdesklass 3) försvinner. Då vattendraget delvis återställs blir effekten på vattendraget liten-måttlig. Genom att arbetet till största del kan och bör genomföras i torrhet undviks grumling i vattendraget. När vattnet kopplas på till den nygrävda fåran kan viss grumling uppstå och nå Böksjön (N21-0095) med naturvärdesklass 3, som utgör en reservvattentäkt. Böksjön har inga särskilt skyddade fiskarter, men en god representation av insjöfisk samt en relativt artrik vattenvegetation. För att minska en negativ inverkan från grumling från verksamheterna i vattendraget från Strålen bör grumlingsförebyggande åtgärder vidtas i eller före vattendragets utlopp i Böksjön. Effekten på Böksjön bedöms som liten. Därmed bedöms även kraven i regeringens tillåtighetsbeslut, villkor 5, vara beaktat för Böksjön som dricksvattentäkt.

Trummorna under järnvägen och E4 kommer att utgöra ett vandringshinder för fisk, på grund av deras längd. Även den befintliga ledningen och trumman under E4 utgör ett vandringshinder för fisk av samma anledning. Några värdefulla fiskbestånd har inte identifierats i vattendraget. Vid grumling kan sedimenttransport uppstå. För att minska möjliga effekter av grumling och sedimenttransport har förslag på skyddsåtgärder tagits fram i 6.5.3.

6.5.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G094-001 Grundvattenbortledning km 94+220 – km 94+700

Från km 94+220 fram till km 94+700 anläggs järnvägen på en låg bank med bankdiken i jordskärning. Skärningen är cirka 480 meter lång. För detta krävs permanent grundvattenbortledning till dräneringsnivån. Det finns två utlopp från järnvägsanläggningen som ansluter till det omgrävda vattendraget från Strålen. Uppmätta grundvattennivåer är vid eller nära dräneringsnivån för spåret varför grundvattenbortledning enbart kommer att uppstå vid höga nivåer för grundvattnet. Befintliga marknivåer varierar mellan cirka +70 meter och +74 meter. Anläggningens planerade dräneringsnivå varierar mellan +69 meter och +71 meter och skärningsdjupet kommer uppgå till cirka 3 meter under dagens markyta, med ett medeldjup på cirka 2 meter, se höjdprofil i Figur 30.



Figur 30. Profil skärning vid km 94+220 – km 94+700.

Grundvattennivån har som högst befunnit sig i princip i nivå, eller något över den planerade dräneringsnivån för spåret i denna skärning under mätperioden för aktuella grundvattenrör. Vid extremvärden för grundvattennivån kan det skapas en temporär avsänkningstratt kring anläggningen. Behov av att avleda länshållningsvatten under byggskedet kan uppstå. Skyddsåtgärder för hantering av detta presenteras i avsnitt 6.5.3. Ett permanent påverkansområde har beräknats utifrån antagandet att grundvattennivån befinner sig i nivå med markytan, vilket innebär en mycket konservativ bedömning. Påverkansområdet sträcker sig längs skärningen med ett avstånd på ca 80 meter från spårlinjen. Eftersom det inte finns några naturvärden i närheten av skärningen är det enbart sänkning under tidigare lägsta nivåer som är intressant för potentiell skada på omgivningen. Inom påverkansområdet finns två vägvsnitt (Böksjövägen samt E4) som

klassas som riskexponerade, eftersom de är asfaltsbelagda och området består av finjordar som kan vara sättningsbenägna.

Den permanenta dräneringen för spåranläggning sker inte under den lägsta uppmätta grundvattennivån. Jordar består av silt och sandig silt som är mindre känslig för sättningsrörelser vid grundvattensänkning. Sammantaget bedöms det inte uppkomma några sättningar inom påverkansområdet. Dessutom kommer vägen över E4 att läggas om vilket gör att grundläggning för Böksjövägen kan göras okänslig för eventuella sättningsrörelser i området.

Det finns således inte någon risk för påverkan på de riskexponerade objekten med avseende på grundvattenavsänkning kring denna skärning.

Det finns inga identifierade naturvärdesobjekt med naturvärdesklass 3 eller högre som påverkas av grundvattenbortledning G094-001.

Inga brunnar har identifierats inom påverkansområdet, se bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

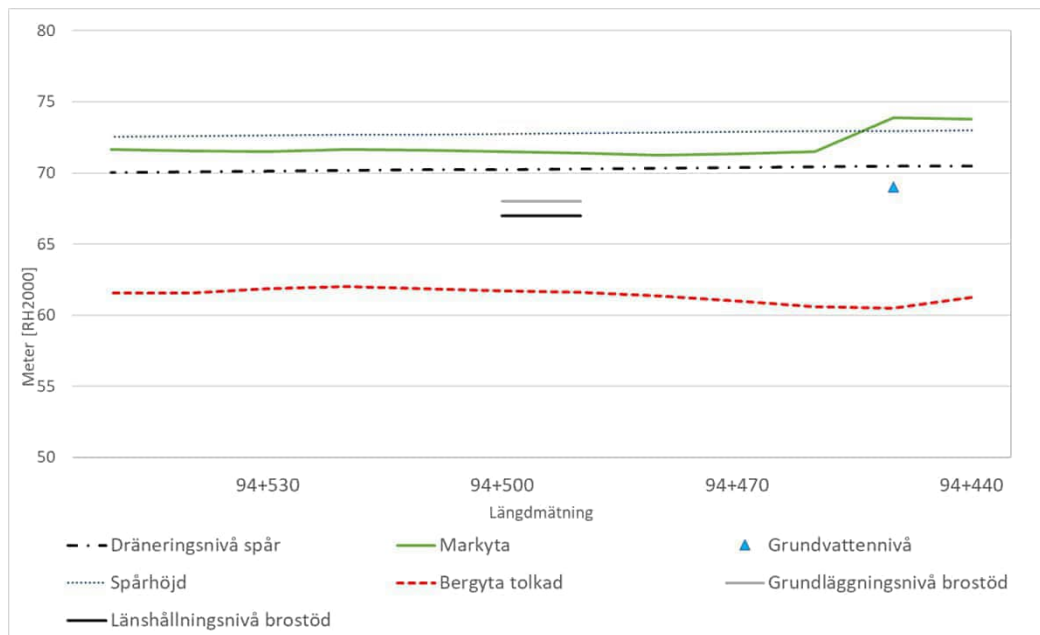
Vatten från järnvägsanläggningen som leds till vattendraget från Strålen och slutligen till Böksjön är så pass rent att effekten bedöms som liten.

G094-003A, B Grundvattenbortledning km 94+488 – km 94+497

Böksjövägen får en ny sträckning så att den korsar över Ostlänken på bank och bro vid cirka km 94+497. Detta är cirka 55 meter sydväst om vägens nuvarande läge. Vägen kommer också att korsa E4 på en ny vägbro cirka km 94+480.

Området för vägbroarna utgörs av naturligt lagrad jord. Jordmäktighet vid vägbron över Ostlänken är cirka 10 meter utifrån utförda undersökningar. Jordmäktighet vid vägbron över E4 är minst 12 meter utifrån utförda undersökningar. Grundvattennivån bedöms utifrån genomförda mätningar vara omkring +69 meter.

Vägbro över Ostlänken km 94+497 anläggs i jordlager under bedömd grundvattennivå. För att kunna utföra arbetet i torrhet kommer temporär grundvattenbortledning att ske. Grundläggningsnivån för brostöden blir omkring cirka +68 meter, dräneringsnivån bedöms till cirka 4,5 meter under markytan, se Figur 31.



Figur 31. Profil brostöd för vägbro över ostlänken km 94+440 – km 94+530.

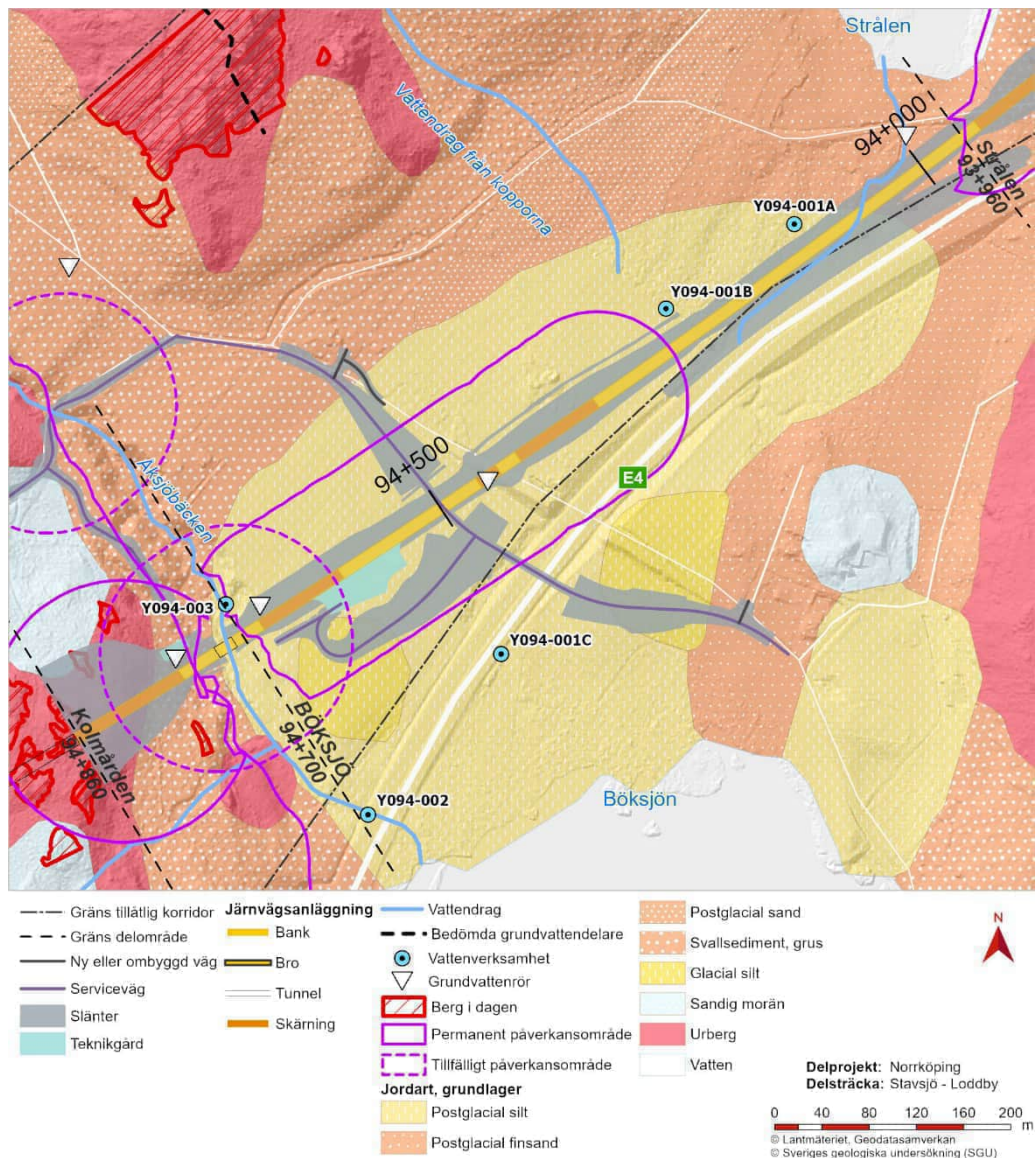
Vägbro över E4 km 94+480 anläggs i jordlager under bedömd grundvattennivå. För att kunna utföra arbetet i torrhet kommer temporär grundvattenbortledning att ske. Grundläggningsnivån för brostöden blir omkring cirka +67 meter. Dräneringsnivån bedöms till cirka 5 meter under markytan.

Grundläggning av de två vägbroarna ovan ger en något större grundvattensänkning än vid anläggandet av järnvägen. Grundvattensänkningen sker dock enbart under en kort tid och grundläggning kommer inte att medföra någon märkbar förändring jämfört med påverkan från anläggandet av järnvägen och påverkan håller sig inom det beräknade påverkansområdet för skärningen.

Inga brunnar har identifierats inom påverkansområdet, se bilaga D.2.4
Hydrogeologiska kartor.

Det finns inga identifierade naturvärdesobjekt med naturvärdesklass 3 eller högre som påverkas av grundvattenbortledning G094-003.

Skyddsåtgärder för hantering av länshållningsvatten har tagits fram och beskrivs i kapitel 6.5.3



Figur 32. Påverkansområde grundvatten, G094-003, vägbro över E4 och vägbro över Ostlänken, sträcka Strålen-Böksjö.

6.5.3. Skyddsåtgärder

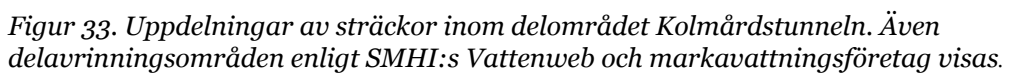
- Arbetet med vattenverksamhet Y094-001 (A-C) bör planeras och utföras så att arbete i vatten begränsas i möjligaste mån. Exempelvis:
 - Den nya fåran för vattendraget från Strålen och trummor kan färdigställs i torrhet innan övriga anläggningsdelar byggs (Y094-001A).
 - Befintlig rinnväg för vattendraget från sjön Kopporna och vattendraget från Strålen bör behållas intakt så länge det är möjligt medan ny åfåra för vattendraget från Strålen byggs. Vattendraget från Kopporna ansluts samtidigt som vattendraget från Strålen till den nya fåran (Y094-001B).
- För att begränsa grumling när vattnets släpps på till den ny vattendragsfåran bör halmbalar placeras ut på lämpliga platser, åtminstone vid utloppet till Böksjön.
- Arbete i vatten, så som anläggning och borttagning av tillfälliga trummor, innebär en risk för omfattande grumling och transport av suspenderat material som kan ha en negativ effekt på fiskar samt Böksjön i egenskap av reservvattentäkt. Skyddsåtgärder för att motverka detta bör vidtas, förslagvis genom utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
- Länshållningsvatten som pumpas från skärningar och schakter kan oftast släppas ut direkt på marken i tillfällig damm eller i befintliga diken på en lämplig plats inom arbetsområdet och tillåtas infiltrera i marken. Om länshållningsvattnet (G094-001 och G094-003 A,B) släpps i vattendraget från Strålen och i Böksjön samt Åksjöbäcken kan vid behov rening i en vattenbehandlingsanläggning krävas för att sedimentera suspenderat material och avskilja eventuell olja.

7 Påverkan och effekt av vattenverksamheter inom delområde Kolmårdstunneln (km 94+700 – km 102+910)

7.1. Översikt

Delområdet Kolmårdstunneln (km 94+700-km 102+910) är det mellersta delområdet på delsträckan Stavsjö – Loddby och börjar på bro över Åksjöbäcken och går en kort sträcka på bank innan den övergår i en cirka åtta kilometer lång tunnel. Tunneln mynnar vid Bråvikenbranten. Sträckan medför 19 vattenverksamheter i form av grundvattenbortledning från tunneln och arbete i vattenområde vid vattendrag och kust (Inre Bråviken). Hanteringen av det länshållningsvattnet (det bortledda grundvattnet) under byggskedet hanteras i ett separat avsnitt 7.10 Vattenhantering från Kolmårdstunneln. Redovisningen av vattenverksamheterna inom delområde Kolmårdstunneln delas in i sju huvudsträckor, se Figur 33.

- Norra tunnelpåslaget (km 94+700 – km 94+860)
- Kolmården (km 94+860 – km 99+000)
- Getåravinen (km 99+000 – 99+600)
- Rödmosse (km 99+600 – km 101+000)
- Skiren (km 101+000 – km 101+800)
- Persdal (km 101+800 – km 102+720)
- Södra tunnelpåslaget (km 102+720 – km 102+910)



88

På sträckan finns vattendragen Åksjöbäcken, Rödmossebäcken och Getåbäcken samt ett flertal våtmarker och mindre sjöar. Sjön Skiren som är riksintresse för naturvård återfinns på sträckan.

En översikt av delområdets topografi, avrinningsområden samt översiktlig placering av vattenverksamheter visas i Figur 34. Varje vattenverksamhet benämns med ett unikt Id bestående av en inledande bokstav; Y= ytvatten och G = grundvatten, följt av km-tal och numrering. Numreringen sker utifrån placering enligt banans längdmätning från norr till söder. Mer information om vattenverksamheterna presenteras i avsnitt 7.3 till avsnitt 7.9.

Norra tunnelpåslaget

1. Y094-002 Arbete i vattenområde km 94+710
2. Y094-003 Arbete i vattenområde km 94+690
3. Y094-004 Arbete i vattenområde km 94+720
4. Y094-005 Arbete i vattenområde km 94+720
5. Y094-006 Arbete i vattenområde km 94+780 och km 95+000
6. G094-002 Grundvattenbortledning km 94+730 – km 94+860
7. G094-004 Grundvattenbortledning km 94+720
8. G094-005 Grundvattenbortledning km 94+720

Kolmården

9. Y097-001 Arbete i vattenområde km 97+150
10. G098-001A Grundvattenbortledning km 94+860 – km 99+000

Getåravinen

11. Y099-003 Arbete i vattenområde km 99+400
12. G098-001B Grundvattenbortledning km 99+000 – km 99+600

Rödmossen

13. Y099-001 (A, B) Arbete i vattenområde km 99+700 – km 99+900
14. Y099-002 (A, B) Arbete i vattenområde km 100+000
15. Y099-004 Arbete i vattenområde km 99+720
16. G098-001C Grundvattenbortledning km 99+600 – km 101+000

Skiren

17. G098-001D Grundvattenbortledning km 101+000 – km 101+800

Persdal

18. Y102-001 Arbete i vattenområde km 102+150

19. Y102-002 Arbete i vattenområde km 102+550

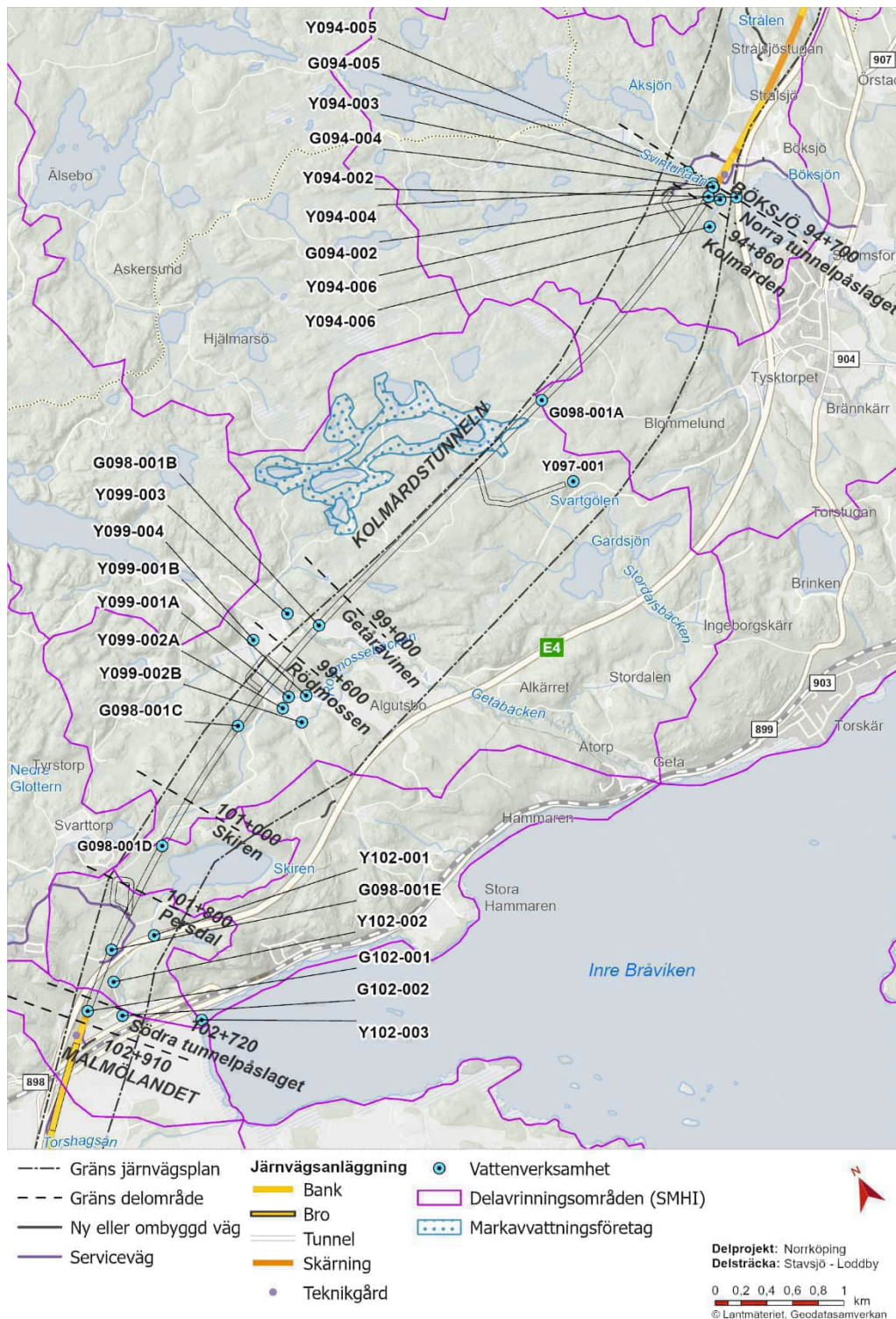
20. G098-001E Grundvattenbortledning km 101+800 – km 102+720

Södra tunnelpåslaget

21. Y102-003 Arbete i vattenområde km 102+900

22. G102-001 Grundvattenbortledning km 102+720 – km 102+910

23. G102-002 Grundvattenbortledning km 102+750 – km 102+920



Figur 34. Vattenverksamheter inom delområde Kolmårdstunneln.

7.2. Områdesbeskrivning

I detta kapitel med underrubriker beskrivs de olika topografiska förutsättningarna och markanvändningen för delområdet Kolmårdstunneln. För att få en bättre bild av delområdets yt- och grundvattenförhållande beskrivs mark och vattenförhållanden. Riskexponerade objekt som berörs av järnvägen tas upp mer detaljerat, med hjälp av beskrivningar samt kartor.

7.2.1. Topografi och markanvändning

Hela delområdet domineras av ett kuperat skogbeklätt landskap, förutom vid den norra och södra tunnelmynningen, där marknivåerna är lägre och flackare. Skogen består till största del av brukad skog, men områden med äldre, naturliknande skog med påtagliga till höga naturvärden finns fläckvis i området.

Mellan cirka km 94+860 till cirka km 99+000 är höjdområdet mindre kuperat med tunt marktäck, höjden varierar mellan cirka 100–155 meter. Mellan km 99+000 till km 99+600 passerar järnvägen under Getåravinen, en djupare dalgång som fyllts med silt och lera. Sträckan därefter (cirka km 99+600 – km 102+860) definieras av tydligare kuperat höjdområde med flera dalgångar i berget. I dalgångarna finns jordbruksmark, bostäder (både permanent- och fritidsbostäder) samt mindre vägar. Inom den nordligaste och sydligaste delen av delområdet finns E4 i närheten av järnvägen. I söder passerar E4 över järnvägen och löper därefter parallellt med järnvägen en sträcka.

7.2.2. Mark- och vattenförhållanden

Beskrivningen av mark- och vattenförhållanden är uppdelat på ytvatten och akvatiska naturvärden respektive grundvatten och geologi.

Ytvatten och akvatiska naturvärden

Längst i norr passerar järnvägen över Åksjöbäcken, som rinner i sydlig riktning till Böksjön. Vattenförekomsterna är en del av Svintunaåns delavrinningsområde. Avrinningsområdet innehåller flera mindre sjöar och våtmarker. Delavrinningsområden visas i Figur 34.

Den planerade järnvägen går från cirka km 96+900 – km 101+350 genom Getåbäckens avrinningsområde. Getåbäcken har sitt källflöde i Getsjöarna och kringliggande våtmarksområden. Från Getsjöarna rinner vattendraget först i östlig riktning för att sedan vika av åt söder där den rinner genom en djup ravin till mynningen i Bråviken, som visas i Figur 34.

Vattenskyddsområdet Nedre Glottern (Id: 2030153) passeras och ligger som närmast på cirka 140 meters avstånd i plan från tunneln (km 101+300). Gränsen för vattenskyddsområdet utgörs av sjön Nedre Glotterns avrinningsområde. Nedre Glottern fungerar som ytvattentäkt för Åby vattenverk.

Vid cirka km 101+350 till km 101+850 går järnvägen genom sjön Skirens delavrinningsområde. Utloppet för sjön Skiren rinner i sydvästlig riktning under E4 och söderut. Vid Nyköpingsbanan viker utloppet av åt öst och mynnar i Norrviken. Avrinningsområdet till sjön är mycket litet i förhållande till sjöns volym.

På sträckan finns flera sjöar och mindre vattendrag och ett 30-tal våtmarker. De naturvärdesobjekt med naturvärdesklass 1-3, som berörs av sträckan beskrivs nedan, naturvärdesobjektets Id anges inom parentes. Mer information återfinns i bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*.

Böksjön (N21-0095) har naturvärdesklass 3 och är en del av en vattenförekomst som omfattas av vattenförvaltningsförordningen. Bedömning av MKN görs i MKB. Sjön bedöms ha ett visst artvärde och ett påtagligt biotopvärde. Artvärdet grundas i förekomsten av kransalger, kortskottsväxter och naturvårdsarten storlom samt sjöns relativt artrika vattenvegetation. Biotopvärdet grundas bland annat i sjöns goda konnektivitet med tillrinnande vattendrag och angränsande strandvåtmarker samt den

variationsrika strandzonen med förekomst av vassar, flytbladsområden, grunda sandbottnar och vågexponerade grundområden med grovt bottenmaterial.

Åksjöbäcken (N21-0103) är 1,4 kilometer lång och rinner från Åksjön till Böksjön. Bäckens naturvärdesklass 2 och dess naturvärde ligger främst i den relativt ostörda hydrologin och naturliga störningar. Naturvärdet höjs även av förekomst av död ved i olika nedbrytningsstadier samt stenar som substrat för epifytiska lavar, mossor och svampar, samt för insekter och landmollusker.

Den nedre delen av Åksjöbäcken (N21-0118) har naturvärdesklass 3. Fysiska ingrepp i form av avvattning från jordbruksmarker, regleringen av Böksjön samt byggandet av E4 har påtagligt påverkat sträckan. Förändringarna innebär att vattendraget blivit instabilt och går mot ett nytt jämviktstillstånd, både inom de omgrävda delarna och inom sträckorna närmast uppströms. Det senare är under påverkan av erosion som vandrat uppströms, så kallad head cut erosion.

Åksjöbäckens ravin (N21-0012) består av lövdominerad blandskog, ett mindre område av svämskog samt en ravinskog längs med Åksjöbäcken och har naturvärdesklass 3. Ravinens övre delar är smala och djupt nedskurna med en relativt brant ravinbotten.

Bäcken från Vargberget (N21-0104) har ett naturligt lopp, ett humöst, näringsfattigt vatten och rinner österut mot Åksjöbäcken. Den är liten och torkar sannolikt ut ibland, men åtminstone de nedre delarna bedöms vara vattenförande under större delen av året. Bäckens naturvärdesklass 3.

Sumpskog och bergbrant vid Varberg (N21-0016) utgörs av en delvis trädklädd bergbrant samt en sumpskog nedanför bergbranten, som sträcker sig norrut längs en liten skogsbacke. Bergbrantens beskaffenhet är mycket varierande med avseende på pH. På lågt liggande delar tränger kalkhaltigt sippervatten fram, vilket innebär att området är tydligt påverkat och beroende av grundvatten. Naturvärdesobjektet har naturvärdesklass 2 och är känsligt för förändringar av dess hydrologi.

Myrkomplex sydväst om Böksjötorp (N21-0015) utgörs av en delvis skogbevuxen myr, med små öppna vattenspeglar och blöta mineraljordsblottor. Myren uppvisar typiska element som tuvor och höljor. På de torra tuvorna på kanten av myren växer odon, skvattram, ljung och tuvull. Bland vitmossorna växer björnmossor, tranbär, mossviol, kärrviol, vattenklöver och rundsilesår. Myrkomplexet har naturvärdesklass 2.

Myr norr om Tyskorp (N21-0122) utgörs av en halvöppen myr på grovt grus, med öppna vattenytor, sannolika källflöden och har naturvärdesklass 3.

Myr och vattendrag söder om Ekgölen (N21-0121) utgörs av en delvis öppen myr och ett litet vattendrag. Sumpskogen är troligen källpåverkad och har många vattenspeglar med klart vatten, som kan utgöra reproduktionslokaler för groddjur. Naturvärdesobjektet har naturvärdesklass 3.

Myr söder om Ekgölen (N21-0025) utgörs av en skogbevuxen myrmark vid Ekgölens södra strand. Trädsiktet domineras av klena tallar och insprängda unga björkar. Fältsiktet är tydligt strukturerat i blöta höljor och torrare tuvor. På tuvorna växer tuvull, ljung, odon, skvattram och tranbär. I höljorna vit- och björnmossor samt rundsilesår. Runt utloppet av bäcken går myren över i en sumpskog. Myren har naturvärdesklass 3.

Ärlösen 1 (N21-00100) är en relativt stor skogbevuxen myr med varierande trädskikt samt öppna områden med vattenspeglar och gungfly. Myrområdet angränsar till den norra delen av sjön Ärlösen. Myren har naturvärdesklass 3

Vitmossarna (N21-00104) är ett stort myrområde där delar är bevuxet av senvuxen tall. Inom området finns två myrgölar. Det finns också en hel del öppen myrmark som är bevuxen med starr och vass. Områdets storlek och samt variation gör att det har naturvärdesklass 2.

Stort skogs- och myrområde kring Mörka och Klara Getsjön (N21-0026) ligger intill området Vitmossarna och utgörs av den tallmosse som ligger inom järnvägskorridoren. Trädskiktet utgörs av tall i varierad ålder, med flera senvuxna träd som är äldre än 180 år. Området har naturvärdesklass 2.

Bäcken från våtmarken söder om Mörka Getsjön (N21-0106) är en skogsbäck med mörkt, humöst och näringsfattigt vatten. Bäckens torkar sannolikt ut ibland, men bedöms vara vattenförande under större delen av året. De nedersta delarna är uträtade, lugnflytande och relativt breda och rinner genom en dikad, talldominerad sumpskog. Uppströms passagen under en skogsbilväg ändrar vattendraget karaktär och blir mer naturliknande och variationsrikt. Bäckens naturvärdesklass 3.

Svartgölen (N21-0041) är en mörkt humös sjö omgiven av talldominerade produktionsskogar och har naturvärdesklass 3. Svartgölen är drygt en hektar stor och ligger i sin helhet inom korridoren, där den sedan rinner ut till Gårdsjön, som rinner vidare till Getåbäcken. Norr om Svartgölen finns en våtmark (surdråg) vars naturvärden inte når upp till klass 3.

Glup sydost om Getsjötorp (N21-0033) består av två myrgölar med myrholmar omgivna av tall och björk. På holmarna finns senvuxna tallar. Gölarna är torrlagda och igenväxta med gräs på sommaren. Naturvärdesobjektet har naturvärdesklass 3.

Blandsumpskog söder om Getsjötorp (N21-0032) är en blandsumpskog omgiven av ett före detta kalhygge med delvis tätt buskskikt av björk och tall. Trädskiktet består av tall, klibbal och björk i olika ålder. Det finns både socklar, tuvor och mindre områden med öppet vatten. Det stora antalet döda tallar antyder att hydrologin i området har ändrats, kanske i samband med avverkning av angränsande skog. Blandsumpskogen har naturvärdesklass 3.

Timmergölen (N21-0036) är en mörkt humös sjö omgiven av barrdominerade produktionsskogar. Sjön är knappt en hektar stor och omges av vitmossegungflyn och buskbevuxna stränder. Timmergölen har naturvärdesklass 3.

Getsjötorp 3 (N21-00108) är en dikad myrmark med en hel del senvuxna och döda träd. Den ligger i anslutning till ett avverkat område vilket kan påverka områdets hydrologi ytterligare. Naturvärdesobjektet har naturvärdesklass 3.

Övre Getåravinen (N21-0037) utgörs av en skogsklädd ravinmiljö längs med den övre delen av Getåbäcken. Både ravinens djup och vegetationen varierar längs bäcken. Klibbal dominerar närmast bäcken och bildar en kantzon tillsammans med björk, asp, hassel och gran. I ravinens finns ett rikt fågelliv, en rik kryptogamflora och en örtrik flora. I ravinens råder hög luftfuktighet. Längsmed bäcken finns svämplan med utströmningsområden för grundvatten. Det finns också översilningsområden och små korvsjöar, alltså avsnörda delar av vattendraget som håller en vattenspegel. Ravinmiljön har naturvärdesklass 3.

Övre delen av Getåbäcken (N21-0108) rinner i en djup ravin omgiven av lövskog, barrskog och åkermark. Loppet är ringlande till meandrande. I den övre delen av inventeringsområdet består miljön av en granskogsklädd ravin och i den nedre delen finns lövskog och betesmark. Bäckbotten består av fingrus och sten med omväxlande forsande samt lugnflytande partier. Ett fåtal block finns i bäcken. På vissa korta sträckor består botten till övervägande del av sand och lera med inslag av grus. Förekomsten av död ved och den låga graden av fysisk påverkan skapar goda förutsättningarna för många strömvattenknutna arter. Getåbäcken är ett av länets viktigaste områden för öring och i området kring tunneln finns bestånd av öring och bäcknejonöga. Getåbäcken har naturvärdesklass 2.

Getåbäcken är en vattenförekomst och omfattas av miljökvalitetsnormer. Ungefär 1,5 kilometer nedströms tunneln börjar Getåravinens naturreservat som inkluderar både ravinmiljön och bäcken. Nedströms finns även bestånd av fridlyst flodnejonöga som eventuellt vandrar upp till aktuell sträcka.

Sammanfattningsvis är Getåbäcken ett av de mest värdefulla vattendragen på sträckan Stavsjö-Loddbý.

Källkärr vid övre Getåbäcken (N21-0038) utgörs av ett skogsklätt källkärr som omger Getåbäcken på båda sidor. Trädsiktet domineras av klibbal med inslag av gran och björk. Träden är av varierad ålder och grova klibbalar förekommer och det finns flera hålträd. Död ved förekommer rikligt i form av stående träd samt lågor som hyser delvis en rik moss- och tickflora (fjällticka, klippticka och fnöskticka). Fältsiktet är örtrikt och det växer bland annat strutbräken, taigaörnbräken, humleblomster, stinksyska, smörblommor, gullpudra, kabbleka, vitsippor, skogsnäva, harsyra, kärrviol, enbär, blåsippor och bäckbräsa. Källkärret har naturvärdesklass 2.

Bärsjöholm (N21-0123) utgörs av en betesmark med en göl i mitten. De höga naturvärdena är kopplade till den välhävda betesmarken. Naturvärdesobjektet har naturvärdesklass 2.

Övre delen av Rödmossebäcken (N21-0111) rinner genom jordbruksmark, hästagar och blandskog. Bottenmaterialet består av främst lera med inslag av sand. I övre delen rinner bäcken genom en mindre ravin med främst lövskog och god beskuggning. Bäcken är omgrävd och bedöms vara påverkad av närsalter, och har naturvärdesklass 3. Länsstyrelsen har utfört biotopvårdande åtgärder på sträckan genom skogen precis nordväst om jordbruksmarken vid km 99+900. Bäcknejonöga och öring har påträffats i Rödmossebäcken under våren och öring påträffades år 2015, nära Brostuggölens naturreservat. De delar av vattendraget som går genom jordbruksmark omfattas även av generellt biotopskydd. Bäcken har naturvärdesklass 3.

Nedre delen av Rödmossebäcken (N21-0109) utgörs av den nedre sträckan av Rödmossebäcken som mynnar i Getåbäcken. Bäcken har här ett mer naturligt utseende med meanderslingor och utströmningsområden, och har naturvärdesklass 2. Den branta ravinen har hög luftfuktighet och god beskuggning. Bottenmaterial består av lera och vattnet är brunfärgat med en högre turbiditet än Getåbäckens vatten. I övre delen av objektet finns större inslag av grus och sten.

Tillflöde till Rödmossebäcken (N21-010) naturvärdesklass 2

Trädbärande hagmark vid Rödmossen (N21-0091) utgörs av en betad hagmark med varierande trädsikt och öppna delar med hävdgynnad flora. I den sydvästra delen

finns mindre våtmarker och i den södra delen finns en sumpskog med vattenspegel. Naturvärdesobjektet har naturvärdesklass 3.

Skogsområden öster om Myckelhult (N21-0047) är en äldre blandskog med fuktigt stående äldre asp. Området har förutsättningar för en rik svampflora. Skogsområdet har naturvärdesklass 2.

Sumpskogskomplex norr om Eriksberg (N21-0055) en dikad blandsumpskog samt ett öppet kärr med rik örtvegetation. Området är varierande, en del av sumpskogen är relativt torr. Området har ett fuktigt klimat som gynnar floran av mossor. Sumpskogen har naturvärdesklass 3.

Skiren (N21-0060), är en näringsfattig klarvattensjö omgiven av talldominerade skogar, främst äldre tall på magra och blockrika marker och klapperfält. Sjön är knappt tjugo hektar stor och har mycket höga naturvärden och klassas som naturvärdeklass 1. Naturvärdena är främst kopplade till den opåverkade vattenmiljön med sitt ovanligt klara och rena vatten, sin långa omsättningstid, sitt stora djup och karaktäristiska växt- och djursamhälle med förekomst av sjösyrsa och flera andra glacialrelikter. Vattenförekomsten är av riksintresse för naturvård. Från sjön sker dricksvattenuttag. Se även en fördjupad beskrivning av mark- och vattenförhållanden i bilaga D.2.3 PM Skiren samlad bedömning.

Övre delen av bäcken från Skiren (N21-0114) har ett rakt till ringlade lopp från sjön Skiren ned i den djupa Norrvikenravinen via en erosionsskadad sioravin. Botten är sanddominerad, med inslag av sten och grus. Naturvärdet reduceras av förekomsten av omgrävda sträckor, vandringshinder, en längre rörlagd sträcka och den relativt höga uttorkningsrisken i bäckens övre delar. Bäckens har naturvärdesklass 2.

Nedre delen av bäcken från Skiren (N21-0115) de nedre 700 metrarna av vattendraget rinner från Skiren till Bråviken. Större delen är omgrävd, cirka 1 meter bred och 0,2 meter djup och dominerad av lugnflytande vatten. Naturvärdet är främst knutet till de övre och nedre delarna, medan vattendragets centrala delar är mer påverkade. De övre delarna uppvisar naturliknande kvalitéer med viss skuggning och relativt variationsrik vattenmiljö. Värdet i de nedre delarna är kopplat till skuggningen och utloppsområdet. Sträckan har sannolikt en viss betydelse för kustlevande fiskarter. Bäckens har naturvärdesklass 3.

Toren (N21-0072) är en mörkt humös sjö belägen strax söder om E4. Sjön är knappt två hektar stor. Längs de låglänta stränderna är det mycket blött och de domineras av lövsumpskogar i norr och väst, medan tall är vanligare längs den torrare sydstranden. Sjön har naturvärdesklass 3.

Brant söder om Toren (N21-0074) är en brant, tallskogsklädd sluttning med flera små lodytor ner mot den lilla gölen Toren. De fuktiga silikatlodytorna har en rik förekomst av lavar och mossor. Branten är i kontakt med grundvattnet i och med de fuktiga lodytorna och har naturvärdesklass 3.

Bäcken från Toren (N21-0113) Vattendraget rinner från sjön Toren till bäcken från Skiren. Nästan hela bäckens sträckning är förlagd i trumma, men de övre 80 metrarna är öppna och denna del utgör naturvärdesobjektet. Sträckan är uträtad och sänkt, men inga ingrepp har gjorts på många år varför variationsrikedomen numera är förhållandevis hög. Bäckens har naturvärdesklass 3.

Norrvikenravinen (N21-0069) består av en lövdominerad blandskog som klär in en ravin med en liten bäck. Jordarten är fint sandig. Mikroklimatet i ravinen är fuktigt och

här finns några signalarter av mossor och lavar. Övre delen av Bäckan från Skiren (N21-0114) passerar genom ravinen via en erosionsskadad sioravin. Norrvikenravinen har naturvärdesklass 2 och omfattas av skogligt biotopskydd med id SK826-2006.

Källkärr norr om Villa Skoga (N21-0071) är ett eutrofierat källkärr som är präglad av utströmmande grundvatten. Störst är grundvattenuppströmningen nära vägen i söder. I norr finns ett relativt stort bestånd av orkidén korallrot och i väster hittades en bladrosett av grönvit nattviol. Källkärret har naturvärdesklass 3.

Norrviken/Inre Bråviken

Norrviken är en grund och instängd vik inom vattenförekomsten Inre Bråviken (WA14601398). Norrviken är recipient för ytvattenförekomsterna Svintunaån, Getåbäckan och Torshagsån, samt bäcken som rinner från Skiren. Provfiske visar att fiskesamhället domineras av gös och karpfiskar. Lekplatser för abborre, mört, gädda och braxen torde vara vanligt förekommande i det grunda området vid Björnsnäs, (SKUTAB AB, 2017).

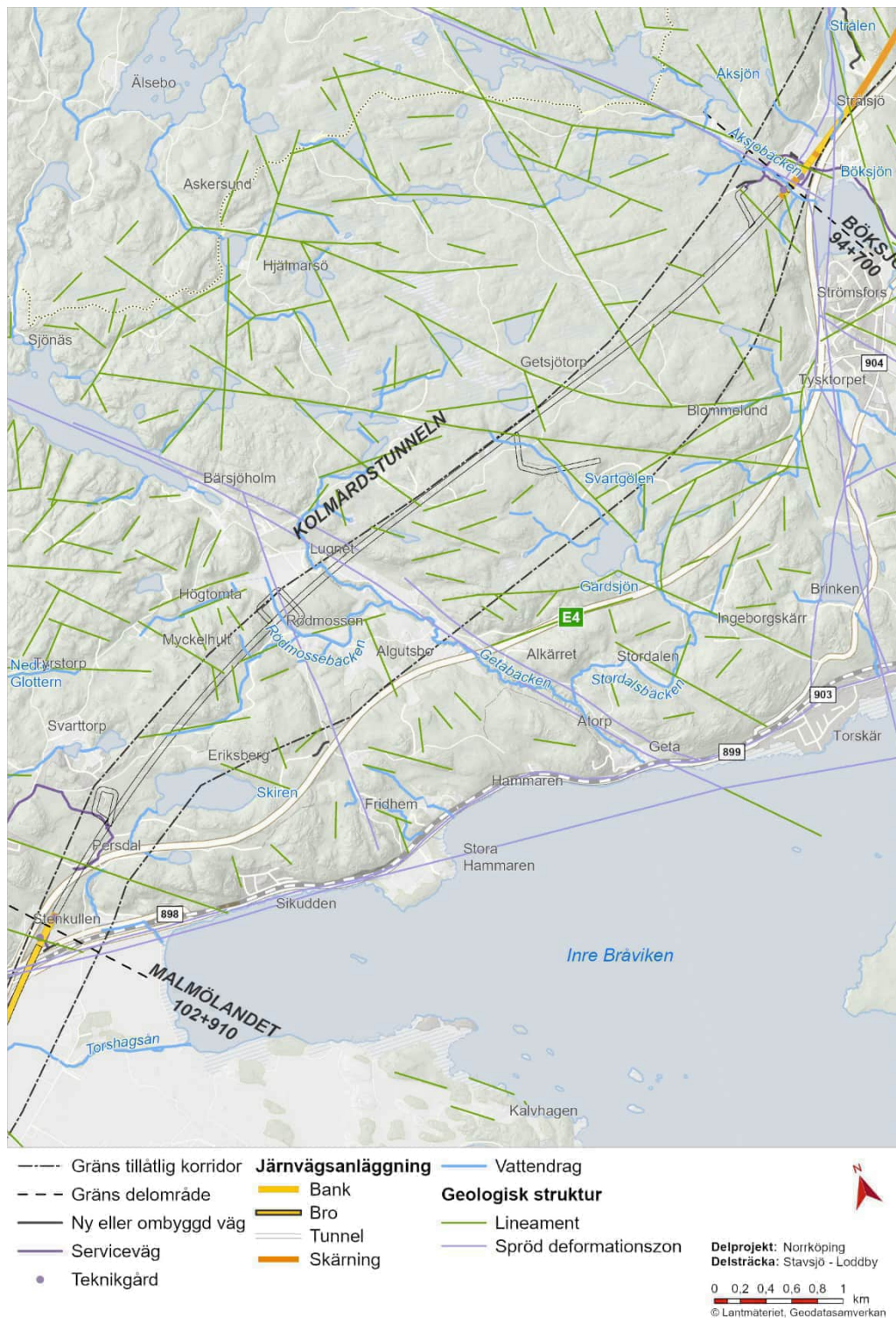
Vass vid Norrviken (N21-0125). Naturvärdesobjektets utgörs av ett vassbevuxet våtmarksområde längs med Bråvikens västra strand. Området utgör lek område för fisk och är en viktig miljö för fåglar. Området har högt naturvärde i den nationella våtmarksinventeringen (VMI id E09G0E01) Vassområdet har naturvärdesklass 2.

Riksintresse naturvård Getåravinen (NRO05058). Riksintressets bevarandevärden är kopplade till geologin i området samt dess höga biologiska värden, däribland öring, flodnejonöga och en art av märkräffa (*Gammarus pulex*).

Grundvatten och geologi

Delområdet utgörs till största del av den hydrogeologiska typmiljön kuperade höjdområden med inslag av typmiljön lertäckta dalgångar (se kapitel 10 för ytterligare beskrivning). Ytligt består sträckan av berg i dagen, morän, torv, svallsand eller finkorniga sediment, vilket visas i Figur 36. Det finns 81 installerade grundvattenrör i området, som visas i Figur 37 och framgår av Tabell 14.

Geologin inom delområdet kan delas in i tre olika typer. Den inledande sträckan (km 94+700 – km 99+000) består främst av berg i dagen eller tunna moränjordar i bergets skålar, se Figur 37. Terrängen är flack storskaligt men det finns lokala toppar med berg i dagen. I vissa skålar så har våtmarker eller små sjöar bildats. Grundvattenmagasinen är öppna och uppmätta grundvattennivåer är generellt marknära eller enstaka meter från markytan. Berget är ställvis tätt hela vägen från markytan, men i synnerhet mot de djup som tunneln kommer att anläggas. Däremellan finns vattenförande sprickor och svaghetszoner med olika omfattning och olika grundvattenflöden. I avsnitt 7.3 till 7.9 beskrivs de sprick- och svaghetszonerna som legat till grund för påverkansbedömningen på respektive sträcka översiktligt. Dessa sprick- och svaghetszoner är baserade på det underlag som fanns tillgängligt från SGU när grundvattenmodelleringen genomfördes. I bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor* finns samtliga sprick- och svaghetszoner från SGU presenterade och i Figur 35 visas sprickzoner baserade på data från SGU översiktligt.



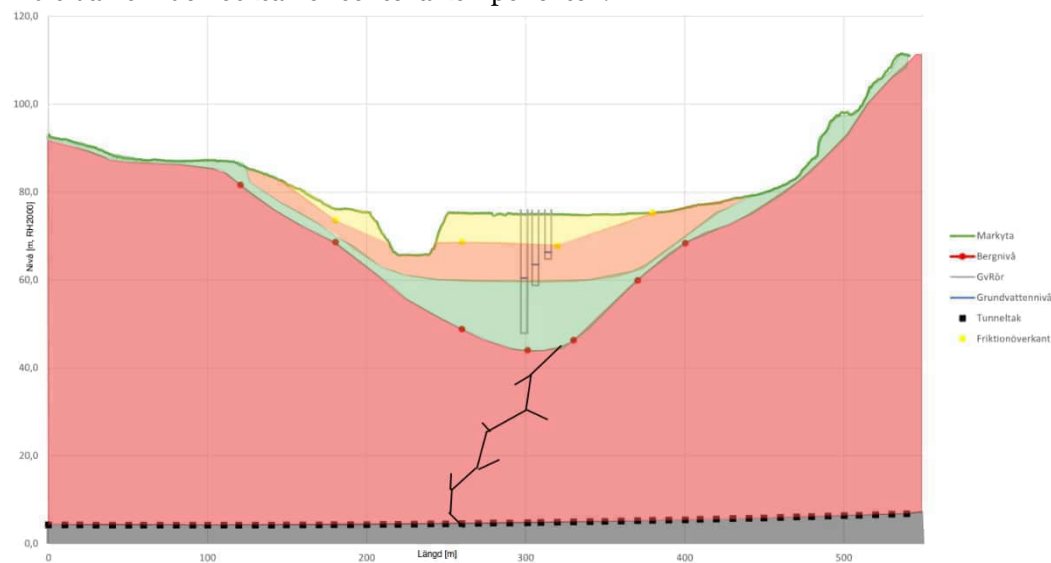
Figur 35. Sprickzoner inom delområde Kolmårdstunneln.

Mellan km 99+000 till km 99+600 ligger Getåravinen som är en förkastning som löper vinkelrätt järnvägslinjen, med riktning nordnordväst-sydsydöst. Ravinen har formats genom att bäcken eroderat ned i finkorniga jordarter i dalgången. Undersökningar visar att ytan närmast bäcken består av ett siltigt material som sträcker sig ungefär till bäckens botten. Närmast bergets överyta består jorden av ett sandigt/grusigt material. Mellan lagren finns en relativt mäktig övergångszon som får lägre andel finkorniga sediment med djupet. En stor del av grundvattenbildningen i dalgången sker norr om

spårlinjen samt i dalgångens kanter där friktionsmaterial kommer upp i dagen. Del av grundvattenbildning till dalgången kommer även från tillrinning genom berg (i främst bergsprickor) från de omgivande höjdområdena. Grundvattennivåerna i ravinen stiger ju högre filtret är installerat i jordlagren, se Tabell 14, som visar en lokal nedåtriktad vertikal grundvattengradient (grundvattenbildning) vid sidan om den också horisontella komponenten. Berggrunden innehåller ett flertal brant stående strukturer som ligger i Getåravinens längdaxel. Dessa strukturer kan vara öppna och kraftigt vattenförande och har ett inbördes avstånd om 20 till 25 meter.

Principskiss för dalgången Getåravinen i spårlinjen kan ses i Figur 36.

Grundvattennivåerna i ravinen stiger ju högre filtret är installerat i jordlagren, se Tabell 14, som visar en lokal nedåtriktad vertikal grundvattengradient (grundvattenbildning) vid sidan om den också horisontella komponenten.



Figur 36. Geologisk principskiss tvärs genom Getåravinen rakt ovan tunneln. Punkter är sonderade djup. Grundvattennivåer är ögonblicksbild från november 2022 som visar en nedåtriktad grundvattengradient. Gult område är jord med hög andel silt/lera, grönt område är hög andel sand/grus. Orange område är övergångszon. Berg visas med rött och grått är tunneln. Svart streck är princip för svaghetszon (Läget, utsträckningen och egenskaperna är okända).

Principskissen i Figur 36 visar geologisk tolkning av Getåravinens dalgång rakt ovan tunneln. Undersökningar visar att ytan närmast bäcken består av ett siltigt material som sträcker sig ungefär till bäckens botten. Närmast bergets överyta består jorden av ett sandigt/grusigt material. Mellan lagren finns en relativt mäktig övergångszon som får lägre andel finkorniga sediment med djupet. I skissen saknas skikt som uppvisats vid sonderingar. Skikten finns främst i övergångszonen och kan ha både högre och lägre vattenförande egenskaper än jordart ovan och under. Skiktens utbredning i plan är inte tydliga utifrån de sonderingar som utförts.

I principskissen syns också tre installerade grundvattenrör med sitt filter på olika nivåer i jordlagren. De tre grundvattenrören har mätts vid ett tillfälle, cirka en månad efter installation. Samtliga rör visade olika trycknivå, där trycknivån steg ju högre filtret satt i jordlagren. Som tidigare nämnts visar det på också en nedåtriktad grundvattengradient och det kan även tyda på att horisontell transport av grundvatten blir enklare längre ned i jordlagren. När vatten transporteras bort längre ned i jordprofilen så sjunker trycket eller "mättnadsgraden", även om jordens porer är helt vattenfyllda. De övre lagren får ett överskott av vatten via nederbörd som är större än vad den vertikala transporten klarar

av. Denna situation medför ytvattenavrinning och ett nedåtriktat grundvattenflöde, från markytan mot djupare delar - vilket definierar ett inströmningsområde (till skillnad från utströmningsområde där grundvattenflöden är riktat mot markytan). Att det rör som har sitt filter högst upp har en trycknivå ungefär i nivå med ravinens botten kan vara indikativt för att "överskottsvatten" som inte transporteras vertikalt har en enklare väg horisontellt, mot ravinen. Det betyder i förlängningen att även om tunneln dränerar vatten från det jordlager som ligger närmast bergytan så kommer det ändå finns ett överskott av vatten från de övre lagren till ravinen, eftersom vattnet har horisontella transportvägar som går snabbare än de vertikala. I rör som installerats i ravinen norr om spårlinjen, med filter just över bergytan, har artesiskt grundvattentryck observerats. Detta tyder på att höjderna norr om ravinen samt i dess kanter fylls på snabbare än vad vattnet kan transporteras längs med dalgången.

Berggrunden innehåller ett flertal brant stående strukturer som ligger i Getåravinens längdaxel. Dessa strukturer kan vara öppna och kraftigt vattenförande och har ett inbördes avstånd om 20 meter till 25 meter. Bedömningen är att bergmassan troligen blir bättre mot djupet.

På resterande del av delområdet (km 99+600 – km 102+910) stiger markytan fram till cirka km 101+000 till nivån cirka +120 meter i spårlinjen, för att sedan brant sjunka ned mot Bråviken och Malmölandet som ligger på havsnivå. I området består markytan till stor del av berg i dagen. Det är kuperad terräng och mellan topparna består jordlagren till största del av svallsand och grundvattenmagasinen är öppna. Det finns våtmarker några få våtmarker. Vid km 101+000 – km 101+800 ligger sjön Skiren, som är en instängd klarvattensjö vars djup överstiger 45 meter i den djupaste punkten, se även en fördjupad beskrivning av mark- och vattenförhållanden i bilaga D.2.3 *Skiren samlad bedömning*. Berggrunden är mycket tät på tunnelnivå.

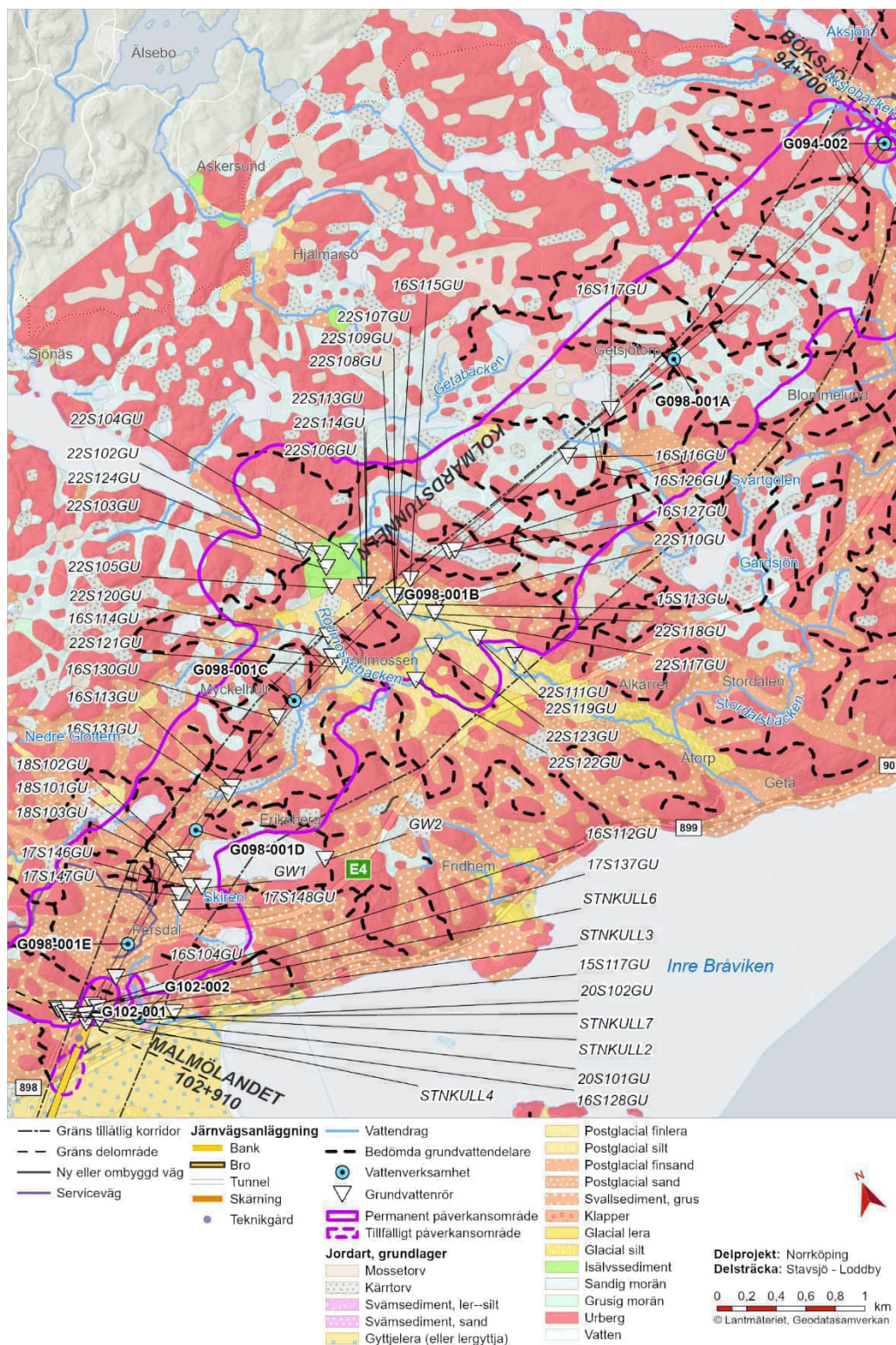
Inläckaget för olika zoner av tunneln presenteras i Tabell 13. Inläckande vatten i tunneln utgår från den modellberäkning som genomförts och utgår från att injektering genomförs enligt det tätningsförfarande som presenteras översiktligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. Inläckaget är beräknat för spårtunnel med servicetunnel och arbetstunnlar (där de förekommer) och redovisas som ett totalt inläckage för en definierad sträcka samt detta inläckage fördelat per 100 m tunnel (som exempelvis kan användas för att jämföra inläckaget längs olika delar av tunneln). Med tunnel menas här spårtunnelns längdmätning inom den definierade sträckan.

Tabell 13. Prognostiserat inläckage efter tätning utifrån modellberäkningar (modell K3D). Inläckaget är beräknat för spårtunnel och servicetunnel tillsammans med arbetstunnlar. Redovisning görs med ett totalt inläckage längs en sträcka samt ett jämförelsetal, inläckage per 100 meter tunnel (Med tunnel menas här spårtunnelns längdmätning inom den definierade sträckan).

Zon	Längdmätning (km-tal)	Längd (m)	Läckage (l/min)	Läckage (l/min 100 meter tunnel)
Norra tunnelpåslaget	94+860 – 95+470	610	79	13,0
Inkl. arbetstunnel Böksjö (365 m)				

Zon	Längdmätning (km-tal)	Längd (m)	Läckage (l/min)	Läckage (l/min 100 meter tunnel)
Djup tunnel Inkl. arbetstunnel Svartgölen (990 m)	95+470 – 99+175	3705	433	11,7
Getåravinen	99+175 – 99+640	465	263	56,6
Djup tunnel Inkl. arbetstunnlar Rödmossen (721 m) och Persdal (703 m)	99+640 – 102+140	2500	329	13,2
Södra tunnelpåslaget	102+140 – 102+720	580	52	9,0
Skiren	101+280 – 101+610	330	13	3,9
Getåbäckens avrinningsområde Inkl arbetstunnlar Svartgölen och Rödmossen	96+890 – 101+280	4390	877	20,0
Hela tunneln	94+860 – 102+720	7860	1156	14,7

Påverkansområdet för hela tunneln, visas i Figur 37. De beräkningar som ligger till grund för bedömt påverkansområde grundvatten och inläckage finns i bilaga D.2.2 *Beräkningar*.



Figur 37. Jordartskarta och översikt över grundvattenrör inom delområde Kolmårdstunneln med bedömt påverkansområde till följd av grundvattenbortledning.

Tabell 14. Grundvattennivåmätningar på delområde Kolmårdstunneln.

Grundvatten- rör Id	Läge ungefärlig (km)	Mätperiod	Markyta (nivå)	GV- max- nivå	GV- min- nivå	GV- medel- nivå
17S107GU	94+670 H10	jul 2017- mar 2023	72,45	69,31	68,36	68,76
17S106GU	94+760 H10	mar 2018 – mar 2023	73,90	71,83	69,78	70,86
16S117GU	97+390	nov 2016 – mar 2023	128,93	128,57	126,49	128,13
16S116GU	97+810 V50	nov 2016 – mar 2023	128,44	128,35	127,01	127,99
16S127GU	98+810 V40	nov 2016 – okt 2021	118,77	119,99	118,28	118,81
16S126GU	98+850 V20	nov 2016 – okt 2021	118,84	119,47	118,12	118,68
22S111GU	99+110 V860	nov 2022- mar 2023	53,20	53,92	51,36	53,32
22S110GU	99+160 V220	nov 2022- mar 2023	68,64	69,94	61,13	66,36
16S115GU	99+180	nov 2016 – okt 2021	78,75	79,51	76,36	78,23
22S119GU	99+240 V610	nov 2022- mar 2023	57,82	58,52	54,12	57,05
22S118GU	99+250 V270	jan 2023- mar 2023	59,05	60,11	58,33	59,80
15S113GU	99+260 V120	nov 2015 – mar 2023	72,34	59,69	58,79	59,19
22S104GU	99+300 H430	nov 2022- mar 2023	96,41	97,75	92,42	96,58
22S107GU	99+330	nov 2022- mar 2023	74,84	75,86	60,27	70,43
22S108GU	99+330	nov 2022- mar 2023	74,80	75,78	62,88	70,70
22S109GU	99+330	nov 2022- mar 2023	74,82	75,89	66,11	72,48
22S117GU	99+360 V140	jan 2023- mar 2023	62,18	63,66	59,73	62,98
22S113GU	99+400 H180	jan 2023- mar 2023	71,00	72,12	72,12	72,12
22S114GU	99+400 H170	jan 2023- mar 2023	70,76	71,81	70,14	71,54
22S123GU	99+400 V420	nov 2022- mar 2023	62,53	62,91	58,84	62,16
22S102GU	99+440 H550	dec 2022- mar 2023	93,85	94,94	73,24	89,94
22S106GU	99+460 H160	nov 2022- mar 2023	78,26	79,76	72,56	77,32
22S103GU	99+500 H440	nov 2022- mar 2023	91,34	92,62	72,92	85,82
22S124GU	99+500 H660	nov 2022- mar 2023	88,86	89,32	86,06	88,62
22S105GU	99+600 H340	nov 2022- mar 2023	79,60	80,82	73,05	78,77
22S122GU	99+710 V510	nov 2022- mar 2023	60,64	15,63	14,48	15,39

Grundvatten- rör Id	Läge ungefärlig (km)	Mätperiod	Markyta (nivå)	GV- max- nivå	GV- min- nivå	GV- medel- nivå
22S120GU	99+850 H110	nov 2022- mar 2023	77,37	78,05	71,80	76,49
22S121GU	99+910 V80	nov 2022- mar 2023	69,85	70,76	65,87	69,43
16S114GU	99+910	nov 2016 – jan 2017	75,49	66,79	66,40	66,59
16S115GU	100+400 V210	mar 2016 – mar 2023	118,80	119,39	118,26	118,71
16S130GU	100+470 H10	nov 2016 – mar 2023	82,63	83,63	81,33	82,44
16S113GU	101+030 V40	dec 2016- mar 2023	96,39	96,68	95,66	96,15
16S131GU	101+100 V50	dec 2016- mar 2017	96,09	96,57	96,07	96,06
GW1	101+200 V850	nov 2015- mar 2023	85,10	85,35	82,80	84,88
18S102GU	101+610 V40	okt 2018 – mar 2023	92,27	92,28	90,93	91,58
18S101GU	101+650 H10	okt 2018 – mar 2023	93,93	93,81	93,32	93,68
18S103GU	101+660 V50	okt 2018 – mar 2023	91,59	91,62	90,84	91,38
GW2	101+720 V250	nov 2015- mar 2023	86,80	86,20	84,70	85,08
17S146GU	101+740 V180	okt 2018 – mar 2023	84,53	84,36	83,31	84,02
17S147GU	101+850 V140	okt 2018 – mar 2023	80,03	79,74	76,89	78,39
17S148GU	101+910 V200	okt 2018 – mar 2023	75,91	75,43	73,47	74,88
STNKULL6	102+850 H190	feb 2021- mar 2023	41,56	43,12	40,97	41,35
20S101GU	102+870 H50	feb 2021- mar 2023	26,93	28,08	24,84	25,67
20S102GU	102+870 V60	feb 2021- mar 2023	13,05	14,27	8,94	10,67
STNKULL1M	102+880 H250	feb 2021- mar 2023	48,99	49,62	45,98	48,42
STNKULL2	102+880 H230	feb 2021- mar 2023	46,80	48,07	44,02	45,79
STNKULL4M	102+880 H190	feb 2021- mar 2023	39,86	40,80	35,88	38,50
STNKULL7	102+880 H150	feb 2021- mar 2023	35,13	36,38	34,91	35,33
STNKULL3	102+890 H200	feb 2021- mar 2023	42,01	43,47	39,94	40,93
16S104GU	102+550 V40	nov 2016 – mar 2023	44,57	44,63	43,80	44,39
15S117GU	102+700 V500	nov 2015- mar 2023	4,83	5,14	4,07	4,55
17S137GU	102+720 V10	mar 2018 – mar 2023	27,33	27,90	26,45	27,10
16S112GU	102+720 H20	nov 2016 – mar 2023	29,97	30,54	27,75	28,88

Grundvatten-rör Id	Läge ungefärlig (km)	Mätperiod	Markyta (nivå)	GV-max-nivå	GV-min-nivå	GV-medel-nivå
16S128GU	102+910 H10	nov 2016 – mar 2023	17,41	18,20	16,59	17,35
15S118GU	103+000 V150	nov 2015– mar 2023	5,44	8,49	4,96	6,87
STNKULL9	103+020 H200	feb 2021– mar 2023	44,96	46,24	43,29	44,37
16S129GU	103+030 H10	nov 2016– jan 2020	14,71	10,80	10,77	10,80

7.2.3. Miljöintressen, allmänna och enskilda intressen

I detta avsnitt presenteras identifierade riskexponerade objekt inom delområde Kolmårdstunneln uppdelat per geografisk sträcka (se Figur 38 till Figur 45).

Riskexponerade objekt är de objekt som är bärare av egenskaper kopplade till miljöintressen samt allmänna och enskilda intressen fördelat på kategorierna av yt- och grundvattenberoende objekt som presenterats i kapitel 4. Brunnar och sättningskänslig infrastruktur inom påverkansområde grundvatten visas i Bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

Sjön Böksjön utgör en reservvattentäkt för Norrköpings kommun med tillstånd (Id 33514) för vattenuttag. Sjön bedöms ha ett måttligt värde för dricksvattenförsörjning.

På sträckan återfanns totalt 67 brunnar inom påverkansområdet, varav 28 är grävda dricksvattenbrunnar, 36 borrhälsbrunnar och 3 energibrunnar. Brunnarna är koncentrerade vid västra halvan av påverkansområde grundvatten ovan tunneln. Sjön Skiren används som enskild dricksvattentäkt.

Sjön Nedre Glottern fungerar som kommunal vattentäkt. Vattentäkten definieras som ett riskexponerat objekt då en del av avrinningsområdet ligger inom påverkansområde grundvatten.

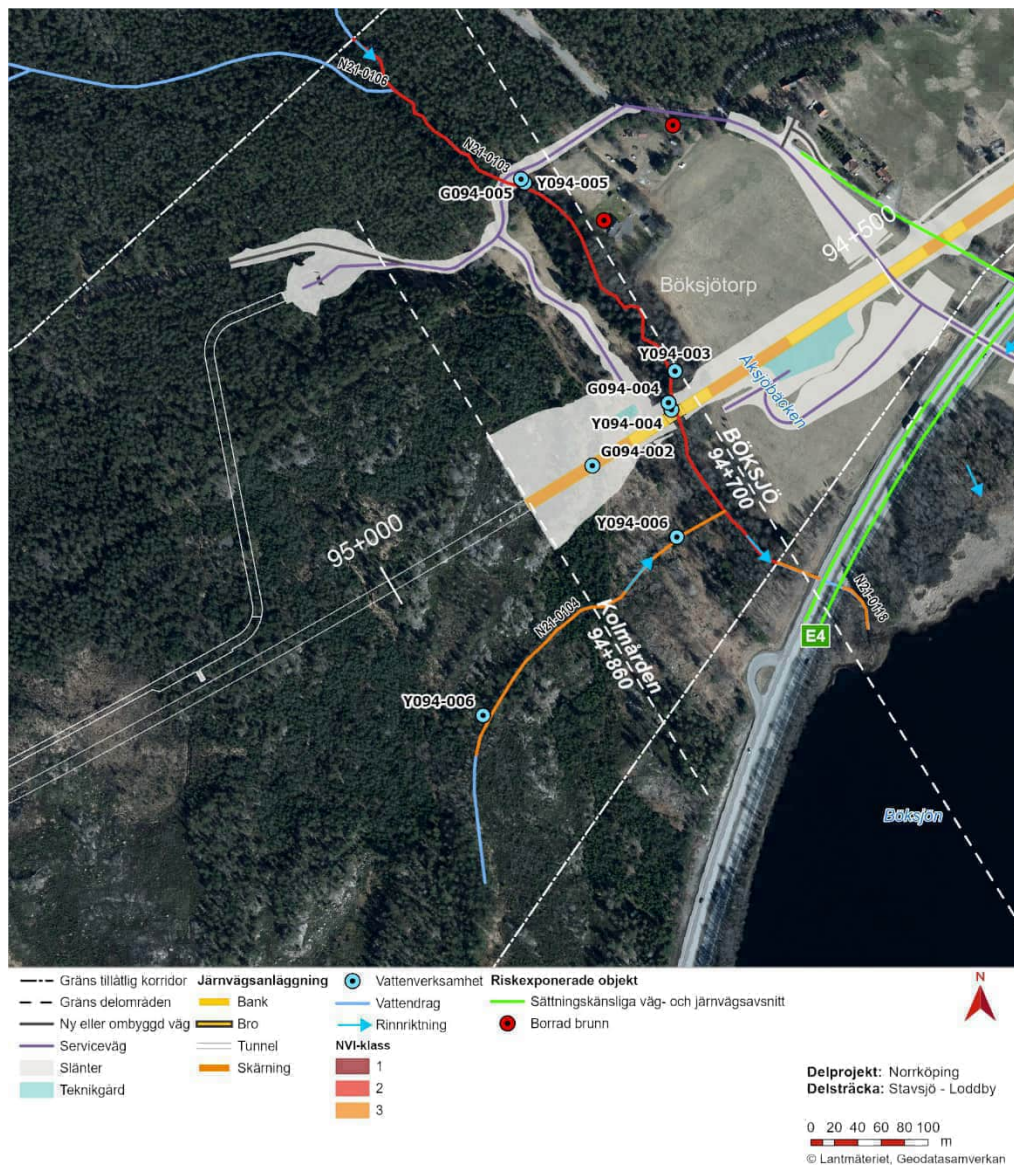
På sträckan finns totalt 266 byggnader inom påverkansområde grundvatten. Samtliga av dessa är bedömda att ha *ej känslig grundläggning*. Längs med sträckan har även ett fåtal hårdgjorda vägar identifierats att stundtals gå över sättningskänsliga jordarter inom påverkansområde grundvatten.

Vid inventering av tillståndsgivna vattenverksamheter har ett objekt identifierats som riskexponerat på denna delsträcka. En trumma vid Böksjöns utlopp, Id 33040 (Tabell 5).

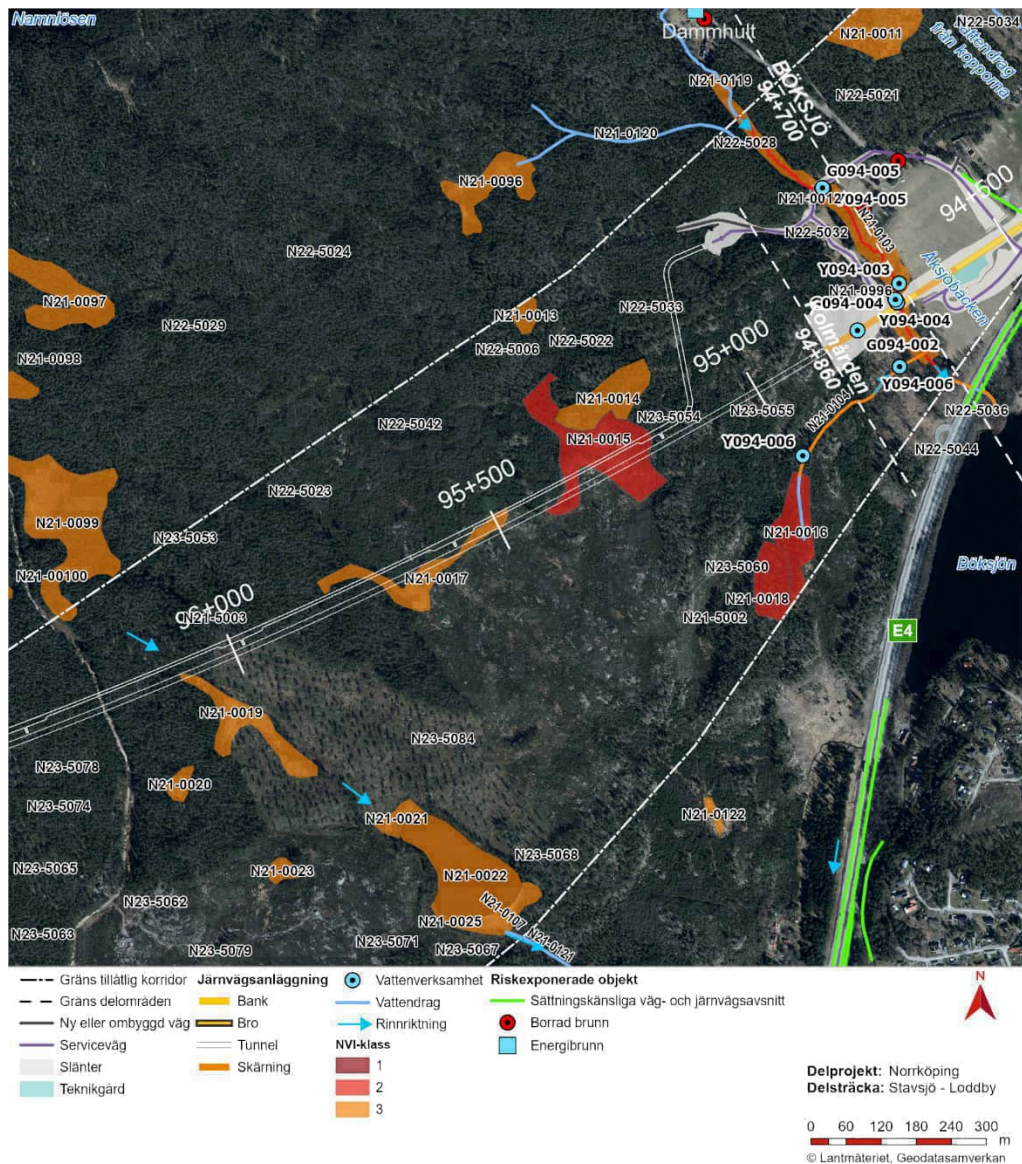
På sträckan finns ett stort antal naturvärdesobjekt med värden kopplade till ytvatten och grundvatten. I avsnitt 7.2.2 finns en förteckning av samtliga naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamheter på sträckan.

Riskexponerade naturvärdesobjekt som riskerar att påverkas av grundvattenbortledningen har identifierats i bilaga Riskexponerade objekt. För de naturvärdesobjekt som där bedöms ha *medel* till *hög* sannolikhet för torrare förhållanden, eller har högt naturvärde, redovisas bedömd påverkan och effekt i respektive avsnitt nedan.

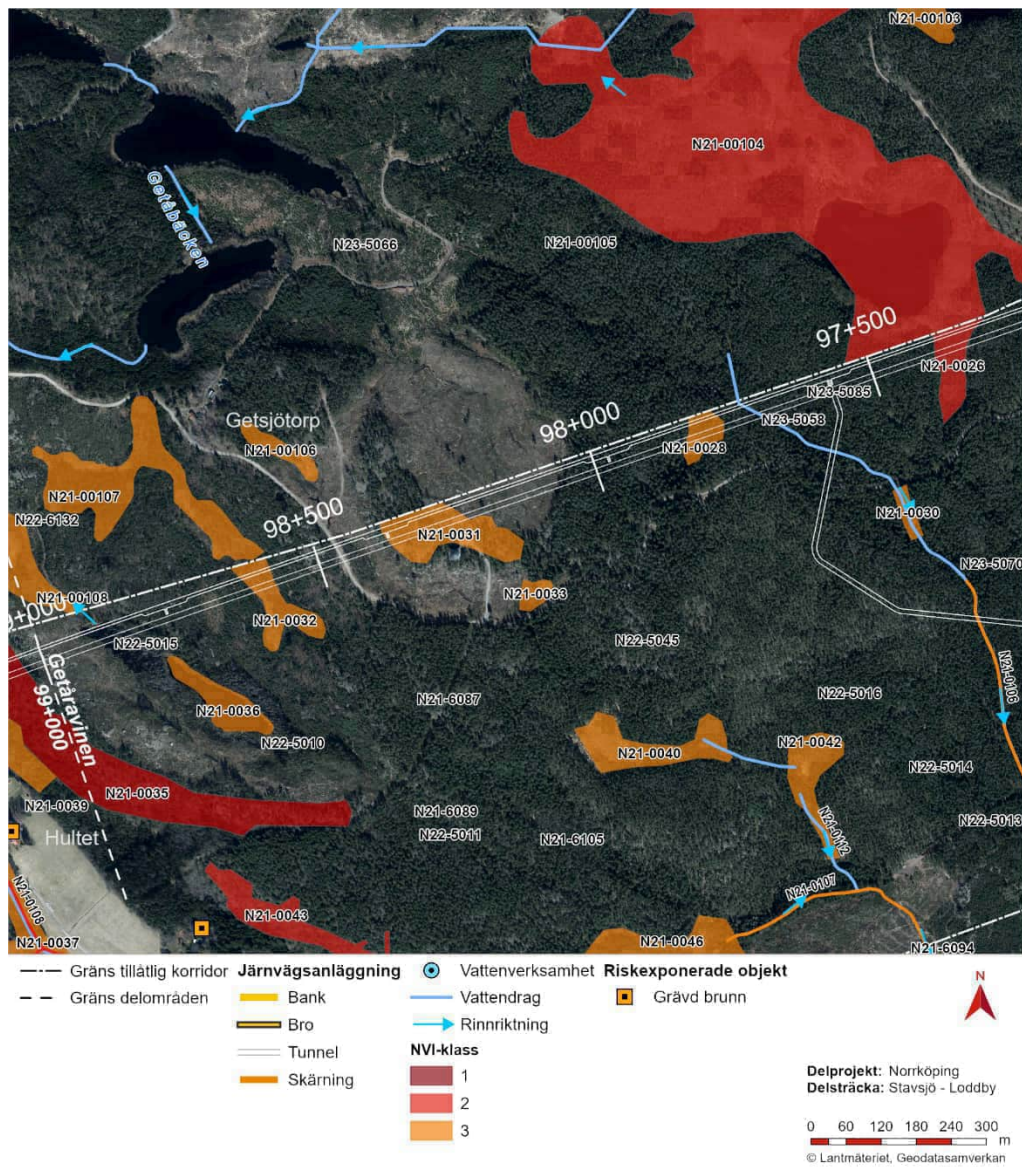
I figurerna nedan visas alla identifierade och inventerade naturvärdesobjekt med naturvärdesklass 1-3 inom delområdet.



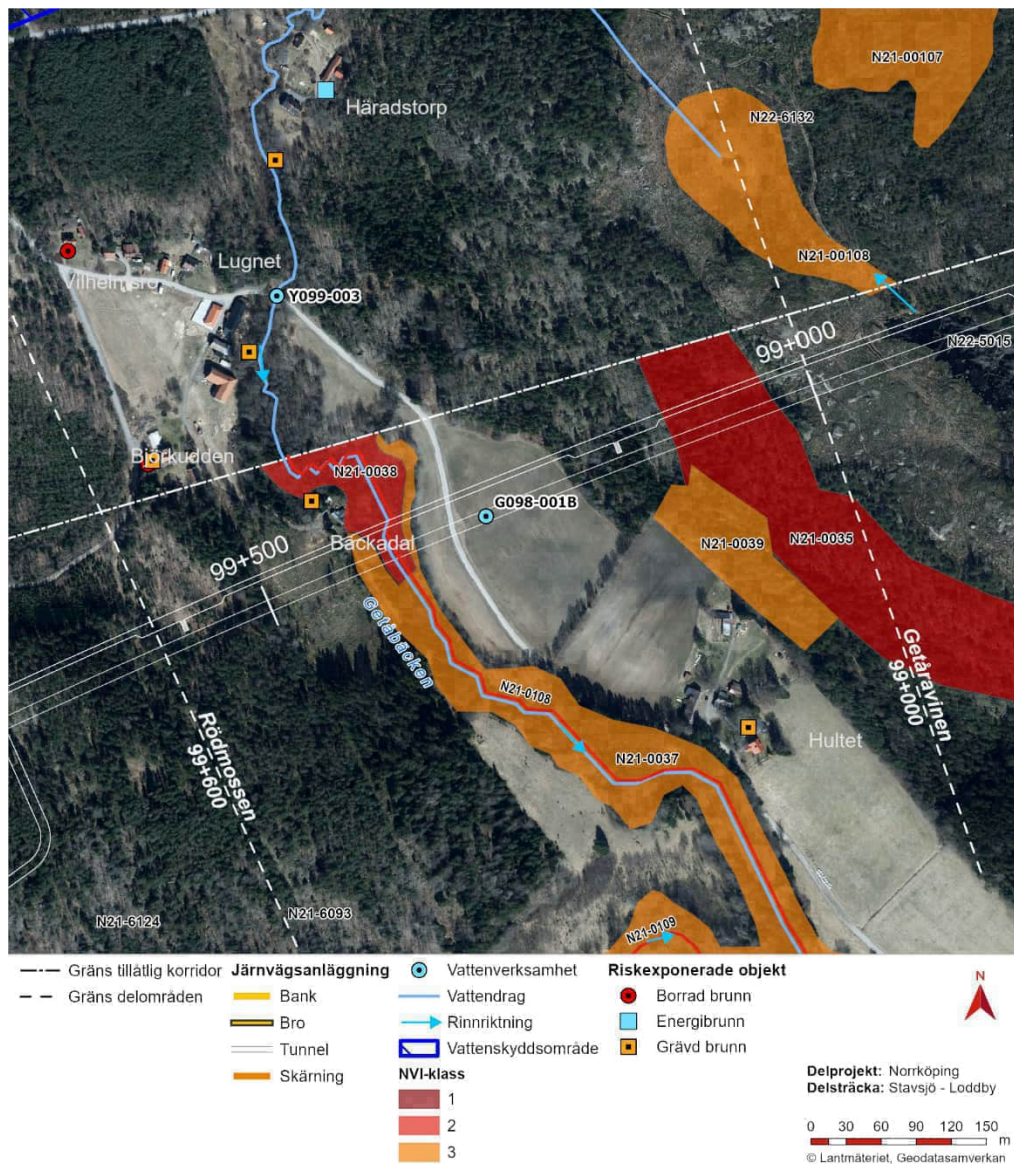
Figur 38. Riskexponerade objekt inom sträcka Norra tunnelpåslaget. Av ortofotot kan utläsas att järnvägen på sträckan passerar genom skogsbruksmark.



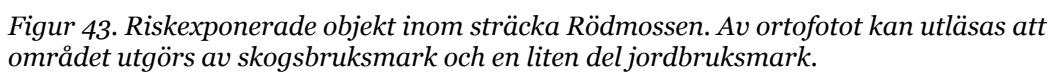
Figur 39. Riskexponerade objekt inom sträcka Kolmården (del 1). Av ortofotot kan utläsas att området utgörs av skogsbruksmark.

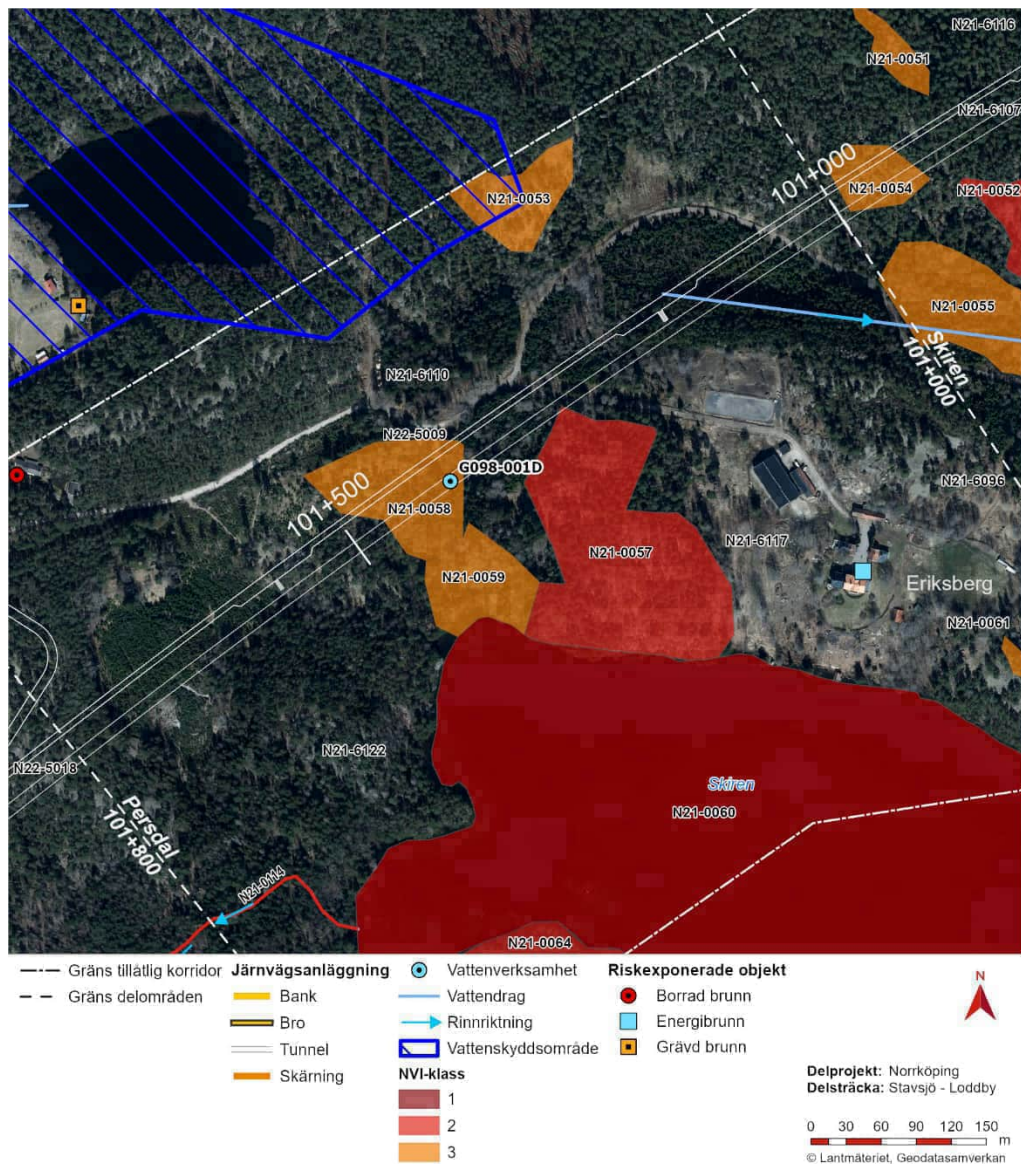


Figur 41. Riskexponerade objekt inom sträcka Kolmården (del 3). Av ortofotot kan utläsas att området utgörs av skogsbruksmark.

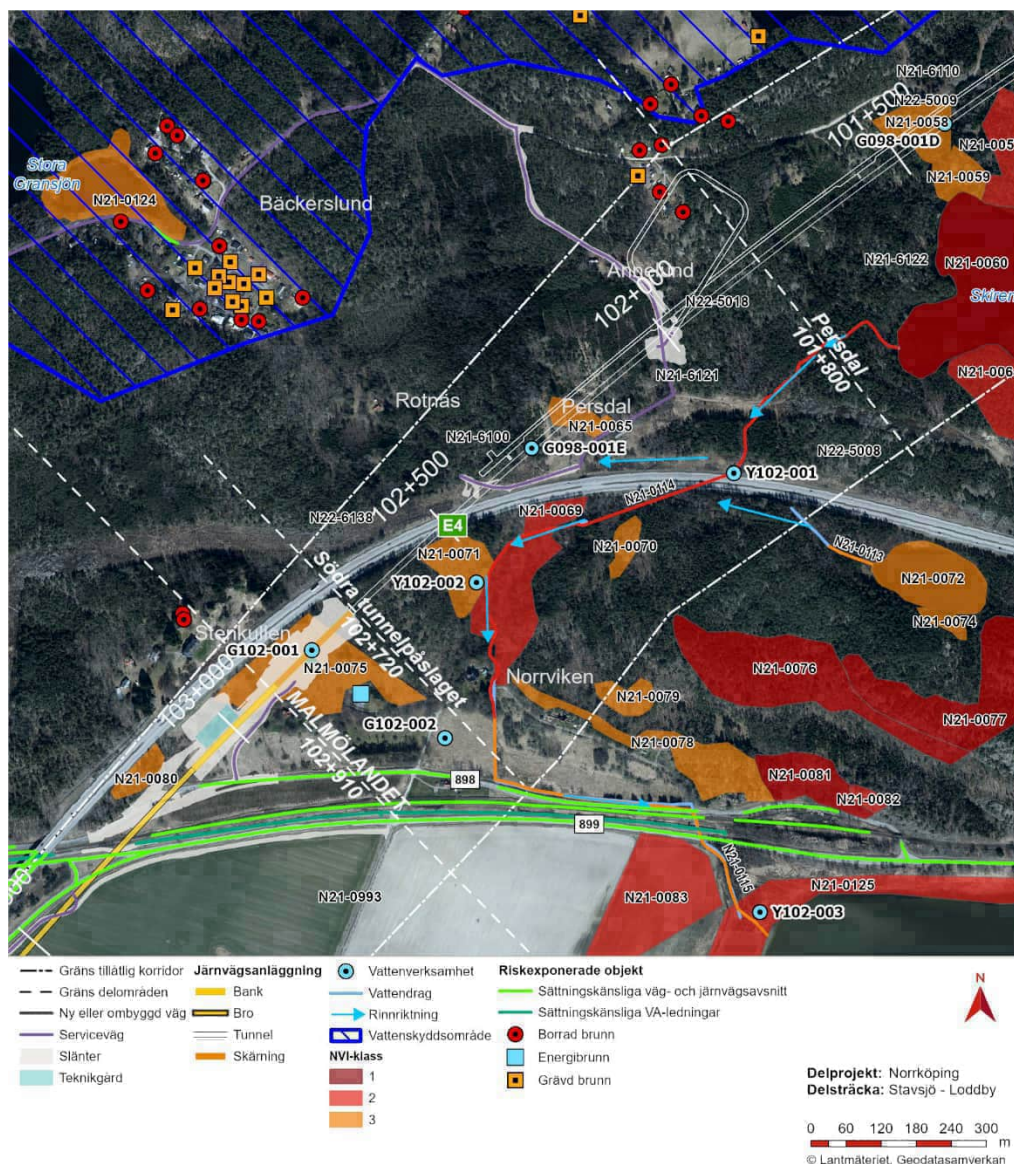


Figur 42. Riskexponerade objekt inom sträcka Getåravinen. Av ortofotot kan utläsas att området utgörs av skogsbruksmark och jordbruksmark med gles bebyggelse.





Figur 44. Riskexponerade objekt inom sträcka Skiren. Av ortofotot kan utläsas att området utgörs av skogsbruksmark med gles bebyggelse.



7.3. Vattenverksamheter inom sträcka Norra tunnelpåslet (km 94+700 – km 94+860)

Järnvägens sträckning passerar Åksjöbackens ravin på en plattrambro och fortsätter på bank fram till Kolmårdstunnelns tunnelmynning. Jorden består av fast lagrad sand som övergår till en blandkornig morän på sydvästra sidan av ravinen. Jordmaktigheten varierar mellan 10 och 16 meter. Vid tunnelmynningen utförs jord- och bergskärning samt en betongtunnel som ansluter till Kolmårdstunnelns bergtunnel. Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna; naturvärden, dricksvattenförsörjning.

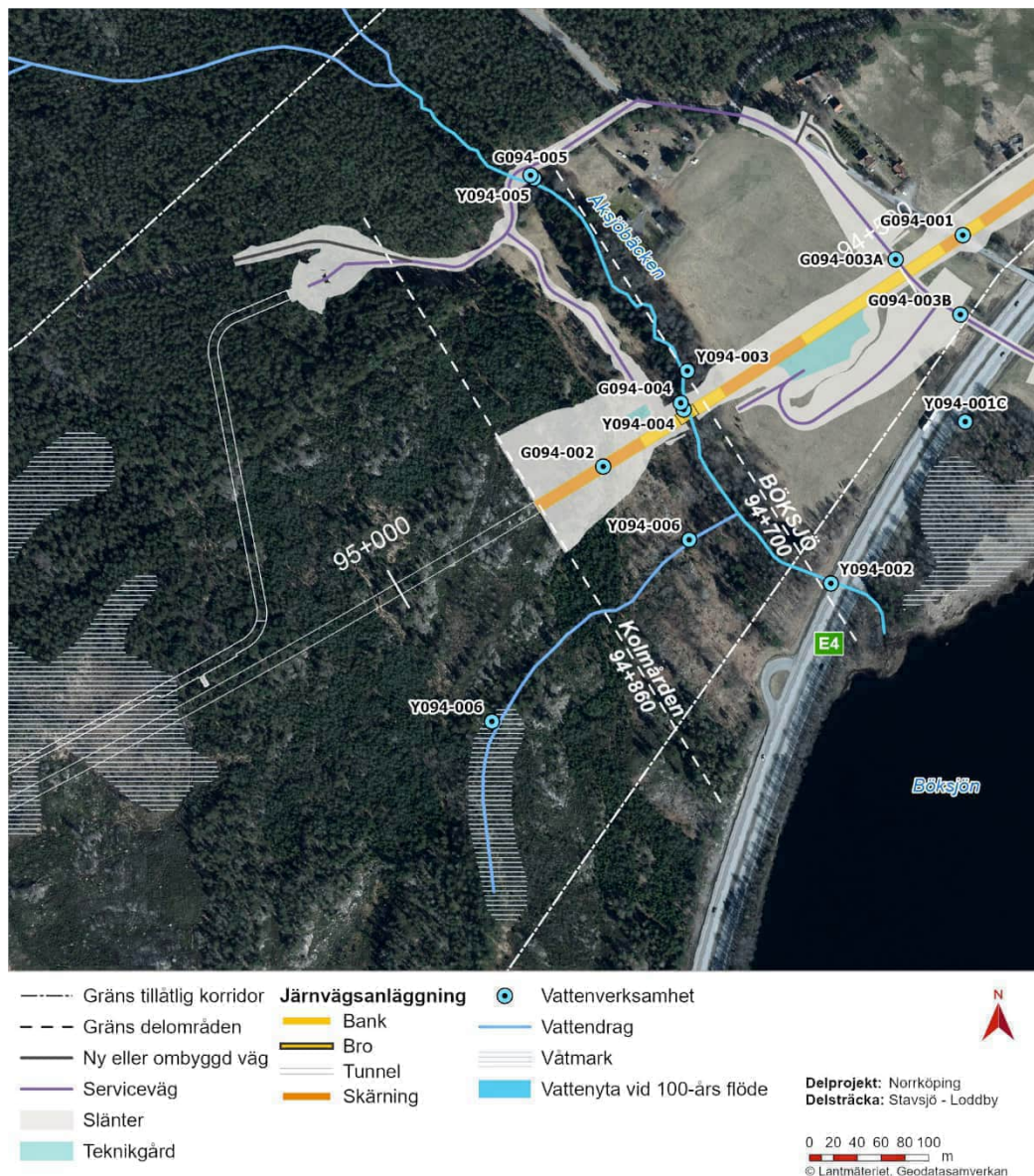
Delsträckans vattenverksamheter redogörs för i Tabell 8 och visas i Figur 46. De redovisas mer utförligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens

vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Åksjöbäcken och dess omgivande naturvärden berörs av ytvattenverksamheter samt av grundvattenbortledning. Den sammanlagda effekten och konsekvensen av vattenverksamheterna beskrivs i Miljökonsekvensbeskrivningen för miljöprövningen.

Tabell 15. Vattenverksamheter inom sträcka Norra Tunnelpåslaget.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y094-002	km 94+710	Arbete i vattenområde	Tillfälliga trummor anläggs i Åksjöbäcken under tillfälliga ramper på ömse sidor om E4.
Y094-003	km 94+690	Arbete i vattenområde	Anpassning av dike som mynnar i Åksjöbäcken. Vid mynningen anläggs ett erosionsskydd.
Y094-004	km 94+720	Arbete i vattenområde	Järnvägsbro och omgrävning av Åksjöbäcken. Pumpning av Åksjöbäcken under byggtiden.
Y094-005	Km 94+720	Arbete i vattenområde	Utrivning av befintlig stentrumma och uppförande av prefabricerad sluten plattrambro över Åksjöbäcken.
Y094-006	km 94+780 – km 95+000	Arbete i vattenområde	Två tillfälliga trummor anläggs i bäck från Vargberget för arbetsväg.
G094-002	km 94+730 – km 94+860	Grundvattenbortledning	Permanent grundvattenbortledning i jord- och bergskärning och betongtunnel. Maximalt djup på skärningen 25 m.
G094-004	Km 94+710- Km 94+720	Grundvattenbortledning	Temporär grundvattenavsänkning för grundläggandet av brostöd.
G094-005	Km 94+720	Grundvattenbortledning	Temporär grundvattenavsänkning för uppförande av prefabricerad betongbro.



Figur 46. Vattenverksamheter inom sträcka Norra tunnelspåslandet-Kolmården.

7.3.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y094-002 Arbete i vattenområde km 94+710

Åksjöbäcken passerar under E4 i en befintlig trumma. Ramper för på- och avfarter till E4 planeras under byggtiden på ömse sidor varvid tillfälliga trummor kommer att anläggas i Åksjöbäcken. Vattengång (VG) läggs i nivå med befintlig bäckbotten och anpassas till befintlig trumma under E4. Botten och slänter i Åksjöbäcken kommer att grävas ut för att rymma tillfälliga trummorna och erosionsskydd kommer att anläggas vid in- och utloppen. Erosionsskydden bör utgöras av rundade stenar överst och ej grus som riskeras att föras bort vid höga vattenflöden. De tillfälliga ramperna och trummor rivs efter avslutad byggnation.

Trummorna kommer att läggas så att dessa inte utgör vandringshinder för fisk. Vid anläggande och utrivning av ramper och trummor kommer grumling uppstå i vattnet. Grumlingsbegränsande åtgärder kommer att vidtas för att minska effekten nedströms. Detta kommer att ske genom att till exempel halmbalar placeras ut nedströms

verksamheten. Vid låga flöden bedöms arbetet kunna utföras utan ytterligare grumlingsbegränsande åtgärder utan att negativ effekt uppstår. Vattendraget kommer att återställas på ett sådant sätt att tvärsektion och bottensubstrat efterliknar närliggande naturliga delar av vattendraget. Strandzonen kommer att återställas på ett sätt som möjliggör återetablering av vegetation. Effekten på nedre delen av Åksjöbäcken (N21-0118) och Böksjön (N21-0095) under driftskedet bedöms som liten.

I anslutning till dessa verksamheter finns två sedan tidigare tillståndsgivna vattenverksamheter. Den ena är en trumma i Böksjöns utlopp (Id 33040). Då det inte kommer ske några förändringar i Böksjöns vattenstånd till följd av de verksamheter som söks bedöms ingen negativ effekt uppstå för denna verksamhet. Den andra vattenverksamheten är vattenuttag (Id 33514) för dricksvattenproduktion. En negativ effekt skulle kunna uppstå till följd av spridning suspenderat material, men då inget vattenuttag sker idag och skyddsåtgärder avseende grumling kommer att vidtas bedöms ingen negativ effekt uppstå för den tillståndsgivna verksamheten. Därmed bedöms även kraven i regeringens tillåtlighetsbeslut, villkor 5, vara beaktat för Böksjön som dricksvattentäkt. Ett kontrollprogram för uppföljning kommer att tas fram inför anläggningsskedet.

Y094-003 Arbete i vattenområde km 94+690

Ett överdike kommer att anläggas norr om järnvägen vilket kommer att mynna ut i Åksjöbäcken. Diket avslutas med ett erosionsskydd. En mindre schakt anläggas i ravinens slänt vid sidan av vattendraget och erosionsskyddet anpassas till dikets utlopp och omgivande mark. Erosionsskyddet bör utgöras av rundade stenar överst och ej grus som riskeras att föras bort vid höga vattenflöden.

Anläggandet av erosionsskydd sker i Åksjöbäckens ravin som har naturvärdesklass 3 (N21-0012). Anläggandet kan komma att innebära en spridning av partiklar till Åksjöbäcken (N21-0103) naturvärdesklass 2. Även vid idrifttagande av diket, innan vegetation hunnit etablera sig, kan transport av partiklar ske. Påverkan på Åksjöbäckens naturvärden är liten och effekten är snabbt övergående och de bedöms återhämta sig snabbt. Inga skyddsåtgärder bedöms krävas. Effekten bedöms som liten.

Y094-004 Arbete i vattenområde km 94+720

Vid grundläggning av bottenplattorna till järnvägsbron över Åksjöbäcken, km 94+729, kommer grävning att ske i Åksjöbäcken och Åksjöbäckens ravin. Vattnet i bäcken behöver ledas förbi arbetsplatsen. Detta föreslås ske genom att bäckens vatten pumpas förbi. Vid pumpning utförs en enklare jordvall upp- och nedströms arbetena. Vattnet kan behöva ledas förbi arbetsplatsen under cirka åtta månader.

Vattendraget och ravinen återställs efter brobyggnationen. Den nya utformningen av bäcken utförs på ett sådant sätt att tvärsektion och bottensubstrat efterliknar närliggande naturliga delar av vattendraget. Strandzonen ska återställas på ett sätt som möjliggör återetablering av vegetation. Erosionsbegränsande åtgärder vidtas för att förhindra erosion i botten och strandzon. Omgrävningen föreslås bli cirka 40 meter lång och ansluts i båda ändar till befintlig bottennivå.

Under byggnationen tas arbetsområden temporärt i anspråk i och kring Åksjöbäcken.

Grumling som uppstår riskerar att påverka Åksjöbäcken samt Böksjön. Utplacering av halmbalar nedströms, om möjligt, kan motverka detta. Under den tid som Åksjöbäcken leds om kommer ett absolut vandringshinder att uppstå. Det finns dock inga särskilt skyddade fiskarter i Böksjön eller Åksjöbäcken varför vandringshindret inte bedöms ha en betydande inverkan på fiskbeståndet. Brons spännvidd och fria höjd möjliggör passage för småvilt och anläggs så att den inte utgör ett vandringshinder för fisk på

Åksjöbäcken (N21-0103), nedre delen av Åksjöbäcken (N21-0118) och Böksjön (N21-0095) i driftskedet bedöms som liten.

Y094-005 Arbete i vattenområde km 94+720

Åksjöbäcken går i befintlig stentrumma under en enskild väg. Den enskilda vägen ska användas som arbetsväg under byggskede och sedan som serviceväg under driftskede. Vägen passerar Åksjöbäcken cirka 250 meter uppströms planerad järnvägsbro. Omgivande mark är täckt av skog. Jordlagren har bedömts bestå mestadels av fast lagrad sand och morän utifrån undersökningar i området.

Befintlig stentrumma rivs ut helt. En ny prefabricerad sluten plattrambro med spännvidd cirka 3 meter uppförs på samma ställe. En plattrambro väljs för att undvika vandringshinder. Bäckbottens nivå kommer att behållas.

Vattnet i bäcken behöver ledas förbi arbetsplatsen under arbetstiden, detta förväntas ske under cirka två månader och innan anläggandet av järnvägsbron (Y094-004) nedströms.

Den nya bron grundläggs på packad fyllning under vatten. Botten och slänter i Åksjöbäcken grävs ut i erforderlig omfattning vid bron. Ny bäckfåra återskapas på ett sådant sätt att tvärsektion och bottenstrukturer efterliknar närliggande naturliga delar av vattendraget. Strandzonen ska återställas på ett sätt som möjliggör återetablering av vegetation. Utformningen ska göras så att erosion begränsas. Bron kommer att anläggas så den inte utgör ett vandringshinder för fisk. Arbetet kommer innebära att viss grumling uppstår varför halmbalar kommer placeras ut nedströms i vattendraget om detta är möjligt, se 7.3.3. Effekten på Åksjöbäcken (N21-0103) från verksamheten bedöms som liten.

Y094-006 Arbete i vattenområde km 94+780 och km 95+000

En arbetsväg passerar en mindre bäck från Vargberget på två ställen och trummor för bäcken anläggs. Bäcken är ett biflöde till Åksjöbäcken. Efter byggskedet kommer trummorna rivas ut.

Sannolikt är vattendraget torrt stora delar av året och trummorna kommer kunna anläggas i torrhet. Värdet i bäcken består främst i den variationsrika vattenmiljön. Verksamheternas påverkan på vattendraget är begränsat och lokalt varför någon negativ effekt inte bedöms uppstå. Vattendraget bedöms i sin helhet behålla sitt naturvärde. Effekten på bäcken från Vargberget (N21-0104) bedöms som ingen-liten och inga skyddsåtgärder bedöms behövas.

7.3.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

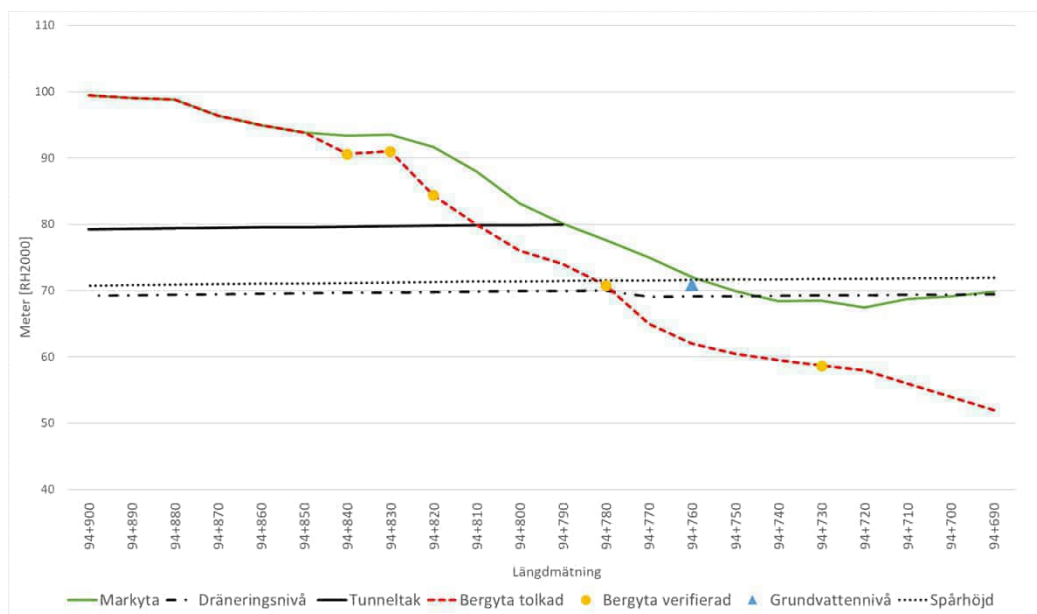
G094-002 Grundvattenbortledning km 94+730 – km 94+860

Permanent grundvattenbortledning planeras inom sträcka Norra tunnelpåslaget, km 94+730 – km 94+860. Järnvägen går först i skärning mellan cirka km 94+760 – km 94+796 och övergår därefter i betongtunnel fram till km 94+865 där bergtunneln börjar.

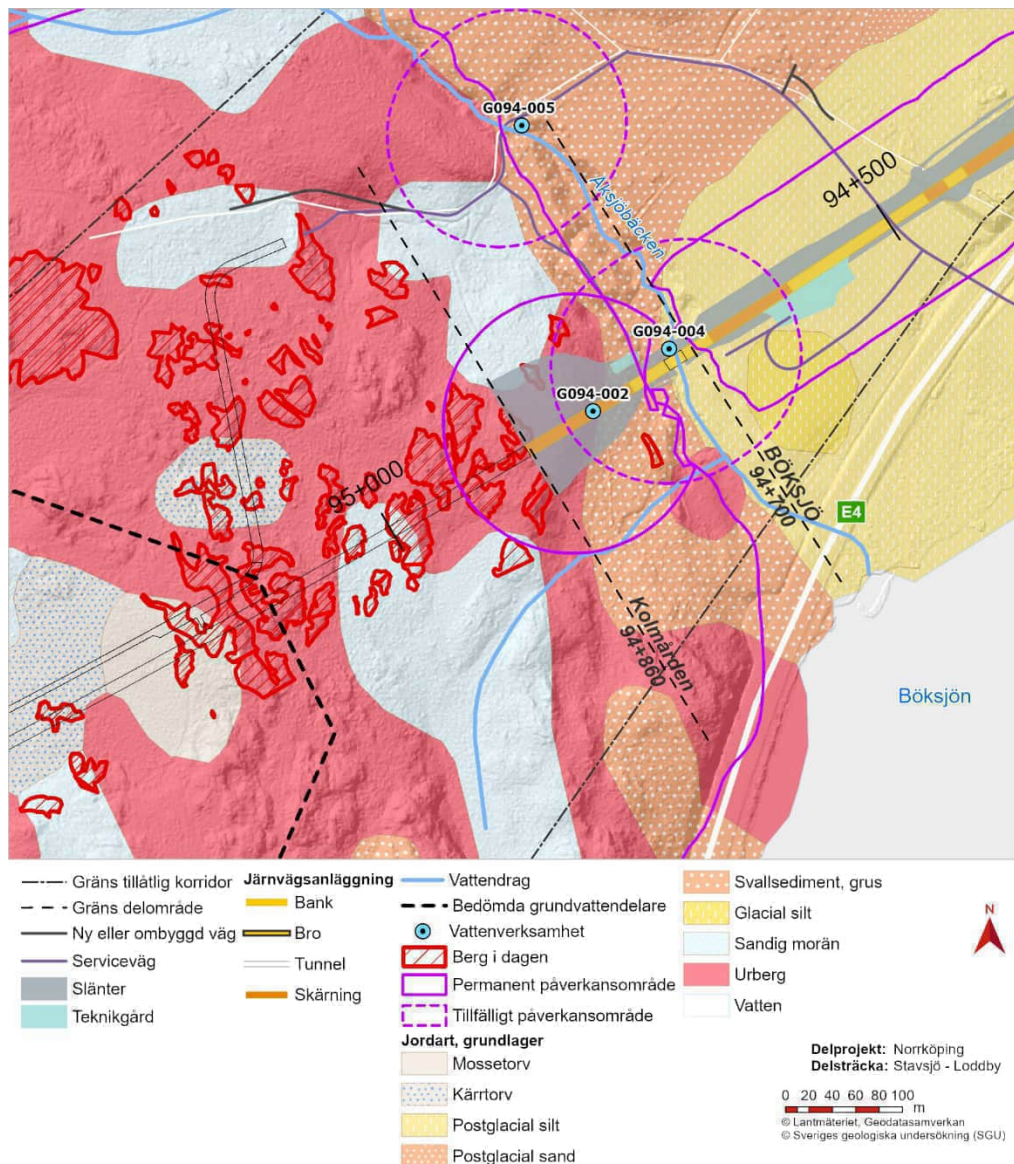
Bergytan vid skärningen täcks av jord vilket gör att det blir en kombinerad jord- och bergskärning, se Figur 47. Jorddjupet uppgår som mest till cirka 11 meter vid släntfot till förskärning för spårtunneln. Vid förskärningens släntröner ligger berget ytligt med ett tunt jordtäckle eller berg i dagen. I släntfot har grundvattenytan i jord uppmätts på nivå +71 i medel (17S106GU). På grund av den kraftiga lutningen på både mark och

bergöveryta, samt den relativt höga konduktiviteten i jordlagren, är det inte troligt att något bestående grundvattenmagasin finns över denna nivå (+71 meter).

Dräneringsnivån för järnvägen är på cirka +70 meter i början av skärningen, cirka km 94+730, och cirka +69 meter där betongtunneln övergår till bergtunnel, cirka km 94+865. Grundvattenbortledningen till dräneringsnivån kommer vara permanent och påverkan förväntas inte skilja sig mellan bygg- och driftskede. Grundvattensänkningen bedöms bli upp till cirka 25 till 30 meter.



Figur 47. Profil över Norra Tunnelpåslaget (km 94+690 – km 94+900).



Figur 48. Påverkansområde grundvatten, G094-002 betongtunneldelen, sträcka Norra Tunnelpåsletet.

Påverkansområdet för en permanent grundvattensänkning under driftskedet för skärningen har beräknats med det konservativa antagandet att grundvattennivån är i nivå med markytan. Området sträcker sig då drygt i en radie om cirka 110 meter från påsletet. I öst har påverkansområdet justerats inåt på grund av att påverkansområdets utbredning till största del sker i berg och inte jordlagren, se Figur 48. Påverkansområdet har beräknats analytiskt för Norra tunnelpåsletet, se bilaga D.2.2 *Beräkningar*.

Påverkansområdet för skärningen överlappas även av påverkansområdet från bergtunneln (längre in, längs tunneln, ökar avståndet mellan grundvattennivån och dräneringsnivån vilket medför en större trycksänkning och därmed ett större påverkansområde). Detta medför att en påverkan bedöms kunna sträcka sig längre ut i området, ned till Böksjön i söder och upp mot Åksjöbäcken i norr.

Skärningen inom sträcka Norra tunnelpåsletet går genom berg och jord. Skärningens dräneringsnivå är cirka +68 meter till +69 meter och den nivån är som mest cirka 28 meter under marknivå. Permanent grundvattenbortledning kommer att ske till dräneringsnivån längs hela bergskärningen.

Trycksänkning i berg kan påverka de mindre jordlagerförekomsterna nordnordväst om spårerna i och med en större grundvattenbildning till berg. Påverkan beror av den hydrauliska kontakten mellan jord och berg. Dessa delar av jordmagasinen ligger mestadels på sluttningar och de saknar därmed sannolikt en permanent grundvattennivå. Påverkan blir därmed liten eller obefintlig. Tunnelpåslaget medför även en påverkan ett stycke in i grundvattenmagasinet vid Böksjö, i riktning längs spårlinjen.

Inga brunnar eller sättningskänsliga riskexponerade objekt har identifierats inom påverkansområdet, se bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

Inom sträcka Norra tunnelpåslaget påverkas vattendraget Åksjöbäcken och dess omgivande ravin av grundvattensänkning till följd av vattenverksamhet G094-002, G094-004 och G094-005, se redovisning i Tabell 16 och Figur 38.

Tabell 16. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G094-002.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdes-objekt	Naturvärdesklass	Effekt
G094-002	N21-0103	2	Liten
G094-002	N21-0012	3	Liten

Grundvattenbortledningen för skärningen (G094-002) innebär en permanent sänkning av grundvattennivån inom påverkansområdet. En kort sträcka av Åksjöbäcken (N21-0103) och dess omgivande ravin ligger (N21-0012) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Effekten på bäckens och ravinens naturvärdens bedöms som liten.

G094-004 Grundvattenbortledning km 94+710 – km 94+720

Temporär grundvattenbortledning planeras vid anläggandet av järnvägsbron över Åksjöbäcken. Området består av en mindre ravin där Åksjöbäcken rinner. Ravinens sidor är täckta av skog. Jordlagren består mestadels av fast lagrad sand som övergår till en blandkornig morän på sydvästra sidan av ravinen. Jordmättigheten varierar mellan cirka 10 och 16 meter. Grundvattennivån kan förväntas ligga någon meter under marknivå, cirka +69 - +71 meter, enligt två närliggande grundvattenrör.

Brostöden anläggs i jordlager under bedömd grundvattennivå. För att kunna utföra grundläggningsarbetena i torrhet kan det av byggnadstekniska skäl bli aktuellt med spont. Schakten för brokonstruktionen blir cirka 4 meter djup under befintlig markyta.

Påverkansområdet för en temporär grundvattenbortledning under byggskedet för anläggande av brostöden sträcker sig cirka 100 meter från schakten. Påverkansområdet har beräknats med analytiska metoder (se bilaga D.2.2 *Beräkningar*) och visas i Figur 48.

Inga brunnar eller sättningskänsliga anläggningar har identifierats inom påverkansområdet, se bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

Grundvattenbortledningen för anläggandet av brostöd (G094-004) innebär en temporär sänkning av grundvattennivån inom påverkansområdet. En kort sträcka av Åksjöbäcken

(N21-0103) och dess omgivande ravin ligger (N21-0012) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Effekten på bäckens och ravinens naturvärden bedöms som liten.

G094-005 Grundvattenbortledning km 94+720

Temporär grundvattenbortledning planeras vid anläggandet av prefabricerad sluten plattrambro i Åksjöbäcken, km 94+720. En befintlig enskild väg som går över Åksjöbäcken planeras att användas som arbetsväg och därefter serviceväg. Vägen passerar Åksjöbäcken cirka 250 meter uppströms planerad järnvägsbro. Åksjöbäcken går idag i en stentrumma under vägen. Trumman kommer rivas ut och ersättas med ny sluten plattrambro.

Åksjöbäcken rinner i en brant lutning. Ravinens sidor är täckta av skog. Jordlagren har bedömts bestå mestadels av fast lagrad sand och morän utifrån undersökningar i området. Grundvattennivåerna bedöms ligga nära marknivå. Schaktdjupet från befintlig väg bedöms uppgå till cirka 3,6 meter, vilket leder till en grundvattenavsänkning på cirka 3 till 4 meter.

Påverkansområdet för en temporär grundvattenbortledning under byggskedet för anläggande av brostöden sträcker sig cirka 95 meter från schakten. Påverkansområdet har beräknats med analytiska metoder (se bilaga D.2.2 *Beräkningar*).

Grundvattensänkningen sker i de genomsläppliga jordlagren och avtar med avståndet från schakten.

Inom det tillfälliga påverkansområdet finns en bergborrad dricksvattenbrunn (Bö2-2_b). Den grundvattenbortledning som sker i jordlagren under del av byggtiden bedöms inte medföra någon märkbar effekt på brunnen.

Grundvattenbortledningen till följd av anläggandet av en prefabricerad sluten plattrambro innebär en temporär sänkning av grundvattennivån inom påverkansområdet. En kort sträcka av Åksjöbäcken (N21-0103) och dess omgivande ravin ligger (N21-0012) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Effekten på bäckens och ravinens naturvärden bedöms som liten.

7.3.3. Skyddsåtgärder

Vid utförande av vattenverksamheter som berör Åksjöbäcken behöver hänsyn tas till helheten då en kumulativ effekt uppstår då även åtgärder som inte betraktas som vattenverksamhet ger upphov till suspenderat material som kan nå Åksjöbäcken och Böksjön.

- Omledning av Åksjöbäcken vid anläggande av brostöd för järnvägsbron och vid anläggande av plattrambro för att minska spridning av partiklar.
- Arbete i vatten (Y094-002,) innebär en risk för omfattande grumling och transport av suspenderat material som kan ha en negativ effekt på fiskar samt Böksjön i egenskap av reservvattentäkt. Skyddsåtgärder för att motverka detta kommer att vidtas, förslagsvis genom utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder nödvändiga.

- Anläggande av trummor (Y094-002) kan medföra att grumling uppstår som kan nå Böksjön. Skyddsåtgärder för att motverka detta kommer att vidtas, förslagsvis genom utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder nödvändiga. Detta för att skydda Böksjöns fiskfauna.
- Ett direktutsläpp av länshållningsvatten kan medföra skador på objekt med höga naturvärden och möjligheten att följa miljö kvalitetsnormen för vatten samt Böksjön i egenskap av reservvattentäkt, samt på sjöns fiskar. Om länshållningsvattnet (G094-002, G094-004 och G094-005) från skärning och schakter släpps i Åksjöbäcken eller dess närhet kan vid behov rening i en vattenbehandlingsanläggning krävas för att sedimentera suspenderat material och avskilja eventuell olja.

7.4. Vattenverksamheter inom sträcka Kolmården (km 94+860 – km 99+000)

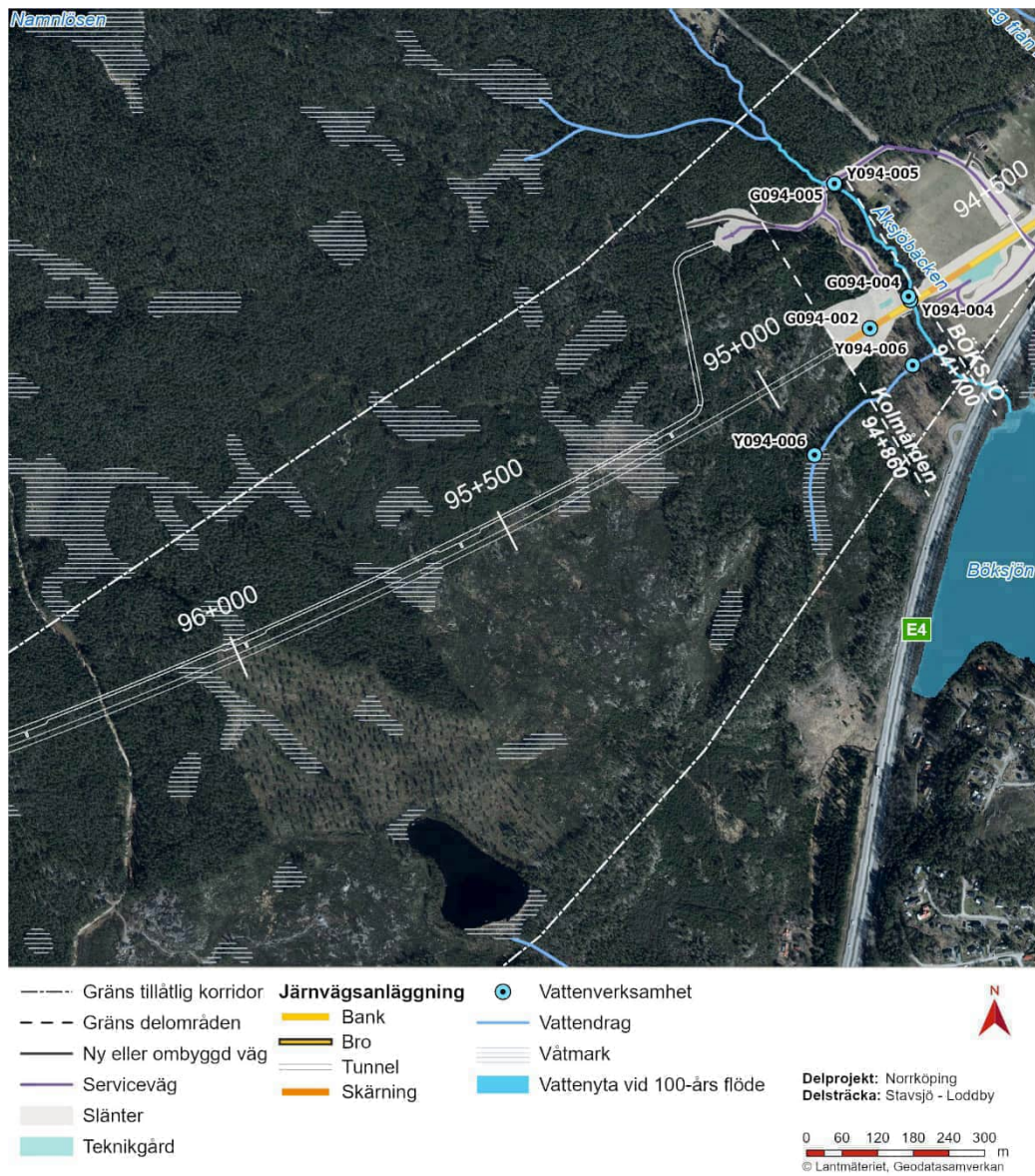
Järnvägen går i en djup bergtunnel genom hela området. Tunnelns medeldjup är cirka 90 meter under markytan. Två arbetstunnlar finns på sträckan. Den ena mynnar norr om järnvägslinjen vid km 94+900 och den andra söder om anläggningen vid km 97+200 i anslutning till sjön Svartgölen. Med undantag för de två mynningarna till arbetstunnlarna är anläggningen helt under mark längs sträckan (Figur 49, Figur 50 och Figur 51). Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna vattenförsörjning och naturvärden. Bedömningar avseende påverkan och effekt på riskexponerade objekt i denna PM förutsätter att bergtunneln tätas som en skadeförebyggande åtgärd i enlighet med bilaga Beräkningar.

Området kring tunneln är kuperat och skogsklätt. På sträckan finns ett antal våtmarker. Järnvägen passerar sjön Ekgölen vid km 95+800 som ligger cirka 350 meter söder om järnvägen, och sjön Mörka Getsjön vid km 97+400 cirka 50 meter norr om järnvägen.

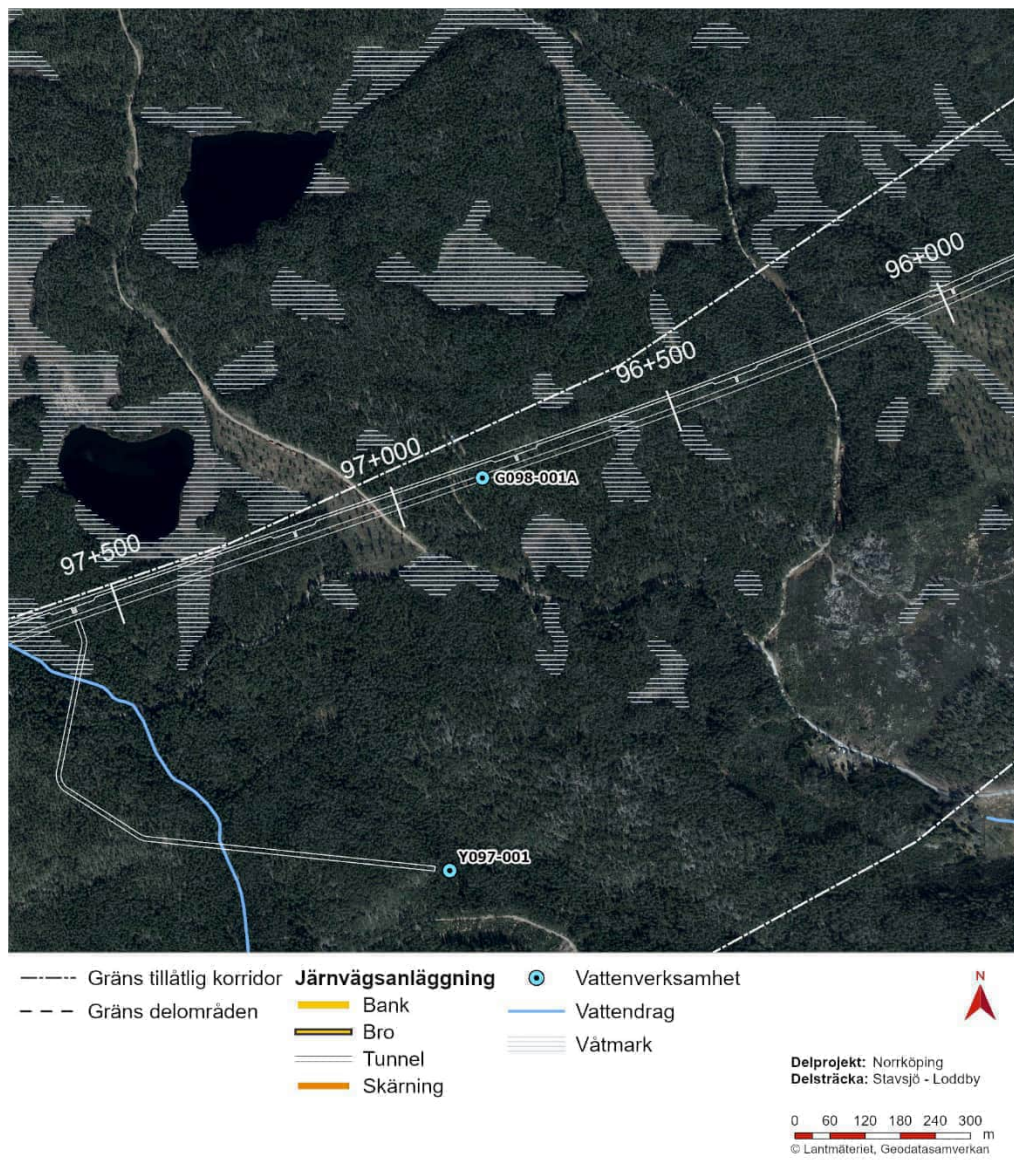
Delsträckans vattenverksamheter redovisas Tabell 17 samt i Figur 49, Figur 50 och Figur 51. De redovisas även mer utförligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Tabell 17. Vattenverksamheter inom sträcka Kolmården.

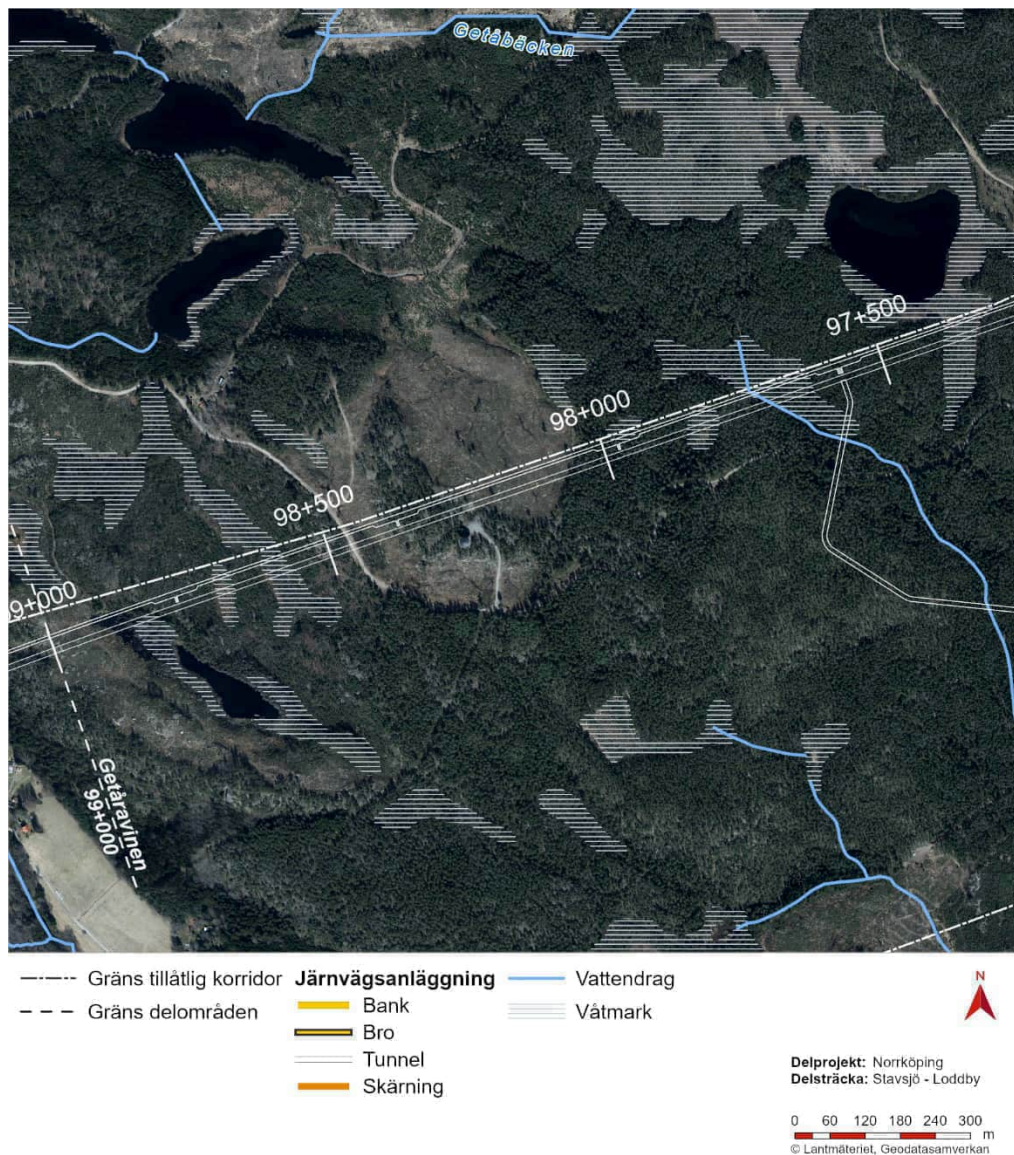
Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y097-001	km 97+150	Arbete i vattenområde	Del av våtmark grävs ut för att anlägga produktions- och etableringsyta vid mynning för arbetstunnel till Kolmårdstunneln (arbetstunnel Svartgölen).
G098-001A	km 94+860 – km 99+000	Grundvattenbortledning	Permanent grundvattenbortledning för spårtunnel, servicetunnel och arbetstunnlarna Böksjö och Svartgölen.



Figur 49. Vattenverksamheter inom sträcka Kolmården (del 1).



Figur 50. Vattenverksamheter inom sträcka Kolmården (del 2).



Figur 51. Vattenverksamheter inom sträcka Kolmården (del3).

7.4.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y097-001 Arbete i vattenområde km 97+150

I anslutning till sjön Svartgölen mynnar en arbetstunnel norr om sjön. Kring mynningen finns en tillfällig etablerings- och upplagsyta. Vid mynningen av arbetstunneln vid Svartgölen finns en våtmark som utgörs av ett surdråg, dvs en långsmal vattenmättad mark i en sänka. Grävning och fyllning krävs i del av våtmarken där en etablerings- och produktionsyta ska uppföras. Våtmarken har en totalyta på cirka 0,5 hektar varav cirka 0,3 hektar schaktas ur. Jordlagerföljden är cirka 1–2 meter organisk jord ovan morän på berg. Marken schaktas ur och fylls med fyllnadsmassor för erforderligt underlag för etablering och upplag.

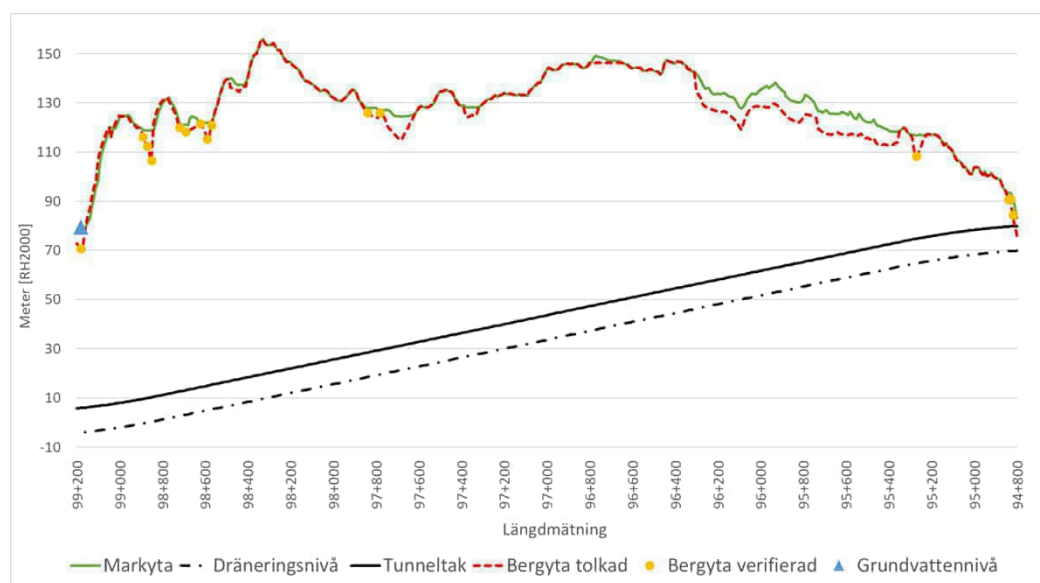
Surdråget har naturvärdesinventerats och dess naturvärden når inte upp till klass 3. Arbete i surdråget bedöms inte medföra en transport av suspenderade ämnen till Svartgölen utan fastläggs i verksamhetens direkta närhet. Den ianspråktaga ytan kommer inte att återställas.

7.4.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G098-001A – Grundvattenbortledning km 94+860 – km 99+000

På sträckan km 94+860 – km 99+000 anläggs järnvägen i djup bergtunnel. Med anslutning till bergtunnel anläggs två arbetstunnlar, Böksjö och Svartgölen. Arbetstunneln vid Böksjö blir under driftskedet en servicetunnel och utgör en förlängning av servicetunneln ut i dagen. Arbetstunneln vid Svartgölen försluts efter slutförd byggnation.

Generellt består en stor del av området inom Kolmården av berg i dagen eller berg med ringa jordtäcke. Permanent grundvattenbortledning krävs för spårtunnel, servicetunnel och arbetstunnlar.



Figur 52. Profil över del av Kolmårdstunneln (km 94+800 – km 99+200).

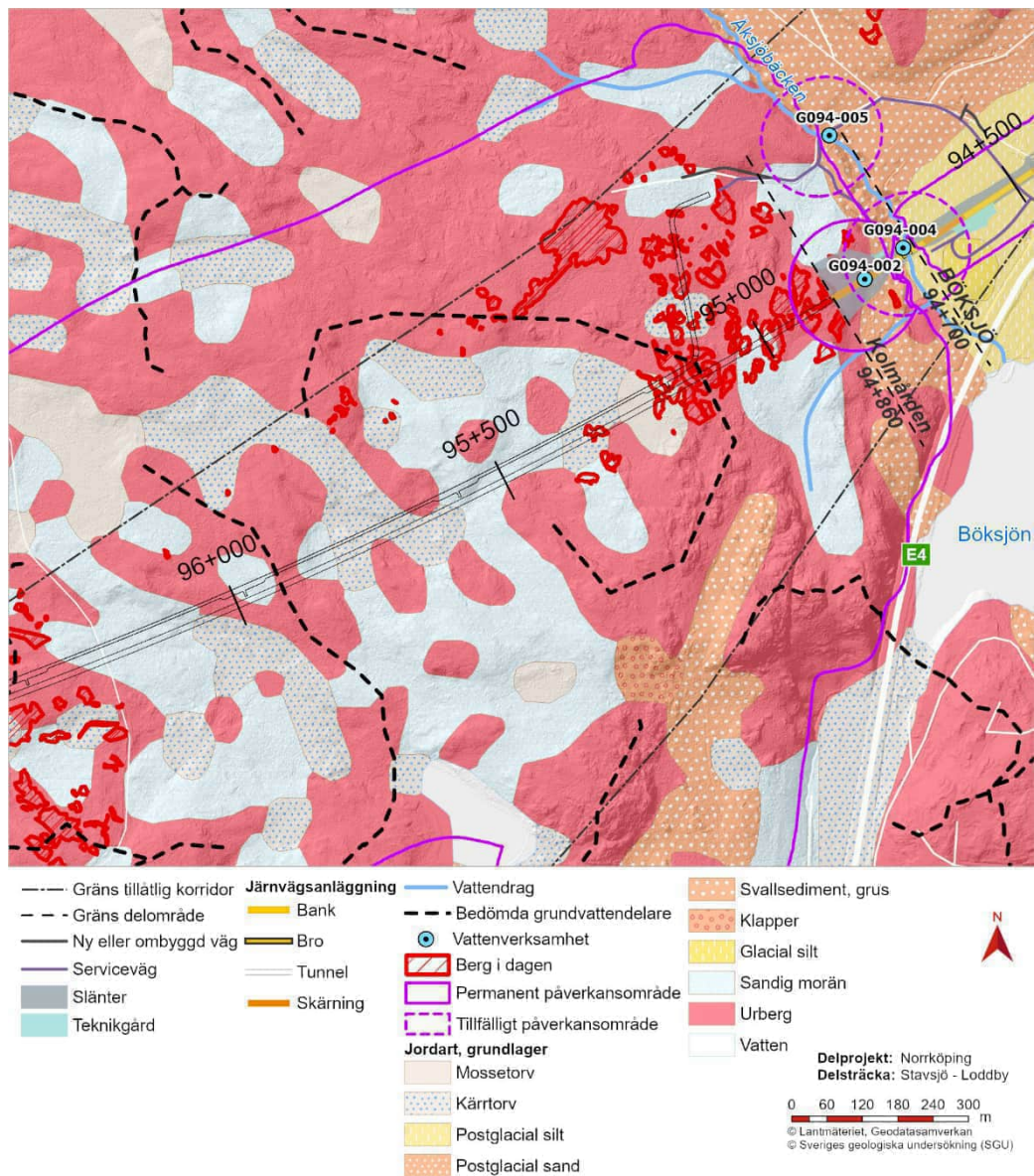
Påverkansområdet för en permanent grundvattensänkning under driftskedet för tunnelanläggningen längs sträckan sträcker sig cirka 550 meter i nordvästlig riktning, innefattande sjöarna Mörka Getsjön och Hemsjön. I sydöstlig riktning sträcker sig påverkansområdet cirka 700 meter från spårlinjen, innefattande större delen av Ekgölen samt Timmergölen se Figur 53. Vid cirka 97+550 finns en arbetstunnel som leder till ett område med större trycksänkningar söderut. Påverkansområdet för bergtunneln har beräknats med numeriska metoder, se bilaga D.2.2 *Beräkningar*. Där visas även de beräknade trycksänkningarna i jord och berg.

Påverkansområdet från tunneln ökar mot sydväst då tunnelns djup är större inom nästkommande sträcka.

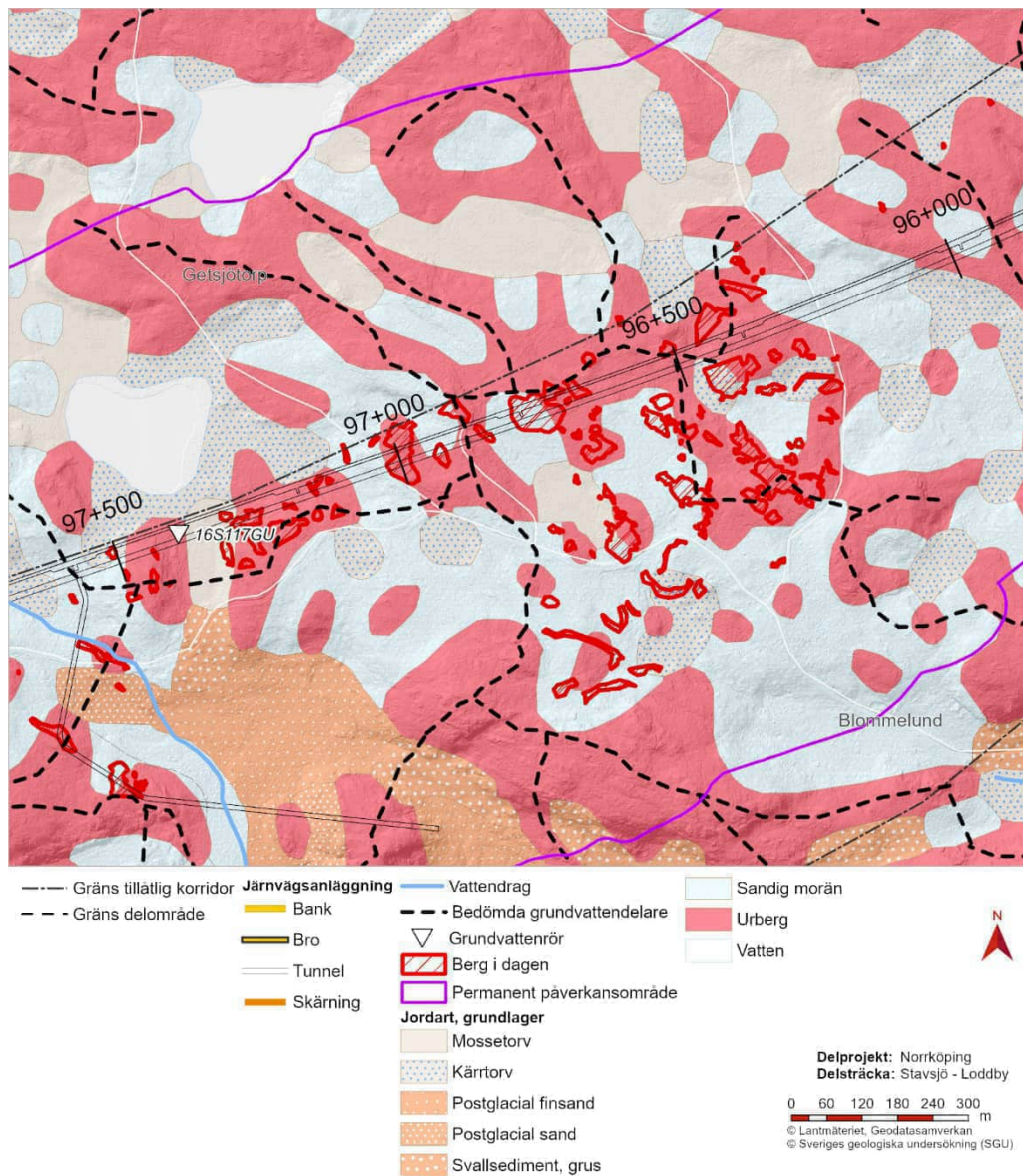
Tunneln har en dränerande nivå (beskrivet från norr till söder) mellan cirka +70 meter till -8 meter. Med antagandet att grundvattennivån ligger någon meter under markytan är det befintliga grundvattentrycket där tunneln ska anläggas mellan cirka 15 och 140 meter.

Längs tunnellen beräknas trycksänkningen i berg blir relativt stor – mellan 25 och 30 meter. Den avtar generellt relativt snabbt och är mindre än 5 meter cirka 200 till 300 meter från tunnellen. I området med arbetstunneln blir utbredningen av den större trycksänkningen något mer omfattande, se D.2.2 *Beräkningar*.

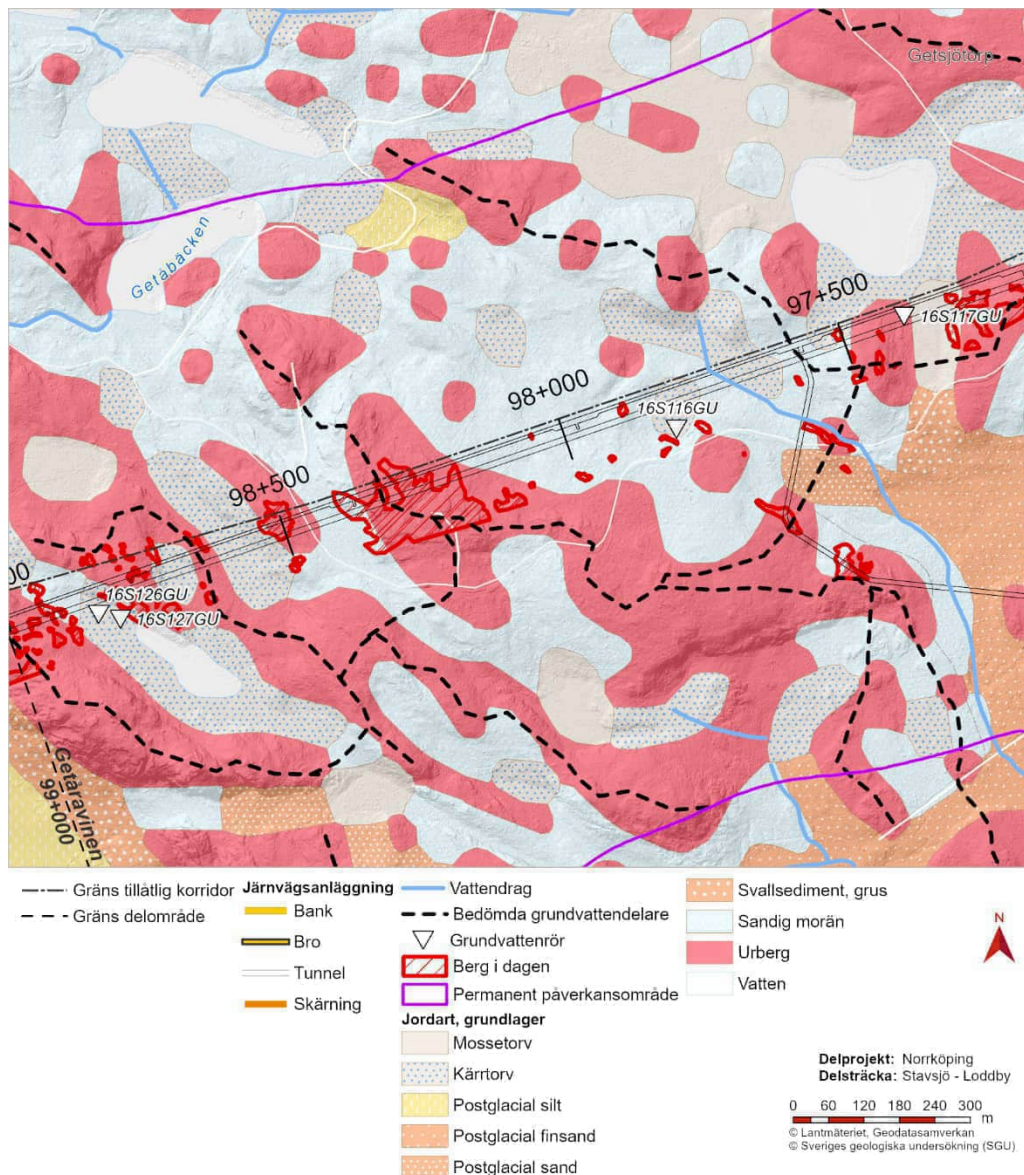
Inom påverkansområdet förekommer det mindre våtmarker och torvområden ovan berg se Figur 53, Figur 54 samt Figur 55. Grundvattenavsänkningen kommer på många ställen vara större än jordlagrens totala mäktighet. Trycksänkningen i jordlager är till stor del beroende av den hydrauliska kontakten mellan jord och berg. En viss avsänkning av grundvattennivå kan sträcka sig i jordlager. Större avsänkningar kan ske i tunnelns närhet i de ganska mäktiga jordlager som finns längs sträckan. För att se de nu bedömda sprick- och svaghetszonerna på sträckan hänvisas det till bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*. Tre sprickzoner har inkluderats i beräkningarna för bedömning av påverkan på sträckan.



Figur 53. Påverkansområde grundvatten, G098-001A, sträcka Kolmården (del 1).



Figur 54. Påverkansområde grundvatten, G098-001A, sträcka Kolmården (del 2).



Figur 55. Påverkansområde grundvatten, G098-001A, sträcka Kolmården (del 3).

Inom påverkansområdet för sträckan finns tre brunnar för enskild dricksvattenförsörjning. Kr1-2_g, är en grävd brunn, Krå1-3-b och Al1-7_b är borrade brunnar, se Figur 41 och bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*. Avsänkningen i den grävda brunnen kan uppgå till cirka 2 meter. Att grundvattensänkningen märkbart kan försämra uttagsmöjligheter kan inte uteslutas. Brunnen kan behöva byggas om eller ersättas. De borrade brunnarna ligger vid gränsen för påverkansområdet och ingen märkbar avsänkning beräknas uppkomma.

Ingen effekt på vattenkvaliteten i brunnar bedöms uppstå till följd av Ostlänken.

Inom sträckan Kolmården har 15 naturvärdesobjekt identifierats som riskexponerade objekt med en *medel-hög* sannolikhet för torrare förhållanden, se bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*. För dessa har en bedömning med avseende på naturmiljön gjorts och hur stor den effekten bedöms bli (liten/måttlig/stor) redovisas i Tabell 18.

Effekten har bedömts utifrån hur stor grundvattensänkningen beräknas bli vid platsen för varje naturvärdesobjekt, i vilken mån naturvärdesobjektets naturvärden är

grundvattenberoende samt hur känsliga naturvärdena i det aktuella naturvärdesobjektet är för förändringar i hydrologin.

Tabell 18. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G098-001 (A). Naturvärdesklass 1: högsta naturvärde, naturvärdesklass 2: högt naturvärde och naturvärdesklass 3: påtagligt naturvärde.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdes-objekt	Naturvärdes-klass	Effekt*
G098-001 (A)	N21-0104	3	måttlig-stor
G098-001 (A)	N21-0016	2	stor
G098-001 (A)	N21-0015	2	ingen-liten
G098-001 (A)	N21-0122	3	liten
G098-001 (A)	N21-0017	2	måttlig
G098-001 (A)	N21-0121	3	liten-måttlig
G098-001 (A)	N21-0025	3	liten
G098-001 (A)	N21-00100	3	liten
G098-001 (A-B)	N21-00104	2	liten-måttlig
G098-001 (A-B)	N21-0026	2	stor
G098-001 (A-B)	N21-0106	3	måttlig-stor
G098-001 (A-B)	N21-0033	3	liten-måttlig
G098-001 (A-B)	N21-0032	3	stor
G098-001 (A-B)	N21-0036	3	liten
G098-001 (A-B)	N21-00108	3	liten

* Den effekt som avses är en förändring i naturmiljön (t.ex. artsammansättning) som kan uppkomma och inte förändring i grundvattennivå inom området för aktuellt naturvärdesobjekt.

Bäcken från Vargberget (N21-0104) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen vilket innebär att vattendraget kommer att torka ut under längre, sammanhängande tidsperioder än i dagsläget. Effekten på vattendragets naturvärden bedöms bli måttlig – stor.

Sumpskog och bergbrant vid Varberg (N21-0016) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen vilket gör att grundvattentillförseln kommer att minska och området bli torrare. Området har höga naturvärden som är känsliga för förändringar av dess hydrologi. Effekten på objektets grundvattenberoende naturvärden bedöms utifrån det bli stor.

Myrkomplex sydväst om Böksjötorp (N21-0015) ligger precis ovan tunneln och här bedöms grundvattensänkningen bli stor. Området bedöms inte vara helt grundvattenberoende utan objektet försörjs till stor del av nederbörd, som inte kan

rinna undan på det täta berget. Grundvattensänkningen bedöms utifrån det medföra en liten-ingen effekt på områdets naturvärden.

Myr norr om Tyskorporpet (N21-0122) ligger långt ifrån tunneln och i utkanten av påverkansområdet för grundvattensänkningen. Området bedöms utifrån det endast påverkas marginellt av grundvattensänkningen och effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten.

Talldominerat skogsområde nära Ekgölen (N21-0017) ligger precis ovanför tunneln och här bedöms grundvattensänkningen bli stor. Området har en naturligt varierande vattennivå vilket gör dess naturvärden mindre känsliga för tillfällig torka. Grundvattensänkningen kommer att medföra att området blir torrare än i dagsläget, men då naturvärdena är anpassade till en varierande vattennivå bedöms effekten på områdets naturvärden bli måttlig.

Myr och vattendrag söder om Ekgölen (N21-0121) ligger långt ifrån tunneln och på utkanten av påverkansområdet för grundvattensänkningen. Området är tydligt grundvattenberoende vilket innebär att området bedöms påverkas av grundvattensänkningen genom att bli torrare. Effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten-måttlig.

Myr söder om Ekgölen (N21-0025) ligger på gränsen av påverkansområdet för grundvattensänkningen. Området bedöms utifrån det påverkas marginellt av grundvattensänkningen och effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten.

Ärlösen 1 (N21-00100) ligger med sin södra del precis på gränsen till påverkansområdet för grundvattensänkningen. Området bedöms utifrån det påverkas marginellt av grundvattensänkningen och effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten.

Vitmossarna (N21-00104) södra del ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Naturvärdena i området bedöms inte vara helt grundvattenberoende utan objektet försörjs även av nederbörd, som inte kan rinna undan på det täta berget. Grundvattensänkningen bedöms medföra en liten-måttlig effekt på områdets naturvärden.

Stort skogs- och myrområde kring Mörka och Klara Getsjön (N21-0026) ligger i direkt anslutning till tunneln och här bedöms grundvattensänkningen bli stor. Området är inte tydligt grundvattenberoende, men ligger på en sprickzon i direkt kontakt med tunneln. Utifrån det bedöms effekten på områdets naturvärden bli stor.

Bäcken från våtmarken söder om Mörka Getsjön (N21-0106) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen inom en längre sträcka. Området bedöms bli torrare vilket medför att bäcken kommer att vara torr under längre tidsperioder än i dagsläget. Effekten på bäckens naturvärden bedöms bli måttlig-stor.

Glup sydöst om Getsjötorp (N21-0033) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Objektet är inte tydligt grundvattenberoende men kommer att påverkas med effekten genom att området är torrt under längre perioder än i dagsläget. Effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten-måttlig.

Blandsumpskog söder om Getsjötorp (N21-0032) ligger i anslutning till tunneln och med hela objektet inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Det innebär att det kommer att påverkas av grundvattensänkningen genom att miljön blir torrare. Effekten på områdets naturvärden bedöms bli stor.

Timmergölen (N21-0036) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Timmergölen får sitt vatten från nederbörd som samlas på det täta berget och är inte beroende av grundvatten. Området bedöms utifrån det påverkas marginellt av grundvattensänkningen och effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten.

Getsjötorp 3 (N21-00108) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Området får sitt vatten från nederbörd som samlas på det täta berget och är inte beroende av grundvatten. Området bedöms utifrån det påverkas marginellt av grundvattensänkningen och effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten.

7.4.3. Skyddsåtgärder

Inga skyddsåtgärder föreslås på sträckan.

7.5. Vattenverksamheter inom sträcka Getåravinen (km 99+000 – km 99+600)

I detta delområde går anläggningen i bergtunnel under en långsträckt dalgång i nordvästlig-sydöstlig riktning. Vid cirka km 99+400 passerar tunneln under Getåbäcken som går i en ravin. Kring vattendraget på ravinens botten finns en våtmark som utgörs av sumpskog. Strax uppströms korsningen finns även ett källkärr i ravinens som har naturvärdesklass 2. Ravinen har naturvärdesklass 3 och både ravinens och källkärret karaktäriseras av ett fuktigt mikroklimat som gynnar en fuktkrävande örtflora. I dalgången återfinns jordarter som postglacial silt, postglacial finsand och svallsediment (grus).

Området som omger Getåravinen består av skog och jordbruksmark i området finns även bebyggelse bestående av både permanentbostäder och fritidsbostäder. Getåbäcken har sitt källflöde i Getsjöarna och våtmarksområden kring sjöarna, nordöst om aktuell plats, och rinner därifrån till mynningen i Bråviken.

Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna; energiförsörjning, dricksvattenförsörjning och naturvärden. Bedömningar avseende påverkan och effekt på riskexponerade objekt förutsätter att bergtunneln tätas som en skadeförebyggande åtgärd i enlighet med bilaga Beräkningar.

Delsträckans vattenverksamheter redovisas i Tabell 19 och visas i Figur 56. De redovisas mer utförligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning. Den sammanlagda effekten och konsekvensen av vattenverksamheterna beskrivs i Miljökonsekvensbeskrivningen för miljöprövningen.

Tabell 19. Vattenverksamheter för sträckan Getåravinen.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y099-003	km 99+400	Arbete i vattenområde	Anläggande av utsläppspunkt från anläggning för återförande av vatten till Getåbäcken. Vid utsläppspunkten anläggs ett erosionsskydd.
G098-001 (B)	km 99+000 – km 99+600	Grundvattenbortledning	Permanent grundvattenbortledning för spårtunnel och servicetunnel.



Figur 56. Vattenverksamheter inom sträcka Getåravinen.

7.5.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y099-003 Arbete i vattenområde km 99+400 och km 99+720

Vid anläggandet av utsläppspunkten kommer detta att förses med ett erosionsskydd bestående av rundade stenar för att erhålla en naturlig utformning. Arbetet med att anlägga erosionsskyddet (skadeförebyggande åtgärd) i Getåbäcken kommer att kunna utföras från ravinens krön för att undvika att behöva köra i ravin. En mindre schakt grävs ut i vilket det rundade materialet placeras ut. Schaktet avslutas ovan vattenytan och fylls med rundat material. Den här utsläppspunkten tillhör anläggningen för återföring av vatten till Getåbäcken och Rödmossebäcken.

Under bygg- och driftskedet kommer inläckaget till tunneln (G098-001), som går under hela Getåbäckens avrinningsområde, leda till viss minskning av vatten som rinner av ytligt och bidrar till vattenflödet i Getåbäcken. Utöver den förlust av ytvatten som uppstår inom hela Getåbäckens avrinningsområde kommer det att ske en lokal förlust där tunneln passerar Getåravinen. Getåbäcken förses lokalt med vatten genom ett källflöde av utströmmande grundvatten. Det utflödet bedöms också minska till följd av

inläckaget till tunneln vilket gör att vattenföringen även lokalt i bäcken kommer att minska. Det kommer även ske en viss förlust av vatten i ytvattensystemet där tunneln passerar Rödmossebäcken.

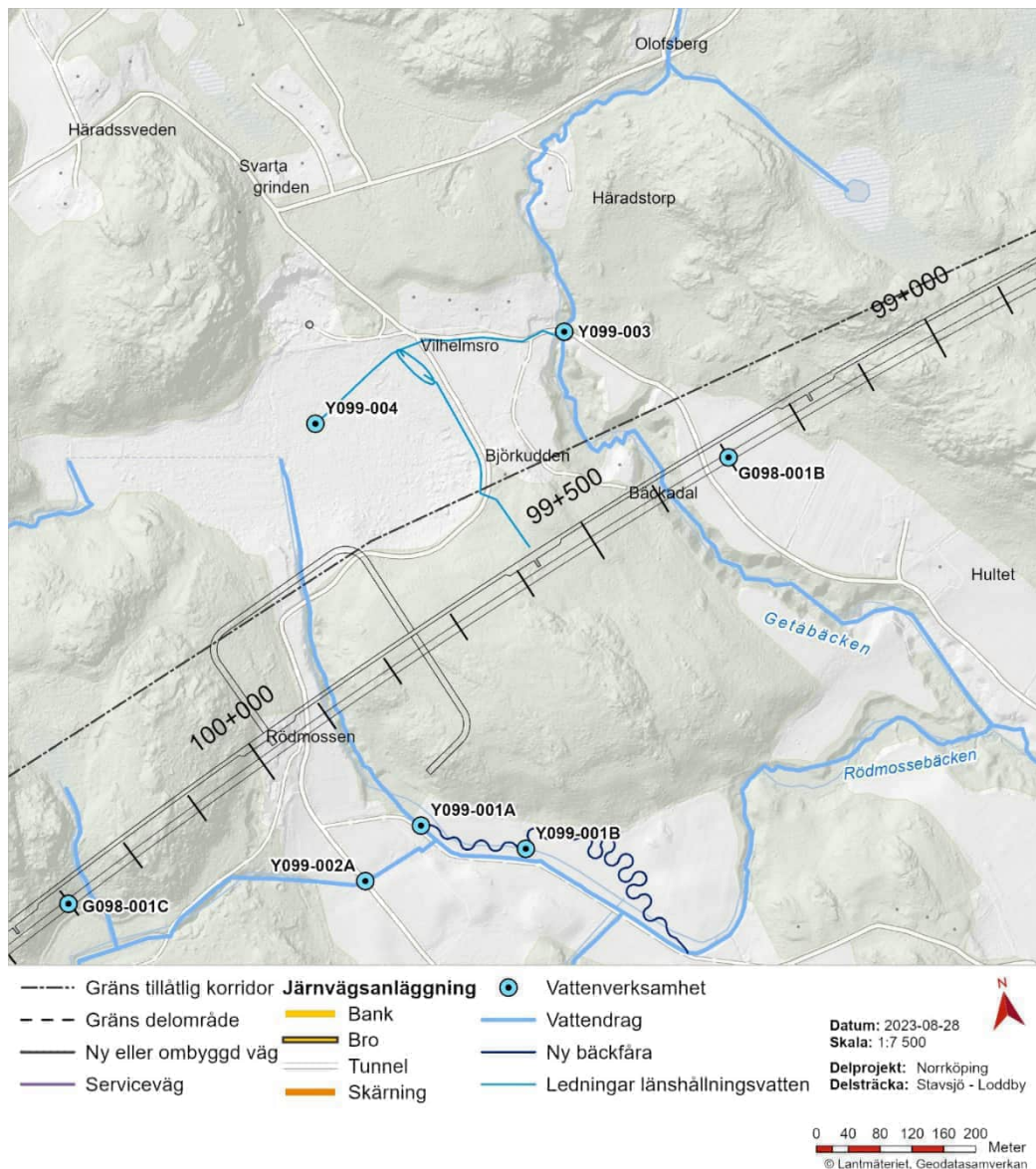
För att kompensera för detta kommer vatten tillföras (se bilaga C *Teknisk Beskrivning* avsnitt 7.1 och 7.1.4) Getåbäcken och Rödmossebäcken för att bibehålla ett naturligt flöde. Detta utförs som en skadeförebyggande åtgärd. Inläckaget till tunneln inom hela Getåbäckens avrinningsområde har beräknats vara cirka 15 l/s för nuvarande tätningsscenario, vilket motsvarar cirka 17 % av vattenförekomstens årsavrinning som är cirka 90 l/s. Det uppskattas att cirka 10 l/s bör återföras till Getåbäcken och cirka 5 l/s bör återföras till Rödmossebäcken.

Behovet av återföring av vatten kan kontrolleras mot: eventuella flödesförändringar vid flödesmätningstationerna som har installerats, inläckaget till tunneln under Getåbäckens avrinningsområde (beräknat till 15 l/s), samt förändringar av grundvattennivåer i grundvattenrör som har installerats i Getåravinen.

Den flödesmätningstationen som ligger längst uppströms i Getåbäcken ligger cirka 1,3 kilometer nedströms utsläppspunkten och ungefär 900 meter nedströms tunnelns läge. Flödesmätningstationen i Rödmossebäcken ligger cirka 900 meter nedströms utsläppspunkten och cirka 500 meter nedströms tunnelns läge.

I byggskedet kan behovet av återföring av vatten kontrolleras, till exempel, vid regelbundna tidsintervaller. Det kan också göras vid lämpliga tillfällen, till exempel när tunneldrivningen passerar Getåravinen och andra lämpliga ställen. Återföring av vatten kan fortsätta att kontrolleras tills det bedöms att yt- och grundvattensystemet har nått, eller är tillräckligt nära att uppnå, ett nytt jämviktsläge, vilket troligen uppstår några år in i driftskedet.

Återföringen kommer att ske genom att vatten från tunneln pumpas upp till en damm, se Figur 57, och där fördelas vatten för återföring mellan Getåbäcken och Rödmossebäcken. Dammens volym kommer att vara 500 m³, ha en area på 500 m² samt ett djup på en meter. Detta kommer att innebära att vattnet får en uppehållstid på cirka 9 timmar. Under den tiden bedöms temperatur, pH och klor justeras naturligt för att inte ge en negativ effekt på flora och fauna i bäckarna. När vatten tillförs sommartid kan det innebära att det tillförda vattnet utgör en stor andel av den totala vattenvolymen i de två bäckarna, varför det är viktigt att temperatur och kemisk sammansättning inte har en negativ inverkan på växt- och djurliv. Flödet av vatten ska kunna regleras och teknisk lösning utformas på ett robust sätt.



Figur 57. Återföring av tunnelvatten via damm till Getåbäcken och Rödmossebacken.

Under tiden då tunneldrivning pågår (när länshållningsvattnet innehåller höga halter av nitrat- och ammoniakkväve) kommer påverkan på vattenföringen i Getåbäcken kompenseras med dricksvatten från det kommunala ledningsnätet. Detta vatten skiljer sig från vattnet i bäcken avseende pH, temperatur och eventuellt klor varför dammen tillåter en naturlig utjämning i avseende bland annat dessa parametrar. Från dammen kommer vattnet ledas med självfall i en ledning förlagd i vägkanten fram till fastigheten Häradsveden 1:9. Därefter förläggs ledningen mitt i vägen fram till Getåbäcken. Ledningen mynnar ut i ravinen och vattnet leds därefter ut i ett erosionsskydd innan det når Getåbäcken. Detta tillför syre till vattnet och bromsar upp det så att det på ett naturligt sätt rinner ut i bäcken

Efter avslutad sprängning, när länshållningsvattnet har tillräckligt låga kvävehalter, kommer samma damm att nyttjas för återföring av vatten från Kolmårdstunneln för att kompensera för den förlust av vattenföring i vattendragen som tunneln kan bidra till. Till en början kommer vattnet innehålla förhöjda halter av nitrat- och ammoniakkväve som är skadligt för akvatiska organismer. Återföringen av vatten till Getåbäcken kommer kunna ske först när dessa har minskat. Getåbäcken omfattas av

miljökvalitetsnormer för vatten. För nitratkväve är årsmedelvärdet 2 200 µg/l och maximal tillåten koncentration är 11 000 µg/l och för ammoniakkväve är årsmedelvärdet 1 µg/l och maximal tillåten koncentration är 6,8 µg/l (HVMFS 2019:25). Årsmedelsvärdet för nitratkväve är satt för att skydda arter från kroniska effekter medan maximal tillåten koncentration är satt för att skydda arter från akuttoxiska effekter. Samma gränsvärden kan tillämpas för att skydda Rödmossebackens naturvärden.

När tunneldrivningen upphör kommer halter av kväve i vattnet från tunnarna att gradvis minska. Återföring av det inläckande vattnet bedöms kunna påbörjas strax efter avslutad sprängning, när totalkvävehalten ligger under 10 mg/l. Det innebär att gränsvärdet för maximal tillåten koncentration för nitratkväve (11 000 µg/l) klaras. Fördröjningsdammen bidrar till att utjämna kvävehalterna i vattnet som återförs och utspädning i Getåbacken och Rödmossebacken (som uppskattas vara cirka 2 till 3 gånger vid medelvattenföring) bedöms minska risken för att årsmedelvärdet (2 200 µg/l) överskrids. Vid behov kan utspädning av det återförda vattnet ske med vatten från det kommunala ledningsnätet. Till exempel om vatten från tunneln börjar återföras under sommaren, när vattenföringen i Getåbacken och Rödmossebacken kan vara nära 0 l/s kan det finnas en risk att årsmedelvärdet överskrids. Utspädning med vatten från det kommunala ledningsnätet säkerställer att detta inte sker. Efter cirka ett år uppskattas det att halter av totalkväve i vattnet från tunneln kommer att ligga under årsmedelvärdet.

Halter av ammoniakkväve kommer att minska snabbt efter att sprängningsarbetet avslutas och minskar ytterligare i fördröjningsdammen; ammoniakkväve bedöms inte innebära någon risk för påverkan i recipienten vid detta läge. Ytterligare beskrivning av återföring av vatten från Kolmårdstunneln görs i avsnitt 7.10.

Senare i driftskedet är tunnelvattnet tillräckligt rent från sprängmedelsrester och grus/sandkorn som omhändertas av uppströmsliggande sandfångsbrunnar. Flödet från dammen kommer att regleras.

Sammantaget bedöms effekten på Getåbackens (N21-0108) vattenföring efter dessa åtgärder bli liten. Effekten på Rödmossebacken bedöms som positiv då en ökad vattenföring tillgängliggör värdefulla biotoper för nedströms levande akvatiska organismer under en större del av året. Förslag till skyddsåtgärder för att minska verksamheternas effekter på naturvärden återfinns i avsnitt 7.5.3. Anläggandet av utsläppspunkten och erosionsskyddet bedöms innebära en liten effekt på naturvärden i Getåbacken och endast vid anläggandet av det vid Getåbacken bedöms det krävas skyddsåtgärder och detta i form av att arbete utförs från ravinens krön för att undvika körsador i ravinen med naturvärdesklass 2.

7.5.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

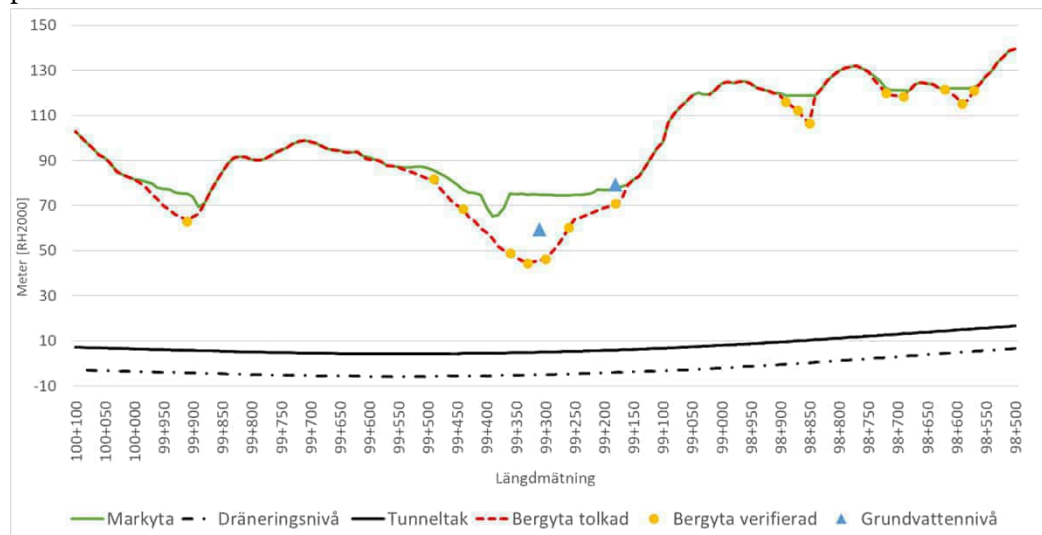
G098-001B Grundvattenbortledning km 99+000 – km 99+600

På sträckan km 99+000 – km 99+600 anläggs järnvägen i bergtunnel. Permanent grundvattenbortledning krävs för spårtunneln och servicetunneln.

Getåravinen utgör en storskalig struktur i berggrunden i en nordväst-sydöstlig riktning. Genomförda geotekniska och bergtekniska undersökningar har verifierat sedimentmaktigheter överstigande 32 meter i Getåravinen. Getåravinen utgör en styrande djuppunkt över spårtunneln vilket medfört att profilen har behövt anpassas så att tunneln kan passera med tillräcklig och säker bergtäckning.

Kärnborrhål har också verifierat svaghetszoner i berget i Getåravinen. Svaghetszoner som verifierats i borrhälar karaktäriseras av hög sprickfrekvens/uppkrossad bergmassa. Det förekommer också sporadiskt, och av begränsad tjocklek, sprickfyllnader som till exempel lera.

För att se de bedömda sprick- och svaghetszonerna på sträckan hänvisas det till bilaga D.2.4 Hydrogeologiska kartor. Det är en sprickzon som skär järnvägen på två ställen och en svaghetszon som har inkluderats i beräkningarna för bedömning av miljöpåverkan på sträckan.



Figur 58. Profil över del av Kolmårdstunneln (km 98+500 – km 100+100).

Påverkansområdet för en permanent grundvattensänkning under driftskedet för tunnelanläggningen längs sträckan sträcker sig upp till cirka 1 till 1,3 kilometer i nordvästlig riktning och innefattar områden upp mot Jonsberg och Bärsgölen, se Figur 59. I sydöstlig riktning sträcker sig påverkansområdet upp till 970 meter från tunneln och innefattar Ekebacken och delar av Algutsbo.

Tunnelpassagen under Getåravinen utgör Kolmårdstunnelns lägsta punkt. I tunnelanläggningens lägsta punkt ligger en pumpgrop med underkantnivå -9 meter i höjddled. Marknivå i ravinen ligger omkring +70 meter medan omgivande bergsområden ligger som högst på cirka +130 meter. Tunneln har en dränerande nivå på mellan (beskrivet från norr till söder) på cirka -1 till -4 meter. Med antagandet att grundvattennivån ligger någon meter under markytan är det opåverkade grundvattentrycket längs tunneln mellan cirka 60 och 120 meter.

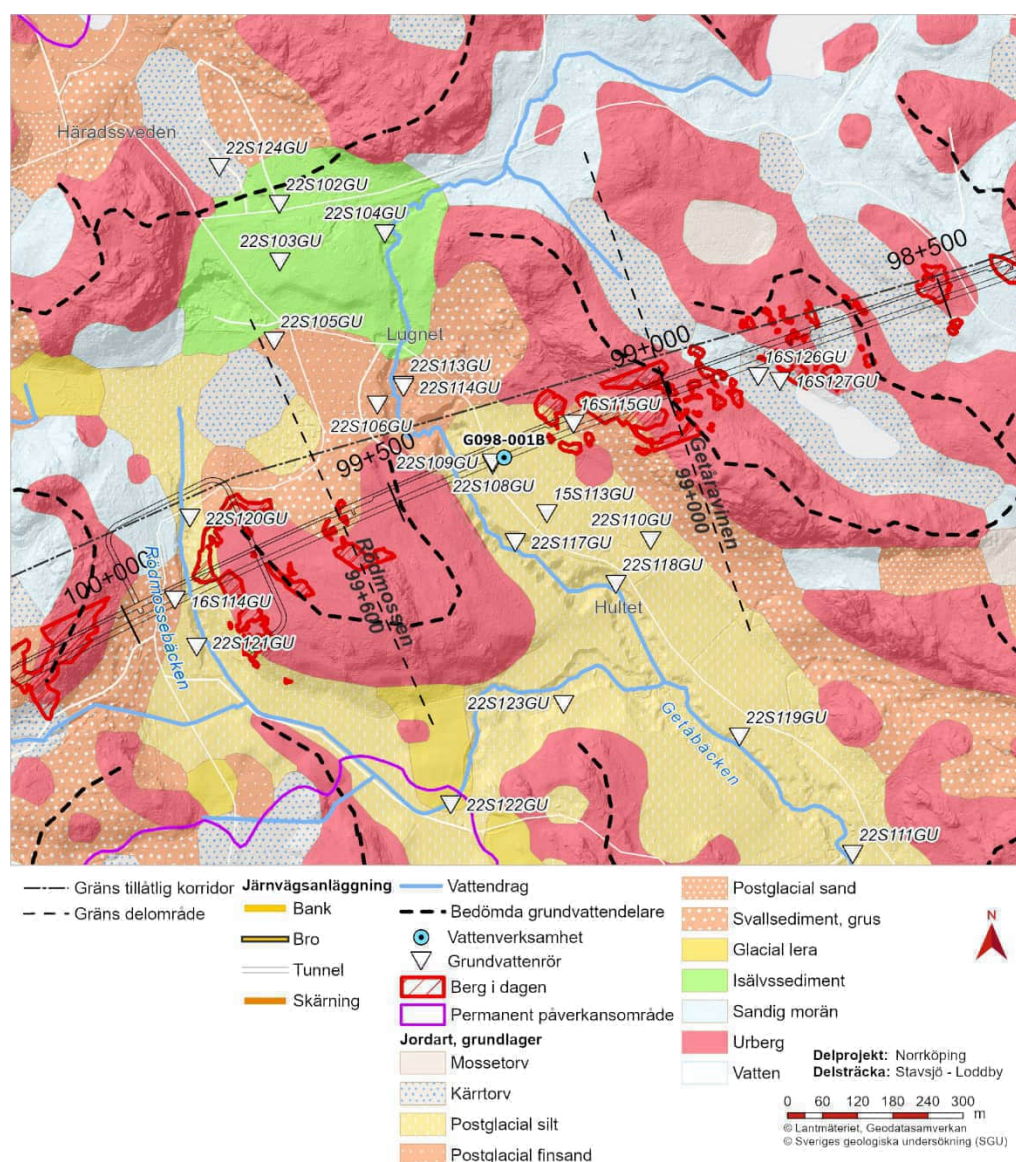
Längs tunnellen beräknas trycksänkningen i berg blir relativt stor – mellan 25 och 30 meter. Trycksänkningen avtar med avståndet från tunneln och trycksänkningen i berg har minskat till mindre än 5 meter på avståndet cirka 400 meter till 750 meter från tunneln.

Trycksänkningen i jordlager är till stor del beroende av den hydrauliska kontakten mellan jord och berg. En viss avsänkning av grundvattennivå kan uppkomma i jordlager. Större avsänkningar kan ske i tunnelns närhet i det avsnitt där svaghetszon i berg bedömts finnas. Grundvattensänkningen medför att en större del, än tidigare, av ytvattnet övergår till grundvatten via infiltration, inom de berörda sträckorna, och det medför att grundvattenbildningen och påfyllnaden av grundvattnet i jord och berg ökar något genom inläckaget och reducerar avsänkningen något. Detta kan ske genom lokal

påverkan av dränering till tunneln. Dessutom sker en förändrad vattenbalans inom hela påverkansområdet för tunneln, som medför minskad tillrinning till Getåbäcken.

Grundvattenförhållanden i jordlager i Getåbäcken kan beskrivas enligt följande. Avsänkningarna av grundvattennivåer i djupa jordlager förväntas leda till avsänkningar också av ytliga grundvattennivåer/portryck. De ytliga grundvattennivåerna förväntas dock påverkas betydligt mindre än i de djupa jordlagren, eftersom nederbörd och infiltration genom markytan är opåverkade. Därmed förväntas en nedåtriktad grundvattenströmning inom det påverkade området. Längs Getåbäcken bedöms kunna uppkomma situationer då bäcken rinner över den ytliga grundvattennivån och därmed utgör ett inströmningsområde för grundvatten.

Det finns dock stora osäkerheter i påverkan av grundvattennivåerna i de ytligaste jordlagren. Detta inte minst i samband med kraftiga regn, då förhållandena nära ytan möjligen kan styras helt av regnet.



Figur 59. Påverkansområde grundvatten, G098-001B, sträcka Getåravinen.

Inom påverkansområdet för sträckan finns totalt 20 brunnar: 12 är bergboreade för enskild dricksvattenförsörjning, 7 är grävda för enskild dricksvattenförsörjning, 1 är en

bergborrad energibrunn. Brunnar visas i Bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor* (lista med Brunns-Id finns i bilaga D.2.1-*Riskexponerade objekt*).

Samtliga bergborrade dricksvattenbrunnar inom påverkansområdet kan påverkas av sänkta grundvattentryck i berg som kan medföra lägre grundvattennivåer i brunnarna. Det kan medföra mindre uttagsmöjlighet och samt att utrustning fungerar sämre (på grund av större lyfthöjder mm). Tryckförändring på upp till 18 meter kan uppstå för bergborrade brunnar nära tunneln. För samtliga utom Id A11-6_b bedöms att ingen eller liten till måttlig effekt kan uppstå. Dessa brunnar bedöms ha fortsatt tillräcklig tillrinning för att försörja enskilda hushåll men kan i vissa fall där en grundvattensänkning på upp till 15 meter kan uppstå behöva förändra pumputrustningen. För brunn Id A11-6_b bedöms stor effekt kunna uppstå om borrhålen står i kontakt med vattenförande sprickzoner. Grundvattennivån i brunnen kan då bli så låg att tillrinningen till brunnen blir för liten för att försörja ett hushåll. Åtgärd för sådan brunn kan vara hydraulisk spräckning, fördjupning eller att ersätta brunnen med en ny brunn. Ingen beaktansvärd effekt på vattenkvalitet bedöms uppstå för bergborrade brunnar till följd av Ostlänken. I de fall brunnar blir obrukbara kommer vattenförsörjning att säkerställas.

De grävda brunnarna är grävda i direkt anslutning till eller i närhet till det grundvattenmagasin i jord som utgörs av Getåravinsens dalgång. Bergytans läge varierar och kan vid höga berglägen medföra trösklar som kan avgränsa vissa perifera delar men i huvudsak bedöms grundvattenmagasinet vara sammanhängande från Jonsberg i nordväst till Hultet i sydöst. Brunn med Id Dö1-8_g (fastighet Dövestad 1:8) ligger i ett högt område och detta magasin bedöms inte vara direkt kopplat till Getåravinen.

Grundvattenmagasinet längs Getåravinen kan komma att påverkas med tydligt sänkta grundvattennivåer. Det kan inte uteslutas att det kommer att minska tillgången till vatten i samtliga grävda brunnar. Detta gäller även Brunn Id Dö1-8_g som inte ligger i direkt anslutning till Getåravinen. Hur stor minskningen blir beror på brunnens utformning och då främst djupet samt placering i förhållande till tunneln. Tillgång till vatten kommer att finnas men det kan medföra att brunnar behöver fördjupas eller på annat sätt byggas om. Ingen beaktansvärd förändring av grundvattenkvaliteten bedöms uppstå för de grävda brunnarna. I de fall brunnar blir obrukbara kommer vattenförsörjning att säkerställas.

Inom sträckan finns en bergborrad energibrunn. En energibrunn kan få sämre funktion om grundvattnet i brunnen sjunker i och med sämre värmeutbyte med det omgivande berget. I läget för energibrunnen beräknas grundvattenytan som mest kunna sänkas med 11 meter. Det medför en obetydlig till liten effekt på energibrunnens funktion.

Inom sträckan Getåravinen har tre naturvärdesobjekt identifierats som riskexponerade objekt med en *medel-hög* sannolikhet för torrare förhållanden, se bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*. För dessa har en bedömning med avseende på naturmiljön gjorts och hur stor den effekten bedöms bli (liten/måttlig/stor) redovisas i Tabell 20.

Effekten har bedömts utifrån hur stor grundvattensänkningen beräknas bli vid platsen för varje naturvärdesobjekt, i vilken mån naturvärdesobjektets naturvärden är grundvattenberoende samt hur känsliga naturvärdena i det aktuella naturvärdesobjektet är för förändringar i hydrologin.

Tabell 20. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G098-001B. Naturvärdesklass 1: högsta naturvärde, naturvärdesklass 2: högt naturvärde och naturvärdesklass 3: påtagligt naturvärde.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdesobjekt	Naturvärdesklass	Effekt
G098-001B	N21-0037	3	måttlig
G098-001B	N21-0108	2	liten-måttlig
G098-001B	N21-0038	2	måttlig

Övre Getåravinen (N21-0037) ligger till största delen inom påverkansområdet för grundvattensänkningen vilket innebär att ravinen kommer att påverkas av grundvattensänkningen. Effekterna bedöms uppstå i områden där grundvattennivån finns nära markytan, det vill säga i de områden där ravinen är u-formad med våta miljöer intill bäcken, se Figur 60.



Figur 60. Foto för att visualisera våta miljöer intill Getåbäcken, där ravinen är u-formad.

Inom påverkansområdet finns två sådana områden, en del i norr från Lugnet till Bäckadal vilket inkluderar en del av naturvärdesobjektet Källkärret (N21-0038) på en sträcka av 240 meter, samt en sträcka vid Hultet på 180 meter, se Figur 61. Totalt bedöms en sträcka om cirka 440 meter av den 6 kilometer långa Getåbäcken påverkas och få effekter av grundvattensänkningen.



Figur 61. Röda områden visar var ravinen är u-formad med våta miljöer intill bäcken inom påverkansområdet för grundvattensänkningen.

Grundvattensänkningen medför en risk för att de våta miljöerna inom de berörda sträckorna blir torrare. Om marken runt bäcken blir torrare, blir effekten även att det fuktiga mikroklimatet förändras. Grundvattensänkningen bedöms utifrån det ha en måttlig effekt på områdets naturvärden.

Övre delen av Getåbäcken (N21-0108) ligger till stor del inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Bäcken står i nära kontakt med grundvattnet och är grundvattenberoende. Det innebär att vattentillförseln i den här delen av bäcken kommer att minska till följd av grundvattensänkningen. För att minimera effekten och säkerställa bäckens vattenföring ska vatten återföras till Getåbäcken vilket beskrivs i 7.5 ovan. Grundvattensänkningen bedöms medföra en liten-måttlig effekt på bäckens naturvärden.

Källkärr vid övre Getåbäcken (N21-0038) ligger i direkt anslutning till tunneln och kommer att påverkas av grundvattensänkningen. Källkärret står i kontakt med grundvattnet och är grundvattenberoende. Grundvattensänkningen bedöms medföra att källkärret bli torrare än i dagsläget, även om Getåbäcken, som rinner igenom kärret, även i fortsättningen kommer att förse området med vatten. Grundvattensänkningen bedöms utifrån detta medföra en måttlig effekt på källkärrets naturvärden.

Grundvattensänkningen bedöms inte medföra någon negativ effekt på Getåbäckens naturreservat eller riksintresse, då det ligger utanför grundvattensänkningens påverkansområde samt att vatten tillförs bäcken för att motverka grundvattensänkningens effekter uppströms.

7.5.3. Skyddsåtgärder

- För att undvika påverkan i den känsliga ravinmiljön (naturvärdesklass 2) bör arbete med att gräva ner ledningen för återföring av tunnelvatten och anläggande av erosionsskydd ske från ravinens krön (Y099-003).

- Dräneringsvatten från tunneln (G098-001B) kommer endast återföras till Getåbäcken (N21-0108) och Rödmossebäcken (N21-0109) när nitrat- och ammoniakhalterna är tillräckligt låga.

7.6. Vattenverksamheter inom sträcka Rödmossen (km 99+600 – km 101+000)

Järnvägen går i en djup bergtunnel genom hela sträckan, se Figur 62. Tunnelns djup varierar mellan 90 meter och 120 meter under marken och inkluderar Kolmårdstunnelns djupaste punkt. På sträckan finns även en arbetstunnel som mynnar vid Rödmossen (km 99+850).

Landskapet utgörs av skog med undantag av området kring Rödmossen som består av jordbruksmark, bebyggelse och mindre vägar. Marken består av ytligt berg med partier av sandig morän och torvmark. Jorddjupet överstiger inte mer än 16 meter.

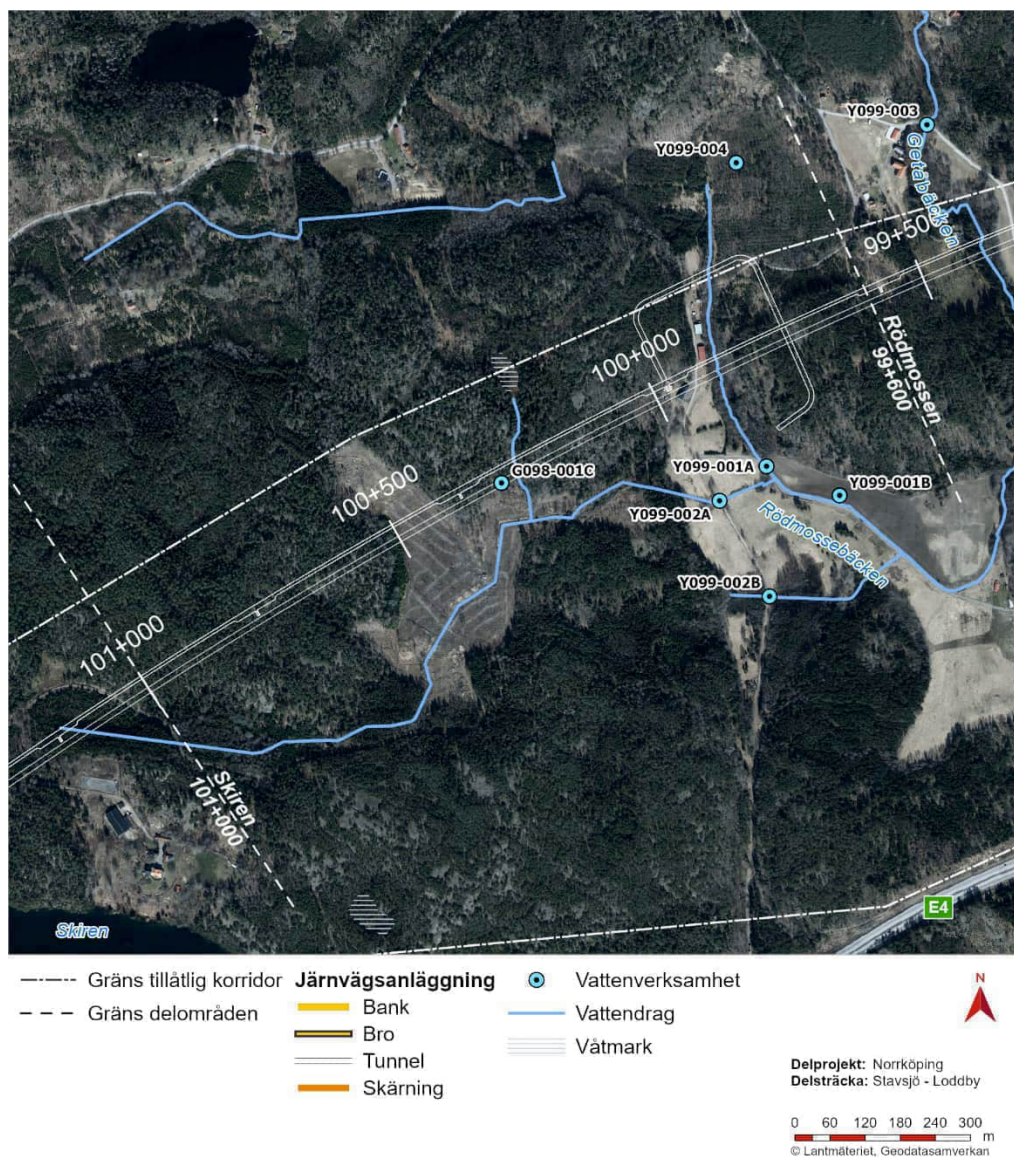
Ytavrinningen i området sker mot Rödmossebäcken och dess biflöden. Rödmossebäcken mynnar i Getåbäcken i höjd med strax söder om Hultet. Hela området är inom Getåbäckens delavrinningsområde, se Figur 34.

Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna dricksvattenförsörjning och naturvärden. Bedömningar avseende påverkan och effekt på riskexponerade objekt förutsätter att bergtunneln tätas som en skadeförebyggande åtgärd i enlighet med bilaga Beräkningar.

Delsträckans vattenverksamheter redovisas i Tabell 21 och i Figur 62. De redovisas mer utförligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning. Den sammanlagda effekten och konsekvensen av vattenverksamheterna beskrivs i Miljökonsekvensbeskrivningen för miljöprovningen.

Tabell 21. Vattenverksamheter för sträckan Rödmosse.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y099-001 (A)	Km 99+900	Arbete i vattenområde	Tillfällig trumma anläggs i Rödmossebacken för arbetsväg.
Y099-001 (B)	Km 99+700 – Km 99+900	Arbete i vattenområde	Omgrävning av Rödmossebacken.
Y099-002 (A)	km 100+000	Arbete i vattenområde	Befintlig trumma under väg rivs och ersätts med en längre trumma.
Y099-002 (B)	km 100+000	Arbete i vattenområde	Befintlig trumma under väg rivs och ersätts med en längre trumma.
Y099-004	Km 99+720	Arbete i vattenområde	Anläggande av utsläppspunkt från anläggning för återförande av vatten till Rödmossebacken. Vid utsläppspunkten anläggs ett erosionsskydd.
G098-001 C	km 99+600 – km 101+000	Grundvattenbortledning	Permanent grundvattenbortledning för spårtunnel, servicetunnel och arbetstunnel Rödmosse. Redogörs för i 7.5.1.



Figur 62. Vattenverksamheter inom sträcka Rödmosse.

7.6.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y099-001 (A) och Y99-002 (A, B) Arbete i vattenområde km 99+700 – km 99+900

En arbetsväg anläggs över Rödmossebacken cirka 170 meter sydöst om Kolmårdstunneln och en tillfällig trumma (Y099-001A) sätts i vattendraget. Arbetsvägen ska användas för transport mellan två produktionsytor för byggnation av Kolmårdstunneln. Vägen och trumman tas bort efter avslutad byggfas. Ytterligare två trummor (Y099-002A, Y099-002B) i biflöden till Rödmossebacken kommer att bytas i en befintlig väg som under byggskedet kommer att användas som en arbetsväg. Samtliga trummor utförs med erosionsskydd vid in- och utlopp som skadeförebyggande åtgärd.

Den tillfälliga trumma som kommer placeras i Rödmossebacken kommer anläggas så att den inte utgör ett vandringshinder med hänsyn till områdets värdefulla fiskfauna. Spridningsvägarna i bäcken påverkas därför inte negativt. Både Rödmossebacken och dess biflöden är känsliga för påverkan av erosion men om försiktighet iakttas vid anläggande av trumman bedöms ingen skada uppstå. Viss grumling kan uppstå vid

anläggande av trummorna samt utrivning av den tillfälliga trumman varför halmbalar kommer placeras ut nedströms verksamheterna, se 7.6.3. Effekten på övre delen av Rödmossebackens (N21-0111) och nedre delen av Rödmossebacken (N21-0109) naturvärden bedöms som liten då det rör sig om små och tillfälliga ingrepp.

Y099-001 (B) – Omdragning av Rödmossebacken km 99+700 – km 99+900

Efter byggskedet planeras Rödmossebacken att dras om och restaureras för att få en mer meandrande och naturlig dragning, vilket ger en bättre förutsättning för biologisk mångfald. Den del av vattendraget som planeras ersättas är idag uträtad, rensad, stensatt och går i ett dike över en åker parallellt med en grusväg. Sträckan som ska ersättas är cirka 390 meter. Omdragningen föreslås bli cirka 720 meter lång med lutning 5 % och ansluts till befintlig bäckfåra upp- och nedströms (+64,1 meter respektive +60,2 meter) Flödet i bäcken är uppskattat till cirka 22,5 l/s. Den nya bäckfåran utförs med bottenbredd 1,6 meter, släntlutning 1:3 upp till 0,3 meter ovan botten där svämplan vidtar. Svämplanet ska översvämmas vid flöden högre än medelhögflödet (MHQ) och erosionssäkras genom naturlig växtlighet. Den nya bäckfåran kan grävas helt i torrhet. När det är genomfört så släpps vatten på och den befintliga bäckfåran fylls igen

Rödmossebacken har naturvärdesklass 3. Restaureringen av Rödmossebacken utförs på en sträcka som idag består av ett jordbruksdike och saknar lämpliga förutsättningar för områdets värdefulla fiskfauna. Nedströms åtgärden följer en sträcka med en mer naturlig morfologi och uppströms har biotopvårdande åtgärder utförts med syfte att återskapa en mer naturlig miljö. Restaureringsåtgärden kommer att skapa en naturlig övergång mellan de värdefulla områdena upp och nedströms. Den nya bäckfåran följer i grova drag den väg som vattendraget ursprungligen rann norr om nuvarande bäckfåra. Sträckan där åtgärden utförs är idag påverkad erosion vilket i sin tur innebär att sedimentation uppstår längre nedströms i värdefulla områden. Genom att bäcken får ett mer naturligt lopp med svämplan minskar risken för erosion och sedimentation. Den färdigställda åtgärden ger en positiv effekt på bäckens naturvärde och dess hydromorfologi.

Då arbetet sker i torrhet och kommer ge en begränsad effekt av grumling vid ianspråktagandet bedöms det kunna utföras när som helst under året utan att någon skadlig effekt uppstår. Som skyddsåtgärd för att minska grumling kan halmbalar placeras ut nedströms den nya bäckfåran när vattnet släpps på. Effekten från vattenverksamheterna på övre delen av Rödmossebacken (N21-0111) och nedre delen av Rödmossebacken (N21-0109) bedöms som liten men positiv i driftskedet då återställningen av vattendraget gynnar vattenlevande organismer.

Y099-004 Anläggning av erosionsskydd km 99+720

Vatten ska återföras till Rödmossebacken. En ledning ska anläggas från dammen vid Vilhelmsro (se avsnitt 7.5.1) fram till Rödmossebacken och mynnar i ett erosionsskydd bestående av rundat material som förläggs upp till ledningens hjässa och fram till bäckens botten. En mindre schakt utförs i anslutning till vattendraget, för att anpassa erosionsskyddet till dikets utlopp och omgivande mark. Arbetena utförs i torrhet vid medelvattenföring eller lägre flöde.

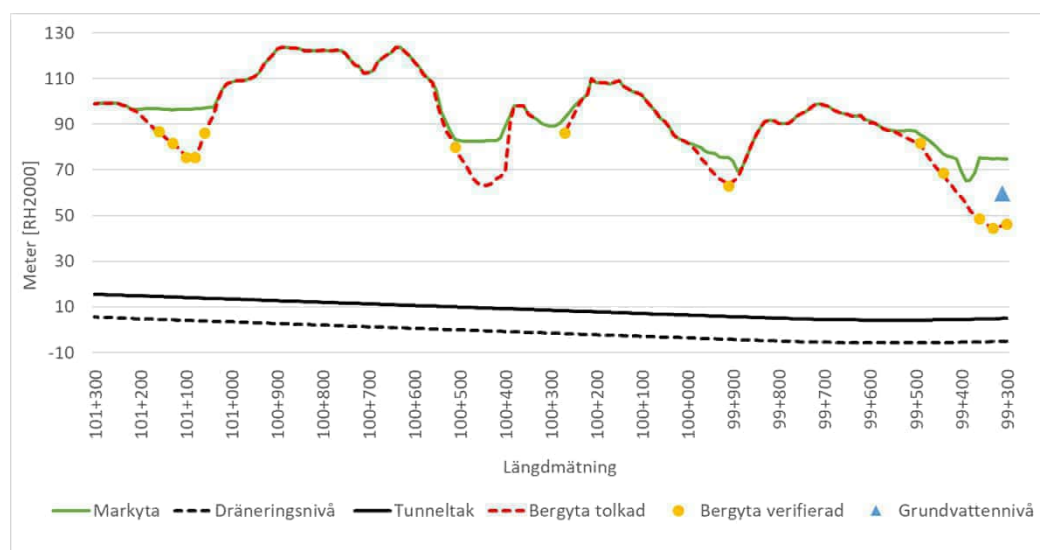
Anläggandet av erosionsskyddet kan medföra grumling. Utförs arbetet när det är flöde i bäcken bör grumlingsförebyggande åtgärder vidtas. Effekten på övre delen av Rödmossebacken (N21-0111) och nedre delen av Rödmossebacken (N21-0109) naturvärden bedöms som liten då det är ett litet och tillfälligt ingrepp.

7.6.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G098-001C Grundvattenbortledning km 99+600 – km 101+000

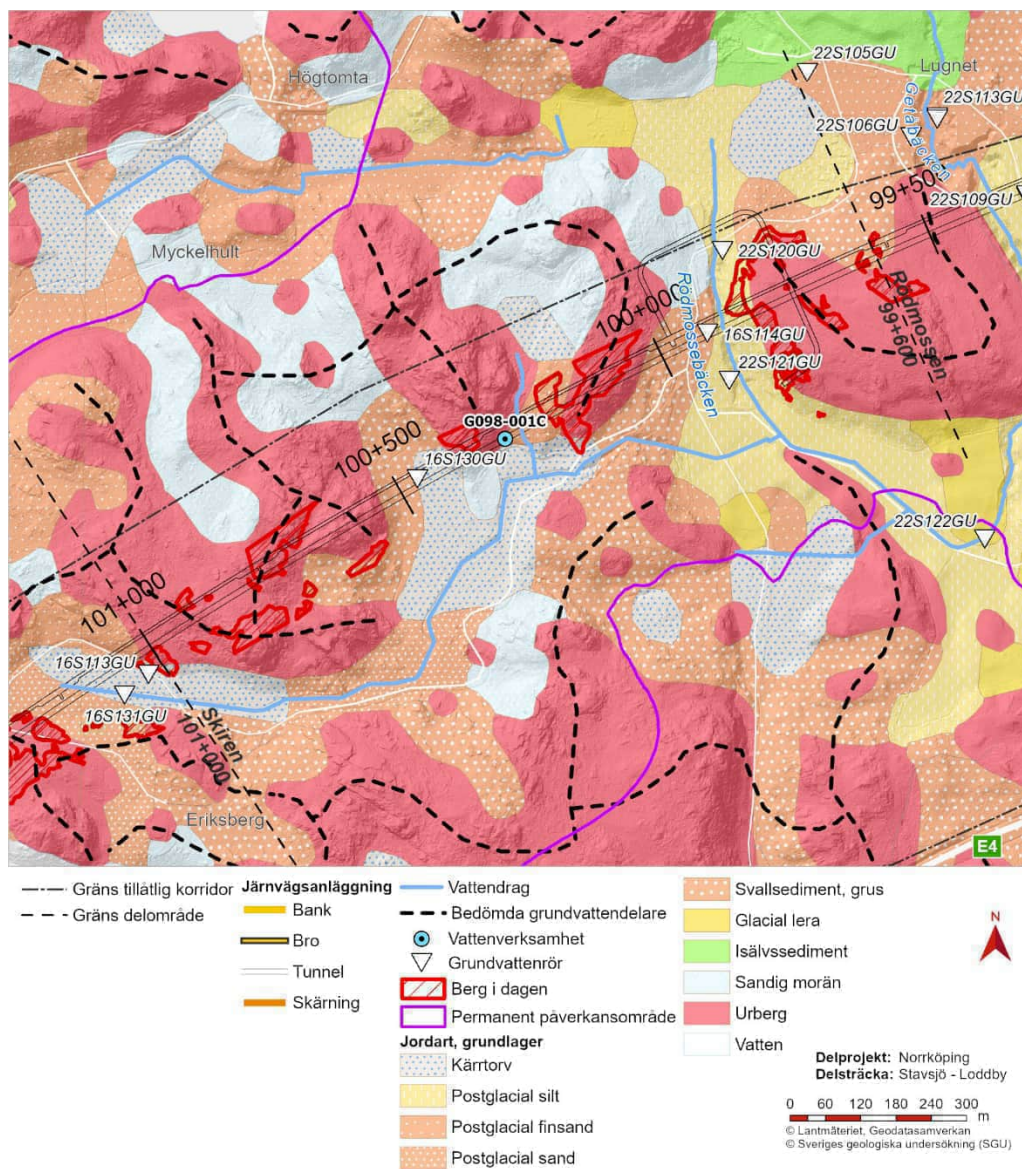
På sträckan km 99+600 – km 101+000 anläggs järnvägen i bergtunnel. Med anslutning till bergtunnel anläggs en arbetstunnel, Rödmosen. Arbetstunneln Rödmosen försluts efter slutförd byggnation. Permanent grundvattenbortledning krävs för spårtunneln, servicetunneln och arbetstunneln Rödmosen, se Figur 63.

För att se de bedömda sprick- och svaghetszonerna på sträckan hänvisas det till bilaga D.2.4 Hydrogeologiska kartor. Det är en del av svaghetszon Getåravinen och två sprickzoner som har inkluderats i beräkningarna för bedömning av miljöpåverkan på sträckan.



Figur 63. Profil över del av Kolmårdstunneln (km 99+300 – km 101+300).

Påverkansområdet för en permanent grundvattensänkning under driftskedet för tunnelanläggningen sträcker sig på stor del av sträckan cirka 300–600 meter från tunneln, se Figur 64. Längs sträckans första delar, nära Getåravinen, blir grundvattensänkningen mer omfattande än i resterande delar. Detta beror på att Getåravinen påverkar utbredningen samt den arbetstunnel som planeras i bergshöjden öster om Rödmosen. Påverkansområde sträcker sig i detta område upp till cirka 1000 meter i nordvästlig riktning och innefattar området vid Häradsveden och Bärsjögölen. I sydöstlig riktning sträcker sig påverkansområde upp till cirka 900 meter från tunneln. Påverkansområdet har beräknats med numeriska metoder (se bilaga D.2.2 *Beräkningar*).



Figur 64. Påverkansområde grundvatten, G089-001C, sträcka Rödmossen.

Tunneln har en dränerande nivå på mellan (beskrivet från norr till söder) på cirka -4 meter till +5 meter. Med antagandet att grundvattennivån ligger någon meter under markytan är det befintliga grundvattentrycket där tunneln ska anläggas mellan cirka 70 och 120 meter.

Längs tunnellen beräknas trycksänkningen i berg blir relativt stor – mellan 25 och 30 meter. Trycksänkningen avtar med avståndet från tunneln och för delen med arbetstunnel har trycksänkningen i berg minskat till mindre än 5 meter på avståndet cirka 400 till 650 meter från tunneln. För resterande del är avståndet för samma tryckförändring 100 till drygt 300 meter.

Trycksänkningen i jordlager är till stor del beroende av den hydrauliska kontakten mellan jord och berg. En viss avsänkning av grundvattennivå kan uppkomma i jordlager. Större avsänkningar kan ske i tunnelns närhet i det avsnitt där svaghetszon i berg bedömts finnas.

Inom påverkansområdet för delområdet finns 9 brunnar, se Bilaga D.2.4

Hydrogeologiska kartor (lista med Brunns-Id finns i bilaga D.2.1-Riskexponerade

objekt). Utav dessa brunnar är fem bergborrade brunnar för enskild dricksvattenförsörjning. Samtliga av dessa kan påverkas av sänkta grundvattentryck i berg som kan medföra lägre grundvattennivåer i brunnar. Det kan medföra mindre tillrinning och samt att utrustning fungerar sämre (på grund av bland annat större lyfthöjder). Tryckförändring på upp till 7 meter kan uppstå. Den kvantitativa effekten på brunnar bedöms utifrån om uttagsmöjligheter förändras. För samtliga brunnar bedöms att ingen/obetydlig effekt på möjligheten att försörja ett hushåll med vatten (tillrinning till brunn och magasinering) men en liten till måttlig effekt kan uppkomma för brunnar som kan få en grundvattensänkning på 5–15 meter, med avseende på försvårat uttag. Det försvårade uttaget beror på sämre kapacitet för pumputrustning i och med längre avstånd mellan grundvattennivå och markyta. Även med en sänkning kan utrustning fungera som avsett – effekt beror på den specifika utrustningen i varje brunn. Ingen effekt på vattenkvalitet bedöms uppstå från planerade arbeten av Ostlänken. I de fall brunnar blir obrukbara kommer vattenförsörjning att säkerställas.

Längs sträckan finns även fyra grävda brunnar. Brunn med Id Al 1-2 g ligger i ett grundvattenmagasin som är kopplat till Getåravinen. Brunnens närhet till tunneldragningen (cirka 40 meter avstånd) och bergförhållanden gör att brunnen riskerar att få en stor och permanent grundvattensänkning som kan medföra att brunnen behöver byggas om eller ersättas. Brunnar med Id Här1-60_g och Här1-151_g ligger på ett stort avstånd och i ett mindre grundvattenmagasin som har koppling till Getåravinen. På grund av bergförhållanden kan, trots avståndet till tunneln på drygt 750 meter, en viss påverkan inte uteslutas. En grundvattensänkning på upp till cirka 1 meter är beräknad och brunnar kan behöva byggas om eller ersättas. I de fall brunnar blir obrukbara kommer vattenförsörjning att säkerställas. Brunn med Id Här1-41_g ligger nära påverkansområdet gräns och uttagsmöjligheterna påverkas inte.

Ingen förändring av grundvattenkvaliteten bedöms uppstå.

Sydväst om Häradssveden passerar en mindre väg med asfaltsbeläggning ett stycke med kärrtorv (cirka 180 meter längd), se Bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*. Beräknad grundvattensänkning jord kan bli någon meter. Det finns risk att det uppstår sättning i kärrtorven som kan medföra skador på vägen. Omfattningen av eventuella sättningsskador beror på vägens grundläggning om den är grundlagd på friktionsjord, grundvattennivåer i området idag och mäktighet av jordlagren (kärrtorven antas underlagras av friktionsjord).

Inom sträckan Rödmosen har sex naturvärdesobjekt identifierats som riskexponerade objekt med en *medel-hög* sannolikhet för torrare förhållanden, se bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*. För dessa har en bedömning med avseende på naturmiljön gjorts och hur stor den effekten bedöms bli (liten/måttlig/stor) redovisas i Tabell 22.

Effekten har bedömts utifrån hur stor grundvattensänkningen beräknas bli vid platsen för varje naturvärdesobjekt, i vilken mån naturvärdesobjektets naturvärden är grundvattenberoende samt hur känsliga naturvärdena i det aktuella naturvärdesobjektet är för förändringar i hydrologin.

Tabell 22. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G098-001C.
 Naturvärdesklass 1: högsta naturvärde, naturvärdesklass 2: högt naturvärde och
 naturvärdesklass 3: påtagligt naturvärde.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdes- objekt	Naturvärdes- klass	Effekt
G098-001C	N21-0123	2	liten
G098-001C	N21-0111	3	liten-måttlig
G098-001C	N21-0109	2	liten-måttlig
G098-001C	N21-0091	3	liten-måttlig
G098-001C	N21-0112	3	måttlig
G098-001C	N21-0047	2	liten

Bärsjöholm (N21-0123) en mindre del av gölen inom objektet ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Effekten på områdets akvatiska naturvärden bedöms som liten.

Övre delen av Rödmossebäcken (N21-0111) ligger i anslutning till tunneln och till största delen inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Övre delen av rödmossebäcken är grundvattenberoende och grundvattensänkningen kommer att medföra att bäcken blir torrare. För att minska effekten på bäckens vattenföring kommer vatten att återföras till bäcken som beskrivs i 7.6 ovan. Effekten på bäckens naturvärden bedöms som liten.

Nedre delen av Rödmossebäcken (N21-0109) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Grundvattensänkningen kommer att medföra att bäcken blir torrare. För att minska effekten på bäckens vattenföring kommer vatten att återföras till bäcken som beskrivs i 7.6 ovan. Effekten på bäckens naturvärden bedöms som liten.

Trädbärande hagmark vid Rödmossen (N21-0091) ligger på gränsen till påverkansområdet för grundvattensänkningen och den södra och östra delen av hagmarken berörs inte. I den sydvästra delen är finns mindre våtmarker och i den södra delen finns en sumpskog med vattenspegel. Dessa områden är grundvattenberoende och grundvattensänkningen riskerar att medföra att de våta miljöerna blir torrare. Effekten på områdets naturvärden i de berörda områdena bedöms bli liten.

Bäcken från Karls mossen (N21-0112) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen och kommer att påverkas genom att miljön blir torrare och att bäcken torkar ut under längre tidsperioder än i dagsläget. Då bäcken även idag torkar ut periodvis bedöms effekten av grundvattensänkningen bli måttlig.

Skogsområde öster om Myckelhult (N21-0047) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Det är låg sannolikhet att området är grundvattenberoende, men det kan inte uteslutas. Utifrån det bedöms effekten på områdets naturvärden bli liten.

7.6.3. Skyddsåtgärder

- Arbete med verksamheterna YO99-001 (A), YO99-002 (A, B) och YO99-004 kommer att medföra grumling. Skyddsåtgärder för att motverka detta kommer att vidtas, förslagsvis genom utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder nödvändiga.
- Vid anläggandet av den nya åfåran (YO99-001B) bör fåran kopplas på efter att den färdigbyggts, för att undvika grumling av vattnet i Rödmossebacken. Halmbalar kan användas vid påkoppling för att undvika grumling.

7.7. Vattenverksamheter inom sträcka Skiren (km 101+000 – km 101+800)

Järnvägen går i en djup tunnel genom delområde, där den passerar sjön Skiren på cirka 100 meters avstånd. På sträckan finns en vattenverksamhet, grundvattenbortledning.

Delområdet domineras av sjön Skiren, en cirka 45 meter djup klarvattensjö med branta slänter. Området kring sjön består till stor del av berghällar och tunna morän/sandtäcken som i skålar kan bli upp till cirka 10 meter djupa. Vattenskyddsområdet Nedre Glottern (Id: 2030153), ligger som närmast på cirka 140 meters avstånd från spårlinjen i plan, och fungerar som ytvattentäkt för Åby vattenverk. Gränsen för vattenskyddsområdet utgörs av sjön Nedre Glotterns avrinningsområde.

Ytlig avrinning i området sker ner mot Skiren samt bäcken från sjöns utlopp.

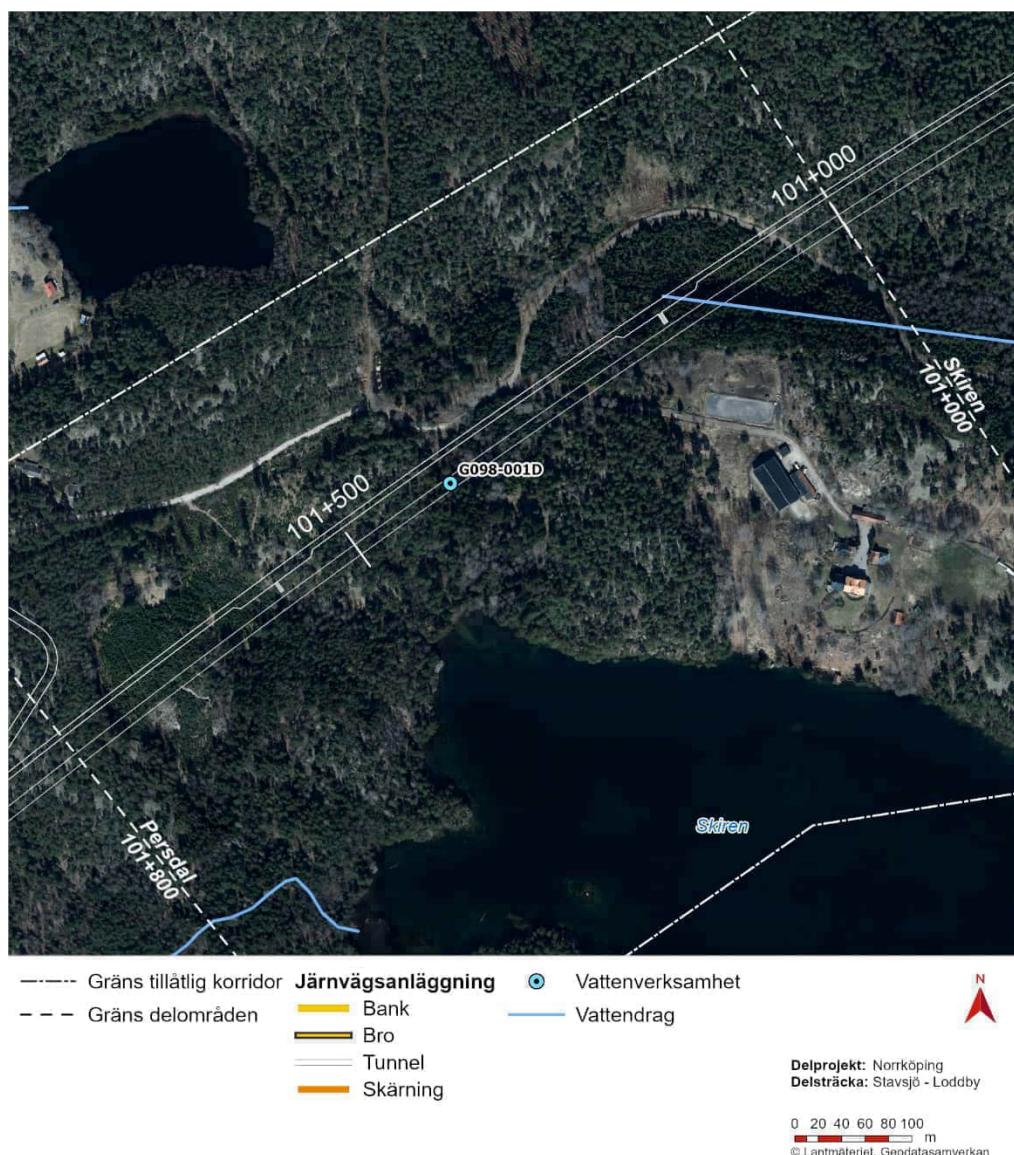
Sjön är en oreglerad enskild vattentäkt för boende och verksamheter i området. Vattenuttag sker både på den västra och östra delen av sjön. Totalt tas cirka 28 000 m³ ut årligen, fördelat på 3 000 m³ från västra delen och cirka 25 000 m³ från den östra. Sjön är en vattenförekomst samt utpekad som riksintresse Naturvård enligt 3 kapitlet 6§ miljöbalken, Id NRO05057.

Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna dricksvattenförsörjning, energiförsörjning och naturvärden. Bedömningar avseende påverkan och effekt på riskexponerade objekt förutsätter att bergtunneln tätas som en skadeförebyggande åtgärd i enlighet med bilaga Beräkningar.

Delsträckans vattenverksamheter redovisas i Tabell 23 och Figur 65. De beskrivs mer utförligt i bilaga C - *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamhet utgörs av grundvattenbortledning.

Tabell 23. Vattenverksamheter för sträckan Skiren.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
G098-001 (D)	km 101+000 – km 101+800	Grundvattenbortledning	Permanent grundvattenbortledning för spårtunnel och servicetunnel.



Figur 65. Vattenverksamheter inom sträckan Skiren.

7.7.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

På sträckan km 101+000 – km 101+800 går Ostlänken i en bergtunnel genom hela sträckan. Inga ytvattenverksamheter förekommer på denna sträcka.

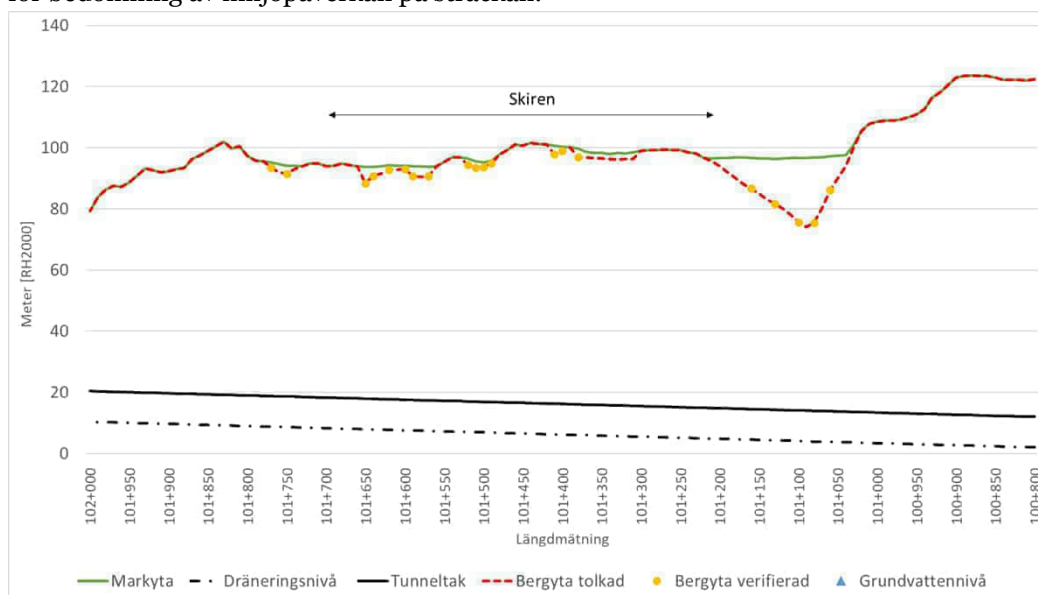
7.7.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G098-001D Grundvattenbortledning km 101+000 – km 101+800

På sträckan km 101+000 – km 101+800 anläggs järnvägen i bergtunnel. Permanent grundvattenbortledning krävs för spårtunnel och servicetunnel och för en mindre del av arbetstunnel Persdal (för resterande del av arbetstunneln sker grundvattenbortledningen i nästa område, se avsnitt 7.8), se Figur 66. Arbetstunneln beskrivs i avsnitt nedan (G098-001E).

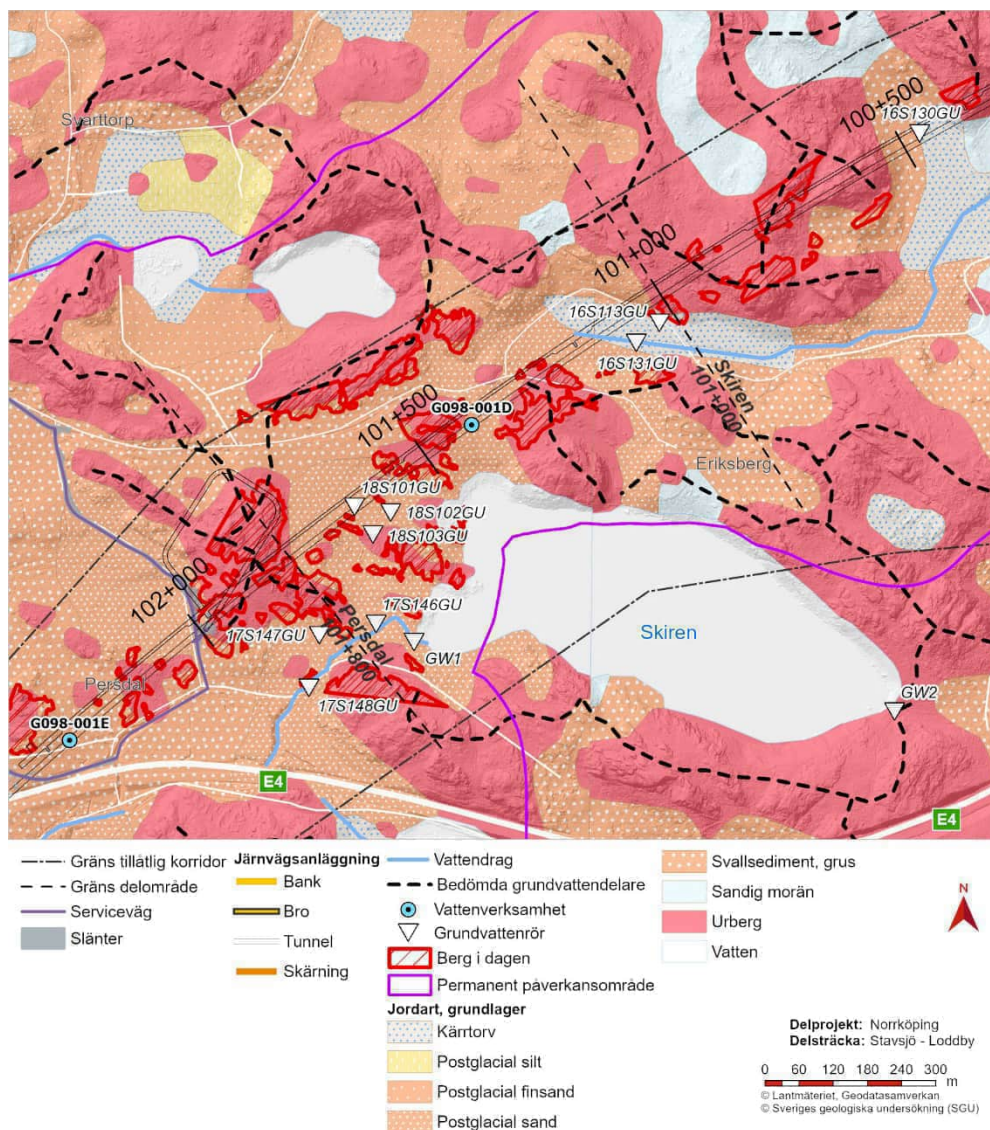
Järnvägen går i denna del av bergtunneln strax väster om sjön Skiren, en djup sjö med cirka 45 meter ned till en sedimenttäckt botten. För att påverkan på Skiren ska begränsas ska särskilda åtgärder vidtas för att minska grundvattenbortledningen mellan km 101+000 – km 101+800.

För att se de bedömda sprick- och svaghetszonerna på sträckan hänvisas det till bilaga D.2.4 Hydrogeologiska kartor. Det är en sprickzon som har inkluderats i beräkningarna för bedömning av miljöpåverkan på sträckan.



Figur 66. Profil över del av Kolmårdstunneln (km 100+800 – km 102+000).

Påverkansområdet för en permanent grundvattensänkning under driftskedet för tunnelanläggningen längs sträckan sträcker sig upp till cirka 500 meter i nordvästlig riktning och innefattar området vid sjöarna Kyrkgölen och Svartgölen, se Figur 67. I sydöstlig riktning sträcker sig påverkansområde upp till 670 meter från tunneln. Skiren begränsar utbredningen (den utgör en positiv hydraulisk gräns) och därmed sträcker sig påverkansområdet enbart till Skirens östra del, Figur 67.



Figur 67. Påverkansområde grundvatten, G098-001 D, sträcka Skiren.

Tunneln har en dränerande nivå på mellan (beskrivet från norr till söder) på cirka +5 till +10 meter. Med antagandet att grundvattennivån ligger någon meter under markytan är det befintliga grundvattentrycket där tunneln ska anläggas mellan cirka 90 och 100 meter.

Längs tunnelinjen beräknas trycksänkningen i berg bli relativt stor – mellan 25 och 30 meter. Trycksänkningen avtar med avståndet från tunneln och cirka 150 till 300 meter från tunneln är den mindre än 5 meter.

Trycksänkningen i jordlager är till stor del beroende av den hydrauliska kontakten mellan jord och berg. En viss avsänkning av grundvattennivå kan uppkomma i jordlager. Sträckan har generellt bedömts ha god bergkvalitet och det kommer att motverka större grundvattensänkningar i jord. Större avsänkningar kan dock ske i tunnelns närhet i de avsnitt där svaghetszoner i berg finns.

En liten del av grundvattenbortledning från Kolmårdstunneln kan påverka tillrinningen till vattentäkten som benämns Nedre Glottern i och med att påverkansområdet för grundvattenbortledning överlappar en bit av avrinningsområdet för sjösystemet, från Kyrkgölen till Bäckerslund. Överlappning är dock mycket liten i förhållande till

avrinningsområdets storlek och grundvattenbortledningen bedöms inte påverka tillrinning till sjösystemet märkbart negativt eller i övrigt ge någon negativ påverkan på vattenskyddet.

Inom påverkansområdet för sträckan finns åtta brunnar se Bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor* (lista med Brunn-Id finns i bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*). Fyra är bergborrade brunnar för enskild dricksvattenförsörjning. Samtliga av dessa kan påverkas av sänkta grundvattentryck i berg som kan medföra lägre grundvattennivåer i brunnar. Det kan medföra mindre tillrinning och samt att utrustning fungerar sämre (pga. större lyfthöjder mm). Tryckförändring på upp till 12 meter kan uppstå i berget i läget för brunnarna. Den kvantitativa effekten på brunnar bedöms utifrån om uttagsmöjligheter förändras. För samtliga brunnar bedöms att ingen/obetydlig effekt på möjligheten att försörja ett hushåll med vatten (tillrinning till brunn och magasinering) men en liten till måttlig effekt kan uppkomma för brunnar som kan få en grundvattensänkning på 5–15 meter, med avseende på försvårat uttag. Det försvårade uttaget beror på sämre kapacitet för pumputrustning i och med längre avstånd mellan grundvattennivå och markyta. Även med en sänkning kan utrustning fungera som avsett – effekt beror på den specifika utrustningen i varje brunn. Ingen effekt på vattenkvalitet bedöms uppstå till följd av Ostlänken. I de fall brunnar blir obrukbara kommer vattenförsörjning att säkerställas.

Längs sträckan finns tre grävda brunnar. Brunnarna med Id Sö1-5_g, Sö1-6_g2 och Sö1-6_g3 ligger på avstånd till tunneldragningen och vid gränsen av beräknad påverkan. Grundvattenmagasinet som brunnarna är placerade i ligger även nära två mindre sjöar, vilka utgör positiva hydrauliska gränser som minskar effekten av tunnelns dränering. Brunnarna kan påverkas med sänkta nivåer av mindre omfattning som inte bedöms påverka uttagsmöjligheterna signifikant. Ingen förändring av grundvattenkvaliteten bedöms uppstå.

De befintliga vattenuttagen från Skiren bedöms ej påverkas. I det fall grundvattenbortledning (G098-001D) blir större än förväntat och planerad tätning av tunneln ej är tillräcklig kan en skyddsåtgärd för att behålla Skirens vattenbalans vara att ersätta nuvarande vattenuttag från sjön med annat vatten.

Inom sträckan finns en bergbördad energibrunn. En energibrunn kan få sämre funktion om grundvattnet i brunnen sjunker i och med sämre värmeutbyte med det omgivande berget. I läget för energibrunnarna beräknas grundvattenytan som mest kunna sänkas med tre meter. Det medför i så fall en obetydlig till liten effekt på energibrunnens funktion.

Inom sträckan Skiren har ett naturvärdesobjekt identifierats som riskexponerat objekt med en *medel-hög* sannolikhet för torrare förhållanden, se bilaga D.2.1 *Riskexponerat objekt*. För dessa har en bedömning med avseende på naturmiljön gjorts och hur stor den effekten bedöms bli (liten/måttlig/stor) redovisas i Tabell 24.

Effekten har bedömts utifrån hur stor grundvattensänkningen beräknas bli vid platsen för varje naturvärdesobjekt, i vilken mån naturvärdesobjektets naturvärden är grundvattenberoende samt hur känsliga naturvärdena i det aktuella naturvärdesobjektet är för förändringar i hydrologin.

Tabell 24. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G098-001D.
 Naturvärdesklass 1: högsta naturvärde, naturvärdesklass 2: högt naturvärde och
 naturvärdesklass 3: påtagligt naturvärde.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdes- objekt	Naturvärdes- klass	Effekt
G098-001D	N21-0055	3	måttlig

Sumpskogskomplex norr om Eriksberg (N21-0055) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen och relativt nära tunneln. Sumpskogskomplexet har en påverkad hydrologi då det är dikat. Effekten på objektets naturvärden bedöms som måttlig.

För sjön Skiren har en samlad bedömning gjorts med avseende på effekter från grundvattenbortledning till Kolmårdstunneln (se Bilaga D.2.3 *Skiren samlad bedömning*). Grundvattenbortledningen medför en förändring av sjöns vattenbalans så att omsättningstiden förlängs något. Vid sjön Skiren har cirka 320 meter av tunneln bedömts kräva mer omfattande tätningsinsatser. Detta bedöms inte medföra någon negativ effekt på sjöns naturvärden eller fysikaliska och kemiska status. Effekten på Skirens vattenbalans bedöms som liten och anläggandet av Kolmårdstunneln kommer inte innebära någon tillförsel av ämnen som kan påverka sjöns kvalitet som dricksvattentäkt. Sammantaget bedöms kraven i regeringens tillåtlighetsvillkor 5 och 6 vara beaktade.

7.7.3. Skyddsåtgärder

Inga ytvattenverksamheter finns på denna delsträcka.

- I det fall grundvattenbortledning (G098-001D) blir större än förväntat och planerad tätning av tunneln ej är tillräcklig kan en ytterligare skyddsåtgärd vara att ersätta nuvarande vattenuttag från sjön med annat vatten. På så sätt kan nuvarande vattenbalans bibehållas.

7.8. Vattenverksamheter inom sträcka Persdal (km 101+800 – km 102+720)

Järnvägen passerar i tunnel. Tunneldjupet minskar linjärt från 80 till 30 meter längst söderut och passerar under E4. En arbetstunnel mynnar i området kring Persdal vid km 102+000. Landskapet består av skogsklädda områden. Jordlager över berget består av sammanhängande sandiga moränjordar som täcker större delen av området. Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna naturvärden och dricksvattenförsörjning. Bedömningar avseende påverkan och effekt på riskexponerade objekt förutsätter att bergtunneln tätas som en skadeförebyggande åtgärd i enlighet med bilaga Beräkningar.

Bråvikens förkastningssystem är av riksintresse för naturvård och sträcker sig från E4 till jordbruksmarken strax norr om Nyköpingsvägen.

Ytlig avrinning i området sker i riktning mot bäcken från Skiren, vidare mot Bråviken. E4 utgör en vattendelare i terrängen. Bäcken från Skirens utlopp går cirka 100–250 meter öster om tunneln och rinner söderut, mot Bråviken.

Delsträckans vattenverksamheter finns sammanställda i Tabell 25 och visas i Figur 68. De redovisas mer utförligt i bilaga C Teknisk Beskrivning (TB).

Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning. Den sammanlagda effekten och konsekvensen av vattenverksamheterna beskrivs i Miljökonsekvensbeskrivningen för miljöprövningen.

Tabell 25. Vattenverksamheter för sträckan Persdal.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y102-001	km 102+100 – km 102+150	Arbete i vattenområde	Tillfälliga ramper till E4 ska anläggas under byggskedet öster om järnvägen. Ramperna kommer att korsa vattendraget på norra och södra sidan om E4. Trummor behöver anläggas på vardera sidan E4 för vattendraget. Vattnet kommer att ledas vidare i dike längs med rampen på södra sidan om E4. Diket ansluts till vattendraget på lämplig plats.
Y102-002	km 102+480 – km 102+590	Arbete i vattenområde	Grävning i våtmark (källkärr) krävs för att bredda och förstärka en befintlig mindre väg, förlänga trumma under vägen, förlägga VA-ledning intill vägen samt för byggnation av en tillfällig ramp till E4.
G098-001 (E)	km 101+000 – km 101+800	Grundvattenbortledning	Permanent grundvattenbortledning för spårtunnel, servicetunnel, arbetstunnel Persdal, och ventilationsschakt.



Figur 68. Vattenverksamheter inom sträcka Persdal-Södra tunnelmynningen.

7.8.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y102-001 Arbete i vattenområde km 102+100 - km 102+150

Tillfälliga ramper till E4 anläggs och används under byggskedet öster om järnvägen vid cirka km 102+100 och km 102+150. Ramperna kommer korsa vattendraget från Skiren på norra och södra sidan om E4. Där ramperna korsar vattendraget kommer temporära trummor att läggas som utgör vattenverksamheten. Trummorna utförs med erosionsskydd vid in- och utlopp som skadeförebyggande åtgärd. Vattnet kommer att ledas vidare i dike längsmed rampen på södra sidan om E4. Diket ansluts till vattendraget på lämplig plats (vattendraget är rörlagt på den här sträckan). Ramper och trummor rivs efter avslutad byggnation och vattendraget återställs. Schakt samt andra markarbeten med tunga maskiner kommer utföras i och runt vattendraget.

Bäcken från Skiren (N21-0114) har naturvärdesklass 2 och värdet ligger i den variationsrika strömvattenmiljön och ravinbildningen i objektets nedre delar. På den aktuella sträckan är bäcken rätad och den torkar ofta ut under sommaren. Effekten på naturmiljön kommer bli *liten* och det dike som ska anläggas bidrar till att upprätthålla

bäckens flöde. Arbetet kommer medföra grumlig i diket. För att minska effekten på nedströms liggande naturvärden i form av känslig akvatisk flora i bäcken från Skiren (N21-0114) bör grumlingsbegränsande åtgärder vidtas, se avsnitt 7.8.3. Med denna skyddsåtgärd bedöms effekten från vattenverksamheten som *liten*. Vattendraget ligger inom riksintresse Bråvikens förkastningssystem och de grumlingsförebyggande skyddsåtgärder som vidtas bedöms begränsa effekten på naturvärden i vattendraget. Därmed bedöms villkor 2 i regeringens tillåtlighetsprövning vara beaktat.

Y102-002 Arbeta i vattenområde km 102+480 - km 102+590

Grävning och fyllning i våtmark (källkärr) krävs för att bredda och förstärka en befintlig mindre väg, lägga ned ledning för avledning av vatten från tunneln samt för byggnation av en tillfällig ramp till E4. Befintlig trumman under vägen kommer att förlängas för att omfatta hela den breddade vägen. Trumman utförs med erosionsskydd vid in- och utlopp som skadeförebyggande åtgärd. En tät ledningsgrav anläggs för VA-ledningen för att behålla befintlig rinnväg.

Den befintliga vägen planeras att användas som arbetsväg under byggskedet av järnvägen. Då vägen och ledningen passerar ett källkärr med utströmmande grundvatten bör ledningsgraven för ledningen tätas så att dränering inte sker via ledningsgraven utan att strömningsvägarna i området behålls. Våtmarken har en totalyta på cirka 1,1 hektar varav cirka 0,3 hektar schaktas ur för byggnation av väg, ledning och ramp. Jordlagerföljden är cirka 1–2 meter organisk jord ovan morän på berg. Rampen tas bort efter avslutad byggnation.

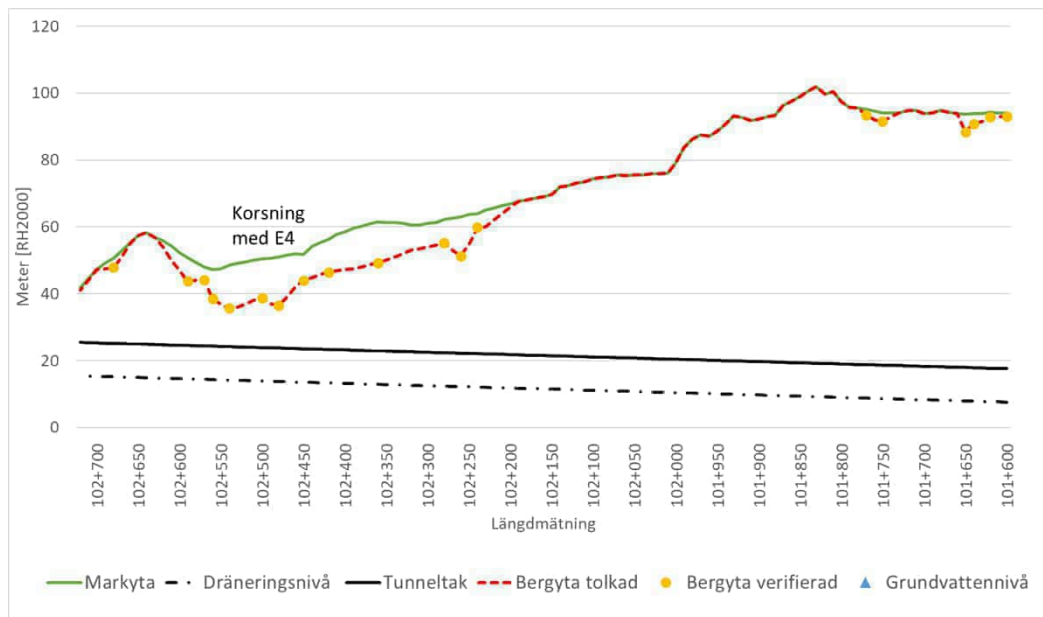
För att undvika arbete inom det skogliga biotopskyddet (N21-0069) utförs allt arbete på den sidan av vägen där källkärret finns. Källkärret (N21-0071) har naturvärdesklass 3 och inom de cirka 0,3 hektaren som schaktas ur kommer befintliga naturvärden att gå förlorade. Objektet har värden bland annat i form av orkidéerna korallrot och grönvit nattviol. Effekten för källkärret bedöms som *måttlig*. För att minska effekten på naturvärden i källkärret kommer grävarbete utföras från befintlig väg och arbetsområdet kommer att märkas upp. Arbetet bedöms resultera i tillfällig grumling, till följd av byggnationen. Det finns inga kända arter i vattendraget som har utpekade känsliga perioder och vattendragets värde är knutet till dess variationsrikedom och övriga hydromorfologiska kvaliteter. Anläggande av ledning innebär en *liten* negativ effekt på områdets vattenmiljö. Vid breddning av vägen ska befintlig rinnväg via trumma till bäcken bibehållas. För att minska effekter på källkärret och övre delen av bäcken från Skiren (N21-0114) har förslag på skyddsåtgärder tagits fram i avsnitt 7.8.3.

7.8.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G098-001E Grundvattenbortledning km 101+800 – km 102+720

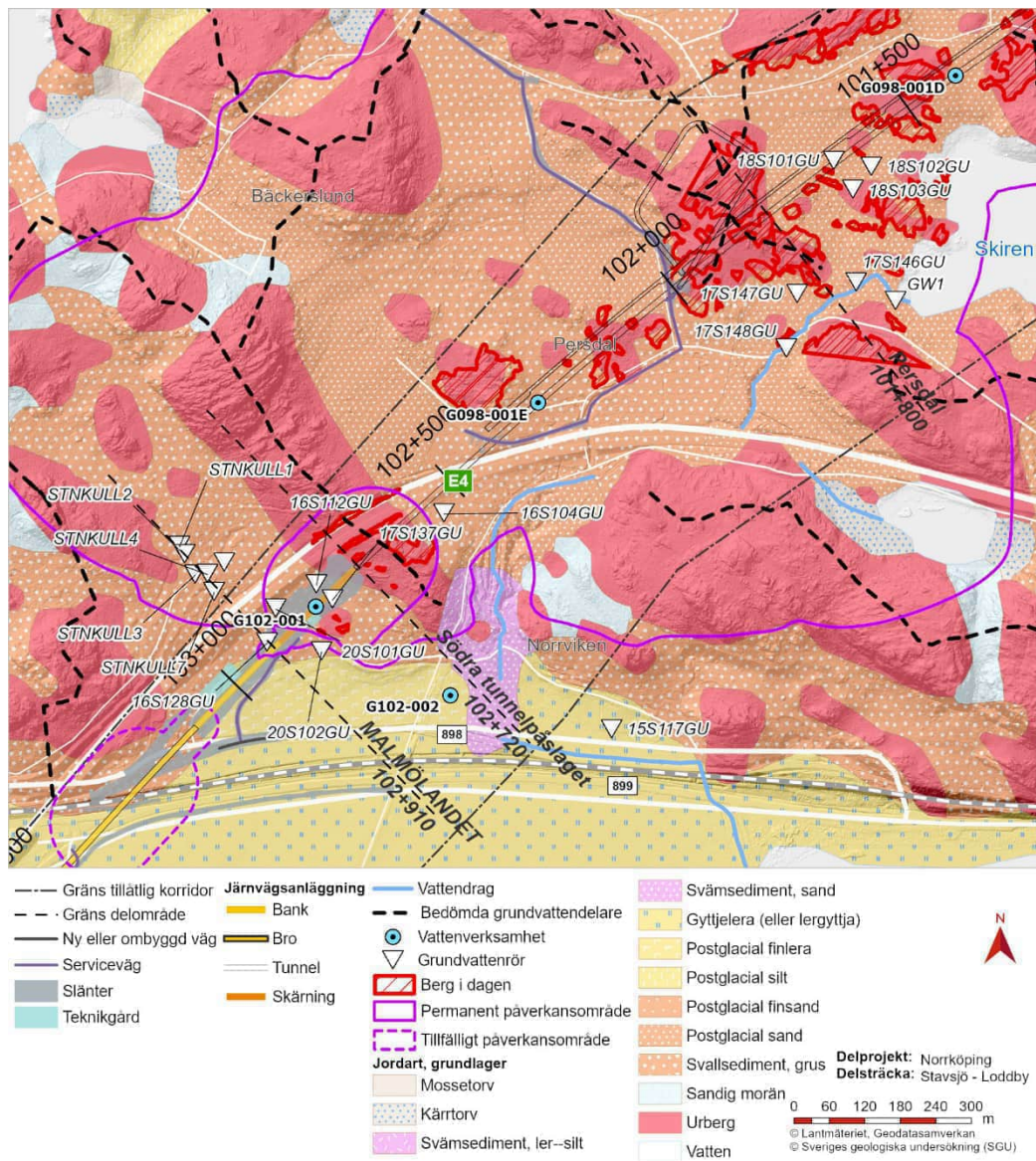
På sträckan km 101+800 – km 102+720 anläggs järnvägen i bergtunnel. Ett ventilationsschakt på cirka 2 kvadratmeter utförs vid Persdal i km 102+388. Permanent grundvattenbortledning krävs för spårtunneln, servicetunneln, ventilationsschaktet samt för arbetstunnel Persdal, se Figur 69. Ventilationsschaktet tätas med injektering.

Järnvägen går i denna del av bergtunneln under E4 med tämligen begränsad bergtäckning. För att se de bedömda sprick- och svaghetszonerna på sträckan hänvisas det till bilaga D.2.4 Hydrogeologiska kartor. Det är en sprickzon som har inkluderats i beräkningarna för bedömning av miljöpåverkan på sträckan.



Figur 69. Profil över del av Kolmårdstunneln (km 101+600 – km 102+700).

Området för en permanent grundvattensänkning under driftskedet för tunnelanläggningen längs sträckan sträcker sig cirka 700 meter i nordvästlig riktning och innefattar delar av Bäckerslund, se Figur 70. I sydöstlig riktning sträcker sig påverkansområdet ner mot Bråvikenbranten cirka 650 meter och omfattar sjön Toren.



Figur 70. Påverkansområde grundvatten, G098-001E, sträcka Persdal.

Påverkansområdet från tunneln på denna sträcka sträcker sig över påverkansområdet för nästa sträcka, Södra tunnelpåslaget. Den utbredningen beskrivs där.

Tunneln har en dränerande nivå på mellan (beskrivet från norr till söder) +10 meter till +17 meter. Med antagandet att grundvattennivån ligger någon meter under markytan är det befintliga grundvattentrycket där tunneln ska anläggas mellan cirka 90 och 22 meter.

Längs tunnellen beräknas trycksänkningen i berg blir relativt stor – mellan 25 och 30 meter. Den avtar generellt relativt snabbt och är mindre än 5 meter mellan 50 och knappt 200 meter från tunnellen. I området med arbetstunnel blir utbredningen av de större trycksänkningar något mer omfattande.

Trycksänkningen i jordlager är till stor del beroende av den hydrauliska kontakten mellan jord och berg. En viss avsänkning av grundvattennivå kan sträcka sig i jordlager.

Större avsänkningar kan ske i tunnelns närhet i de ganska mäktiga jordlager som finns längs sträckan.

Inom påverkansområdet för sträckan finns 24 brunnar, se Bilaga D.2.4

Hydrogeologiska kartor (lista med Brunns-Id finns i bilaga D.2.1-*Riskexponerade objekt*). Av dessa brunnar är 11 bergborrade brunnar för enskild dricksvattenförsörjning. Samtliga av dessa kan påverkas av sänkta grundvattentryck i berg som kan medföra lägre grundvattennivåer i brunnar. Det kan medföra mindre tillrinning och samt att utrustning fungerar sämre (på grund av större lyfthöjder med mera). Tryckförändring på upp till 36 meter kan uppstå, vilket gäller främst för brunn Sö1-25_b och Sö1-24_b. För dessa brunnar bedöms stor effekt kunna uppstå om borrhålen står i kontakt med vattenförande sprickzoner. Grundvattennivån i brunnen kan då bli så låg att tillrinningen till brunnen blir för liten för att försörja ett hushåll. För samtliga övriga brunnar, bedöms ingen eller liten till måttlig effekt kunna uppstå. Brunnarna bedöms ha fortsatt tillräcklig tillrinning för att försörja enskilda hushåll men kan i vissa fall, där avsänkningar kring 14–15 meter förekommer, behöva förändra pumputrustningen. Ingen effekt på vattenkvalitet bedöms uppstå till följd av Ostlänken. I de fall brunnar blir obrukbara kommer vattenförsörjningen att säkerställas.

Längs sträckan finns 13 grävda brunnar. Samtliga brunnar, förutom två (Bj4-1_g och Sö1-22_g) ligger samlade vid ett mindre grundvattenmagasin vid Bäckerslund. Grundvattenmagasinet ansluter till ett mindre sjösystem bestående av Lilla Gransjön och Stora Gransjön. Sjöarna bedöms utgöra en positiv hydraulisk gräns till grundvattenmagasinet. Området ligger vid gränsen för påverkan och den sammantagna bedömningen är att endast en mindre grundvattensänkning kommer att uppstå i magasinet, som inte bedöms påverka brunnarnas kapacitet signifikant. Brunn med Id Bj4-1 ligger nära påverkansområdets gräns och ingen märkbar avsänkning beräknas uppkomma. Brunn med ID Sö1-22_g ligger relativt nära tunneldragningen och eftersom den ligger i ett mindre grundvattenmagasin kan brunnen erfara märkbart sänkta grundvattennivåer som kan påverka uttagsmöjligheten negativt. Brunnen kan behöva byggas om eller ersättas. Ingen förändring av grundvattenkvaliteten bedöms uppstå. I de fall brunnar blir obrukbara kommer vattenförsörjning att säkerställas.

Inom sträckan Persdal har sex naturvärdesobjekt identifierats som riskexponerade objekt med en *medel-hög* sannolikhet för torrare förhållanden, se bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*. För dessa har en bedömning med avseende på naturmiljön gjorts och hur stor den effekten bedöms bli (liten/måttlig/stor) redovisas i Tabell 26.

Tabell 26. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G098-001E.
Naturvärdesklass 1: högsta naturvärde, naturvärdesklass 2: högt naturvärde och naturvärdesklass 3: påtagligt naturvärde.

Naturvärdesobjekt	Id Naturvärdes-objekt	Naturvärdes-klass	Effekt
Toren	N21-0072	3	liten
Brant söder om Toren	N21-0074	3	liten
Bäcken från Toren	N21-0113	3	liten

Naturvärdesobjekt	Id Naturvärdes-objekt	Naturvärdes-klass	Effekt
Norrvikenravinen	N21-0069	2	måttlig
Övre delen av bäcken från Skiren	N21-0114	2	måttlig
Källkärr norr om Villa Skoga	N21-0071	3	liten-måttlig

Effekten har bedömts utifrån hur stor grundvattensänkningen beräknas bli vid platsen för varje naturvärdesobjekt, i vilken mån naturvärdesobjektets naturvärden är grundvattenberoende samt hur känsliga naturvärdena i det aktuella naturvärdesobjektet är för förändringar i hydrologin.

Sjön Toren (N21-0072) ligger i utkanten av påverkansområdet för grundvattensänkningen. Effekten på sjöns naturvärden bedöms bli liten.

Brant söder om Toren (N21-0074) ligger i utkanten av påverkansområdet för grundvattensänkningen och kommer troligen bara påverkas marginellt. Utifrån det bedöms effekten på områdets naturvärden bli liten.

Bäcken från Toren (N21-0113) ligger i utkanten av påverkansområdet för grundvattensänkningen och får sitt vatten från sjön Toren. Utifrån det bedöms effekten på bäckens naturvärden bli liten.

Norrvikenravinen (N21-0069), som är ett skogligt biotopskyddsområde, ligger till hälften inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Effekten på områdets naturvärden bedöms bli måttlig.

Övre delen av bäcken från Skiren (N21-0114) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Effekten av grundvattensänkningen innebär att bäcken kommer att vara torr under längre tidsperioder än i dagsläget. Då bäcken redan har en påverkad hydrologi bedöms effekten på områdets naturvärden bli måttlig.

Källkärr norr om Villa Skoga (N21-0071) ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkningen. Objektet är tydligt grundvattenberoende med utströmmande grundvatten inom hela området. Även om det sker en viss avsänkning av grundvattennivån bedöms utströmningen vara så stor att det som kvarstår av källkärret fortsatt förblir fuktig. Effekten på områdets naturvärden bedöms bli liten-måttlig.

Den begränsade omfattningen av grundvattenavsänkningen i kombination med de skyddsåtgärder som vidtas i samband med vattenverksamheterna (Y102-001 och Y102-002) bedöms vara tillräckliga för att uppfylla det krav på begränsad påverkan på naturmiljön inom riksintresse Bråvikens förkastningssystem enligt regeringens tillåtlighetsvillkor 2.

7.8.3. Skyddsåtgärder

- Anläggandet av trumma under vägen (Y102-001) och förlängning av trumma (Y102-002) kan medföra grumling bäcken från Skiren (N21-0114 med naturvärdesklass 2) kommer medföra grumling. För att skydda värden i bäcken bör skyddsåtgärder för att motverka detta vidtas, förslagsvis genom utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder nödvändiga.
- Trumman (Y102-002) ska anläggas så att vatten även fortsatt leds från källkärret till bäcken inom det skogliga biotopskyddet och därmed bibehålls nuvarande rinnväg.
- För att minska påverkan på naturvärden i källkärret bör grävarbeten (Y102-002) ske från befintlig väg och arbetsområdet bör märkas upp.

7.9. Vattenverksamheter inom sträcka Södra tunnelpåslaget (km 102+720 – km 102+910)

På sträckan kommer järnvägen ut ur Kolmårdstunneln vid Bråvikens förkastningsbrant. Vid tunnelmynningen utförs jord- och bergskärning och en betongtunnel som ansluter till bergtunneln anläggs, se Figur 71. Landskapet är mestadels skogsklätt och karakteriseras av brant topografi med sluttning åt söder. Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna naturvärden och vattenförsörjning.

Mellan km 102+640 och km 102+750 finns ett antal bergytter med olika nivåer synliga i terrängen. Markytan har formats i en trappstegsliknande formation i samband med det underliggande berget och dess struktur. Söder om förkastningsbranten utgörs markanvändningen av jordbruk fram till Norrvikens strand.

Delsträckans vattenverksamheter sammanställs i Tabell 27 och visas i Figur 71. De redovisas mer utförligt i bilaga C Teknisk Beskrivning (TB). Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Tabell 27. Vattenverksamheter inom sträcka Södra tunnelpåslaget.

Id	Km-tal	Verksamhet	Beskrivning
Y102-003	km 102+600 – km 103+000	Arbete i vattenområde	Tillfällig makadambädd vid strandkanten för hantering av läns hållningsvatten från tunneldrivning. Makadambädd är belägen ca 1000 m öster om spåret.
G102-001	km 102+720 – km 102+910	Grundvattenbortledning	Permanent grundvattenbortledning i jord- och bergskärning, och betongtunnel. Maximalt djup på skärningen 13 m.
G102-002	Km 102+750 – km 102+920	Grundvattenbortledning	Temporär grundvattenbortledning för anläggandet av fördröjningsdamm och VA-ledning.



Figur 71. Vattenverksamheter inom delsträcka Södra tunnelpåslaget till Malmölandet.

7.9.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y102-003 Arbete i vattenområde

Vid Norrvikens strandområde kommer en tillfällig anläggning för spridning av vatten att anläggas. Den kommer förslagsvis utformas som en makadambädd. Makadambädden anläggs utmed befintlig jordvall, i vassbältets västra del, se Figur 71. Området är sankt och vid behov kommer stabiliserande åtgärder att utföras för att möjliggöra körning och anläggandet av makadambädden. Makadamen förankras med en geoduk som läggs runt fyllningen. Vattnet som släpps på bädden är länshållningsvatten från Kolmårdstunneln. Under tunneldrivning i byggskedet släpps det bara på när fördröjningsdammen bräddar och då leds vattnet i en trycksatt ledning till makadambäddens norra ände där den täta bräddledningen övergår till fyra 100 meter långa spridarrör. När tunneldrivningen upphör senare i byggskedet, och kvävehalterna är tillräckligt låga, kommer länshållningsvatten från tunneln att ledas till makadambädden via fördröjningsdammen. Efter att behovet av spridning av vatten inte längre kvarstår tas makadambädden bort och marken återställs. Vidare beskrivning av återföring av vatten från Kolmårdstunneln finns i avsnitt 7.10.

Där makadambädden ska anläggas finns ett vassbälte som har högt naturvärde (N21-0125, figur 40). Naturvärdena i vassbältet är starkt kopplade till förekomsten av vass, samt mikrohabitat såsom sandblottor, vattenspeglar och blommande växter. Vassbälten är viktiga miljöer för fåglar som söker föda och häckar i vassar samt som lek- och uppväxtplats för olika fiskarter. Vassar är även viktiga områden för insekter som utgör föda för många fågelarter. Det västra området utgör en del av en större försumpad åkermark (N21-0083, figur 40). Hela den västra åkermarken är ett viktigt område för rastande fåglar och häckande våtmarksfåglar. Området hyser även fågelarterna sävsparv och rosenfink som är klassade som nära hotade (NT) på 2020 års rödlista.

Placeringen av makadambädden har anpassats så att den medför ett så litet intrång i de värdefulla naturmiljöerna som möjligt. Makadambädden kommer att ge en viss negativ effekt på naturvärdena på platsen där den anläggs. Dessa naturvärden bedöms dock kunna återhämta sig när makadambädden tas bort. För att undvika direkt påverkan på häckande fågel ska inga arbeten med makadambädden (anläggning och borttagning) påbörjas under tidsperioden 1 april till 31 juli, se avsnitt 7.9.3. Arbeten kan dock påbörjas om det kan konstateras av sakkunnig biolog (ornitolog) att inga fågelhäckningar sker i det område som kan påverkas av arbetena. Effekten på vass vid Norrviken (N21-0125) bedöms som *liten*.

Den tillfälliga makadambädden anläggs för att fördela länshållningsvatten längs med hela vassbältet och därmed undvika plymbildning i recipienten, vid eventuella utsläpp av länshållningsvatten från tunneln. Översilning över en längre yta ökar upptaget av kväve och bidrar till att minska negativa effekter i recipienten. Utsläpp av länshållningsvatten kommer bara att ske vid bräddning under tunneldrivning samt när kvävehalterna är tillräckligt låga efter att tunneldrivning upphör. Det gör att negativa effekter för växt- och djurliv begränsas. Känsliga livsstadier såsom fiskyngel och fiskrom kan påverkas av ammoniak, men då utsläppen är tillfälliga och endast sker under tre års tid, bedöms effekten för fiskbeståndet i Norrviken som *liten*. Ytterligare beskrivning av återföringen av vatten från Kolmårdstunneln hanteras i avsnitt 7.10.

Vid Norrvikens norra strand två tillståndsgivna vattenverksamheter (Id 33804 och 34395) som utgörs av två VA-ledningar. Dessa påverkas ej av vattenverksamheten men hänsyns kommer tas vid anläggande av ledningen till markbädden.

För att begränsa effekten under arbetet har förslag till skyddsåtgärder tagits fram i avsnitt 7.9.3.

7.9.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

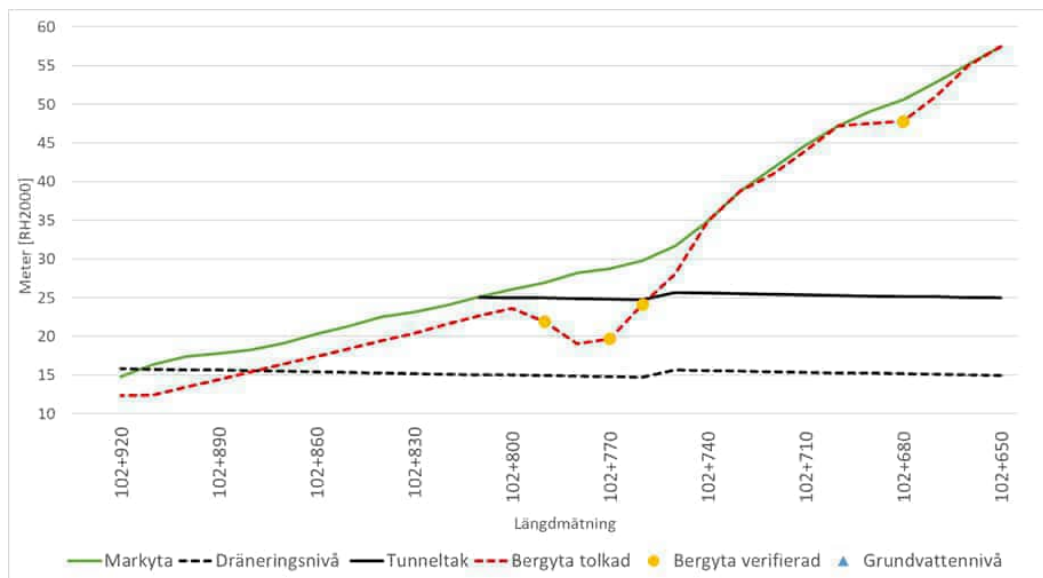
G102-001 Grundvattenbortledning km 102+720 – km 102+910

Bergtunneln övergår till betongtunnel vid km 102+720 och betongtunneln fortsätter fram till km 102+815. Järnvägen övergår från skärning till bank vid cirka km 102+910. Bergytan vid skärningen täcks av jord vilket gör att det blir en kombinerad jord- och bergskärning. Jorrdjupet uppgår som mest till cirka 9 meter. Permanent grundvattenbortledning krävs för att utföra tunnelpåslaget.

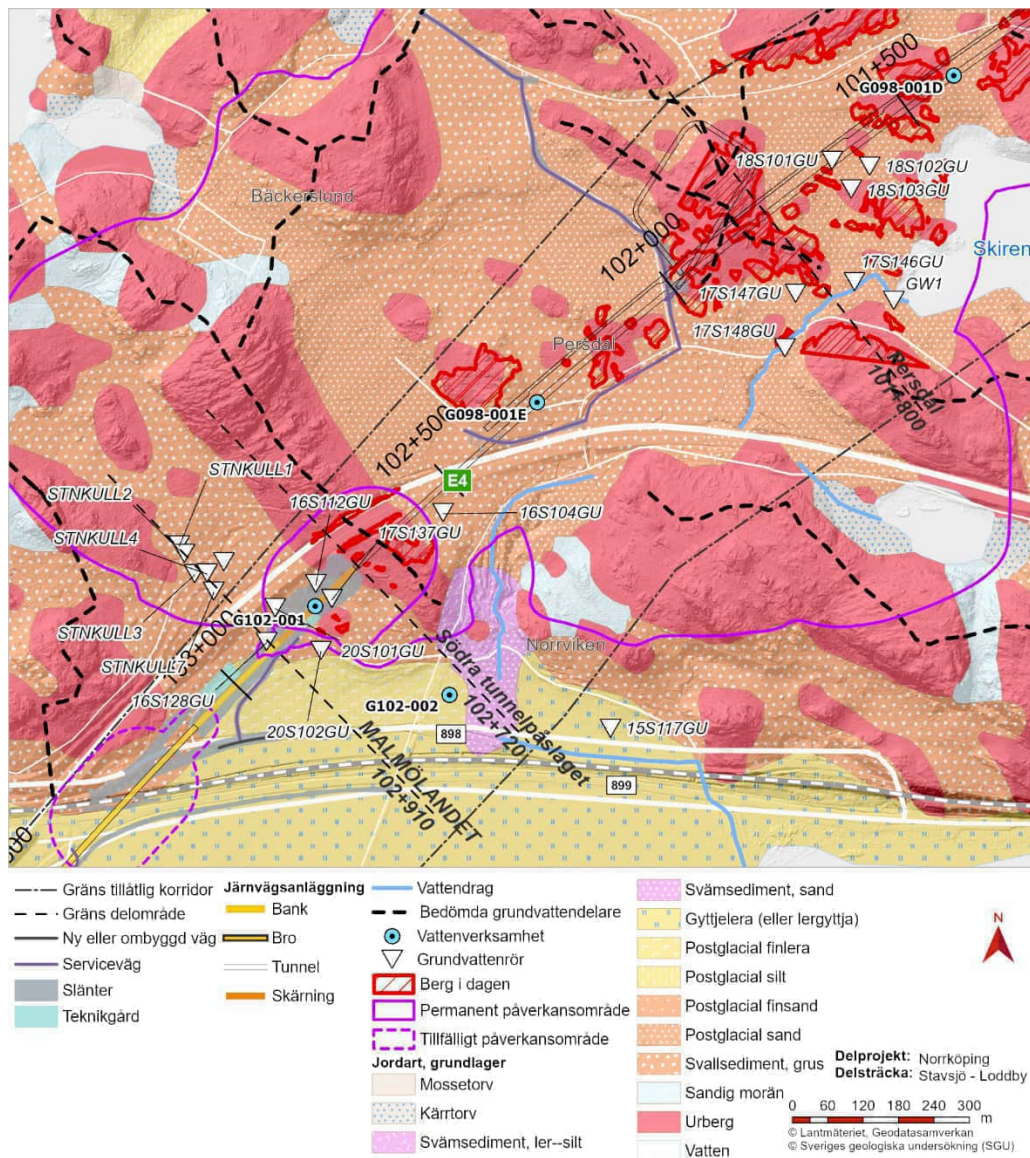
Tunnelpåslaget är placerat i utströmningsområde för grundvatten. Grundvattennivåerna bedöms vara marknära och kan även vara artesiska längst Bråvikenbranten. Vattnet kommer från nordväst, med en gradient som följer topografin. Då grundvattnets tryck ligger i marknivå kan stora vattenmängder väntas vid schaktning i dessa jordmassor, beroende på genomsläpplighetens storlek och utbredning. På grund av stora höjdskillnader inom magasinet sker påfyllnad till schakt med högt grundvattentryck.

Området är en del av inströmningsområde för undre grundvattenmagasin på Malmölandet.

Dräneringsnivån för tunnelpåslaget varierar mellan cirka +15 till +16 meter, se Figur 72. Grundvattenbortledning till dräneringsnivån kommer vara permanent och påverkan förväntas inte skilja sig mellan bygg- och driftskede. Grundvattennivån i berg bedöms vara hög och trycksänkningen i berg bedöms bli upp till cirka 25 till 30 meter. Jordlagren kommer att dräneras helt från grundvatten.



Figur 72. Profil över södra tunnelpåslaget (km 102+650 – km 102+920).



Figur 73. Påverkansområde grundvatten, G102-001, sträcka Södra tunnelpåslaget.

Påverkansområdet till följd av permanent grundvattensänkning under driftskedet för skärningen har beräknats med det konservativa antagandet att grundvattennivån är i nivå med markytan. Området sträcker sig då drygt 100 meter i sida från järnvägen. Detta område överlappas även av påverkansområdet från bergtunneln som medför att en påverkan bedöms kunna sträcka sig i sida cirka 200 meter (nära Norrviken) i sydöst och cirka 700 meter upp längs Bråvikenbranten i nordväst, se Figur 73. Skärning medför även en grundvattensänkning ett kort stycke längs järnvägen i sydvästlig riktning och påverkar därmed friktionsjorden i slänten ned mot Malmölandet.

Det totala påverkansområdet i jord, inklusive påverkan från tunneln, har konservativt beräknats få en relativt stor utsträckning uppströms (grundvattnets strömning), i nordvästlig riktning. Utbredning kan dock motverkas av den bedömt stora tillgången på grundvatten. På den östra sidan av tunnelpåslaget bedöms påverkan ske i det jordtäckte som finns längs Bråvikenbranten till beräknad gräns för påverkansområdet. Något permanent grundvattenmagasin bedöms inte finnas men tillrinningen från högre liggande grundvattenmagasin i nordvästlig riktning kommer att minska i och med

dränering till Ostlänken kommer att minska och grundvattennivåer kommer därmed att påverkas.

Inom påverkansområdet för sträckan finns två brunnar. Båda brunnar är bergborrade brunnar för enskild dricksvattenförsörjning, se Bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor* (lista med Brunns-Id finns i bilaga D.2.1-*Riskexponerade objekt*). Brunnarna kan påverkas av sänkta grundvattentryck i berg som kan medföra lägre grundvattennivåer i brunnar. Det kan medföra något mindre tillrinning och samt att utrustning fungerar sämre (på grund av större lyfthöjder med mera). Tryckförändringar någon meter kan uppstå i båda brunnarna men detta bedöms inte medföra någon märkbar effekt på funktionen.

Inom sträckan finns en bergbördad energibrunn. I läget för energibrunnen beräknas grundvattennivån inte sänkas. Det medför att ingen effekt på energibrunns funktion uppkommer.

Inom sträckan Södra tunnelspåret har inga naturvärdesobjekt identifierats som riskexponerade objekt med en *medel-hög* sannolikhet för torrare förhållanden, se bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*.

Inom påverkansområdet för G102-001 finns naturvärdesobjektet Förvildad park vid Stenkullen (N21-0075) med naturvärdesklass 3, se Figur 45. Områdets naturvärde utgörs av ett antal grova, ihåliga ekar som omges av tätt bestånd av yngre bok. Det finns även ett litet eutrofierat sluttningskärr. Området ingår i Norrköpings kommuns naturvårdsprogram. En del av området kommer att försvinna till följd av markanspråket för tunnelmynningen. Påverkan på de värdefulla träd som ska sparas har utretts inom PM Påverkan av grundvattensänkning på ekar. Slutsatsen var att ekarna som ska bevaras inte bedöms påverkas av grundvattensänkningen. Den begränsade omfattningen av grundvattenavsänkningen bedöms innebära att det krav på begränsad påverkan på naturmiljön inom riksintresse Bråvikens förkastningssystem enligt regeringens tillåtlighetsvillkor 2 uppfylls.

G102-002 Grundvattenbortledning km 102+750 – km 102+920

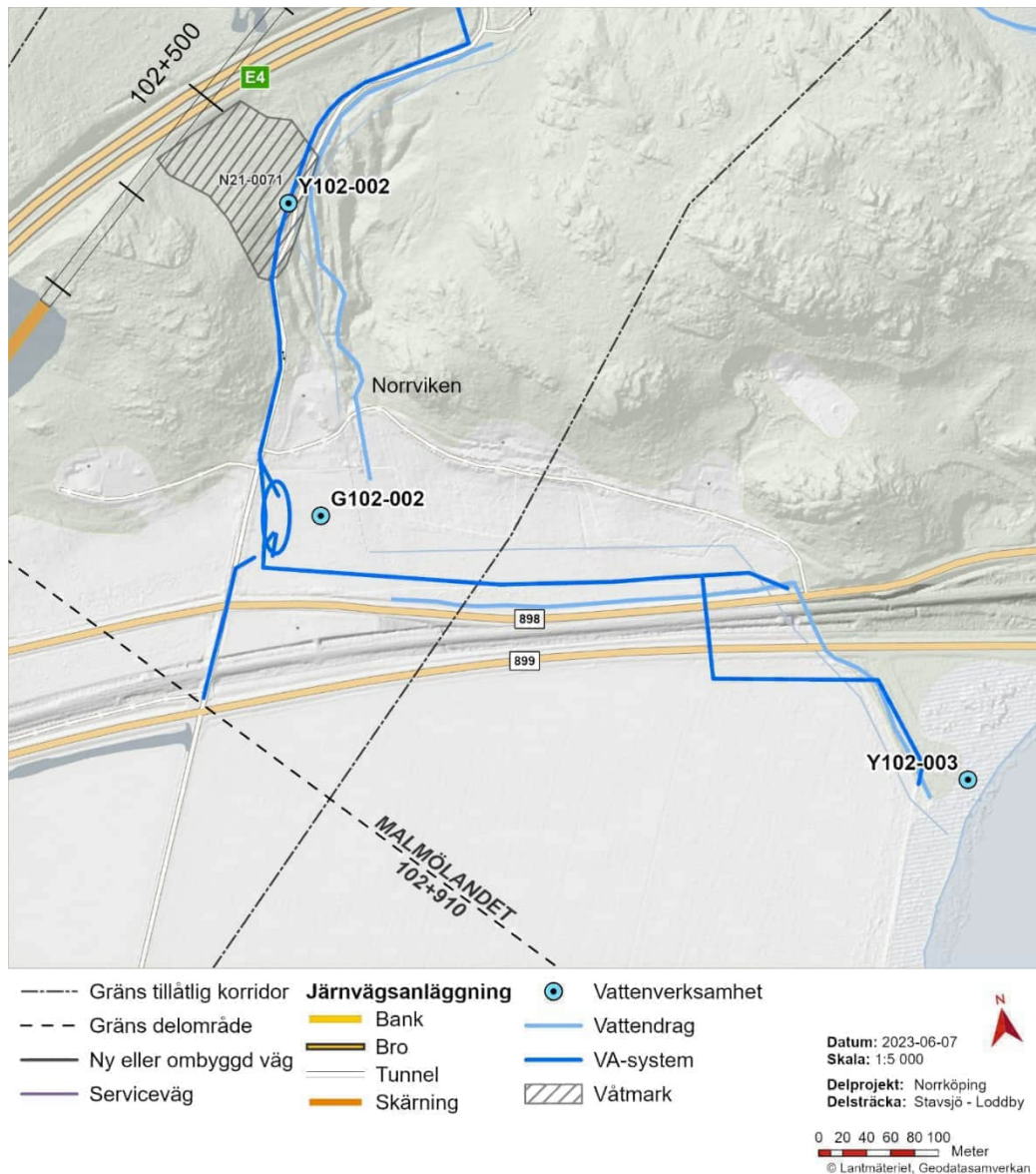
På åkermarken norr om Nyköpingsvägen planeras anläggandet av en fördröjningsdamm med tillhörande VA-ledningar för omhändertagande av länshållningsvatten från Kolmårdstunneln. Anläggande av dammen kan kräva temporär grundvattenbortledning.

Marken utgörs till största del av postglacial lera och sand inom området och marknivåerna faller från cirka +7,5 meter till +3 meter. Marken kring Nyköpingsvägen vidare i östlig riktning består av gyttejlera. Artesiskt grundvattentryck har konstaterats i undersökningar som gjorts i närområdet. I läge för östra delen av ledningen har grundvattennivåer från en meter under markytan till strax under markytan uppmätts.

VA-ledning mellan fördröjningsdamm till befintlig ledning till avloppsreningsverket (rakt söderut från fördröjningsdammen, se Figur 74) läggs cirka en och en halv meter under markytan. Och för detta krävs temporär grundvattenbortledning. Ledningsgraven ska ställvis tätas med bentonitblandad sand (strömningsavskärande barriärer).

VA-ledning mellan fördröjningsdamm och Norrviken brukas när fördröjningsdammen är full. Då bräddas länshållningsvattnet i ledning vidare i östlig riktning till Norrviken. Ledningen läggs cirka en och en halv meter under markytan. För detta krävs temporär grundvattenbortledning. Ledningsgraven ska ställvis tätas med bentonitblandad sand (strömningsavskärande barriärer).

Fördröjningsdammen föreslås byggas upp med vallar för att minimera schaktdjupet, men det kan inte uteslutas att åtgärder kan komma att behöva vidtas för att eliminera eventuell bottenuppträckning (på grund av höga grundvattennivåer). Det kan medföra en viss temporär trycksänkning i det undre grundvattenmagasinet. Detta tillfälliga påverkansområde beräknas kunna sträcka sig till 50 meter från dammen (beräknat från en enkel empirisk formel).



Figur 74. Fördröjningsdamm med tillhörande VA-ledningar.

Inga grundvattenberoende riskexponerade objekt finns inom det möjliga tillfälliga påverkansområdet för schakt av fördröjningsdammen.

Markområdet utgörs av jordbruksmark som ligger i träda. Det finns inga värdefulla eller grova träd i direkt anslutning till den yta där dammen är tänkt att placeras. Söder om den tänkta placeringen står två äldre flerstammiga sälgar och ett äldre fruktträd. Vid vägen som går upp mot bebyggelsen står en tvåstammig äldre ek och där vägen svänger höger står en flerstammig avenbok. I öster finns ett öppet dike, den nedre delen av vattendraget från sjön Skiren (N21-0115).

Under förutsättning att dammen anläggs så att förekommande grova träd inte påverkas, bedöms risken för negativ effekt med avseende på kända, lokala naturvärden bli liten. Anläggningen bedöms inte medföra några långsiktiga negativa konsekvenser avseende lokala naturvärden.

7.9.3. Skyddsåtgärder

- G102-002. Höga grundvattentryck förekommer i området, med risk för artesiska tryck, och beroende på lermäktighet kan åtgärder för att motverka hydraulisk bottenuppträckning krävas i schakter, som exempelvis korta schaktetapper, utläggning av mothållande fyllning eller temporär grundvattensänkning.
- Det länshållningsvatten (G102-001 och G102-002) som uppstår under byggskedet inkluderar inläckande grundvatten. Aktiviteter som sprängning och körning i området ger upphov till fina partiklar. Länshållningsvatten som pumpas från skärningar och schakter kan oftast släppas ut direkt på marken i tillfällig damm eller i befintliga diken på en lämplig plats inom arbetsområdet och tillåtas infiltrera i marken. Om länshållningsvattnet släpps ut i eller i anslutning till närliggande recipient kan rening i en vattenbehandlingsanläggning krävas för att sedimentera suspenderat material och avskilja eventuell olja.
- Anläggande av makadambädden (Y102-003) får inte utföras under perioden 1 april till 31 juli. Arbeten kan dock påbörjas om det kan konstateras av sakkunnig biolog (ornitolog) att inga fågelhäckningar sker i det område som kan påverkas av arbetena.

7.10. Vattenhantering Kolmårdstunneln

Detta kapitel beskriver vattenhantering från Kolmårdstunneln vilken är en följd av G098-001 grundvattenbortledning.

7.10.1. Förutsättningar

Inledning

Det grundvatten som behöver ledas bort från arbetsområdet inklusive tunneln under byggskedet kommer blandas med annat vatten och kallas sammantaget för länshållningsvatten. Länshållningsvatten kan bestå av nederbörd, dagvatten från omgivningen, dräneringsvatten och processvatten (vatten som tillförs och nyttjas i anläggningsarbetet).

Tunneldrivningen ger under byggskedet upphov till ett länshållningsvatten med höga halter av kväveföreningar som härstammar från sprängmedel. Länshållningsvattnet kommer därför i första hand ledas till kommunens avloppsreningsverk Slottshagen.

Upp till 5 % kan behövas bräddas till recipienten, Norrviken/Inre Bråviken. Bräddning bedöms som mest behöva pågå i cirka 1 vecka i sträck. För att begränsa mängden vatten som breddas kommer en fördröjningsdamm att anläggas (G102-002). Det bräddade vattnet kommer spridas ut via en makadambädden vid Norrvikens strand (Y102-003) varifrån vattnet rinner till recipienten. Vattenverksamheterna G102-002 och Y102-003 beskrivs i avsnitt 7.9- *Vattenverksamheter inom sträcka Södra tunnelpåslaget (km 102+720 – km 102+910)*. När tunneldrivningen är klar och halten totalkväve ligger under 10 mg/l kommer länshållningsvatten från tunneln att ledas till makadambädden intill Norrviken, och avledning till kommunens avloppsreningsverk Slottshagen kan

upphöra (avloppsreningsverket har utsläppsvillkor 10 mg/l totalkväve som årsmedelvärde).

Efter byggnationen kommer utflödet av vatten enbart bestå av inläckande grundvatten i Kolmårdstunneln. Dräneringsvattnet från tunneln kommer driftskedet släppas ut i Norrviken/Inre Bråviken, Rödmossebacken och Getåbacken (avsnitt 7.10.3).

Bedömning av efterlevnad av Miljökvalitetsnormer för vatten hanteras i PM *Miljökvalitetsnormer för vatten* och MKB.

Vattenhantering för tunneldrivning

Tunneldrivningen kommer utföras med en borra-/sprängmetod, vilken kräver mycket vatten för att kyla borrhägar. För att begränsa förbrukningen av kommunalt dricksvatten för kylningen planeras att recirkulation sker av produktionsvatten och grundvatten som läcker in i tunneln.

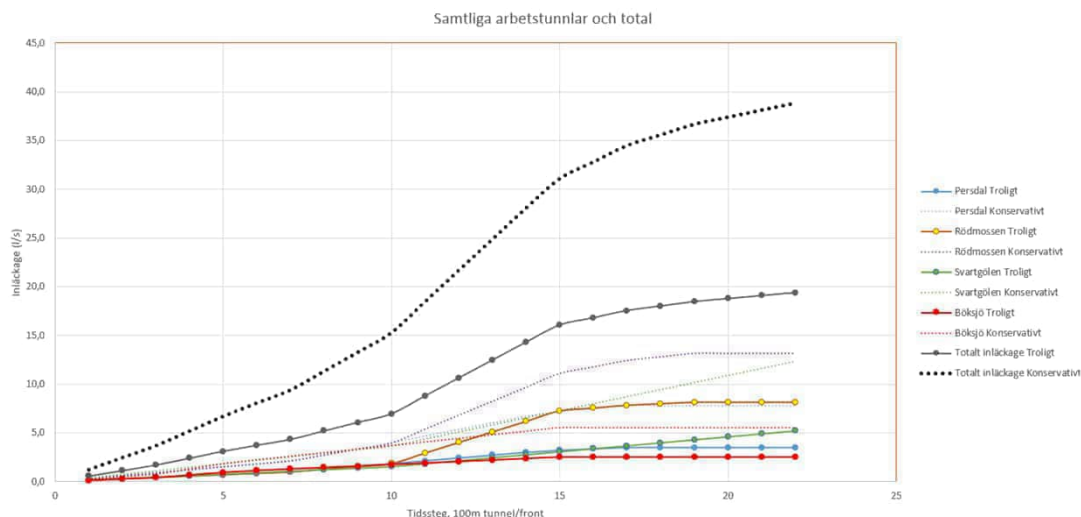
Anläggning för recirkulation föreslås placeras på produktionsytan vid respektive arbetstunnel. Omfattningen av recirkulationen beror dels på möjligheten att rena produktionsvattnet tillräckligt mycket så att det inte skadar utrustning och maskiner, dels på att höga kvävehalter kan utgöra en arbetsmiljörisk för de som arbetar med tunnelproduktionen.

Oavsett om länshållningsvattnet ska recirkuleras eller ledas bort kommer det genomgå rening i form av sedimentation av suspenderade ämnen och oljeavskiljning. Vid behov kommer pH att justeras.

Det länshållningsvatten som leds bort från respektive tunnelmynning leds i ledningar och ansluts till ett och samma självfallssystem som börjar vid arbetstunneln i Persdal och vidare till en fördröjningsdamm. Från fördröjningsdammen leds vattnet vidare till avloppsreningsverket Slottshagen, förutom i de fall då bräddning blir nödvändigt.

Flöden

Inläckaget och därmed flödet av länshållningsvattnet kommer öka i takt med att produktionstiden fortskrider, det vill säga ju mer berg som tas ut ur tunneln desto mer inläckage av grundvatten kommer att behöva pumpas bort från samtliga arbetstunnlar och tunnelpåslag. Flödena består av inläckage av grundvatten och produktionsvatten. Det totala medelinläckaget av grundvatten till tunneln beräknas uppgå till mellan cirka 19 liter/sekund (mest troligt värde) och cirka 39 liter/sekund (konservativt värde), se Figur 75. Maxflödet från tunneldrivningen (cirka 74 liter/sekund) kommer enbart uppnås en viss tid under dygnet om och när alla borrhägar är i gång samtidigt. Det totala flödet kan teoretiskt uppgå till cirka 110 liter/sekund i slutet av produktionstiden (produktionsvatten och inläckage). Ingen recirkulation av produktionsvattnet eller användning av inläckage har medtagits i beräkningen. Flödet kommer dock att vara lägre än detta; beroende på hur stor recirkulation av produktionsvatten är, storleken på inläckaget samt till vilken omfattning det används i produktionen.



Figur 75. Inläckage i tunnel. Diagram visar beräknat ackumulerat inläckage (y-axeln) vid byggande av tunnel, där inläckaget redovisas per 100 m tunnellängd (x-axeln).

Kvävebelastning

Kvävemängden i länshållningsvattnet från tunneldrivningen under byggskedet, som pågår i 3 år, beräknas variera inom intervallet 21–63 ton totalkväve. Om sprängmedlet används effektivt och spill begränsas så kan kvävemängden ligga inom den lägre delen av intervallet. Kvävemängden kan ligga inom den övre delen av intervallet om en större andel odetonerat sprängmedel följer med länshållningsvattnet från tunneln (på grund av en mindre effektiv användning, spill och om en stor andel av sprängstensmassorna spolas av i tunneln under drivningen).

Eftersom tunneldrivningen pågår under 3 år uppskattas mängden totalkväve i länshållningsvattnet vara 7–21 ton/år. Utöver de ovannämnda faktorerna som kan påverka kvävemängden kan även årsbelastningen variera, bland annat beroende på tidplanen för de olika tunnelfronterna.

Större andelen av länshållningsvattnet som uppstår under tunneldrivning avses ledas till avloppsreningsverket Slottshagen. Upp till 5 % kan behövas bräddas, det vill säga att det leds till makadambädden intill recipienten, Norrviken. Bräddning sker endast vid tillfällen, när länshållningsvattnet inte kan ledas till kommunens avloppsreningsverk Slottshagen. Utifrån beräkning av kvävemängden i länshållningsvattnet uppskattas kvävemängden som släpps till makadambädden och vidare till recipienten på grund av bräddning vara 0,4–6 ton/år.

Utsläpp av bräddat länshållningsvatten planeras ske innanför ett vassbälte längs med den nordvästra delen av Norrviken. Avskiljning av kväve i våtmarker kan variera kraftigt. Kväveupptag och avskiljning i vassbältet är beroende av säsongerna och är som störst under växtsäsongen, vilket huvudsakligen beror på mikrobiell aktivitet och, sedan, även på makrofytens produktivitet. Under vinter kan upptaget vara närmare noll. I detta fall förväntas kväveupptag och avskiljning även bero på vattenståndet i vassbältet. Vid ett lågt vattenstånd i Norrviken kan det bräddade länshållningsvattnet rinna genom delvis torra delar av vassbältet, vilket ökar uppehållstiden och bidrar till ett större upptag och avskiljning. Vid högt vattenstånd kan det bräddade länshållningsvattnet rinna snabbare genom vassbältet, vilket minskar uppehållstiden och kväveupptag och avskiljning. Förmodligen uppstår en viss minskning av kväve i vassbältet under växtsäsongen innan det bräddade länshållningsvattnet når recipienten. På grund av osäkerheterna beräknas inte denna minskning och är därför inte medtagen i

bedömningarna. För mer ingående information, se Bilaga D.3 *PM Miljökvalitetsnormer för vatten*.

Kvävehalter

Kvävehalter i länshållningsvatten har uppskattats utifrån Trafikverkets *Kolmårdstunneln – Kvävebelastning från länsvatten* (Hallberg 2022).

Kvävehalterna i länshållningsvatten är beroende av tunneldrivningens produktionscykel (borrning, laddning, sprängning och urlastning). Kvävehalterna kan variera beroende på hantering av sprängmedel och massor samt uppblandning av länshållningsvattnet från olika tunnelfronter. Därför har uppskattade kvävehalter utgått ifrån halter som har uppmätts i länshållningsvatten i tidigare tunnelprojekt.

Medelhalter av totalkväve uppskattades för olika tidsperioder under tunneldrivningen (Tabell 28). Halter av totalkväve i länshållningsvattnet varierade beroende på tunnelfrontens framdrift. Under exempelvis de första 40 veckorna varierade totalkvävehalterna från under 50 milligram/liter till över 300 milligram/liter (Hallberg 2022). Det antas att totalkvävehalterna som uppstår under drivningen av Kolmårdstunneln kommer att bli likvärdiga. Vidare antas det att kvävehalterna i länshållningsvattnet kommer att närma sig ett medelvärde eftersom länshållningsvatten från upp till sex olika tunnelfronter kommer att blandas ihop (det vill säga minimum halter kan bli något högre och maximum halter kan bli något lägre än det som uppmättes inom Botniabanan).

Tabell 28. Kvävehalter (medelvärde) under tunneldrivning enligt erfarenheter från Botniabanan (Hallberg 2022).

	0–40 veckor	41–90 veckor	91+ veckor	Avslutad sprängning
Medelhalt totalkväve (mg/l)	130	65	55	<20

Länshållningsvattnet innehåller olika kväveföreningar, huvudsakligen nitrat och ammonium. Fördelningen uppskattas vara 60 % nitrat och 40 % ammonium. I vatten råder ett jämviktsförhållande mellan ammonium (NH_4^+) och ammoniak (NH_3). Jämvikten förskjuts mot ammoniak vid högre pH och temperatur samt mot ammonium vid lägre pH och temperatur.

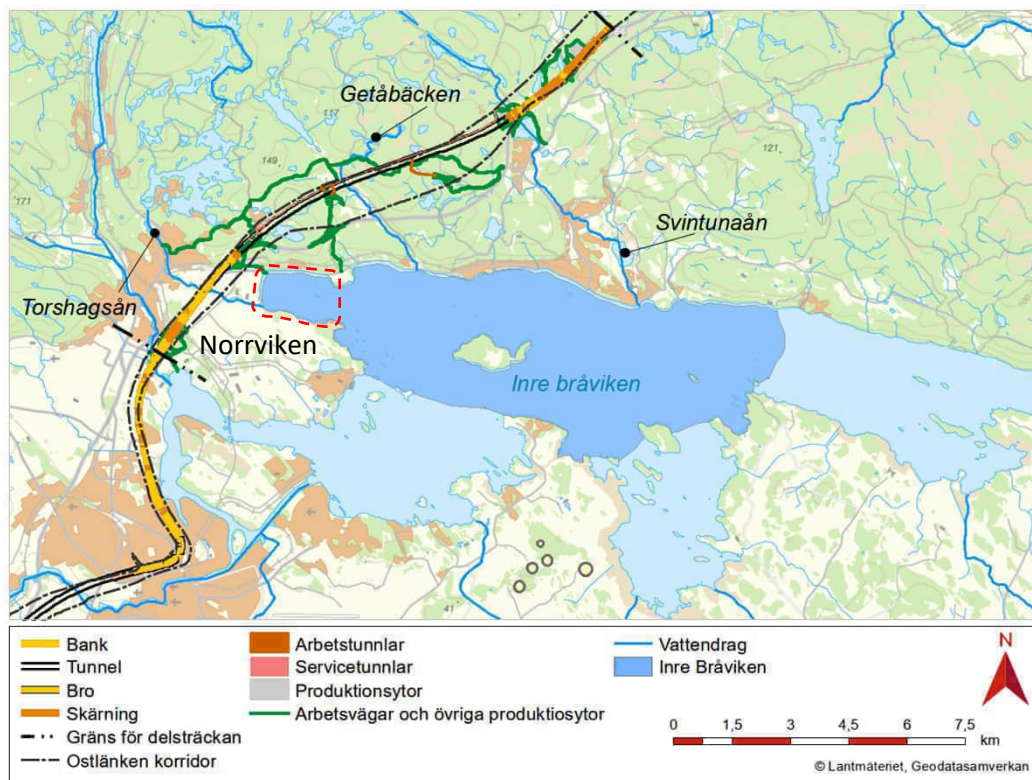
För vattenförekomster som omfattas av miljökvalitetsnormer för vatten är ammoniakkväve ett särskilt förorenande ämne. Ammoniakkvävehalten kan beräknas utifrån ammoniumhalt, pH och temperatur enligt beräkningsformler (HVMFS 2019:25). Klassgränser för god status för vattenförekomster som kategoriseras som kustvatten anges till 0,66 mikrogram/liter som årsmedelvärde och 5,7 mikrogram/liter som maximal tillåten koncentration (se Bilaga D.3 *PM Miljökvalitetsnormer för vatten*).

Eftersom ammoniak är ett särskilt förorenande ämne behöver halterna som kan uppstå i länshållningsvattnet uppskattas. Halten av ammoniumkväve i länshållningsvattnet uppskattas kunna vara ungefär 50 milligram/liter i snitt under de första 40 veckorna. Vid enstaka tillfällen under de första 40 veckorna kan det uppgå till över 100 mikrogram/liter. Länshållningsvattnet från tunneln har en temperatur som troligen är <10 °C och ett pH-värde som är högre än 8. Halten av ammoniakkväve minskas med en pH-justering vid respektive produktionsyta. pH kommer att justeras till 6,5–7, beroende

på behovet. Med antagandet att temperaturen är 10 °C och pH 6,5 uppskattas halten ammoniakkväve i länshållningsvattnet vara ungefär 29 mikrogram/liter enligt beräkningsformler (HVMFS 2019:25). Vid enstaka tillfällen kan det uppgå till över 59 mikrogram/liter. (Bilaga D.3 PM Miljökvalitetsnormer för vatten).

Recipient

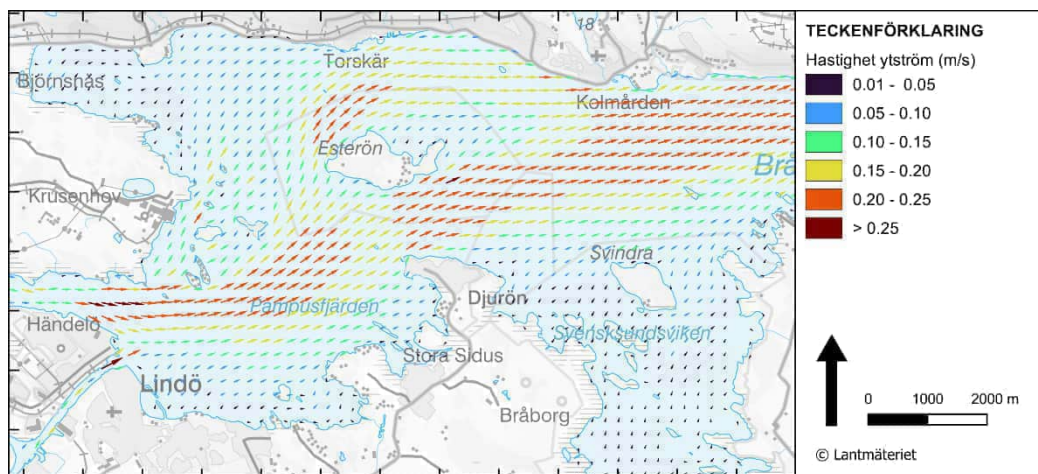
Norrviken är en relativt grund och instängd vik inom vattenförekomsten Inre Bråviken och motsvarar ungefär 5 % av Inre Bråvikens totala yta (38 kvadratkilometer), Figur 76.



Figur 76. Vattenförekomsten Inre Bråviken. Norrviken är inringat i rött. Notera att servicetunneln är justerad i sidled så att den kan urskiljas från Ostlänkens tunnel.

Vattenströmmarna i Norrviken är svagare än i övriga delar av Bråviken där ytströmmen av färskvatten från Motala Ström passerar (Figur 77). Inom Norrviken beror vattenströmmarna främst på flödet från Torshagsån som mynnar i Norrvikens sydvästra del, samt från bäcken från Skiren, som mynnar i Norrvikens nordvästra del.

Vid starka vindar kan det uppstå vinddrivna vattenströmmar som har en betydande påverkan på omsättningen i Norrviken. Det är även möjligt att Norrviken ibland tar emot en del av en djup returström av saltare vatten från Bråvikens östra delar. Returströmmen av saltvatten inom Bråviken kompensera för utflödet som sker med ytströmmen från Motala Ström. Både vinddrivna vattenströmmar och returströmmen bedöms ha en relativt svag effekt på Norrviken.



Figur 77. Modellerad ytström (m/s) i de inre delarna av Bråviken. Ögonblicksbild under simuleringsperioden. De röda pilarna visar den starkaste strömmen.

På grund av ovanstående förutsättningar jämförs belastningen från Ostlänken (vid utsläpp av länshållningsvatten) med befintlig kvävebelastning från landområden och vattendrag kring Norrviken. Kvävebelastningen från landområden och vattendrag till Norrviken uppskattas vara ungefär 9 ton/år idag (avrundat från Tabell 29). Flygfoto från 2021 (Figur 78) visar på en algblomning inom Norrviken, vilket tyder på att viken redan idag har problem på grund av övergödning.

Tabell 29. Kvävebelastning till Norrviken idag från vattendrag och angränsande landområden (utifrån SMHI:s Analys- och scenarioverktyg för övergödning i sötvatten).

Vattendrag/landyta	Kvävebelastning (ton/år)
Torshagsån	6,2
Bäcken från Skiren	0,4
Land mellan Torshagsån och bäcken från Skiren	0,8
Land norr om Norrviken (cirka 1/2 belastningen)	0,5
Land söder om Norrviken (cirka 5/6 belastningen)	1,0
<i>Total</i>	8,9



Figur 78. Flygfoto över Norrviken år 2021. En tydlig algblomning inom Norrviken är inringat i rött. Det går inte att utesluta tillväxt och/eller spridning av alger utanför markerat område. Fotots skärpa, ljusstyrka och kontrast är justerat för att förbättra synlighet. © Lantmäteriet, Geodatasamverkan.

7.10.2. Effekt av utsläpp av länshållningsvatten vid bräddning

Totalkväve

Kvävebelastning från länshållningsvattnet som kan nå Norrviken efter bräddning uppskattas vara 0,4–6 ton/år. Kvävebelastning från projektet uppstår även på grund av lakvatten från sprängstensmassor som ligger på upplag och från sprängstensmassor som används i anläggningen. Kvävebelastningen från lakvattnet har uppskattats i PM miljö kvalitetsnormer för vatten (Sweco 2022b) utifrån kvävemängderna som har beräknats i PM kvävemängder i sprängstensmassor och länshållningsvatten (Sweco 2022a).

Lakvatten från sprängstensmassor kan nå Norrviken via Torshagsån och via en bäck från sjön Skiren. Denna kvävebelastning uppskattas vara som mest 0,8 ton totalkväve under första året. Efter första året antas denna belastning minska snabbt. Kväve som transporteras i lakvattnet från sprängstensmassorna i upplag och i anläggningen är beroende av hur kvävet från sprängmedlet fördelas under tunneldrivningen. Det går därför inte att summera kvävemängden i länshållningsvattnet med det som bedöms uppstå i lakvattnet. Sammanfattningsvis, om kvävebelastningen i länshållningsvattnet ligger i den övre delen av intervallet, 0,4–6 ton/år totalkväve, blir belastningen från sprängstensmassorna i upplag och anläggningen lägre och vice versa.

Norrviken har en hög tillförsel av kväve idag och är en relativt instängd och grund vik, vilket gör det till ett gynnsamt område för tillväxt av växtplankton. Den ökade risken för algblomning på grund av Ostlänken i byggskedet går inte att precisera då det är flera

faktorer som påverkar växtplanktons tillväxt. Näringsämnen är en begränsande faktor, vilket gör att växtplanktons tillväxt generellt ökar när näringsämnena ökar. I kustvatten är det oftast kväve som är den mest begränsade faktorn medan fosfor är andra begränsade faktorn enligt Redfield ratio (förhållandet mellan kol, kväve och fosfor: 106:16:1). Då det tillförs kväve till viken kan fosfor bli begränsande. Enligt SGU (2020) finns det höga halter av fosfor i sediment i Bråviken, inklusive inom Norrviken. Fosfor kan frigöras från sediment under syrefria förhållanden. Detta kan öka risken för algbloomning eller förstärka en pågående algbloomning.

Jämfört med den uppskattade belastningen av totalkväve till Norrviken idag, 9 ton/år, bedöms en belastning som ligger i den lägre delen av intervallet (0,4–6 ton/år) innebära en liten risk för övergödning i Norrviken. Till exempel kan varaktigheten av algbloomningar som kan uppstå redan idag förlängas något. Denna påverkan bedöms endast uppstå under byggskedet. Efter detta kommer kvävebelastningen minska snabbt och de rådande förutsättningarna i Norrviken kommer att bli samma som idag.

En belastning i den övre delen av intervallet (0,4–6 ton/år) bedöms innebära en hög risk för övergödning i Norrviken. I detta fall blir ökningen i belastningen nästan lika stor som befintlig belastning (9 ton/år). Detta är en betydande belastning som kan påverka förutsättningen för algbloomning. Exempelvis kan varaktigheten, frekvensen, intensiteten och omfattningen av algbloomning öka. Utöver detta, och beroende på hur mycket kväve som stannar kvar i Norrviken, kan det uppstå en mer långsiktig effekt. Om syrefria förhållanden uppstår mer regelbundet kan fosfor som finns i sedimenten SGU (2020) frigöras och bidra till en internbelastning inom Norrviken. Möjligen kan detta pågå flera år efter byggskedet.

Både den projekterade lösningen och en effektiv användning av sprängmedel kan minska kvävebelastningen till Norrviken, så att det hålls inom den lägre delen av intervallet (0,4–6 ton/år). Den projekterade fördröjningsdammen kommer minska behovet av bräddning till cirka 5 % av volymen länshållningsvatten, vilket motsvarar en kvävebelastning av 0,4 ton/år. Makadambädden bidrar till att minska belastningen till recipienten genom att sprida ut länshållningsvattnet längs med vassbältet, vilket gynnar ett naturligt upptag av kväve (som nämndes tidigare har effekten av denna åtgärd inte beräknats eftersom det är svårt att uppskatta). Utöver detta bör en effektiv användning av sprängmedel främjas så att andelen odetonerat sprängmedel och spill begränsas. Detta kan uppnås genom att ställa krav på entreprenören. En effektiv användning av sprängmedel kommer att utredas i den fortsatta projekteringen av Trafikverket med stöd från ett forskningsprojekt.

Ammoniakkväve

Utifrån totalkvävehalterna som redovisas i avsnittet ovan uppskattas halter av ammoniakkväve i länshållningsvattnet till ungefär 29 µg/l (vid pH 6,5, temperatur 10 °C) under de första 40 veckorna. På grund av variationer i totalkvävehalterna kan det vid enstaka tillfällen uppgå till över 59 µg/l (vid pH 6,5, temperatur 10 °C).

Länshållningsvatten från flera tunnelfronter blandas och leds till en fördröjningsdamm. Detta kommer att jämma ut halterna, vilket minskar risken för tillfälligt höga halter av ammoniakkväve (upp till 59 mikrogram/liter). Utöver detta kommer bräddning till makdambädden och spridning av länshållningsvattnet genom vassbältet gynna nitrifikation av ammoniumkväve under växtsäsongen samt vid lågt vattenstånd innan länshållningsvattnet når Norrviken. Det är möjligt att bräddning som sker under vintertid eller vid högt vattenstånd innebär att halter av ammoniakkväve kan överskrida gränsvärdena tillfälligt i vattnet närmast makdambädden och vassbältet i inre delen av

Norrviken. Effekten av detta bedöms vara liten och lokal eftersom bräddning pågår som mest under en vecka och det kommer att ske en utspädning i Norrviken.

Sammanfattningsvis, bedöms det vara en låg risk för plymbildning av vatten med ammoniakhalter som överskrider gränsvärdena inom de innersta delarna av Norrviken. Det bedöms därför inte uppstå konsekvenser för Norrvikens miljövärden, huvudsakligen mynningen av Torshagsån som är viktigt för fiskvandring. Vidare bedöms att det inte uppstår en otillåten försämring av miljö kvalitetsnormerna för vattenförekomsten Inre Bråviken (Bilaga D.3 *PM Miljö kvalitetsnormer för vatten*).

Naturvärden

Avledning av länshållningsvatten kommer att påverka naturvärden i vatten och på land. Störst bedöms påverkan bli vid platsen för fördröjningsdammen och vid platsen för makadambädden se avsnitt 7.9 - *Vattenverksamheter inom sträcka Södra tunnelpåslaget (km 102+720 – km 102+910)*.

7.10.3. Vattenhantering efter avslutad sprängning

När tunneldrivningen med sprängningsarbeten upphör kommer halter av kväve i länshållningsvattnet från tunnlarna att gradvis minska. Tidigare erfarenheter har visat att halten av totalkväve i länshållningsvatten från tunneldrivning kan minska till under 20 mg/l ett par veckor efter avslutat sprängningsarbete och kan minska ytterligare till under 10 mg/l efter en till två månader. Hur snabbt kvävehalterna klingar av efter att tunneldrivningen avslutas beror på många faktorer och är svårt att uppskatta. Bland annat beror det på en effektiv användning av sprängmedel, som minskar andelen spill, men även hur snabbt kvävet lakar ur sprängstensmassor som används i anläggningen i tunneln.

När halten totalkväve i länshållningsvattnet från tunnlarna ligger under 10 mg/l bedöms det att större delen kan ledas till makadambädden intill Norrviken (se avsnitt 7.8.1) samt även till Getåbäcken och Rödmossebacken (se avsnitt 7.5.1), och avledning till Slottshagens avloppsreningsverk kan upphöra. Avloppsreningsverket har utsläppsvillkor 10 mg/l totalkväve som årsmedelvärde vilket innebär att det är olämpligt att leda vatten med kvävehalter under 10 mg/l till reningsverket.

Vid detta läge uppskattas flödet av länshållningsvatten till Norrviken vara cirka 4-10 l/s, beroende på återföringen av vatten till Getåbäckens avrinningsområde som uppskattas vara cirka 9-15 l/s (det totala inläckaget till hela tunneln beräknas vara 19 l/s). Om det antas att totalkvävehalten i länshållningsvattnet ligger nära 10 mg/l under en längre period och flödet av länshållningsvatten är 4-10 l/s blir belastningen av totalkväve till makadambädden cirka 1–3 ton/år. Mängden kväve som når Norrviken kommer att minska ytterligare i det breda vassbältet, mellan makadambädden och Norrviken, under växstsäsongen. Efter cirka ett år förväntas halterna av totalkväve i länshållningsvatten ha sjunkit betydligt och belastningen till Norrviken ligga närmare dagens nivåer.

Vidare kan det konstateras att om inläckaget till tunneln är större än förväntat kommer kvävet från tunneln att laka ut snabbare, vilket också innebär att kvävehalterna i länshållningsvattnet kommer att minska snabbare efter avslutat sprängningsarbete. Om inläckaget till tunneln är stort kommer en större andel av den totala mängden kväve att ledas till avloppsreningsverket (eftersom kvävehalten kommer att fortsätta minska snabbt efter att det sjunker under 10 mg/l). Om inläckaget till tunneln är däremot lägre kommer kvävet i tunnlarna att laka ut långsammare, vilket innebär att kvävehalterna i länshållningsvattnet minskar långsammare (d.v.s. efter att kvävehalten sjunker till under 10 mg/l kommer det att minska långsamt). Dessa omständigheter innebär en

långsammare spridning av kvävet till vassbältet, vilket gynnar upptag i växter samt, sedan, andra processer i Norrviken. Oavsett hur snabbt kvävehalterna sjunker bedöms det att belastningen till Norrviken blir acceptabel under förutsättning att länshållvattnet har kvävehalter under 10 mg/l. Kvävebelastningen i skedet efter avslutad sprängning, 1-3 ton/år, kan jämföras mot den uppskattade kvävebelastningen till Norrviken i dag, cirka 9 ton/år. Denna belastning i likhet med den som uppstår vid bräddning bedöms leda till en liten effekt se avsnitt 7.10.2.

Även pH kan vara något förhöjd på grund av betonggjutning inom tunneln. Detta kommer också att gradvis minska efter avslutad betonggjutning inom tunneln. Risk för påverkan på grund av förhöjda pH-värden bedöms vara ett mindre problem så länge fördröjningsdammen, makadambädden och vassbältet är kvar, som tar emot dränvattnet innan det når Norrvikens öppna vatten. På sikt bedöms pH inte vara problematisk då det närmar sig värdet i recipienten.

Sammanfattningsvis, beroende på kvävehalten och flödet av dränvatten från tunneln, bedöms det kunna ledas till Norrviken strax efter att tunneldrivningen är klar. Halter och flöde kan följas upp efter avslutad tunneldrivning för att kunna bedöma när dränvattnet kan släppas ut i Norrviken.

7.10.4. Vattenhantering i driftskedet

Efter byggnationen kommer utflödet av vatten enbart bestå av inläckande grundvatten i Kolmårdstunneln. Samtliga dräneringsledningar följer järnvägens geometri ner mot lågpunkten där det avleds mot tunnelns brandvattenmagasin. Därifrån pumpas grundvattnet upp i servicetunneln upp mot tunnelmynningen i Persdal och leds vidare söderut i samma ledning som under byggskedet. Vattnet kommer dock inte att ledas till den fördröjningsdamm och makadambädd som användes under byggskedet utan ledningen förlängs cirka 80 meter i östlig riktning förbi byggskedets passage under väg och järnväg och ansluts till befintlig stentrumma under väg och järnväg.

Förutom avledning till Norrviken kommer även inläckande vatten i tunneln under driftskedet att återledas till Getåbäcken och Rödmossebäcken.

Rening av dräneringsvattnet i driftskedet bedöms inte behövas.

7.10.5. Skyddsåtgärder

- Rutiner bör tas fram för att minska andelen odetonerat sprängmedel och spill vid sprängningsarbetet samt minska andelen kväve som transporteras i länshållningsvattnet. På så sätt kan konsekvenserna och riskerna av utsläppet begränsas till att vara liten i omfattning för recipienten, Norrviken.
- Uppföljning av kvävehalter och flöde efter avslutad tunneldrivning för att kunna bedöma när dräneringsvattnet från tunneln kan släppas ut i Norrviken.

8 Påverkan och effekt av vattenverksamheter inom delområdet Malmölandet – Loddby (km 102+910 – km 106+000)

8.1. Översikt

Delområdet Malmölandet-Loddby (km 102+910 – km 106+000) följer parallellt med E4 och kan delas upp i en landskapsbro, bropassage över Torshagsån samt en djup skärning för Ostlänken där även broar för Kardonbanan och Krusenhofsvägen ska byggas. Anläggande av brostöd och skärningen medför bortledning av grundvatten. Befintlig infrastruktur och dess avvattningsanläggningar återfinns i de norra och södra delarna av sträckan. I den norra delen av sträckan passerar väg 898 Nyköpingsvägen, Nyköpingsbanan och väg 899 Strandvägen under E4. Vid km 104+050 skär Torshagsån E4. Runt km 105+300 – km 105+500 möts Stambanan och Kardonbanan, där de passerar över E4. Mestadels av delområdet består av åkermark.

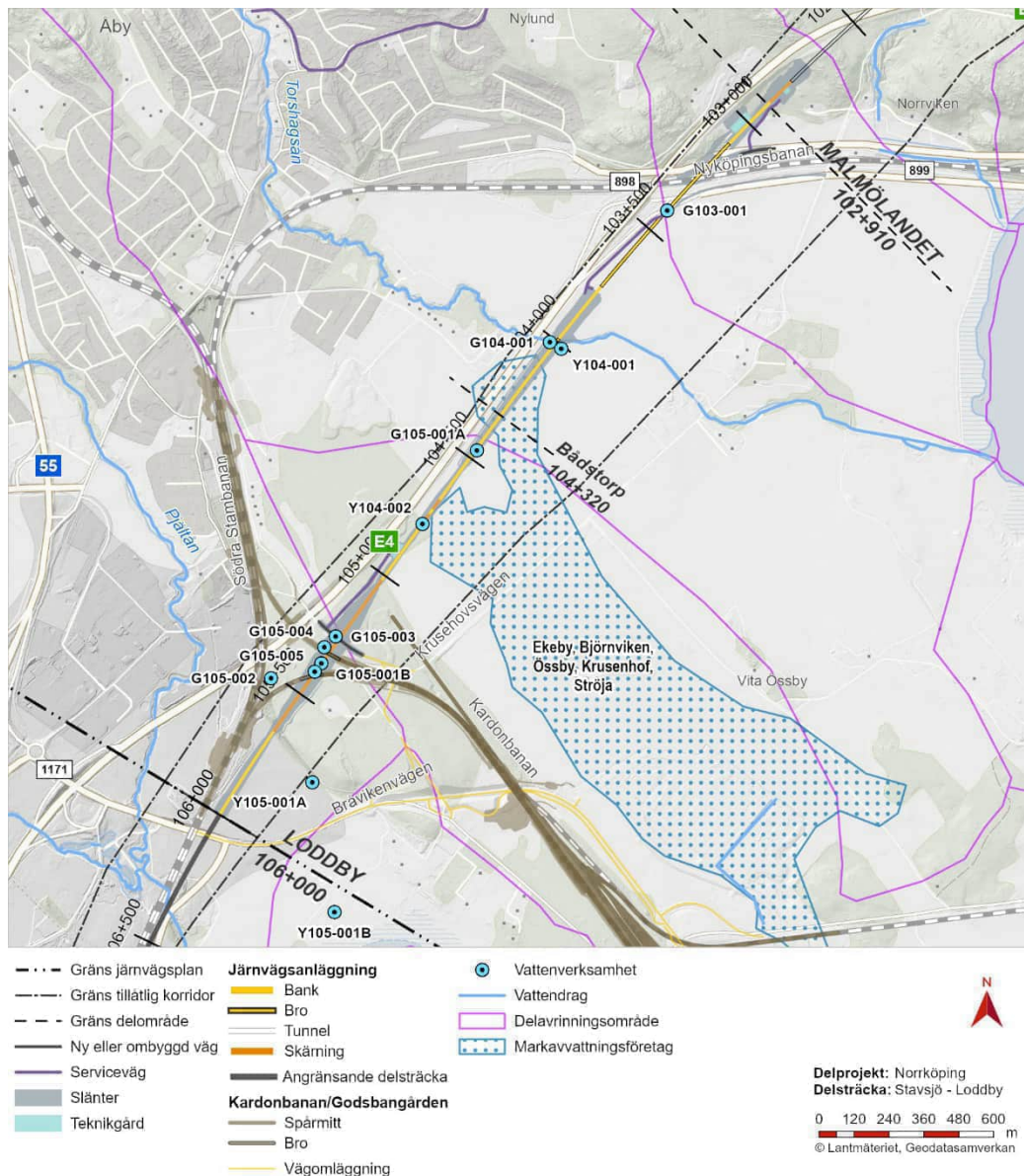
En översikt av delområdets topografi, avrinningsområden samt översiktlig placering av vattenverksamheter visas i Figur 79. Varje vattenverksamhet benämns med ett unikt Id bestående av en inledande bokstav; Y= ytvatten och G = grundvatten, följt av km-tal och numrering. Numreringen sker utifrån placering enligt banans längdmätning från norr till söder. Vattenverksamheterna beskrivs mer ingående i avsnitten 8.3 och 8.4.

Malmölande-Bådstorp

1. Y104-001 Arbete i vattenområde km 103+990 – km 104+020
2. G103-001 Grundvattenbortledning, km 103+100 – km 103+800
3. G104-001 Grundvattenbortledning km 103+990

Bådstorp-Loddby

4. Y104-002 Arbete i vattenområde km 104+780 – km 105+030
5. Y105-001 (A, B) Arbete i vattenområde km 105+670 – km 106 + 200
6. G105-001 (A, B) Grundvattenbortledning km 104+330 – km 105+700
7. G105-002 Infiltrationsanläggning km 105+550 – km 105+660
8. G105-003 Grundvattenbortledning km 105+270
9. G105-004 Grundvattenbortledning km 105+330
10. G105-005 Grundvattenbortledning km 105+420



Figur 79. Vattenverksamheter inom delområde Malmölandet- Loddbý. Delavrinningsområden enligt SMHI:s Vattenweb samt markavvattningsföretag visas också.

8.2. Områdesbeskrivning

I detta kapitel med underrubriker beskrivs de olika topografiska förutsättningarna och markanvändningen för delområdet Malmölandet – Loddbý. För att ge en bättre bild av sträckans yt- och grundvattenförhållande beskrivs mark och vattenförhållanden. Riskexponerade objekt som berörs av järnvägen beskrivs detaljerat samt redovisas i kartor.

8.2.1. Topografi och markanvändning

Sträckan kan delas in i två huvudområden och börjar strax söder om tunnelmynningen Bråvikenbranten. Här utgörs landskapet av skog. Vid km 103+300 övergår skogen till övervägande åkermark som fortsätter förbi sträckans slut vid km 106 + 000. Jordbruksmarken korsas av Torshagsån, Kardonbanan och ett antal vägar. Närområdet består främst av befintlig infrastruktur i form av väg och järnväg, omgiven av skogsmark och viss bebyggelse. I söder går anläggningen genom en moränrygg som höjer sig 20

meter över omgivande odlingslandskap. Utöver åkermark är E4 ett tydligt inslag genom hela sträckan. I områdets södra ände ligger en skogbeklädd moränhöjd som löper från nordväst till sydost.

8.2.2. Mark- och vattenförhållanden

Beskrivningen av mark- och vattenförhållanden är uppdelat på ytvatten och naturvärden respektive grundvatten och geologi.

Ytvatten och naturvärden

Området är präglad av avvattningsanläggningar och dagvattenanläggningar tillhörande jordbruket, mindre vägar samt E4 och de järnvägar som återfinns inom sträckan.

Torshagsån (N21-0116) har naturvärdesklass 2 och utgör en egen vattenförekomst (SE650455-152241). Ån är 5 km lång och rinner från Nedre Glottern i västostlig riktning ut i Norrviken, i inre Bråviken. Vattenmiljön karaktäriseras av lugnflytande till svagt strömmande vatten med silt och findetritus som dominerande bottenmaterial. Där Ostlänken passerar är vattendragets medelbredd mellan 2,5 och 3,5 meter och medeldjupet omkring två decimeter. Vattendragets naturvärden är främst kopplade till den förhållandevis naturliga och variationsrika vattenmiljön och bäckens värdefulla fiskfauna. Här finns till exempel den rödlistade fisken lake, en kustvandrande öringstam samt flodnejonöga.

Torshagsån omges av en, för vattendragets ekologi, värdefull ravinbildning som är cirka 20 meter i bredd. Den kringliggande miljön har naturvärdesklass 3 och den omgivande lövrika skogen är viktig för vattenmiljön. Merparten präglas av relativt sparsamt skuggade förhållanden, men välskuggade sträckor finns på flera håll, främst inom de övre delarna. Dessa träd är viktiga för skuggning och för att motverka erosion. Knutna till vattenmiljön finns utter och fladdermöss.

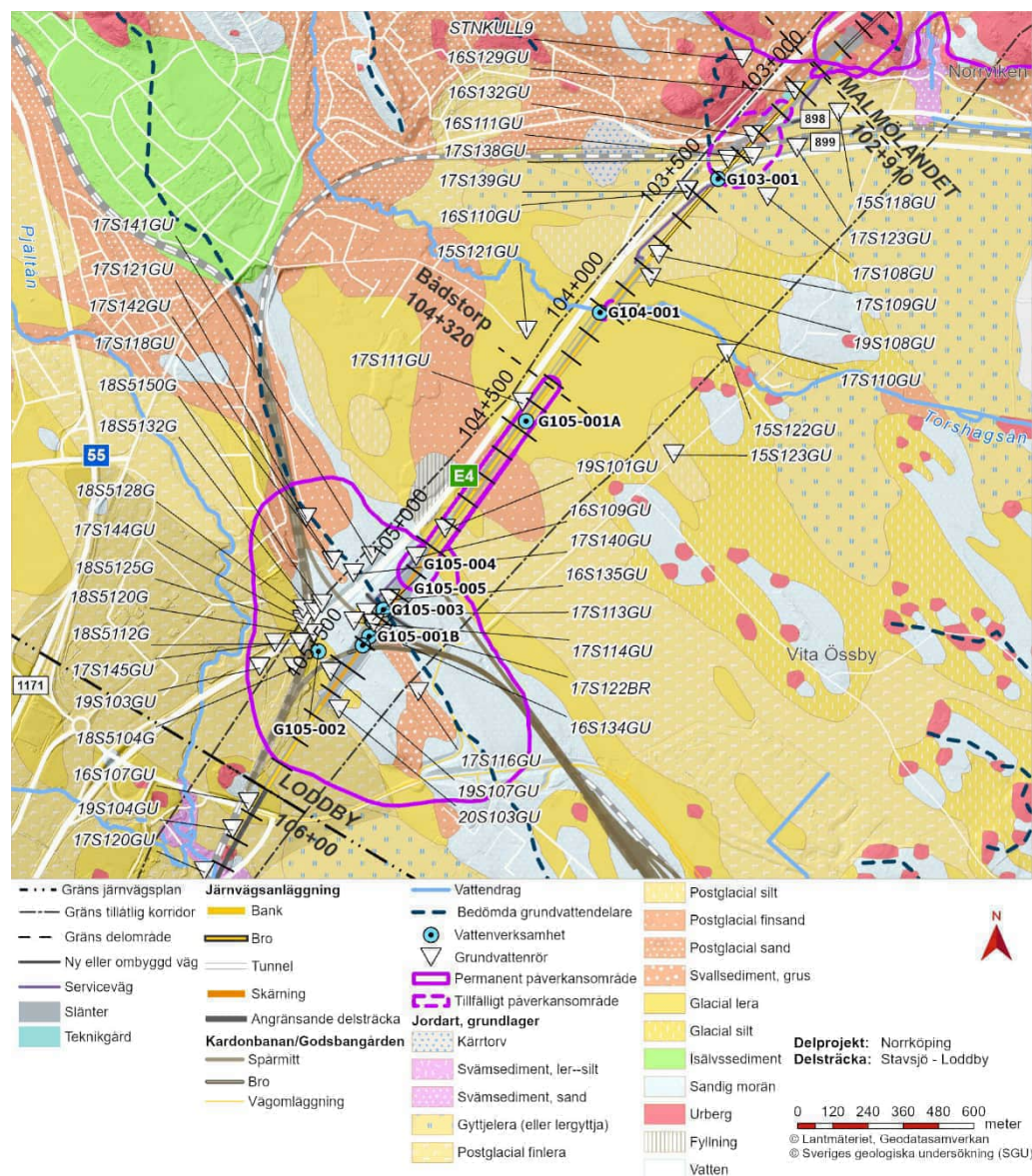
Grundvatten och Geologi

Delsträckan tar vid i sista delen av Bråvikenbrantens sluttning. Marken utgörs vid branten av finkorniga sediment ovan morän på berg, vilket visas i Figur 80. Jordlagren övergår sedan till djupa leror ovan en morän som står i kontakt med brantens sandjordar ute i slättlandskapet. Området Malmölandet har ett jorddjup upp till som mest cirka 24 meter. I södra delen av slättlandskapet består ytan av relativt mäktiga lerjordar som underlagras av morän. Lerans mäktighet varierar mellan 5 och 13 meter och är som mäktigast vid km 103+500 till km 103+650. Grundvattentrycket i moränen är nära eller enstaka meter från markytan. I lågt belägna delar i en i övrigt skarp topografi kan artesiska grundvattennivåer förekomma. Det kan även finnas artesiska grundvattennivåer i grundvattenmagasin under lerlager på Malmölandet. Det finns 67 installerade grundvattenrör i området för hela delsträckan, som visas i Tabell 7.

Området Bådstorp utgörs av en större moränrygg som sträcker sig i nordvästlig-sydöstlig riktning med utströmningsområde vid strandkanten till Bråviken. Det finns två moränlager i moränryggen. Finjordshalten är hög i båda moränlagren. Ytmoränen har en mäktighet av cirka 15 meter och består av en siltig sandmorän. Bottenmoränen har en mäktighet av cirka 10 till 14 meter och består av en extremt fast lagrad siltig sandmorän. Formationen är en del av vad som antas vara en eller två ändmoräner, där homogeniteten och vattenförande förmågorna ökar mot nordväst. Jorddjupet i området kring spårlinjen i Bådstorp varierar mellan 25 och 30 meter enligt sonderingar.

Grundvattennivån är jämn längs ryggen, samt har fluktuationer som årsvis understiger 2 meter. I spårlinjen är högsta grundvattennivån centralt i skärningsprofilen. Maximal uppmätt grundvattenyta i undre morän är +16,5, cirka 10 meter under markytan.

Markytans övergång mellan morän och lera bildar en marknära grundvattennivå där trycknivåerna periodvis innebär viss utströmning. Formationens grundvattenbildning sker främst där morän och sandlager återfinns. Grundvattnet strömmar ut i Lindöfjärden längs med strandkanten i Loddbyviken, i formationens sydöstra ände.



Figur 80. Grundvattenkarta och översikt över grundvattenrör inom delområde Malmölandet – Loddby.

Tabell 30. Grundvattennivåmätningar på delområde Malmölandet- Loddby.

Grundvatten-rör Id	Läge ungefärlig (km)	Mätperiod	Markyta (nivå)	GV-max-nivå	GV-min-nivå	GV-medel-nivå
16S132GU	103+150 V20	nov 2016-maj 2018	10,86	9,22	8,41	8,77
17S123GU	103+160 V130	jun 2019-mar 2023	5,98	8,00	7,88	7,99
16S111GU	103+290 V40	nov 2016-aug 2018	7,78	8,73	7,85	8,62
17S138GU	103+330 H20	aug-2018	8,68	8,64	8,64	8,64
17S108GU	103+400 V180	mar 2018-mar 2023	6,09	6,82	6,72	6,76
16S110GU	103+500 H50	nov 2016-aug 2017	7,49	7,68	6,62	7,40
17S139GU	103+500 H60	dec 2017-aug 2018	7,69	8,95	8,95	8,95
17S109GU	103+740 V20	mar 2018-mar 2023	7,45	8,08	6,55	7,30
19S108GU	103+830 V50	jun 2019-okt 2020	7,16	7,15	5,09	6,00
19S108GU	103+830 V50	jun 2019-okt 2020	7,16	7,15	5,09	6,00
15S122GU	103+900 V410	mar 2016-mar 2023	5,38	5,29	3,25	4,59
17S110GU	103+960 V60	mar 2018-mar 2023	5,97	6,32	3,25	5,16
15S123GU	104+200 V480	mar 2016-aug 2020	9,45	8,61	5,76	7,38
15S121GU	104+220 H170	mar 2016-mar 2017	8,70	7,86	5,85	7,06
17S111GU	104+420 H40	jun 2019-mar 2023	7,85	7,32	3,93	6,44
19S101GU	104+920	jun 2016-mar 2023	8,92	9,01	5,14	7,89
16S109GU	105+070 H30	nov 2016-mar 2023	14,05	14,93	11,55	13,84
17S141GU	105+130 H130	mar 2018-mar 2023	23,12	15,60	14,88	15,24
17S121GU	105+200 H410	jun 2017-maj 2020	18,60	16,81	14,16	15,16
16S135GU	105+230 H20	nov 2016-mar 2023	25,64	16,54	15,48	15,89
17S140GU	105+240 H170	maj 2020-mar 2023	4,79	3,35	2,23	2,76
17S118GU	105+260 H250	jun 2017-jan 2018	22,07	21,80	16,86	20,01
17S142GU	105+260 H250	mar 2018-nov 2019	22,26	18,16	10,81	14,99
17S215GU	105+270	mar 2019-mar 2023	7,82	7,22	5,69	6,52
17S113GU	105+310 H50	apr 2017-jun 2017	24,28	15,94	15,72	15,83
17S122BR	105+350 H10	jun-2017	25,08	15,91	15,91	15,91

Grundvatten-rör Id	Läge ungefärlig (km)	Mätperiod	Markyta (nivå)	GV-max-nivå	GV-min-nivå	GV-medel-nivå
16S134GU	105+350 V30	nov 2016-okt 2020	25,93	15,40	14,08	14,61
17S114GU	105+370 H70	jun 2017-aug 2019	24,03	18,56	12,40	15,52
18S5150G	105+400 H230	feb 2019-jul 2021	18,20	14,76	14,15	14,49
18S5149G	105+420 H80	feb 2019-aug 2019	20,80	16,90	11,98	16,12
18S5132G	105+430 H220	feb 2019-jul 2021	15,50	13,25	10,03	12,81
17S116GU	105+430 V250	maj 2017-feb 2023	26,80	16,40	15,37	15,84
18S5148G	105+440 H90	feb 2019-aug 2019	18,80	15,38	14,40	14,74
17S149GU	105+440 V250	mar 2018-aug 2019	11,68	8,57	8,17	8,36
16S133GU	105+460 V10	jun 2017-mar 2023	21,49	15,52	14,83	15,02
18S5128G	105+470 H250	feb 2019-aug 2019	12,80	12,87	12,20	12,37
17S144GU	105+480 H220	mar 2018-aug 2019	12,82	11,89	10,39	10,95
18S5120GU	105+480 H90	feb 2019-feb 2020	13,70	12,04	11,28	11,70
18S5125G	105+490 H210	feb 2019-aug 2019	12,50	12,13	11,98	12,06
19S107GU	105+550 H40	jun 2016-mar 2023	15,06	12,22	11,06	11,57
17S145GU	105+600 H250	mar 2018-mar 2023	7,81	8,18	6,52	7,20
18S5112G	105+610 H210	feb 2019-feb 2020	11,40	8,51	8,09	8,30
18S5104G	105+680 H160	feb 2019-jul 2019	7,90	7,45	6,85	7,16
20S103GU	105+680 V100	feb 2021-mar 2023	14,16	15,63	6,03	7,91
19S103GU	105+700 H250	jun 2019-mar 2023	7,07	8,20	6,10	6,66
16S107GU	106+070	maj 2016-jan 2023	5,83	6,22	3,56	4,22
19S104GU	106+180 H30	jun 2019-mar 2023	4,48	3,06	1,91	2,38
19S104GU	106+180 H30	jun 2019-mar 2023	4,48	3,06	1,91	2,38
17S120GU	106+350 H40	maj 2020-mar 2023	4,79	3,35	2,23	2,76
17S120GU	106+350 H50	maj 2020-mar 2023	4,79	3,35	2,23	2,76
19S105GU	106+545 H20	jun 2019-mar 2023	5,27	4,55	3,19	3,69

8.2.3. Miljöintressen, allmänna och enskilda intressen

I detta avsnitt presenteras de riskexponerade objekt som identifierats inom delområdet Malmölandet – Loddby.

Riskexponerade objekt är de objekt som är bärare av egenskaper kopplade till miljöintressen samt allmänna och enskilda intressen fördelat på kategorierna av yt- och grundvattenberoende objekt som presenterats i kap 4 *Resultat*. De riskexponerade objekt som berörs av vattenverksamheterna på sträckan är vattenanläggningar, naturvärden, dricksvattenförsörjning och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning.

På sträckan finns totalt 17 byggnader inom påverkansområde grundvatten. Samtliga av dessa är bedömda att ha *ej känslig grundläggning*. Längs med sträckan finns trafikplats Björnsnäs (E4 och väg 899), Nyköpingsvägen samt järnvägarna Nyköpingsbanan och Södra stambanan som delvis passerar sättningskänsliga jordar. Dessutom finns två områden med VA-ledningar, ett vid Norra Malmölandet och ett vid Bådstorp.

Inom delsträckan finns sex brunnar inom påverkansområdet, bestående av fyra grävda dricksvattenbrunnar och två energibrunnar. Samtliga sex brunnar finns norr om E4 vid Bådstorp.

På sträckan finns två naturvärdesobjekt med värden kopplade till ytvatten och grundvatten. I avsnitt 8.2.2 finns en förteckning av samtliga naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamheter på sträckan. De visas i Figur 81 och Figur 82.

Riskexponerade naturvärdesobjekt som riskerar att påverkas av grundvattenbortledningen har identifierats i bilaga Riskexponerade objekt. För de naturvärdesobjekt som där bedöms ha *medel* till *hög* sannolikhet för torrare förhållanden, eller har högt naturvärde, redovisas bedömd påverkan och effekt i respektive avsnitt nedan.

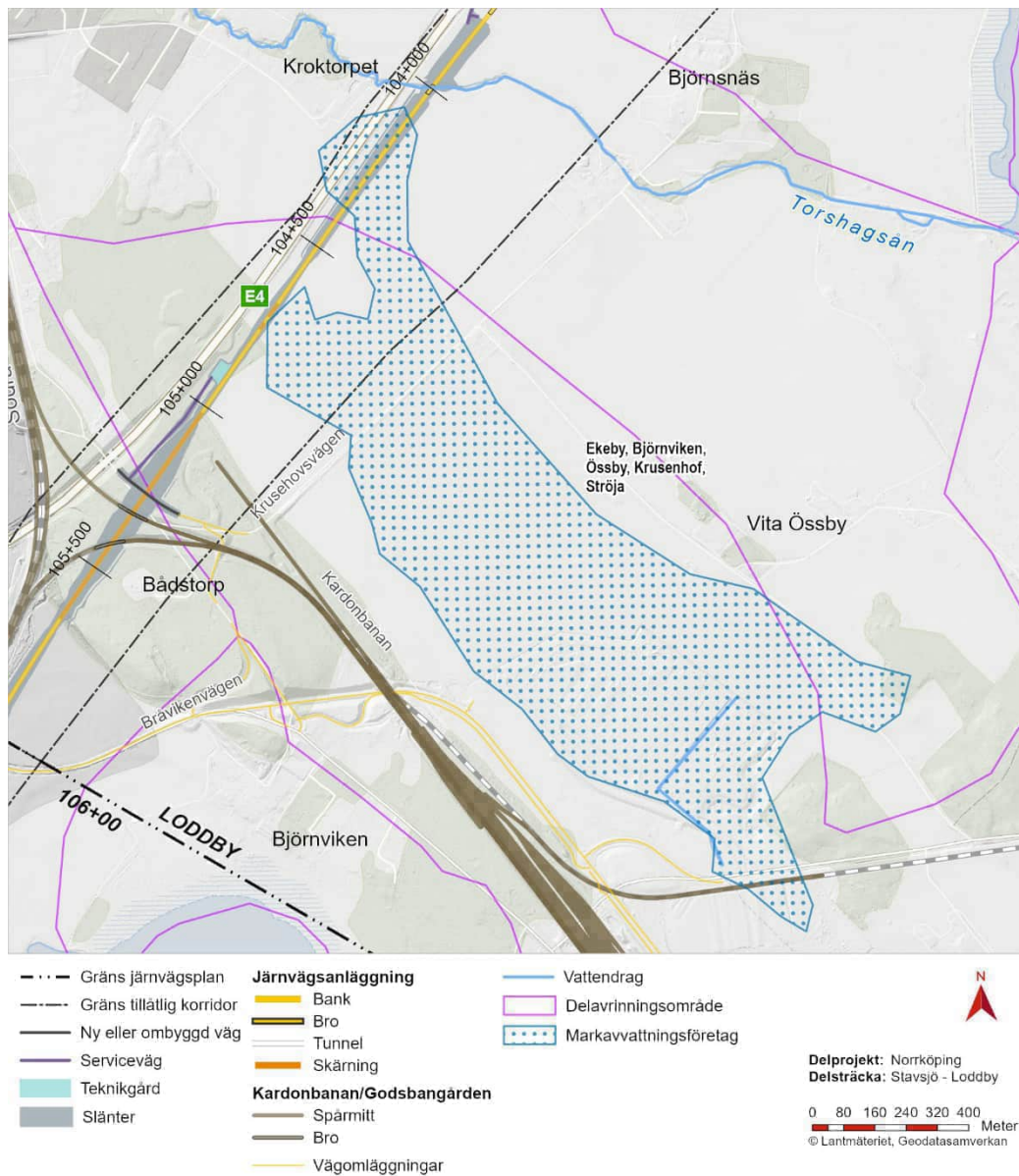
Inom sträckan finns ett markavvattningsföretag, se Figur 83.



Figur 81. Riskexponerade objekt inom sträcka Malmölandet- Bådstorp. Av ortofotot kan utläsas att järnvägen på sträckan passerar genom ett område med jordbruksmark.



Figur 82. Riskexponerade objekt inom sträcka Bådstorp - Loddby. Av ortofotot kan utläsas att järnvägen på sträckan passerar genom ett område med jordbruksmark och ett litet skogsområde.



Figur 83. Markavvattningsföretaget Ekeby, Björnviken, Össby, Krusenhof, Ströja som finns inom delområdet.

8.3. Vattenverksamheter inom sträcka Malmölandet – Bådstorp (km 102+910 – km 104+320)

Inom sträcka Malmölandet- Bådstorp går järnvägen på bank fram till en längre landskapsbro som utförs mellan km 103+096 - km 103+788. Från landskapsbrons södra landfäste och söderut går järnvägen på bank fram till Torshagsån, där järnvägen passerar på bro. Bron över Torshagsån planeras mellan km 103+993 och km 104+014 och medför flera vattenverksamheter. Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna naturvärden och anläggning med grundvattenberoende grundläggning.

Järnvägen korsar två delavrinningsområden (se Figur 79) med sydlig avrinning till Norrviken, i Inre Bråviken. Torshagsån delavrinningsområde börjar cirka km 103+405 och slutar vid km 104+450. Torshagsån, som har sin källa i Nedre Glottern, rinner igenom Åby och korsar delavrinningsområdet för att mynna ut i Norrviken. Landskapet utgörs av en relativt platt topografi och angränsande höjdområde i norr.

Markavvattningsföretaget *Ekeby, Björnviken, Össby, Krusenhof, Ströja* passerar på inom delområdet men behandlas inte närmare utan hanteras i särskild ordning, då kommunen initierat en parallell omprövningsprocess, se avsnitt 4.2.

Delsträckans vattenverksamheter redovisas i Tabell 31 och i Figur 84, samt mer utförligt i bilaga C Teknisk *Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Tabell 31. Vattenverksamheter inom sträcka Malmölandet- Bådstorp.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y104-001	km 103+990- km 104+020	Arbete i vattenområde	Anläggande av järnvägsbro över Torshagsån. Omgrävning av vattendraget. Anpassning av dagvattenutlopp.
G103-001	Km 103+100- km 103+800	Grundvattenbortledning	Temporär grundvattenbortledning vid gjutning av flera brostöd för landskapsbro.
G104-001	km 103+990 – km 104+020	Grundvattenbortledning	Schakt i lera vid brostöd som kräver temporär bortledning av grundvatten för att arbeta i torrhet.



Figur 84. Vattenverksamheter inom sträcka Malmölandet- Bådstorp.

8.3.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y104-001 Arbete i vattenområde km 103+910 – km 104+020

Vid km 103+910 – km 104+020 passerar Ostlänken Torshagsån på bro. För att minska påverkan på bankens stabilitet och bronns bredd kommer Torshagsån att ledas om i en vinkelrät dragning under bron. Bäckfåran kommer att förses med ett erosionsskydd under bron. Uppströms och nedströms Ostlänken kommer Torshagsån att grävas om för att återställa vattendraget till en mer naturlig dragning. Omgrävningen börjar nedströms rörbron under E4, cirka 30 meter uppströms spårlinjen och utförs i torrhet så nära befintlig åfåra som möjligt. När den nya åfåran är färdigställd kommer den gamla åfåran fyllas igen. Vid påkoppling kommer grumling att uppstå. För att begränsa påverkan på fisk kommer arbetet begränsas till två veckor under juli-augusti som är den minst känsliga perioden för fiskfaunan i bäcken. Två dagvattenutlopp sker till Torshagsån på åns norra och södra sida. Anslutningarna utförs med ett erosionsskydd som läggs ut på åns slänter. En mindre schakt utförs i slänt ovan vattenytan, för att anpassa erosionsskyddet till utloppen och omgivande mark.

Den nya åfåran kommer att omges av svämplan med en naturliknande översvämningssfrekvens, det vill säga att svämplanen som omger åfåran översvämmas med ungefär samma intervall som i opåverkade vattendrag. Större delen av åfåran utformas som ett lugnflytande vattendrag med finkornigt bottenmaterial. Nedströms järnvägsbron kommer en fallsträcka att anläggas med ett grövre bottenmaterial. Inom fallsträckans översta del anläggs en bestämmande sektion utformad på ett naturliknande och erosionssäkert sätt och med bottennivån cirka 0,3 meter över nuvarande botten. Denna bestämmande sektion kommer resultera i en dämmande effekt i Torshagsån. Beräkningar och en modellering har utförts för en tidigare utformning där den bestämmande sektionen skulle ha anlagts direkt nedströms trumman under E4 och ned till järnvägsbron. Denna utformning skulle vid ett 50-årsflöde innebära en höjning av vattennivån direkt uppströms E4 med 0,1–0,3 meter. Längre uppströms, på en sträcka av cirka 380 m, höjs vattennivån 0–0,1 m. Den tidigare utformningen bedömdes inte medföra någon negativ effekt på tillståndsgivna verksamheter uppströms. Den nya utformningen innebär att den bestämmande sektionen placeras längre nedströms vilket medför en än mindre effekt på de tillståndsgivna verksamheterna. Varför det aktuella utförandet inte heller bedöms utgöra en risk.

Tabell 32. Naturvärden påverkade av arbete i vattenområde inom sträcka Malmölandet- Bådstorp.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdes-objekt	Naturvärdes-klass	Status
Y104-001	Torshagsån (N21-0116)	2	Grävs om och restaureras
Y104-001	Strandskogar kring Torshagsån (N21-0085)	3	Grävs om och restaureras

Objektet är Torshagsån som har naturvärdesklass 3. Torshagsån har också naturvärden som inte är direkt kopplade till grundvattnet. Loddbyviken (N22-6136) har naturvärdesklass 3. Strandzonen är inte inventerad.

På delsträckan finns också två diken (N21-0902 och N21-0903) som omfattas av det generella biotopskyddet. Dessa har dock inga identifierade värden.

Torshagsån (N21-0116) har naturvärdesklass 2, vars naturvärden är främst kopplade till den förhållandevis naturliga och variationsrika vattenmiljön och bäckens värdefulla fiskfauna. Juli-augusti är den minst känsliga tidsperioden för vattendragets mest skyddsvärda fiskarter (öring, lake och nejönöga). Vid grumling finns risken att suspenderat material avsätts nedströms, där det finns lekbottnar. Anslutningen till den befintliga åfåran, som kan medföra grumling, ska ske under en avgränsad period, högst 2 veckor under månaderna juli-augusti. De negativa effekter som uppstår till följd av grumling bedöms som tillfälliga och effekten av den nyskapade åsträckan med svämplan bedöms som positivt för vattendragets naturmiljövärden. Brons utförande kommer medföra att små till medelstora däggdjur kommer kunna passera på båda sidor om vattendraget vid medelvattenflöden.

Den bestämmande sektionen kommer för flöden större än 50-års flöde innebära en dämmande effekt som medför ett högre vattenstånd i Torshagsån. Den nya dragningen av ån kommer utföras med ett svämplan vilket kommer ha en dämpande effekt vid höga

flöden och därtill inte heller utgöra en risk för negativ påverkan på uppströms liggande verksamheter. Effekten från den dimensionerande sektionen bedöms som liten.

Effekten från vattenverksamheten bedöms bli *liten positiv* då restaureringen av vattendraget kommer att bidra till ökade naturvärden i och kring Torshagsån. Svämplanet kommer också bidra till en ökad fastläggning av fosfor vilket i sin tur har en, om än mycket liten, positiv effekt på övergödningssituation i recipienten.

För att undvika en ökad föroreningshalt, minskade naturvärden och grumling har förslag på skyddsåtgärder tagits fram i 8.3.3.

8.3.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

G103-001 Grundvattenbortledning, km 103+100 – km 103+800

Järnvägen kommer att passera norra Malmölandet på en landskapsbro och gå över bland annat väg 898, Nyköpingsbanan, väg 899 samt en serviceväg. Bron föreslås utföras med totalt 16 brostöd.

Området kring landskapsbron utgörs mestadels av jordbruksmark. Naturligt lagrade sediment bestående av 1 till 1,5 meter torrskorpelera överlagrar lera med silt- och sandskikt. Lerans mäktighet varierar mellan 5 meter och 13 meter och är störst vid km 103+500 till km 103+650. Leran överlagrar grövre sediment, silt och finsand, med varierande mäktighet. Sedimenten underlagras av ett tunt lager friktionsjord vars mäktighet varierar mellan 1 meter och 1,7 meter. Vid km 103+725 minskar jordens mäktighet markant från cirka 25 meter till 13 meter, se Figur 85.

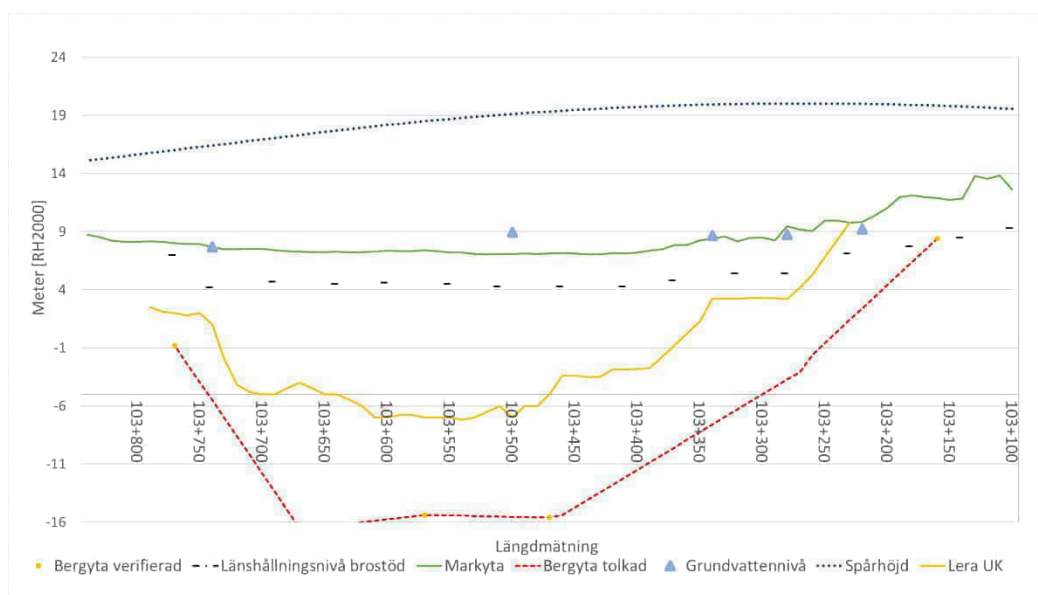
Artesiska grundvattentrycknivåer har uppmätts till cirka 1,5 meter över befintlig markyta i undre magasin, dock inte rakt under projekterad järnväg utan cirka 200 meter öster om km 103+150. I järnvägens läge har trycknivåerna i undre magasin uppmätts kring markytan vid km 103+300. Trycknivån upprätthålls fram till cirka km 103+700 där trycket uppmätts till cirka +6 meter, vilket motsvarar cirka 2 meter under markytan. Vid cirka 103+500 har en geoteknisk undersökning genomförts där grundvattenläckage har uppstått i efterhand i undersökningspunkten. Utläcket av grundvatten indikerar att det förekommer artesisika trycknivåer på platsen.

Brostöd som anläggs norr om cirka km 103+250 kommer vara belägna på en plats där jordens översta lager utgörs av sandig morän och det inte finns någon lera att skifta ur. Anläggningen av stöden blir således relativt ytlig och medför därför endast en liten och temporär grundvattenbortledning.

Marken vid de nästföljande stöden består av lera, vilken kan behöva skiftas ur vid anläggningen alternativt grundläggas genom spetsburna pålar. Detta innebär att den djupaste grundläggningen, som tillika ger den största avsänkningen, kommer att utföras vid stöd placerade mellan cirka km 103+250 – km 103+350. Vid anläggning av dessa stöd sker en temporär grundvattenbortledning till cirka 4 meter under marknivå. Urskiftningen av leran kan medföra en mindre permanent grundvattensänkning på upp till 1 m, med en lokal utbredning.

Brostöd söder om cirka km 103+350 är mestadels placerade i djup lera. Dessa stöd kommer grundläggas på pålar och medför normalt inte en grundvattenbortledning. Omkring km 103+750 är leran inte lika mäktig och hänsyn behöver därför tas till risk för

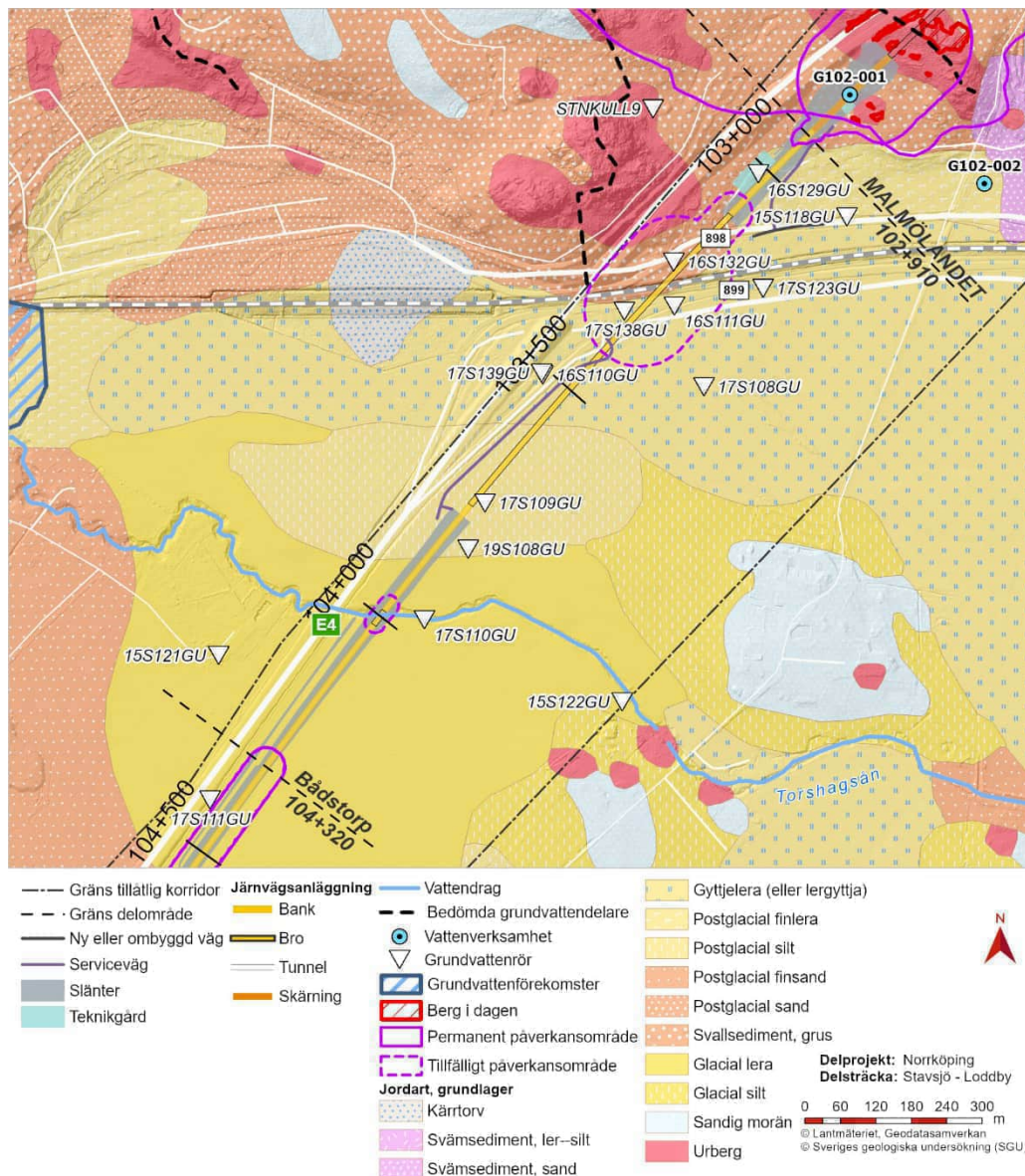
bottenuppträckning vid anläggandet av brostöd. Det medför också en temporär grundvattenbortledning.



Figur 85. Profil över landskapsbron mellan km 103+100 – km 103+800. Observera att profilen enbart visar ett förslag på placering av brostöd med tillhörande länshållningsnivåer.

Den tillfälliga avsänkningen vid stöden mellan cirka km 103+100 – km 103+350 förväntas som mest bli mellan 3–4 meter. Avsänkningen bedöms pågå under någon månad per brostöd. Efter km 103+350 förväntas vanligen ingen grundvattenbortledning krävas för brostöden då lerdjupet kräver andra stödkonstruktioner än utskiftning. För anläggning av brostöd vid km 103+750 kan temporär grundvattenbortledning dock krävas, som exempelvis sänkning av grundvattentrycket under leran med blödarrör för att undvika bottenuppträckning av schaktbotten.

Påverkansområdet för den temporära grundvattenbortledningen har beräknats som punktschakter och sammanfogats till ett gemensamt område, se Figur 86. Beräkningsmetod och underlag presenteras i Bilaga D.2 *Beräkningar*.



Figur 86. Påverkansområde grundvatten, G103-001, sträcka Malmölandet-Bådstorp.

Området har en radie på 90 meter. Riskexponerade objekt på sträckan visas i Figur 86 och bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*. Inom det beräknade påverkansområdet finns Trafikplats Björnsnäs (E4 och väg 899), Nyköpingsvägen, Nyköpingsbanan, VA-ledningar. Av dessa anläggningar förväntas Nyköpingsbanan, väg 899 och VA-ledningar vara potentiellt känsliga för sättningar från sänkt grundvattentryck. Grundvattensänkningen förväntas pågå någon månad per brostöd. Det medför att risken för sättningar på dessa anläggningar är liten.

Den permanenta påverkan från urskiftningen mellan km 103+250 – km 103+350 är liten och med en lokal utbredning och medför ingen negativ effekt på riskexponerade objekt.

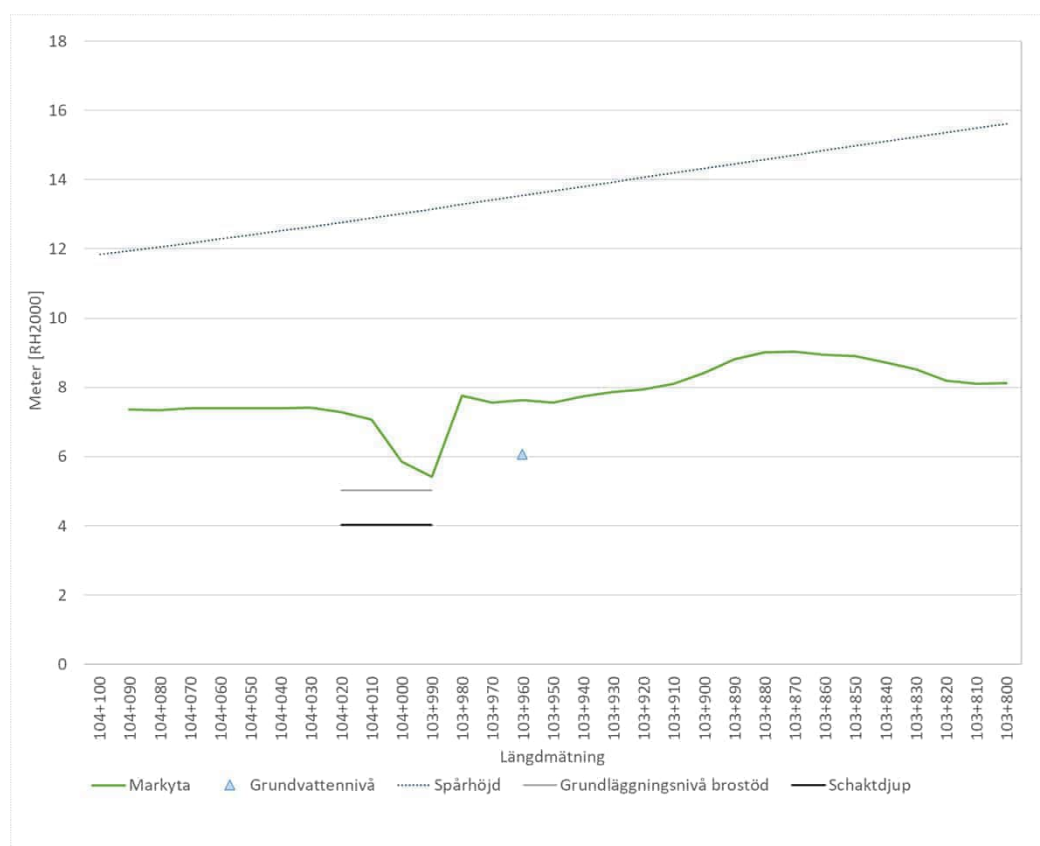
Inga brunnar har identifierats inom påverkansområdet, se bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

G104-001 Grundvattenbortledning km 103+990

Järnvägen kommer att passera Torshagsån på en plattrambro i ett spann.

Grundvattenbortledningen kommer att vara begränsad, se Figur 87. Om något inläckage av grundvatten sker så kommer det vara marginellt och temporär under tiden som konstruktionen gjuts.

Området består mestadels av lerslätt med naturligt lagrade sediment som består av mellan 1 till 1,5 meter torrskorpelera eller silt som överlagrar siltig lera med silt- och sandskikt. Leran är varvig och dess mäktighet varierar mellan 1 och 6 meter. Under leran övergår sedimenten till grövre sediment, silt och finsand, där fastheten ökar med djupet. Sedimenten underlagras av friktionsjord med en mäktighet mellan 3 och 5,5 meter.



Figur 87. Tvärsektion över Torshagsån vid Ostlänken.

Ett påverkansområde har beräknats till 20 meter från anläggningen, se bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

Inga brunnar har identifierats inom påverkansområdet, se bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

Inom sträckan Malmölandet-Bådstorp har ett naturvärdesobjekt identifierats som riskexponerat objekt med en *medel-hög* sannolikhet för torrare förhållanden, se bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*.

Effekten har bedömts utifrån hur stor grundvattensänkningen beräknas bli vid platsen för varje naturvärdesobjekt, i vilken mån naturvärdesobjektets naturvärden är

grundvattenberoende samt hur känsliga naturvärdena i det aktuella naturvärdesobjektet är för förändringar i hydrologin, se *Tabell 33*.

Tabell 33. Naturvärdesobjekt som berörs av vattenverksamhet G104-001.

Naturvärdesklass 1: högsta naturvärde, naturvärdesklass 2: högt naturvärde och naturvärdesklass 3: påtagligt naturvärde.

Vattenverksamhet	Id Naturvärdes-objekt	Naturvärdesklass	Effekt
G104-001	N21-0116	2	liten-måttlig

Torshagsån (N21-0116) kommer att påverkas av en temporär grundvattensänkning under byggtiden, den kommer även att grävas om och restaureras vilket beskrivs i avsnitt 8.3.1. Effekten av den tillfälliga grundvattensänkningen bedöms bli liten-måttlig för åns naturvärden.

8.3.3. Skyddsåtgärder

- För vattenverksamheten Y104-001 grävs den nya åfåran vid sidan om den befintliga, vilket innebär att arbete till största del kan ske i torrhet. Skyddsåtgärden begränsar grumling av material som kan avsättas på lekbottenar nedströms och påverka yngel och smolt i Torshagsån.
- För att skydda känsliga värdefulla fiskarter (främst öring och nejonöga), bör arbete som kan medföra grumling ske under tidsbegränsad period. Tidsrestriktioner baseras utifrån känsliga perioder som anges i lektidsportalen. Arbete kan ske under högst 2 veckor i juli-augusti.
- Artesiska grundvattentrycknivåer innebär risk för bottenuppträckning. Gjutning av tätaka av betong i botten av schakten (G103-001) under en bentonitslurry eller installation av blöddarrör.
- Hantering av länshållningsvatten från hela arbetsområdet behöver hanteras som en helhet, eventuell rening innan utsläpp i recipient Torshagsån. Ett direktutsläpp av länshållningsvatten kan medföra skador på objekt med höga naturvärden. Om länshållningsvattnet (G104-001) från schakter släpps i Torshagsån eller dess närhet kan vid behov renas i en vattenbehandlingsanläggning krävas för att sedimentera suspenderat material och avskilja eventuell olja.

8.4. Vattenverksamheter inom sträcka Bådstorp – Loddbö (km 104+320 – km 106+000)

Järnvägen passerar inledningsvis sträckan på bank, med dräneringsnivå som en grund skärning. Vid km 105+000 övergår järnvägen till en djup skärning, upp till cirka 17 meter djup, genom en moränrygg. Vattenverksamheter medför grundvattenbortledning för skärning och bank under grundvattennivån samt breddning och fyllning av jordbruksdike.

Anläggandet av sträckan ger en påverkan på riskexponerade objekt inom kategorierna dricksvattenförsörjning, energiförsörjning, anläggning med grundvattenberoende grundläggning, naturvärden och markavvattningsföretag.

På sträckan finns jordbruksdiken, de omfattas på vissa delar av det generella biotopskyddet vilka har upphävts inom ramen för järnvägsplanen.

Markavvattningsföretaget Ekeby, Björnviken, Össby, Krusenhof, Ströja berörs inte närmare i prövningen och hanteras i särskild ordning, då kommunen genom överenskommelse med delägarna ansvarat för att initiera en parallell omprövningsprocess, se avsnitt 4.2.

Vattenverksamheterna på sträckan korsar Torshagsån, Bråviken och Pjältåns avrinningsområden. De tre delavrinningsområdena har sydlig avrinning till Norrviken, i inre Bråviken, som i sin tur mynnar ut i Östersjön.

Området utgörs av åkermark och en skogbeklädd moränhöjd som löper från nordväst till sydost. Järnvägsspåren Kardonbanan och Södra stambanan möts längs moränhöjden vid ungefär km 105+600. E4, som går parallellt med järnvägen under sträckan, skär vinkelrätt genom moränhöjden och delar landskapets markanvändning. Norrut av E4 används marken främst för bostäder och industri.

Delsträckans vattenverksamheter redovisas i Tabell 34, Tabell 17 och visas i Figur 88. De redovisas mer utförligt i bilaga C *Teknisk Beskrivning (TB)*. Anläggningens vattenverksamheter innebär arbete i vattenområde samt medför grundvattenbortledning.

Tabell 34. Vattenverksamheter inom sträcka Bådstorp- Loddby.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Beskrivning
Y104-002	km 104+780 - km 105+030	Arbete i vattenområde	Jordbruksdike fylls igen för anläggandet av järnvägsanläggning, serviceväg och teknikgård. Avvattning sker därefter med järnvägsanläggningens avvattningsanläggning.
Y105-001 (A)	km 105+670 - km 105+ 750	Arbete i vattenområde	Jordbruksdike grävs ur och breddas för att hantera dagvatten från järnvägsanläggningen och naturflöde.
Y105-001 (B)	km 106+080 - km 106+150	Arbete i vattenområde	Dike grävs om vid Loddbyvikens strandzon för anpassning av dagvattenutlopp och anläggande av erosionsskydd.
G105-001 (A)	km 104+330- km 106+000	Grundvatten-bortledning	Järnvägsanläggning på bank med bankdiken som tidvis ligger under grundvattennivån. För detta krävs permanent grundvattenbortledning till dräneringsnivån. Bankdikenas dräneringsnivå har ett medeldjup på cirka 1 meter och ett maximalt djup på cirka 3 meter.
G105-001 (B)	km 105+000 - 105+700	Grundvatten-bortledning	Djup skärning i jord med ett medeldjup på cirka 8 meter och ett maximalt djup på cirka 16 m.
G105-002	km 105+500- km 105+600	Infiltration	En infiltrationsanläggning anläggs vid behov vid Bådstorp för att skydda E4, Södra stambanan och fastigheter väster om E4 från sättningar under byggskedet.
G105-003	Km 105+270	Grundvatten-bortledning	Temporär grundvattenbortledning för grundläggande av brostöd.
G105-004	Km 105+330	Grundvatten-bortledning	Temporär grundvattenbortledning för grundläggande av brostöd.
G105-005	Km 105+420	Grundvatten-bortledning	Temporär grundvattenbortledning för grundläggande av brostöd.



Figur 88. Vattenverksamheter inom sträcka Bådstorp -Loddby.

8.4.1. Påverkan i ytvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

Y104-002 och Y105-001A, B Arbete i vattenområde km 104+780 – km 105+030 samt km 105+670 - km 106+150

Vattenverksamheten Y104-002 innebär att jordbruksdiket fylls igen på en sträcka om cirka 80 meter vid km 104+780 och cirka 300 meter mellan km 104+900 – km 105+030. Avvattningen kommer därefter att ske med järnvägsanläggningens avvattningssystem mot Torshagsån. Torshagsån kan bli påverkad av ökad grumling och sedimenttillskott vid anläggandet av järnvägsanläggningens dagvattensystem. Vattenverksamheterna bedöms inte påverka förutsättningarna för att på sikt behålla Torshagsåns höga naturvärden. Cirka 100 meter av jordbruksdiket mellan cirka km 105+000 – km 105+030 återställs efter byggskedet och avetablering av etablerings- och upplagsytan.

Ett 400 meter långt dike kommer att breddas, vattenverksamhet Y105-001 A, för att kunna avleda ett ökat vattenflöde. För att skydda befintliga ekars rötter breddas dike

mot åkern. Det ökade vattenflödet i jordbruksdiket är dagvatten som avleds från järnvägsanläggningen och vatten från ett överdike. Vid fördjupning och breddning av jordbruksdiket bedöms inte den avvattande funktionen påverkas. Diket kommer också få en ny dragning på en del av sträckan och kommer där att förläggas i en ledning längs vägen. Den sista sträckan går över en åker och naturmark. Utloppet placeras i naturmarken och kommer att förses med ett erosionsskydd, vattenverksamhet Y105-001 B. Arbetet kommer att utföras i torrhet, om detta inte är möjligt kommer grumlingsförebyggande åtgärder vidtas.

Dikena har inga naturvärden klass 1 - 3 inom påverkad sträckning, men Y104-002 avvattnar till Torshagsån med naturvärdesklass 2. Grumling kan uppstå lokalt i jordbruksdiket under byggskedet varför grumlingsförebyggande åtgärder bör vidtas om inte arbetet kan utföras i torrhet. Arbetet ska så långt som möjligt genomföras på ett sätt som begränsar grumling.

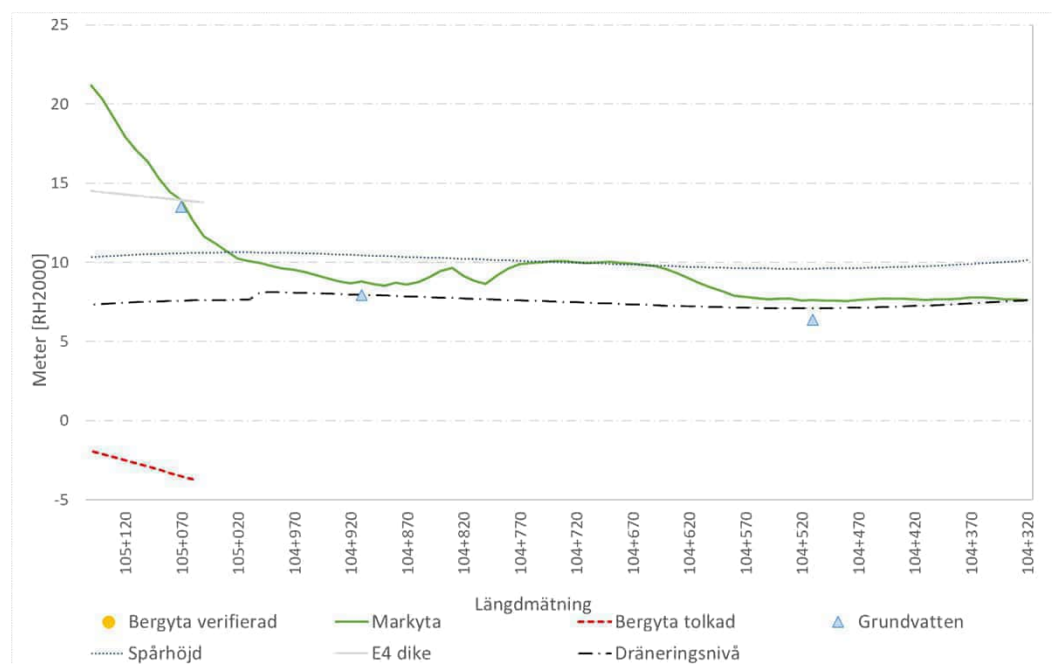
Effekten från verksamheterna bedöms som *liten* men kan medföra grumling. För att minska denna påverkan har förslag på skyddsåtgärder tagits fram i 8.4.3.

8.4.2. Påverkan på grundvatten och effekt till följd av planerade vattenverksamheter

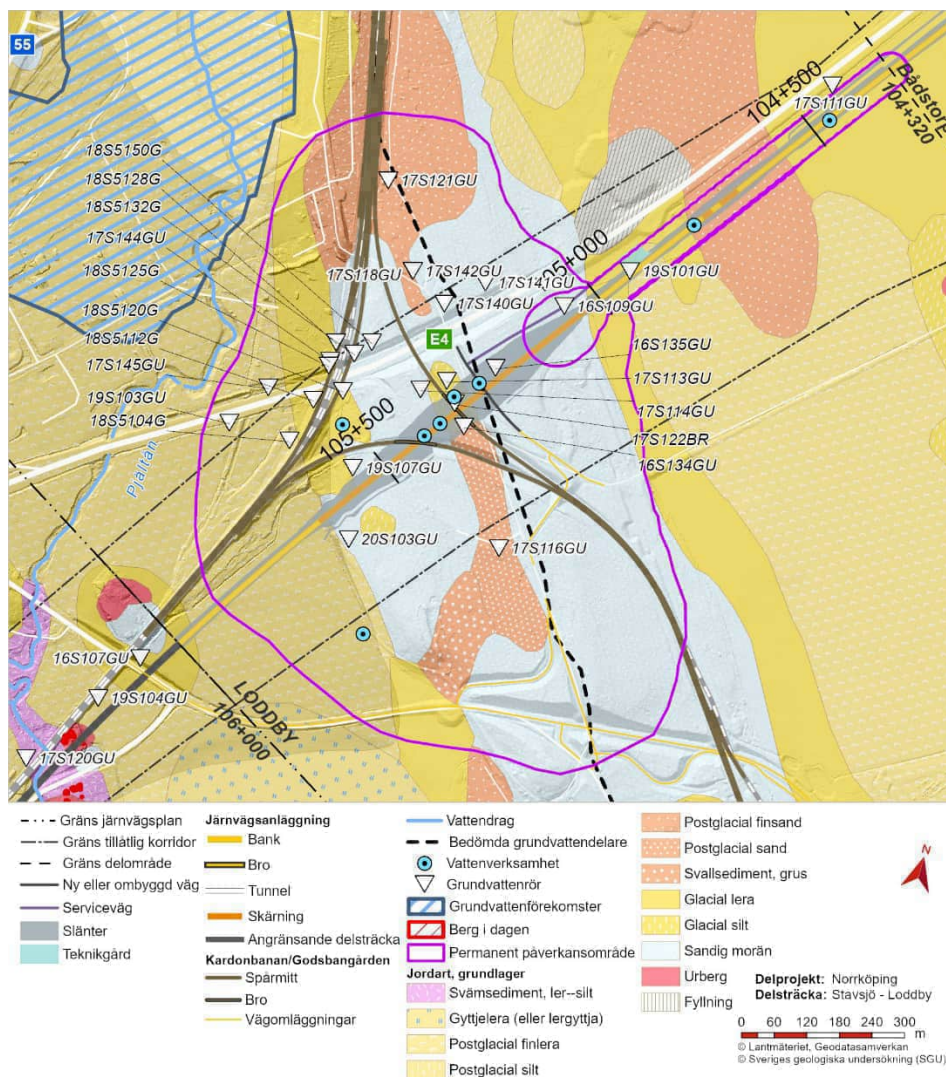
G105-001A Grundvattenbortledning km 104+330 – km 105+000

Mellan cirka km 104+330 och km 105+000 går anläggningen på bank med bankdiken som tidvis ligger under grundvattennivån, se Figur 89. För detta krävs permanent grundvattenbortledning till dräneringsnivån. Dräneringsnivån är som mest cirka 3 meter under markytan, vid km 104+690. Grundvattnets trycknivå är som medel i nivå med anläggningens dräneringsnivå.

Jordlagerföljden de översta 4 meter längs den grunda skärningen består av ett tunt lager av torrskorpelera ovanpå silt, utom vid en puckel bestående av sandig-siltig morän. Bekräftad bergnivå saknas.



Figur 89. Profil över G105-001A.



Figur 90. Påverkansområde grundvatten, G105-001 A och B, sträcka Bådstorp-Loddbys.

Inga riskexponerade objekt har identifierats inom påverkansområdet, se bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor*.

G105-001B Grundvattenbortledning km 105+000 – km 105+700

Vattenverksamheten består av grundvattenbortledning i en skärning genom moränrygg. Maximala avsänkningen är cirka 10 meter, se Figur 90. Omfattande undersökningar i moränryggen visar en, för morän, låg genomsläpplighet i jordlagren. Påverkansområdet har beräknats med hjälp av numerisk modellering, se bilaga D.2.3 *Beräkningar*. Modelleringen visar ett påverkansområde som främst följer moränryggen, men också går ut i odlingslandskapet söder om ryggen, se Figur 87 och Figur 91

Inom påverkansområdet finns sex brunnar, varav fyra grävda brunnar och två energibrunnar, se Bilaga D.2.4 *Hydrogeologiska kartor* (lista med Brunns-Id finns i bilaga D.2.1 *Riskexponerade objekt*). Ingen påverkan förväntas i energibrunnarna. De grävda brunnarna ligger i utkanten av påverkansområdet men kan få en viss avsänkning. Ingen av brunnarna används idag till dricksvatten.

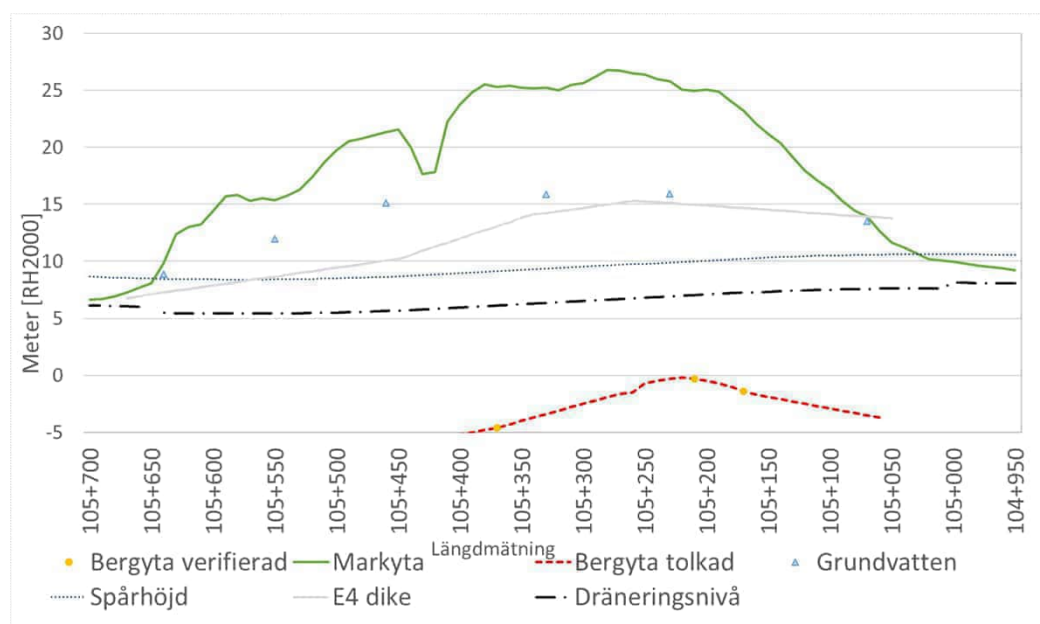
Det finns ett antal byggnader samt befintlig infrastruktur i form av väg och järnväg samt VA-ledningar inom påverkansområdet. Ingen påverkan förväntas de byggnader som finns norr om E4.

Inom påverkansområdet finns också tre naturvärden (klass 1–3). Någon effekt förväntas inte på dessa naturvärden. Påverkansområdet sträcker sig nästan fram till Pjältåns avrinningsområde.

E4, Södra stambanan samt VA-ledningar bedöms delvis vara grundlagda på lera. Lerjordar inom påverkansområdet förväntas konsolidera vid den modellerade grundvattentrycksänkningen, som mest med 30 centimeter över tiotal år. Sättningen förväntas kunna hanteras inom ramen för underhåll av väg- och järnvägen, men skall studeras vidare i detaljprojektering.

Förstärkningsåtgärder eller begränsning av grundvattensänkningen genom infiltration kan bli aktuell för att minska skaderisker på brunnar, E4 och Södra stambanan.

Hantering av länshållningsvatten kan bli aktuell. För skyddsåtgärder se avsnitt 8.4.3



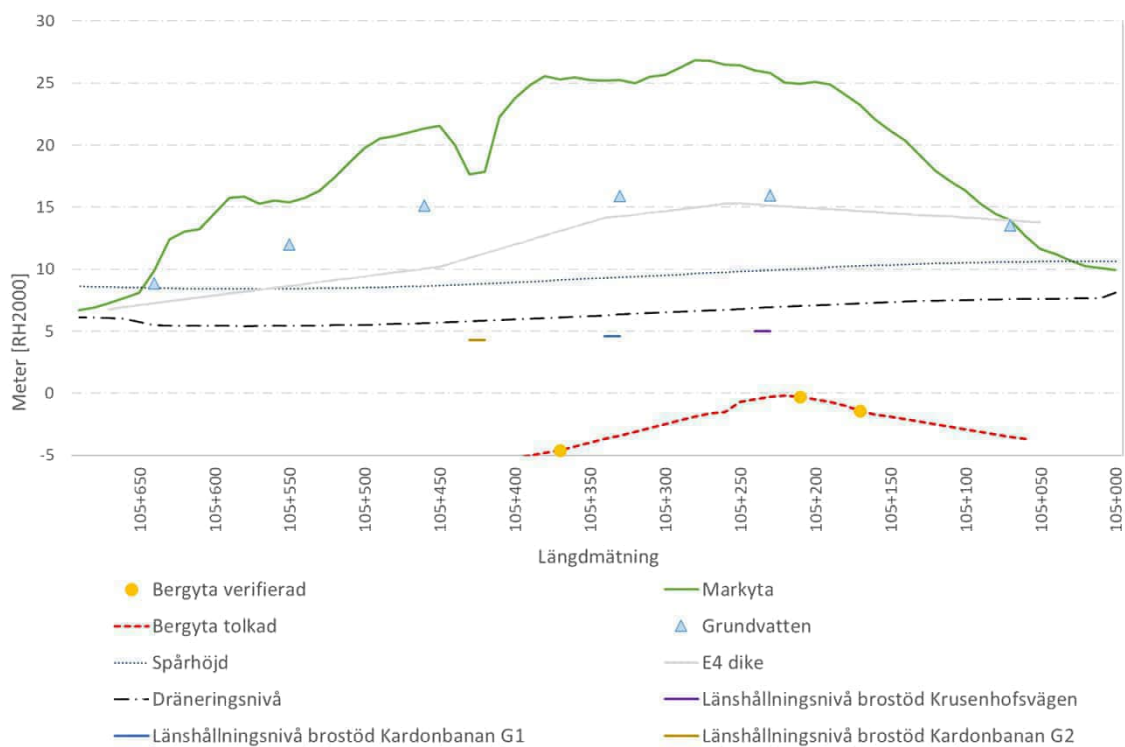
Figur 91. Profil över G105-001B.

G105-003 Grundvattenbortledning km 105+270

Vägbro för Krusenhofsvägen kommer att gå över Ostlänkens spår. Området består av en moränrygg som löper från nordväst till sydöst med en högsta marknivå om +27 vid km 105+270. Det finns två moränlager i moränryggen. Finjordshalten är hög i båda moränlagren men block har påträffats. Ytmoränen har en mäktighet av cirka 15 meter och består av en siltig sandmorän. Bottenmoränen har en mäktighet av cirka 10 till 14 meter och består av en extrem fast lagrad siltig sandmorän. Grundvattennivån kan förväntas ligga som högst kring cirka +16 meter i moränryggen, se Figur 92.

Brostöden anläggs i jordlager under bedömd grundvattennivå. För att kunna utföra arbetet i torrhet kommer temporär grundvattenbortledning att ske.

Grundläggningsdjupet för brostöden blir omkring cirka +6 meter, dräneringsnivån bedöms till cirka 22 meter under markytan.



Figur 92. Profil över brostöden för broar över Ostlänken km 105+000 – km 105+650.

Den tillfälliga grundvattensänkningen blir något större än för järnvägens skärning. Grundvattensänkningen sker under en relativt kort tid och påverkansområdet bedöms inte sträcka sig utanför det som beräknats för järnvägen.

Byggandet av bron kommer inte att medföra någon märkbar förändring jämfört med påverkan från anläggandet av järnvägen.

Hantering av länshållningsvatten kan bli aktuell. För skyddsåtgärder se avsnitt 8.4.3

G105-004 Grundvattenbortledning km 105+330

Bro för Kardonbanans spår G1 kommer att gå över Ostlänkens spår. De geologiska och hydrogeologiska förhållandena är likvärdiga som för G105-003.

Brostöden anläggs i jordlager under bedömd grundvattennivå. För att kunna utföra arbetet i torrhet kommer temporär grundvattenbortledning att ske. Grundläggningsdjupet för brostöden blir omkring cirka +5,6 meter, dräneringsnivån bedöms till cirka 21 meter under markytan.

Den tillfälliga grundvattensänkningen blir något större än för järnvägen. Grundvattensänkningen sker under en relativt kort tid och påverkansområdet bedöms inte sträcka sig utanför det som beräknats för järnvägen.

Byggandet av bron kommer inte att medföra någon märkbar förändring jämfört med påverkan från anläggandet av järnvägen.

Hantering av länshållningsvatten kan bli aktuell. För skyddsåtgärder se avsnitt 8.4.3

G105-005 Grundvattenbortledning km 105+420

Bro för Kardonbanans spår G2 kommer att gå över Ostlänkens spår. De geologiska och hydrogeologiska förhållandena är likvärdiga som för G105-003.

Brostöden anläggs i jordlager under bedömd grundvattennivå. För att kunna utföra arbetet i torrhet kommer temporär grundvattenbortledning att ske.

Grundläggningsdjupet för brostöden blir omkring cirka +5,3 meter, dräneringsnivån bedöms till cirka 14 meter under markytan.

Den tillfälliga grundvattensänkningen blir något större än för järnvägen.

Grundvattensänkningen sker under en relativt kort tid och påverkansområdet bedöms inte sträcka sig utanför det som beräknats för järnvägen.

Byggandet av bron kommer inte att medföra någon märkbar förändring jämfört med påverkan från anläggandet av järnvägen.

Hantering av länshållningsvatten kan bli aktuell. För skyddsåtgärder se avsnitt 8.4.3

G105-002 Infiltrationsanläggning km 105+500 – km 105+600

En infiltrationsanläggning installeras för att vid behov kunna användas för att upprätthålla grundvattennivån i avvaktan på eventuella förstärkningsåtgärder. Syftet är att skydda E4, Södra stambana och fastigheter väster om E4 från sättningar under byggske. Effekten av infiltrationsanläggningen kontrolleras genom grundvattenobservationer och markrörelsemätningar enligt kontrollprogram.

8.4.3. Skyddsåtgärder

- Arbetet för Y104-002 kan medföra att suspenderade ämnen sprids till Torshagsån. Skyddsåtgärder för att motverka detta kommer att vidtas, förslagsvis genom utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
- Arbete för Y105-001 B kan medföra att suspenderade ämnen sprids till Loddbyviken. Skyddsåtgärder för att motverka detta kommer att vidtas, förslagsvis genom utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en tillräcklig skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
- Hantering av länshållningsvatten från hela arbetsområdet behöver hanteras som en helhet. Det länshållningsvatten som uppstår under byggskedet inkluderar inläckande grundvatten och kan behöva renas innan det når berörda ytvattenrecipienter, då aktiviteter som schaktning och körning i området ger upphov till fina partiklar. Länshållningsvatten som pumpas från schakter (G105-001A, G105-001B, G105-003, G105-004, G105-005) kan oftast släppas ut direkt på marken i tillfällig damm inom arbetsområdet och tillåtas infiltrera i marken. Om länshållningsvattnet släpps ut i eller i anslutning till närliggande recipient kan behov av rening i en vattenbehandlingsanläggning uppstå för att sedimentera suspenderat material och avskilja eventuell olja.
- Uppkommer större effekt än beräknat på riskexponerade objekten E4 och Södra stambanan kan infiltration (G105-002) till det undre grundvattenmagasinet användas för att motverka sänkta grundvattennivåer och minska risken för

skador vid grundvattenverksamhet G105-001B.

9 Sammanställning av skyddsåtgärder

Skyddsåtgärder kan bestå av flera olika åtgärder, som projekteras vidare och kravställs i den kommande detaljprojekteringen. Skadeförebyggande åtgärder finns därutöver som också ska projekteras. Dessa är integrerade delar av anläggningarna. I styckena nedan visas i tabellform en sammanställning av de olika skyddsåtgärder för byggskedet uppdelat på de olika delområdena. Skadeförebyggande åtgärder som exempelvis erosionsskydd eller tätkärna i vallar för att minska inläckage av markvatten i järnvägsanläggningen är en del av anläggningens utformning och presenteras inte här.

9.1. Sträckan Stavsjö-Böksjö, km 91+336 – km 94+070

Stavsjö-Gullvagnen

Tabell 35. Skyddsåtgärder för byggskedet, sträckan Stavsjö-Gullvagnen.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Yo91-001	km 91+460- km 91+520	Arbete i vattenområde	Ingen skyddsåtgärd, våtmarken (N21-1000) grävs ut helt.
Yo91-002	km 91+620- km 91+680	Arbete i vattenområde	Uppmärkning av arbetsområdets gräns för att minska risken för intrång i objekt med naturvärdesklass 3.
Yo91-003	km 91+780- km 91+850	Arbete i vattenområde och markavvattning	Uppmärkning av arbetsområdets gräns för att minska risken för intrång i objekt med naturvärdesklass 3.
Yo92-001	km 92+090- km 92+140	Arbete i vattenområde och markavvattning	Ingen skyddsåtgärd, våtmarken (ej klassad) grävs delvis ut.
Yo92-002	km 92+310- km 92+430	Arbete i vattenområde	Ingen skyddsåtgärd då våtmarken (N21-0004) grävs ut helt
Yo92-003	km 92+560- km 92+650	Arbete i vattenområde	Ingen skyddsåtgärd då våtmarken (N21-0006) grävs ut helt
Go92-001	km 91+530- km 92+980	Grundvattenbortledning	Länshållningsvatten från skärningen ska vid behov genomgå oljeavskiljning samt sedimentation av suspenderat material om utsläpp sker till Gullvagnen.

Gullvagnen-Strålen

Tabell 36. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Gullvagnen-Strålen.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y093-001 (A, B, C, D)	Km 93+000- km 93+190	Arbete i vattenområde	A. Ingen skyddsåtgärd. B. 1. Naturflöden inom markanspråk för arbetsyta bör förläggas i trumma tidigt under byggskedet för att undvika grumling i Gullvagnen. 2. Vid anläggande och rivning av trummor för naturflöden ska till exempel halmbalar läggas som grumlingsskydd (arbete i torvmark), innan arbete utförs i vatten och i nära anslutning (nedströms) till arbete i vatten. Utförs arbete i lågflöde eller torrhet räknas detta som en skyddsåtgärd. C. Ingen skyddsåtgärd. D. Uppmärkning av arbetsområdets gräns för att minska risken för intrång i objekt med naturvärdesklass 3.
G093-001	km 93+170 – km 93+960	Grundvatten- bortledning	Om möjligt kan länshållningsvatten återinfiltreras i närområdet. Om inte ska sedimentation av suspenderat material samt oljeavskiljning ske vid behov innan utsläpp av länshållningsvatten i Strålen under byggskedet.

Strålen-Böksjö

Tabell 37. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Strålen-Böksjö.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y094-001 (A, B, C)	km 94+000- km 94+650	Arbete i vattenområde	A 1. Arbete med att anlägga trummor och ledningar mellan Strålen och Böksjön utförs tidigt i samband med etablering. Ny vattendragsfåra, trummor under Ostlänken, dike mellan Ostlänken och E4, trumma under E4, samt och tillfällig trumma vid produktionsyta - allt detta arbete kan göras i torrhet. Vid arbete vid vatten, vid utloppet till Böksjön - tillfällig trumma för ramp (lägga dit trumma och ta bort) samt borttagning av trumma vid produktionsyta, ska halmbalar placeras nedströms verksamheten. Vid lågt flöde eller torrhet behövs inga halmbalar. B Låt vattnet fån Kopporna rinna till trumma under E4 (som det gör idag) medan ny vattendragsfåra anläggs och ansluts samtidigt som vattendraget från Strålen ansluts till ny åfåra. Grumling begränsas när vattnets släpps på i den nya vattendragsfåran, genom att halmbalar läggas ut på lämpliga platser, åtminstone vid utloppet till Böksjön. Utförs arbete i lågflöde eller torrhet räknas detta som en skyddsåtgärd. C Grumlingsbegränsande åtgärder vid utrivningen bör vidtas framför allt vid trumman, annars vid utloppet till Böksjön. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
G094-001	km 94+220- km 94+700	Grundvattenbortledning	Om möjligt kan länshållningsvatten återinfiltreras i närområdet. Om inte ska sedimentation av suspenderat material samt oljeavskiljning ske vid behov innan utsläpp av länshållningsvatten i vattendrag från Strålen och i Böksjön samt Åksjöbäcken, under byggskedet
G094-003A	km 94+497	Grundvattenbortledning	Om möjligt kan länshållningsvatten återinfiltreras i närområdet. Om inte ska sedimentation av suspenderat material samt oljeavskiljning ske vid behov innan utsläpp av länshållningsvatten i vattendrag från Strålen och i Böksjön samt Åksjöbäcken, under byggskedet

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
G094-003B	Km 94+480	Grundvattenbortledning	Om möjligt kan länshållningsvatten återinfiltreras i närområdet. Om inte ska sedimentation av suspenderat material samt oljeavskiljning ske vid behov innan utsläpp av länshållningsvatten i vattendrag från Strålen och i Böksjön samt Åksjöbäcken, under byggskedet

9.2. Sträckan Kolmårdstunneln (km 94+700 – km 102+910)

Norra tunnelpåslaget

Tabell 38. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Norra tunnelpåslaget.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y094-002	km 94+710	Arbete i vattenområde	Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
Y094-003	km 94+690	Arbete i vattenområde	Ingen skyddsåtgärd.
Y094-004	km 94+720	Arbete i vattenområde	1. Byggnation i torrhet - pumpar/leder vattnet förbi arbetsområdet. 2. Hänsyn behöver tas till helheten (flera vattenverksamheter i Åksjöbäcken, avbanad mark på arbetsområden runt omkring) - kumulativ effekt.
Y094-005	km 94+720	Arbete i vattenområde	Omledning av Åksjöbäcken vid anläggande av plattramsbro.
Y094-006	km 94+780, km 95+000	Arbete i vattenområde	Ingen skyddsåtgärd.
G094-002	km 94+730- km 94+860	Grundvatten- bortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.
G094-004	km 94+710- km 94+720	Grundvatten- bortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.
G094-005	Km 94+720	Grundvatten- bortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.

Kolmården

Tabell 39. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Kolmården.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y097-001	97+150	Arbete i vattenområde	Ingen skyddsåtgärd.
G098-001 (A, B, C, D, E)	km 94+860- km 102+720	Grundvatten- bortledning	Ingen skyddsåtgärd.

Getåravinen

Tabell 40. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Getåravinen.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y099-003	km 99+400	Arbete i vattenområde	1. Arbete från ravinens krön (marken ovanför) för att undvika att köra i ravin och nära vattendraget. 2. Dräneringsvatten från tunneln kommer endast återföras till Getåbäcken och Rödmossebäcken när nitrat- och ammoniakhalterna är tillräckligt låga.

Rödmossebäcken

Tabell 41. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Rödmossebäcken.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y099-001 (A, B)	km 99+700- km 99+900	Arbete i vattenområde	A. Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga. B. Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y099-002 (A, B)	km 100+000	Arbete i vattenområde	A. Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga. B. Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
Y099-004	km 99+720	Arbete i vattenområde	1. Dräneringsvatten från tunneln kommer endast återföras till Getåbäcken och Rödmossebäcken när nitrat- och ammoniakhalterna är tillräckligt låga. 2. Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.

Skiren

Tabell 42. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Skiren.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
G098-001D	km 101+000 - km 101+800	Grundvattenbortledning	I det fall grundvattenbortledning blir större än förväntat och planerad tätning av tunneln ej är tillräcklig kan en ytterligare skyddsåtgärd vara att ersätta nuvarande vattenuttag från sjön med annat vatten. På så sätt kan nuvarande vattenbalans bibehållas.

Persdal

Tabell 43. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Persdal.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y102-001	km 102+150	Arbete i vattenområde	Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
Y102-002	km 102+550	Arbete i vattenområde	1. Planera arbetet, bredda befintlig trumma under vägen först (från källområdet till Norrvikenravinen). Utplacering av halmbalar vid behov. 2. Vid breddning av väg ska befintlig rinnväg via trumma till bäck i Norrvikenravinen behållas. 3. Uppmärkning av arbetsområde för att minska påverkan på naturvärdesobjekt klass 3.

Södra tunnelpåslaget

Tabell 44. Skyddsåtgärderna för byggskedet, sträckan Södra tunnelpåslaget.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y102-003	km 102+900	Arbete i vattenområde	1. Begränsa området där körning med maskiner sker. 2. Inga arbeten med makadambädden (anläggning och borttagning) ska göras under tidsperioden 1 april- 31 juni.
G102-001	km102+780- km 102+910	Grundvatten-bortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.
G102-002	km 102+800	Grundvatten-bortledning	1.Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov. 2. Höga grundvattentryck förekommer i området, med risk för artesiska tryck, och beroende på lermäktighet kan åtgärder för att motverka hydraulisk bottenuppträckning krävas i schakter, som exempelvis korta schaktetapper, utläggning av mothållande fyllning eller temporär grundvattensänkning. Sonderingshål där artesiska förhållanden råder ska därför också eftertätas

Vattenhantering Kolmårdstunneln

Tabell 45. Skyddsåtgärder för byggskedet, sträckan Kolmårdstunneln.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
G098-001	Hela bergtunneln, inkl. ventilationss chakt.	Grundvattenbortledning	1. Länshållningsvatten leds i första hand till Nodra. 2. Rutiner bör tas fram för att minska andelen odetonerat sprängmedel och spill vid sprängningsarbetet samt minska andelen kväve som transporteras i länshållningsvattnet. På så sätt kan konsekvenserna och riskerna av utsläppet begränsas till att vara liten i omfattning för recipienten, Norrviken. 3. Uppföljning av kvävehalter och flöde efter avslutat tunneldrivning för att kunna bedöma när dräneringsvattnet från tunneln kan släppas ut i Norrviken.

9.3. Sträckan Malmölandet – Loddby (km 102+910 – km 106+000)

Malmölandet-Bådstorp

Tabell 46. Skyddsåtgärder för byggskedet, sträckan Malmölandet-Bådstorp.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y104-001	km 103+910- km 104+020	Arbete i vattenområde	1. Ny vattendragsfåra anläggs till största delen i torrhet. 2. Arbete som kan medföra grumling bör ske under tidsbegränsad period, högst 2 veckor under månaderna juli-augusti.
G103-001	km103+100- km 103+800	Grundvattenbortledning	Gjutning av tätkaka av betong i botten av schakten under en bentonitslurry eller installation av blödarrör.
G104-001	km 103+990	Grundvattenbortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.

Bådstorp-Loddbby

Tabell 47. Skyddsåtgärder för byggskedet, sträckan Bådstorp – Loddbby.

Id	Km-tal	Verksamhetstyp	Skyddsåtgärd
Y104-002	km104+780- km 105+030	Arbete i vattenområde	Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga.
Y105-001A	105+670 – 105+750	Arbete i vattenområde	Ingen skyddsåtgärd.
Y105-001B	km105+670- km 106+200	Arbete i vattenområde	1. Utplacering av halmbalar nedströms verksamheterna. Utförs arbetet i lågflöde eller torrhet bedöms detta vara en skyddsåtgärd och inga ytterligare skyddsåtgärder är nödvändiga. 2. Uppkommer större effekt än beräknat på riskexponerade objekten E4 och Södra stambanan kan infiltration (G105-002) till det undre grundvattenmagasinet användas för att motverka sänkta grundvattennivåer och minska risken för skador.
G105-001 (A, B)	km104+330- km 105+700	Grundvattenbortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.
G105-002	km105+550- km 105+660	Infiltrationsanläggning	Ingen skyddsåtgärd.
G105-003	km 105+270	Grundvattenbortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.
G105-004	km 105+330	Grundvattenbortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.
G105-005	km 105+420	Grundvattenbortledning	Hantering av länshållningsvatten och rening vid behov.

10 Referenser och underlagsrapporter

- Edlund, J. (1996). *Naturvärdesinventering av 75 sjöar i Norrköpings kommun 1996*. Norrköping: Kommunledningskontoret, Norrköpingskommun.
- Edlund, J. (2018). *Biotopkartering av vattendrag - Ostlänken delprojekt Norrköping*. Litoral natur.
- Havs- och Vattenmyndigheten. (2019). *Havs- och vattenmyndighetens författningssamling - Havs och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Havs- och Vattenmyndigheten.
- Litoral Natur AB. (2018). *Biotopkartering av vattendrag - Ostlänken delprojekt Norrköping*. Norrköping: Litoral Natur AB.
- Länsstyrelsen. (2019). *Vattenarkivet*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/simple/?appid=3268b15a99a34a1bbc4182ae661bae87>
- Länsstyrelsen i Jönköpings län. (2017). *Biotopkartering i vattendrag – Metodik för kartering av biotoper i och i anslutning till vattendrag*.
- Naturvårdsverket. (2008). *Vattenverksamheter - Handbok för tillämpningen av 11 kapitlet miljöbalken*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Ramböll. (2016). *Göta kanal kommande 200 år , Hydrologisk utredning - Fas 2*. Göteborg: Ramböll, AB Göta Kanalbolag.
- RAÄ. (2021). *Fornsök, Riksantikvarieämbetet*. Hämtat från <https://app.raa.se/open/fornsok/>
- SGU. (2015). *Grundvattennivåer i ett förändrat klimat - nya klimatscenarier. SGU-rapport 2015:19*.
- SGU. (2016). *Rapportering av regeringsuppdrag: Kunskapsunderlag om grundvattenbildning Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige. SGUs diarie-nr: 21-2925/2016. RR 2017:09*.
- SGU. (den 23 08 2021). *Kartvisare*. SGU.
- SKUTAB AB. (2017). *Fiskbestånd, fiskrekrytering och fiske i Inre Bråviken*. SKUTAB AB.
- SMHI. (2015a). *Vägledning för användande av klimatscenarier. Klimatologi 11, 61 s*.
- SMHI. (2015b). *Framtidsklimat i Östergötlands län*. SMHI.
- SMHI. (den 2 April 2019). *Ladda ner data från Svenskt Vattenarkiv*. Hämtat från <https://www.smhi.se/data/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/ladda-ner-data-fran-svenskt-vattenarkiv-1.20127>

- SMHI. (2023). *Damm- och Sjöregister*. Hämtat från <https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb/damm-och-sjoregister-1.116177>.
- SMHI. (2023). *Sjölyftet, listor över sjöar per kommun*. Hämtat från <https://www.smhi.se/data/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/sjolyftet-1.11018>.
- SMHI. (2023). *Vattenwebb*. Hämtat från <http://vattenwebb.smhi.se/>.
- Strömqvist, J., Arheimer, B., Dahné, J., Donnelly, C., & Lindström, G. (2012). Water and nutrient predictions in ungauged basins: set-up and evaluation of a model at the national scale. *Hydrological Sciences Journal* 57, 229-247.
- Sweco. (2014). *Systemhandling – Delprojekt Norrköping Klinga Bäckeby, Projekterings PM Avvattnings. OLP2-04-025-23-0_0-9201. Ärendenummer: TRV 2014/72082. .*
- Sweco. (2016). *Objektskatalog till Rapport naturvärdesinventering utförd 2015 för Ostlänken delprojekt Norrköping. OLP2-04-025-21-0_0-4802. Ärendenummer: TRV 2014/100686: Sweco.*
- Sweco. (2018). *Referensprovtagning OLP2 Stavsjö-Bäckeby.*
- Sweco. (2018b). *Referensprovtagning OLP2 Stavsjö-Bäckeby, - Förslag till program för referensprovtagning av ytvatten. 2018-08-24. Nydahl, A; Wallman, P; Blix, A.*
- Sweco. (2020). *Ostlänken delprojekt Norrköping, Fördjupad artinventering utförd under åren 2016–2018 – Huvudrapport. Eskilstuna: Trafikverket.*
- Sweco. (2020b). *2020-05-11. Objektskatalog strand- och biotopskydd Klinga-Bäckeby, OLP2-04-080-23-0_0-1011. Ärendenummer: TRV 2014/100686. Utgivare Trafikverket, Eskilstuna. Kaj Almqvist.*
- Sweco. (2021a). *Teknisk beskrivning vattenverksamhet för Ostlänken-delen Klinga-Bäckeby sträckan Klinga-Vänningen. Borlänge: Trafikverket. Ärendenummer TRV 2017/112660.*
- Sweco. (2021b). *Markteknisk undersökningsrapport, Hydrogeologi. OLP2-50GT-025-21-0_0-6101, Bandel 506, km 91+336 - 106+000.*
- Sweco. (2021c). *PM Miljö kvalitetsnormer för vatten, Ostlänken delen Stavsjö-Loddbby. TRV 2014/100686.*
- Sweco. (2024). *PM samlad bedömning dricksvattentäkt Halsbråten-Stubbetorp, OLP2-04-025-21-0_0-9508.*
- Trafikverket. (2017). *Råd Avvattnings teknisk dimensionering och utformning - MB 310. TDOK 2014:0051 version 3.0.*
- Trafikverket. (2017b). *Avvattnings teknisk dimensionering och utformning - MB 310. TDOK 2014:0051 Version 3.0. Trafikverket.*

Trafikverket. (den 30 Juni 2020). *Dataproduktspecifikationer, väg- och vägtrafikdata*. Hämtat från <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/data-om-anlaggningen-vag/dataproduktspecifikationer-vag--och-vagtrafikdata/>

Tyréns, Sweco. (2019). *Bedömningsgrunder-Underlagsmaterial för stöd vid värdering och bedömning*. Eskilstuna: Trafikverket.

VISS. (den 01 Januari 2020). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/>

VISS. (den 13 08 2021). *Roxen*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA61942536>

Östergötlands kalkningsförbund. (2006). *Biotopkartering av vattendrag inom Östergötlands kalkningsverksamhet hösten år 2006*. Ekologi.nu.

11 Begrepp och definitioner

Underlag till denna ska tas från Ostlänkens ordlista för miljöprövning. Kompletteringar kan behövas. Definitionerna ska vid behov ändras i ordlistan och därefter i detta dokument.

Tabell 48. Förklaring till ord och uttryck som förekommer i detta dokument.

Begrepp	Förklaring
Arbetsområde	Ytan som används under byggskedet. Utgår från mark som tas med äganderätt och tillfällig nyttjanderätt i järnvägsplanen. Kan även kallas för produktionsyta.
Artesiskt grundvatten	De flesta brunnar i kvartära avlagringar tar sitt vatten ifrån så kallade slutna magasin. Ett slutet magasin begränsas uppåt av ett för vattnet ogenomträngligt lager, exempelvis tät moränlera. I ett sådant artesiskt magasin kan man mäta ett grundvattentryck som når över magasinets övre gräns och som ibland når över markytan.
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.
Avvattning	Uppsamling och avledning av dag- och dränvatten.
Bergtäckning	Avståndet mellan en bergkonstruktion (till exempel en tunnel) och bergöverytan.
Byggskede (vattenverksamhet)	Det skede under vilket byggnation pågår som förändrar grundvattenpåverkan, till exempel drivning av tunnel, borring av schakt, bergförstärkning, efterinjektering med mera. För schakt i jord innebär det att samtliga anläggningsdelar som påverkar grundvattenmagasin i jord är färdigbyggda. För arbeten i ytvatten innebär det att fysiska arbeten är avslutade och grumling till följd av arbetena har upphört.
Båtnadsområde	Område som fick ett förhöjt värde genom förbättrade odlingsmöjligheter genom en markavvattnings-, diknings-, eller sjösänkkningsåtgärd. Området avgör ofta vilka fastigheter som ska ingå i markavvattningsföretaget.
Dagvatten	Tillfälligt vatten på ytan av mark eller konstruktion, till exempel regnvatten, smältvatten, framträngande grundvatten.
Driftplats	Ett spårområde där tågklarare övervakar och styr signaler och växlar med hjälp av ett ställverk.

Begrepp	Förklaring
Driftskede (vattenverksamhet)	Det skede som startar efter byggskede vattenverksamhet, då anläggningen är så pass färdigbyggd att ingen större förändring av vattenverksamheten sker längre. För berganläggningar innebär det att tunneldelar är färdigutsprängda och erforderligt tätade. För schakt i jord innebär det att samtliga anläggningsdelar som påverkar samma grundvattenmagasin i jord är färdigbyggda och anläggningens påverkan på grundvattennivåer i omgivningen har stabiliserats. För byggande i vatten innebär det att ingen ytterligare byggnation i vatten sker och att grumling till följd av arbetena har upphört.
Dränvatten	Inläckande grundvatten (i schaktgrop eller anläggning under grundvattennivån) som leds bort i dräneringsledningar till diken eller liknande.
Effekt	Effekt är den förändring i miljön som uppstår till följd av påverkan, till exempel spridning av partiklar till vattendraget till följd av läns hållningen eller förlust av värdefull naturmiljö vid anläggande av erosionsskydd.
Ekologisk status	Ett uttryck för kvaliteten på strukturen och funktionen hos akvatiska system som är förbundna med ytvatten.
Energibrunnsanläggning	Ett eller flera borrhål i berg för utvinning eller lagring av energi. Borrhålslager är en energibrunnsanläggning med flera borrhål där växelvis värme och kyla inlagras och utvinns.
Etableringsyta	Markområde som under byggskedet bland annat nyttjas för: kontor, manskapsbodar och parkeringsplats.
Glacialrelikt	Organismer som blev "inneslagna" i sjöarna när landet höjde sig efter inlandsisens tillbakadragning.
Grumlingsbegränsande skärm	En grumlingsbegränsande skärm syftar till att innehålla grumligt vatten så att grumlingen begränsas från omgivande vattenområden. I en sjö eller vattendrag installeras en enkel eller dubbel geotextil/siltgardin som förankras med länsar i ytan och med sänken eller motsvarande mot botten.
Grundvatten	Grundvatten är det vatten som finns där jordens porer (hålrum) och bergets sprickor är helt vattenfyllda.
Grundvattenberoende grundläggning	Grundläggning som är beroende av en viss grundvattennivå. Grundläggningstyper som betraktas som grundvattenberoende är: 1. grundläggning med platta, murar eller plintar helt eller delvis inom område med sättningsskänslig mark (lös lerjord). 2. grundläggning på träpålar eller på rustbädd av trä. 3. fast grundlagda byggnader (pålar eller murar till fast botten) men med källargolv direkt på mark (ej fribärande golv) inom områden med sättningsskänslig mark. 4. byggnader och anläggningar vars grundläggning är okänd och som är grundlagd på sättningsskänslig mark. Anläggningar som riskerar påverkan är styva ledningar, murar, andra byggnadsverk, väg- eller spåranläggningar etcetera på sättningsskänslig mark Utöver dessa anläggningar kan serviceledningar (gas-, vatten- och avloppsledningar) anslutna till fast grundlagda byggnader påverkas vid en marksättning.

Begrepp	Förklaring
Grundvatten-beroende objekt	Samlingsnamn för de allmänna eller enskilda intressen som är beroende av grundvattensituationen för att bibehålla sitt värde eller sina egenskaper. Det kan vara anläggningar som är grundlagda på sättningskänslig mark, naturvärden som är beroende av grundvattenutströmning, naturliga källor etcetera
Grundvattenmagasin	Grundvattenförande lager med relativt stor mäktighet och avgränsat så att det kan betraktas som en hydrologisk enhet. Ett genomsläppligt jordlager där grundvatten förekommer kallas för en akvifer medan grundvattenmagasin används för att beteckna en avgränsad del av ett genomsläppligt jordlager. Grundvatten kan förekomma i öppna eller slutna magasin. I ett öppet magasin kan nederbördsvatten som inte tas upp av vegetationen i markzonen direkt infiltrera ned till grundvattenmagasinet. I ett slutet (undre) magasin begränsas magasinet av ett ovanliggande tätande jordlager, vanligtvis lera, och magasinet fylls på genom tillrinning från sidan. Om omgivande grundvattenbildningsområden för ett slutet magasin ligger högre i terrängen än området med den tätande lerjorden kan det slutna (undre) magasinets trycknivå vara högre än marknivån. Det kallas artesiskt grundvatten. Öppna magasin ovanför ett tätande lerlager brukar kallas ett övre magasin och vanligen handlar det om grundvatten i fyllnadsmaterial och torrskorpelera men det kan även förekomma naturligt eller i svallade material som svallats ut över ett lerskikt.
Gränsvärde	Värde som enligt bestämmelse i lag eller liknande inte får överskridas (se även riktvärde).
Habitat	En miljö där en viss växt- eller djurart kan leva.
Hundraårsflöde (100-årsflöde)	Ett hundraårsflöde är det vattenflöde som på en viss plats i vattendraget statistiskt sett inträffar i genomsnitt en gång på hundra år.
HBH, Högsta beräknade havsvattenstånd	HBH Högsta beräknade havsvattenstånd är ett begrepp som användes av SMHI 2017–2020. Högsta beräknade havsvattenstånd tas fram genom att kombinera den högsta observerade nettohöjningen med den högsta observerade havsnivån före storm. Det är alltså en händelse som hade kunnat ske med de vattenstånd som har observerats historiskt, men den har ingen återkomsttid förknippad med sig.
Hydrogeologi	Inom hydrogeologin undersöks de geologiska förutsättningarna för grundvattnets bildande, dess förekomst, strömning och sammansättning. Även grundvattnets betydelse som en geologisk faktor för till exempel vittring, korrosion, stabilitetsförhållanden och erosionsföreteelser. I projekt Ostlänken används begreppet i stället för det ofta använda begreppet "geohydrologi" med snarlik innebörd.
Hydromorfologi	Kvalitetsfaktor som beskriver fysiska förändringar avseende kontinuitet, morfologi (fysiska förhållanden som råder i en vattenförekomst) och hydrografiska villkor (information om avrinningsområden, sjöar, vattendrag och havsområden), som kan leda till ändrade livsbetingelser för såväl vattenlevande som landlevande organismer i eller i närheten av vattenmiljön.

Begrepp	Förklaring
Hänsynsregler	Regler i miljöbalken som ska bidra till en hållbar utveckling.
Infrastruktur	Anordningar för transporter samt el- och vattenförsörjning.
Isälvsavlagring	Geologisk avlagring bildad i smältvattensälvar från glaciärer och inlandsisar.
Jordbruksmark	Åkermark och betesmark.
Kemisk status	Ett uttryck för halten förorenande ämnen i en ytvattenförekomst. Om mätningar visar att halten av ett ämne som omfattas av den kemiska statusen överskrider sin miljö kvalitetsnorm måste åtgärder genomföras för att nå god kemisk status.
Kolmårdens tak	Den höglänta delen av området Kolmården där Ostlänken passerar genom tunnel.
Konsekvens	Konsekvens är den verkan som effekten har på olika intressen, exempelvis människors hälsa, klimatet eller den biologiska mångfalden.
Korridoren/Tillåtlighetskorrideren	Det område som Ostlänken har att disponera för att ansöka om järnvägsplan och område för järnvägsspår och dess funktioner.
Korrosion	Material som genom kemisk reaktion löses upp.
Kumulativa effekter	Summan av effekterna av flera störningskällor, tidigare, pågående och/eller kommande, eller av flera olika effekter från ett projekt.
Kväveoxider (NOx)	Samlingsterm på kemiska föreningar med kväve och syre. De vanligaste är kväveoxid (NO), kvävedioxid (NO ₂) och dikväveoxid, lustgas (N ₂ O). Kväveoxider bildas vid förbränning och bidrar till förorening av mark och vatten.
Lakvatten	Vatten, ofta från nederbörd, som kommer från mellanlager för uttaget berg.
Länshållningsvatten/Länsvatten	Det vatten som i byggskedet avleds från ett arbetsområde benämns länshållningsvatten. Länshållningsvatten kan utgöras av nederbörd, dagvatten från omgivningen, dränvatten och processvatten.
Makadam	Krossad sten, som bland annat används som underlag till järnvägsspår.
Markavvattningsföretag	Ett fastställt markavvattnings- eller dikningsföretag är en vattenanläggning i form av dike eller nerlagda rör, som tillkommit genom en samfällad insats av flera medverkande. Med ordet används också om själva samfälligheten och ibland även om anläggningen.
Massor (berg- och jordmassor)	Marktäcke, block, sten och jordpartiklar i olika fraktionsstorlekar som blir över vid anläggningsarbeten.
Miljö kvalitetsmål	Miljö kvalitetsmålen beskriver det tillstånd i den svenska miljön som ska nås. Miljö kvalitetsmålen med preciseringar ska ge en långsiktig målbild för miljöarbetet och fungerar som vägledning för hela samhällets miljöarbete, såväl myndigheters, länsstyrelser, kommuners som näringslivets och andra aktörers.

Begrepp	Förklaring
MKN, Miljökvalitetsnorm	En miljökvalitetsnorm är en bestämmelse om kraven på kvaliteten i luft, vatten, mark eller miljön i övrigt. Miljökvalitetsnormer är styrande för myndigheter och kommuner när de tillämpar lagar och bestämmelser, till exempel vid tillståndsprövning enligt miljöbalken eller vid planläggning enligt plan- och bygglagen. En miljökvalitetsnorm kan anges som en viss halt av ett ämne, eller som ett värde, eller beskrivas i ord. Normen kan utfärdas för kemiska ämnen (tillämpligt på vatten och luft), i vissa fall för levande organismer vars tillstånd signalerar hur det står till i miljön (bioindikatorer; tillämpligt bara på vattenmiljöer), för effekter av buller, ljus eller strålning samt flöden eller nivåer (tillämpligt på vatten). Miljökvalitetsnormer kan utformas på olika sätt (se 2 § 5 kapitlet miljöbalken), men i normalfallet rör det sig om bindande gränser för miljötillstånd vilka inte får överträdas efter ett visst datum. I vissa fall används miljökvalitetsnormer i betydelsen av riktvärden och är då ett värde som inte bör över-/underskridas. Gränsvärden för kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PDBE) överskrids i alla Sveriges ytvattenförekomster på grund av luftföroreningar från atmosfären och kallas därför "överallt överskridande ämnen". Av pedagogiska skäl brukar kemisk status presenteras utan dessa.
Natura 2000	Ett nätverk inom EU som verkar för att skydda och bevara den biologiska mångfalden. Natura 2000 har kommit till med stöd av EU:s habitat-och fågeldirektiv. Bestämmelser om Natura 2000 finns främst i 7 kapitlet Miljöbalken om områdesskydd. Natura 2000 utgör riksintresse.
Naturflöde	Naturligt förekommande flöden av vatten av såväl permanent karaktär (jfr vattendrag) som tillfälligt förekommande, såsom vissa smältvattenflöden, framströmmande grundvatten och även vissa grundvattenflöden
Nollalternativ	En beskrivning av en tänkt framtid om det planerade projektet inte kommer till stånd. Nollalternativet används bland annat som en referensram för att kunna värdera planens miljökonsekvenser.
Processvatten	Processvatten är vatten som används för anläggningsarbeten, exempelvis vid betonggjutning eller till kylning vid bergborrning. Vid tunneldrivning blandas processvatten med inläckande grundvatten, vid skärningar och påslag även med dagvatten.
Pålning	Grundläggningsmetod som används för att överföra last från ovanliggande konstruktion till djupare liggande jord eller berg.
Påverkan	Påverkan är den fysiska åtgärden i sig, exempelvis anläggande av en bro över ett vattendrag som medför ett tillfälligt behov av grundvattenbortledning vid brostöden eller anläggandet av erosionsskydd i vattendraget.

Begrepp	Förklaring
Påverkansområde grundvatten	Utanför påverkansområdet förväntas inte någon påverkan på grundvattenberoende objekt uppkomma. Inom påverkansområdet finns risk för påverkan på grundvattenberoende objekt till följd av grundvattenbortledning. En sådan påverkan bedöms kunna uppkomma vid en sänkning av grundvattennivå motsvarande >0,3 meter i jord och >1 meter i berg. Sänkningen beräknas från en beräknad medelnivå baserat på flera års grundvattenmätningar. Utbredningen av området är bedömd inklusive de skadeförebyggande åtgärder som ingår i projekterad anläggning (tätning, strömningsavskärande fyllning etcetera), men utan eventuella skyddsåtgärder, såsom infiltration av vatten för att höja grundvattennivåerna.
Riktvärde	Riktvärden för miljö kvalitet anges av centrala myndigheter och kan vara fastställda av riksdag/regering (till exempel för trafikbuller). Riktvärden är i sig ej rättsligt bindande utan är vägledande för bedömningar och beslut med hänsynstagande till lokala omständigheter. Det riktvärde som anges i villkor i fastslagen dom, anger den nivå där verksamhetsutövaren måste vidta åtgärder för att förhindra ett nytt överskridande.
Riskenxponerade objekt	De yt- eller grundvattenberoende objekt och värden som efter utredning bedöms kunna påverkas av vattenverksamheterna.
Service tunnel	Tunnel som uppfyller krav på funktioner för underhåll av järnvägsinstallationer, tillträde till järnvägstunnel, evakuering från järnvägstunnel och/eller räddningstjänstens insatser.
Serviceväg	Väg som används för service av järnvägen under drifttiden.
Siltgardin	Se grumlingsbegränsande skärm.
Skadeförebyggande åtgärder	Åtgärder som ingår i systemhandlingsprojekteringen i syfte att minska negativa effekter för omgivningen. De utgör en förutsättning för konsekvensbedömningen och ingår som krav för kommande projektering.
Skyddsåtgärd	Skyddsåtgärder är sådana åtgärder som vidtas i för att minska omgivningspåverkan. Skyddsåtgärder kan utgöras av exempelvis ytterligare tätning, infiltration eller grumlingskydd.
Skärning	När järnvägen sänks ner i landskapet kallas urholkningen för skärning. Det finns jordskärning och bergskärning beroende på marken som holkas ur.
Teknikgård	Plats avsedd för teknikbyggnad och tillhörande utrustning i anslutning till järnvägsanläggningen.
Tunnelmynning/tunnelpåslag	Där tunnel tar vid eller tar slut. Tunnelns ändar kallas tunnelmynningar.
Täkt/täkter	Beteckningen på en plats som utnyttjas för utvinning, brytning eller insamling av exempelvis grus eller berg.

Begrepp	Förklaring
Tätskärm	När grundvattenpåverkan kring ett schakt 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.
Undre (slutet) grundvattenmagasin	Se grundvattenmagasin.
Upplagsyta	Yta för upplag av byggmaterial så som jord- och bergmassor, sponter, pålar, formar och armering. Detta är även en form av produktionsyta. Se begrepp för arbetsområde.
Utredningsområde	Utredningsområdet avgränsar det område som inventeringar, undersökningar och utredningar utförs inom för att utreda påverkan av planerade vattenverksamheter. Området motsvarar ofta även samrådskretsen för vattenverksamheten. Området är tilltaget med god marginal för att inventeringsarbetet ska få en tillräcklig omfattning.
Vattenförekomst	I princip allt vatten i Sverige, förutom det öppna havet, är indelat i mindre enheter som kallas vattenförekomster. Detta görs för att kunna beskriva tillståndet i vattnet och bedöma vilka mål, miljökvalitetsnormer, som ska gälla. Det finns fyra sorters vattenförekomster: sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten. Vattenförekomsterna får inte vara hur små som helst utan de ska ha en viss storlek. Till exempel ska en sjö vara minst en kvadratkilometer stor och en grundvattenförekomst ge minst tio kubikmeter vatten per dygn, eller kunna förse minst 50 personer med dricksvatten. Vatten som inte klassats som vattenförekomster kallas övrigt vatten.
Vattenområde	Ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd
Vattenskyddsområde	Ett avgränsat område för skydd av dricksvatten. Vattenskyddsområden för yt- eller grundvattentäkter kan indelas i olika zoner: vattentäktzon, primär skyddszon, sekundär skyddszon och tertiär skyddszon. Beslutas med stöd av 7 kapitlet 21 § miljöbalken.
Vattentäkt	Bortledande av ytvatten eller grundvatten för vattenförsörjning, värmeutvinning eller bevattning. Beteckningen används också om grundvattenmagasin, sjö eller vattendrag där vattenverk hämtar sitt råvatten.
VISS, Vatteninformations system Sverige	VattenInformationsSystem Sverige är en nationell databas där information om yt- och grundvattenförekomster samlas. VISS har utvecklats av vattenmyndigheterna, länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten. I VISS finns klassningar och kartor över alla Sveriges större sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten.

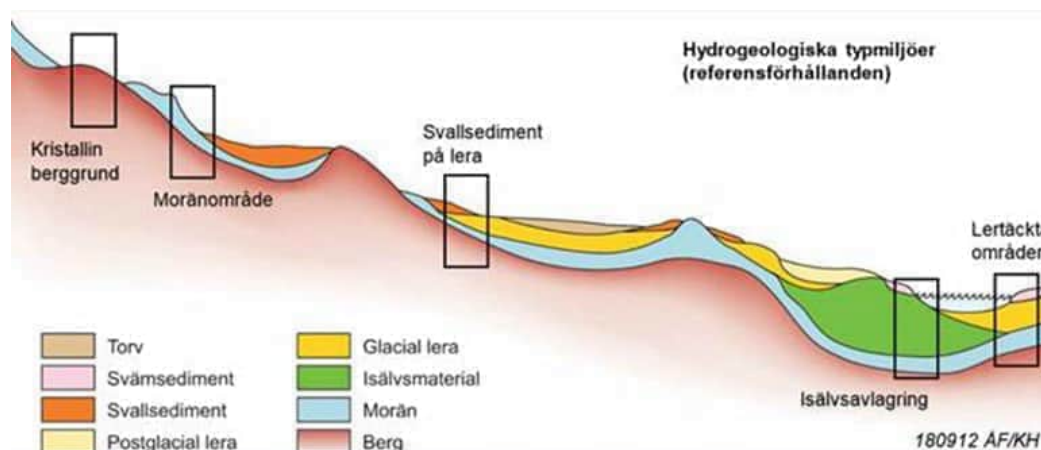
Begrepp	Förklaring
Ytvattenberoende objekt och värden	Samlingsnamn för de allmänna eller enskilda intressen som inventerats inom utredningsområdet och vars värde eller egenskaper beror av ytvattensituationen, inklusive vattennivå, flöde och vattenkvalitet.

Appendix: Hydrogeologiska typmiljöer och dess känslighet för grundvattenpåverkan

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

Hydrogeologiska typmiljöer finns framtagna för att med tillgängligt underlag kunna klassificera olika områden utifrån terrängförhållanden, jordarter, berggrund, geografiskt läge etcetera och därefter ansätta dessa områden vissa egenskaper avseende grundvattnets bildning, förekomst, nivåer och rörelser. Typmiljöerna baseras på en metodik som tagits fram vid Chalmers tekniska högskola (exempelvis Eklund 2002 och Merisalu, Fransson, 2018).

I projekt Ostlänken används typmiljöer i vid beskrivning av förutsättningar i landskapet och vid bedömning av de effekter som kan uppkomma till följd av de vattenverksamheter som tillståndsansökan avser.



Figur 93. Hydrogeologiska typmiljöer.

I Figur 93 ovan redovisas fem typområden och visar översiktligt var i terrängen de olika typmiljöerna är belägna, även om andra terränglägen förekommer. Det mellansvenska landskapet är mycket omväxlande vilket gör att typmiljöerna enligt figuren varierar inom korta avstånd. Det gör att syftet med att erhålla ett överskådligt bedömningsunderlag delvis försvinner. Därför har projekt Ostlänken valt att arbeta med enbart tre olika typmiljöer vilka redovisas i Tabell 49 och i nedanstående text.

Tabell 49. Fördelning av hydrogeologiska typmiljöer.

Typmiljöer	Vald typmiljöindelning
<i>Kristallin berggrund</i>	<i>Kuperat höjdområde</i>
<i>Öppna grundvattenmagasin i moränjord</i>	
<i>Öppna magasin i svallsediment</i>	-
<i>Öppna magasin i isälvsmaterial</i>	<i>Isälvsavlagring</i>
<i>Slutna magasin i moränjord eller i isälvsmaterial</i>	<i>Lertäckt dalgång</i>

Kuperat höjdområde

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

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

Avrinningen från de mindre grundvattenmagasinen i moränjord kan principiellt ske på två huvudsakliga sätt beroende på underliggande berggrunds egenskaper. Där berggrunden är tät (saknar större spricksystem) styrs den ytliga avrinningen av nivån på den lägsta omgivande bergtröskeln. Det vill säga att avrinning endast sker till lägre liggande område då grundvattennivån överstiger tröskelnivån. Förekomst av våtmarker inom höjdområden indikerar denna typ av jordlagermagasin. Där moränjordmagasinet är beläget i en bergsvacka med underliggande spricksystem sker avrinningen dels via ytavrinning, dels via dessa sprickor och nettonederbördens fördelning mellan grundvattenbildning och resterande ytvattenavrinning styrs av spricksystemets genomsläpplighet, konnektion och kontakt med ovanliggande jord. Lokala svackor med torr eller frisk markfuktighetsklass indikerar jordlagermagasin av denna typ.

Isälvsformation

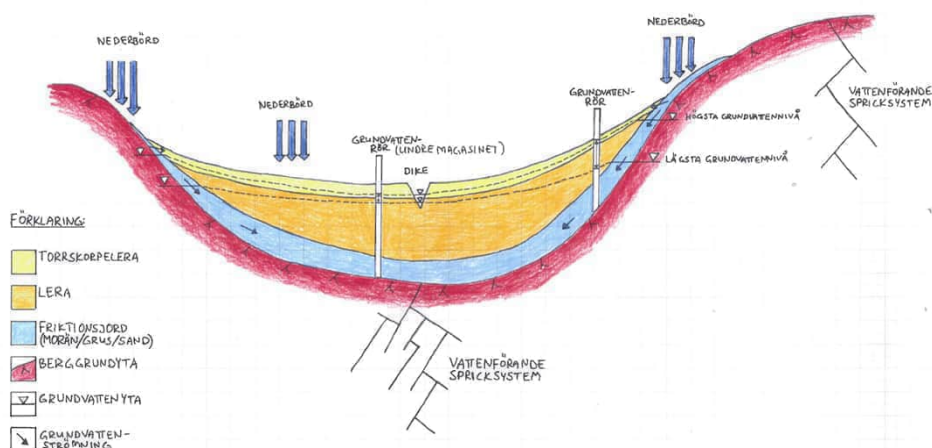
Typmiljön *Isälvsformation* används för att beskriva ett större område med isälvsavlagringar som i huvudsak ligger blottade. Formationerna kan utgöras av rullstensås, sand/grus eller isälvsdelta. I lägre liggande områden kan isälvsavlagringen nå ut under omkringliggande lerjord eller täckas helt. Isälvs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

Isälvsavlagringar är Sveriges främsta grundvattentillgångar för vattenförsörjning och flertalet är registrerade vattenförekomster enligt Svensk vattenförvaltning.

Lertäckt dalgång

Framträdande karaktärsdrag för typmiljön *Lertäckt dalgång* är större dalgångar vilka ligger låglänt i landskapet med en relativt platt topografi och omgivande höjdområden, se Figur 94. Dalgångarna har tidigare varit havsvikar under istidens slutfas där så kallade kohesionsjordar (lera och silt) kunnat sedimentera. En generell jordlagerföljd från bergytan är friktionsjord (morän eller sand, grus), varvig glaciallera (ler-, silt-, finsandlager) och överst postglacial lera. I dalgångarna kan det förekomma vattendrag som skurit sig ner i leran och avsatt svämsediment ovanpå leran i anslutning till vattendraget. Jordlagren är generellt mäktigare än inom tidigare typområde, flera tiotals meter är inte ovanligt varav större delen utgörs av lerjordlagret. Om underliggande friktionsjord utgörs av moränjord har den normalt endast några meters mäktighet. Underlagras lerjordlagret av sand, eller grus (som sedimenterat i vatten) kan dess mäktighet vara något större.

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



Figur 94. Schematisk skiss över grundvattenfluktuationer och grundvattenbildning i tvärsnittet av en större dalgång.

Grundläggande hydrologiska begrepp

Nedan förklaras ett antal grundläggande hydrogeologiska begrepp. Dessa redovisas även under avsnittet *Begrepp och definitioner*.

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

De mest genomsläppliga jordlagren finns i våra rullstensåsar med sten-, grus och sandjordar följt av vissa typer av moränjordar. Även berggrunden brukar räknas som ett grundvattenmagasin som kan nyttjas för dricksvattenförsörjning genom bergborrhål.

brunnar. Kristallin berggrund, så kallat urberg, har liten förmåga att lagra grundvatten då spricksystemens sammanlagda volym är liten.

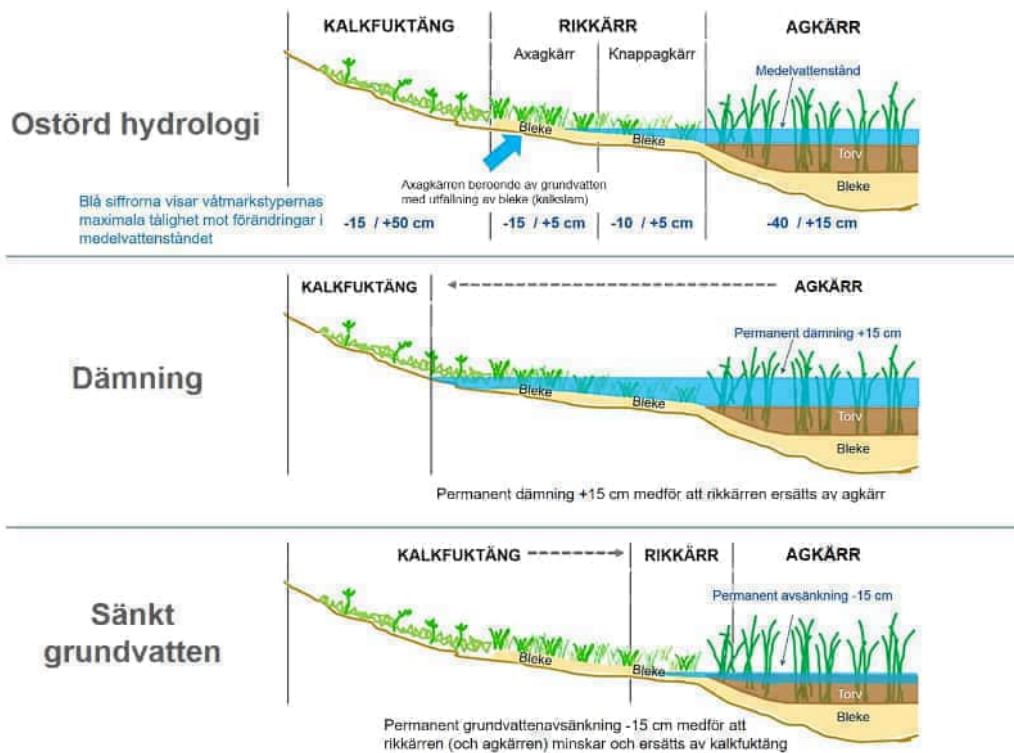
Grundvatten kan förekomma i öppna eller slutna magasin. I ett **öppet magasin** kan nederbördsvatten som inte tas upp av vegetationen i markzonen direkt infiltrera ned till grundvattenmagasinet. I ett **slutet (undre) magasin** begränsas magasinet av ett ovanliggande tätande jordlager, vanligtvis lera, och magasinet fylls på, främst 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 **artesisikt grundvatten** och en brunn som borrar genom lerjordlagret kan då läcka grundvatten som en fontän. Öppna magasin ovanför ett tätande lerlager brukar kallas ett **övre magasin** och vanligen handlar det om grundvatten i fyllnadsmaterial och torrskorpelera men det kan även förekomma naturligt eller i material som svallats ut över ett lerskikt.

I ett öppet grundvattenmagasin är grundvattennivån lika med **grundvattenytan**. Avsänks grundvattenytan ersätts grundvattnet med luft (markgaser) i jordlagrets porer och mängden vatten som kan dräneras av motsvarar hela den effektiva porvolymen (cirka 200–300 liter per kubikmeter sandjord).

I ett slutet magasin motsvarar grundvattennivån magasinets **grundvattentrycknivå**. Avsänks trycknivån är magasinets porer fortfarande fyllda med grundvatten men med ett lägre tryck än tidigare. En meters trycksänkning motsvarar bara några 10-tals liter vatten per kubikmeter friktionsjord, det vill säga betydligt mindre än för ett öppet magasin. Ett slutet magasin är betydligt mer känsligt för uttag än ett öppet magasin med samma uttag, liksom att effekterna ut i slutna magasinet sprids snabbare än i det öppna.

Grundvattenberoende naturvärden

I ett kuperat landskap är det i släntfoten ner mot låglänt mark som växtligheten är mest känslig för påverkan genom grundvattenbortledning. I denna nedre del av en sluttning är grundvattnets tryck delvis också riktat uppåt, grundvattnet finns ytligt i marken, och växtligheten är ofta anpassad till en mer fuktig miljö, se Figur 95. Högre upp i sluttningen finns i stället en mer nedåtriktad strömning (grundvattenbildning) och växtligheten är anpassad till torrare dränerade förhållanden eller till lokala fuktiga områden i täta svackor som inte påverkas av underliggande grundvattennivå.



Figur 95. Växtlighet i torra och friska marker utnyttjar enbart vatten i markens omättade zon medan växtlighet i utströmningsområden i släntfot är mer beroende av ytligt grundvatten. Bilden visar exempel på några våtmarkstypers känslighet för förändrad hydrologi (illustration Naturvårdsverket).

Det är också nedanför släntfoten, där såväl ytvatten som uppströmmande grundvatten möts, som man hittar de vattensystem som är särskilt beroende av en naturlig grundvattentillströmning som källor, källsjöar (d.v.s. sjöar utan större tillflöden), grundvattenmatade vattendrag samt våtmarker.

De naturvärdesobjekt som kan påverkas av en grundvattensänkning finns främst i öppna grundvattenmagasin med ytlig (marknära) grundvattennivå. Fuktiga områden i högt belägna bergsvackor eller ovanför lertäckta områden påverkas enligt resonemanget ovan inte av en grundvattensänkning i djupare jord- eller berglager.



TRAFIKVERKET

Postadress: Trafikverket, 172 90 Sundbyberg.

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

www.trafikverket.se