
RAPPORT

ÖREBRO KOMMUN

Genomförandebedömning järnväg

UPPDRAGSNUMMER 1554185000

**IDENTIFIERING OCH BEDÖMNING AV SKADEHÄNDELSER SAMT HÄRAV ORIENTERANDE
FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER FÖR NY JÄRNVÄG GENOM VATTENSKYDDSSOMRÅDE FÖR BISTA
OCH JÄGARBACKEN VATTENTÄKTER**



2016-11-28

ÖREBRO VATTEN OCH MILJÖ

DAVID EKHOLM, HANS FRIDHOLM, ERIK ALSTERYD,
PEDER ANDERSSON

Sammanfattning

Ett omfattande utredningsarbete pågår för att kartlägga en ny möjlig järnvägssträckning mellan Oslo och Stockholm. För sträckningen genom Örebro finns flera alternativ, där huvudalternativet och ett till alternativ innebär passage genom Örebros vattentäkter Bista och Jägarbacken.

Örebro kommun har gett Sweco i uppdrag att bedöma vilka risker en eventuell ny järnväg för snabbtåg och gods utgör för Bista och Jägarbacken vattentäkter och lämna förslag till åtgärder som bör vidtas för att järnvägen inte ska orsaka väsentlig skada på vattentäkterna. Uppdraget omfattar huvudalternativet kallat Bista och ett alternativ kallat Adolfsberg och har avgränsats till vattenskyddsområdet för vattentäkterna. För åtgärder i form av tätskikt, skyddsvallar och servicevägar har ingått i uppdraget att göra översiktliga kostnadsberäkningar.

Alternativet Bista omfattar järnväg för persontåg som löper på bank och i skärning (över grundvattennivån i åsen) genom vattenskyddsområdet för vattentäkterna, ca 200 m norr om Skråmsta vattenverk. Avståndet från järnvägen till närmaste brunnar och infiltrationsbassänger är ca 300 m respektive ca 70 m. Järnvägen för godståg löper, sett norrifrån, längs E18/E20 och delas upp i sträckningar mot väster och sydost. Sträckningarna går på bank, i skärning, i betongtunnel och i bergtunnel. Vidare ingår järnväg för gods (från Törsjö) via bergtunnel genom den södra delen av vattenskyddsområdet.

För alternativet Adolfsberg löper järnvägen för persontrafik utanför vattenskyddsområdet. Järnvägen för godståg löper, sett norrifrån, längs E18/E20 och delas upp i sträckningar mot sydväst och sydost. Sträckningarna går på bank, i skärning, i betongtunnel och i bergtunnel.

Vattentäkterna Bista och Jägarbacken står för ungefär 40 % av dricksvattenproduktionen till ca 130 000 personer i Örebro stad och ett antal kransorter. För närvarande saknas reservvattentäkt. Vattentäkternas skyddsvärde är därför extremt högt och kostnaden för att ersätta vattentäkterna med en likvärdig vattentäkt, i händelse av att täkterna skulle bli obrukbara uppskattas till ca 3 miljarder kronor.

Vattentäkterna är lokaliserade till Karlslund-Kilsåsen. Sårbarheten för grundvattenmagasinet i åsen är som störst där isälvmaterialet (sand och grus) i åsen går i dagen och som lägst där de översta jordlagren består av leror (som har låg genomsläpplighet).

Samtliga identifierade skadehändelser i bygg- och driftskedet har klassats utifrån konsekvens för dricksvattenförsörjningen. För skadehändelser i byggskedet som kan påverka grundvattnets kvalitet har även riskpoäng beräknats utifrån bedömningar av sannolikhet och konsekvens.

För byggskedet bedöms hantering av petroleumprodukter och spridning av bekämpningsmedel utgöra de största riskerna. Av de skadehändelser i byggskedet som påverkar grundvattnets kvalitet bedöms dieselläckage, från t.ex. lagringstankar och tankfordon medföra de största konsekvenserna. Den skadehändelse som bedöms medföra störst

konsekvens vad gäller påverkan på grundvattennivåer och -flöden är länshållning i schakt under grundvattenytan i isälvmaterial. Stora konsekvenser kan även förväntas för områden där sårbarheten för förorening markant ökas genom att tätande jordlager schaktas bort.

För byggskedet föreslås ett flertal åtgärder avseende hantering av petroleumprodukter, sprängning, injektering, saltning, spridning av bekämpningsmedel, länshållning, hantering av dagvatten, hantering av förorenade massor, beredskap, förebyggande av sabotage och stöld samt åtgärder för att minska påverkan på grundvattenförhållandena.

För driftskedet bedöms öppna skärningar och dämmande tråg eller betongtunnlar under grundvattennivån (särskilt i grundvattenmagasinet i åsen) medföra de största konsekvenserna vad gäller påverkan på grundvattennivåer och -flöden.

Om möjligt bör järnvägar undvikas inom vattentäckernas skyddsområde, utifrån vattentäckernas perspektiv. Detta uppnås inte med de två studerade alternativen Bista och Adolfsberg och är eventuellt inte genomförbart med tanke på andra intressen. En lösning med en förläggning av järnvägen helt eller delvis i åsens grundvattenmagasin bör undvikas. Detta uppnås inte heller med de två alternativen och är eventuellt inte heller genomförbart. Kan en förläggning av järnvägen i åsens grundvattenmagasin inte undvikas kan tråg/betongtunnel ersätta öppen skärning för att minska påverkan på grundvattennivåer mm. För tråg/betongtunnlar bör möjligheterna till förbiledning av grundvatten utredas, med syfte att minska påverkan på grundvattennivåer mm.

Vad gäller påverkan på grundvattnets kvalitet i driftskedet bedöms olyckor med utsläpp av farligt gods eller läckage av transformatorolja från el-lok medföra de största konsekvenserna. Sannolikheten för dessa skadehändelser är emellertid mycket låg. Andra skadehändelser som bedöms medföra stora konsekvenser är släckvatten från brandbekämpning, läckage från transformatorer, metaller från kontaktlednings-, hjul-, räls- och bromsslitage (dagvatten) och hantering av kemiska bekämpningsmedel.

För att reducera risker för negativ påverkan på grundvattnets kvalitet i driftskedet föreslås ett flertal åtgärder omfattande trafikåtgärder, olycksförebyggande åtgärder, utsläppsförebyggande åtgärder, skyddsåtgärder i terrängen, insats-/beredskapsplaner och beredskapsåtgärder samt kontroll. Merkostnaden för anläggande av tätskikt, skyddsvallar och servicevägar längs alla sträckningar inom vattenskyddsområdet, där järnvägen går på bank eller i skärning, uppskattas till storleksordningen 130-150 Mkr för huvudalternativet Bista.

Sammanfattningsvis har åtgärder föreslagits som reducerar sannolikheten för, och konsekvenserna av samtliga identifierade skadehändelser. Genomförs föreslagna åtgärder bör en ny järnväg kunna byggas och vara i drift utan att orsaka väsentlig skada på vattentäckerna. En ny järnväg skulle emellertid medföra ökad risk för vattenförsörjningen jämfört med idag, även om föreslagna åtgärder vidtas.

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Uppdraget	6
2	Planerad järnväg	7
2.1	Sträckning och profil	7
2.1.1	Alternativet Bista	7
2.1.2	Alternativet Adolfsberg	8
2.2	Transporter	10
3	Skyddsobjekt	11
3.1	Översikt	11
3.2	Brunnar och infiltrationsbassänger	12
3.3	Tillstånd	12
3.4	Försörjningsområde och vattenuttag	12
3.5	Vattenskyddsområde	12
3.6	Insats-/Beredskapsplan	12
3.7	Grundvattenskydd	13
3.8	Reservvattentäkt	13
3.9	Vattentäktens värde	14
4	Hydrogeologiska förhållanden	15
4.1	Geologi	15
4.2	Ytvatten	17
4.3	Grundvatten	17
4.3.1	Tillrinningsområde	17
4.3.2	Grundvattennivåer	17
4.3.3	Transporthastighet och uppehållstider	21
4.4	Grundvattenmagasinets sårbarhet	21
4.5	Förorenade områden	24
5	Metod för riskanalys	26
5.1	Förorening av vattentäkten	27
5.1.1	Byggskedet	27
5.1.2	Driftskedet	28
5.2	Påverkan på grundvattennivåer och grundvattenflöden	28

6	Byggskedet	29
6.1	Skadehändelser	29
6.1.1	Påverkan på grundvattnets nivå eller avrinningsriktning	29
6.1.2	Påverkan på sårbarheten för grundvattenmagasinet	29
6.1.3	Påverkan på grundvattnets kvalitet	30
6.2	Risکاناليس	30
6.2.1	Påverkan på grundvattnets kvalitet	30
6.2.2	Påverkan på grundvattennivå, avrinningsriktning samt vattentäktens sårbarhet	32
6.3	Möjliga skyddsåtgärder	33
6.3.1	Förebyggande av utsläpp, reducerad sårbarhet samt påverkan på grundvattennivå	33
6.3.2	Spridningsförebyggande vid riskkällan	34
6.3.3	Fysiska skyddsåtgärder	34
6.3.4	Beredskapsplaner och utredningar	35
6.3.5	Kontrollprogram och övervakning	36
6.4	Förslag till skyddsåtgärder	36
6.4.1	Hantering av diesel, hydraulolja och frostskyddsmedel	37
6.4.2	Förorening från sprängning, injektering, saltning, spridning av bekämpningsmedel, länshållningsvatten samt dagvatten	38
6.4.3	Föroreningsspridning från förorenade massor	39
6.4.4	Föroreningsspridning från släckvatten eller översvämningar	39
6.4.5	Föroreningsspridning vid sabotage eller stöld	39
6.4.6	Förändrade grundvattenförhållanden	40
7	Driftskedet	41
7.1	Skadehändelser	41
7.1.1	Anläggningens påverkan på grundvattennivåer och -flöden	41
7.1.2	Punktutsläpp	47
7.1.3	Diffusa utsläpp	47
7.1.4	Underhåll av järnvägen	48
7.2	Risکاناليس/konsekvensklassning	49
7.2.1	Påverkan på grundvattennivåer och -flöden	49
7.2.2	Påverkan på grundvattnets kvalitet	49
7.2.3	Olycka med farligt gods - riskklassning/-analys	50
7.3	Möjliga skyddsåtgärder	54
7.3.1	Anläggningens design och lokalisering	54
7.3.2	Trafikåtgärder	55
7.3.3	Olycksförebyggande åtgärder	55
7.3.4	Utsläppsförebyggande åtgärder	56
7.3.5	Skyddsåtgärder i terrängen (begränsande åtgärder)	57
7.3.6	Insats-/beredskapsplaner och beredskapsåtgärder	57
7.3.7	Kontroll	59
7.4	Förslag till skyddsåtgärder	59
7.4.1	Inledande kommentar angående åtgärdsbehov	59

2(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

7.4.2	Anläggningens design och lokalisering	60
7.4.3	Trafikåtgärder	61
7.4.4	Olycksförebyggande åtgärder	61
7.4.5	Utsläppsförebyggande åtgärder	62
7.4.6	Skyddsåtgärder i terrängen (begränsande åtgärder)	62
7.4.7	Insats-/beredskapsplaner och beredskapsåtgärder	63
7.4.8	Kontroll	64
8	Samlad bedömning	65
9	Referenser	67

Bilagor

1. Riskanalys/konsekvensklassning. Byggskedet - Påverkan på grundvattnets kvalitet.
2. Konsekvensklassning. Byggskedet - Påverkan på grundvattennivå, avrinningsriktning samt vattentäktens sårbarhet.
3. Konsekvensklassning. Driftskedet - Påverkan på grundvattnets kvalitet.
4. Konsekvensklassning. Driftskedet - Påverkan på grundvattennivåer- och flöden.
5. Skyddsåtgärder. Byggskedet.
6. Skyddsåtgärder. Driftskedet.

4(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Ett omfattande utredningsarbete pågår för att kartlägga en ny möjlig järnvägssträckning mellan Oslo och Stockholm.

Den etapp som nu utretts, Kristinehamn-Örebro, även kallad Möjlighetsstudien, omfattar järnväg via Karlskoga, där ambitionen är att etablera ett snabbtåg. Berörda kommuner längs med sträckan har enats om att samverka om frågan eftersom järnvägen måste hänga ihop över kommungränserna. Möjlighetsstudien ska fungera som underlag för kommunernas respektive översiktsplaner. Studien kan även vara till nytta i Trafikverkets åtgärdsvalsstudie (ÅVS) för sträckan Oslo- Stockholm.

Kommunerna bedömer att bättre kommunikationer ger arbetsmarknaderna möjlighet att växa. Det gör i sin tur att kommunerna längs med sträckan blir mer attraktiva för företagsetableringar liksom att existerande verksamheter finner regionen fortsatt intressant. Idag tar det sex timmar att resa de drygt 50 milen mellan Oslo och Stockholm med tåg, vilket inte gör det konkurrenskraftigt relativt flyget. I nuläget görs samtidigt 1,4 miljoner flygresor mellan Oslo och Stockholm varje år. Erfarenheter från andra håll i Europa visar att de flesta resenärer skulle välja tåget om restiden begränsas till 3 timmar. Snabbare tåg hinner också stanna fler gånger. En restid med tåg mellan Oslo och Stockholm på 2 timmar och 40 minuter beräknas rymma sju till åtta stopp på vägen.

Trafikverket inleder en åtgärdsvalsstudie för sträckan Oslo-Stockholm under hösten 2016. Fristående från möjlighetsstudien drivs dessutom ett samverkansprojekt i bolagsform, kallat Oslo-Stockholm 2.55, där syftet är att skapa en driftsäker och snabb järnvägsförbindelse med en restid på högst tre timmar för sträckan Oslo-Stockholm. 2014 bestämde sig kommunerna i Karlskoga, Kristinehamn, Degerfors, Lekeberg och Örebro för att genomföra en detaljerad utredning för att klarlägga var det genom dessa kommuner finns fysiskt utrymme för en sådan tågförbindelse. Arbetet föregicks av motsvarande studie mellan Oslo och Kristinehamn. Utredningen har utförts av det norska konsultföretaget Norsk Bane i dialog med kommunerna. Dessa har även samarbetat med Norsk Bane för framtagande av en komplett sträckning mellan Oslo och Stockholm. Norsk Bane har som följd av detta inlett ytterligare en studie, nu för etappen Arboga-Stockholms län.

Slutrapporten för etappen Kristinehamn-Örebro väntas under 2016. Den tar hänsyn till både persontrafik med tåghastighet på över 300 km/h och godstrafik med långa tåg och svaga lutningar, vilket ställer höga krav på var spåren kan förläggas.

För sträckningen genom Örebro finns ett huvudalternativ, här kallat Bista, som innebär passage genom vattenskyddsområdet för Örebros vattentäcker Bista och Jägarbacken. Därutöver finns andra alternativ, där ett av alternativen, här kallat Adolfsberg, också innebär passage genom vattenskyddsområdet. Alternativet Adolfsberg skulle, jämfört med alternativet Bista bl.a. innebära lägre kapacitet för persontåg genom Örebro C samt längre körsträcka och körtid för person- och godståg. Med anledning av passagera

genom vattenskyddsområdet fordrar spårutredningens färdigställande en separat utredning av spårdragningens förenlighet med Örebro kommuns vattenproduktion.

1.2 Uppdraget

Örebro kommun har gett Sweco i uppdrag att bedöma vilka risker en eventuell ny järnväg för snabbtåg och gods utgör för Bista och Jägarbacken vattentäkter och lämna förslag till åtgärder som bör vidtas för att järnvägen inte ska orsaka väsentlig skada på vattentäkterna.

Uppdraget omfattar huvudalternativet kallat Bista och alternativet kallat Adolfsberg och har avgränsats till vattenskyddsområdet för vattentäkterna.

Potentiella skadehändelser, dels sådana som kan påverka grundvattnets kvalitet och dels sådana som kan påverka grundvattennivåer och -flöden, under både bygg- och driftskedet har identifierats och beskrivits översiktligt. Identifierade skadehändelser har klassats utifrån den konsekvens för dricksvattenproduktionen de skulle ha. För skadehändelser under byggskedet som kan påverka grundvattnets kvalitet har även riskpoäng beräknats och för olyckor med utsläpp av farligt gods under driftskedet har en riskklassning gjorts. I bedömningen av risker med föroreningar under driftskedet ingår bedömningar avseende underhåll av järnvägen och diffusa utsläpp från banvallarna. Möjliga skyddsåtgärder har identifierats och beskrivits översiktligt. Avslutningsvis lämnas förslag till lämpliga åtgärder som bör vidtas för att skydda vattentäkterna.

För åtgärder i form av tätskikt, skyddsvallar och servicevägar har ingått i uppdraget att göra översiktliga kostnadsberäkningar.

2 Planerad järnväg

2.1 Sträckning och profil

I uppdraget har två alternativ för sträckningar av höghastighetsjärnväg studerats; huvudalternativet Bista och alternativet Adolfsberg. Alternativet Adolfsberg skulle, jämfört med alternativet Bista bl.a. innebära lägre kapacitet för persontåg genom Örebro central samt längre körsträcka och körtid för person- och godståg.

Sträckningarna kommer att gå på bank, i skärning (öppen eller med tråg), i betongtunnel samt i bergtunnel. Troligen kommer järnvägarna för både person- och godståg att byggas ballastfritt med s.k. slab track (betongbana). Betongtunnlar avses byggas från markytan och ned (s.k. cut and cover). Bergtunnlar avses byggas genom sprängning eller borrhning med tunnelborrmaskin.

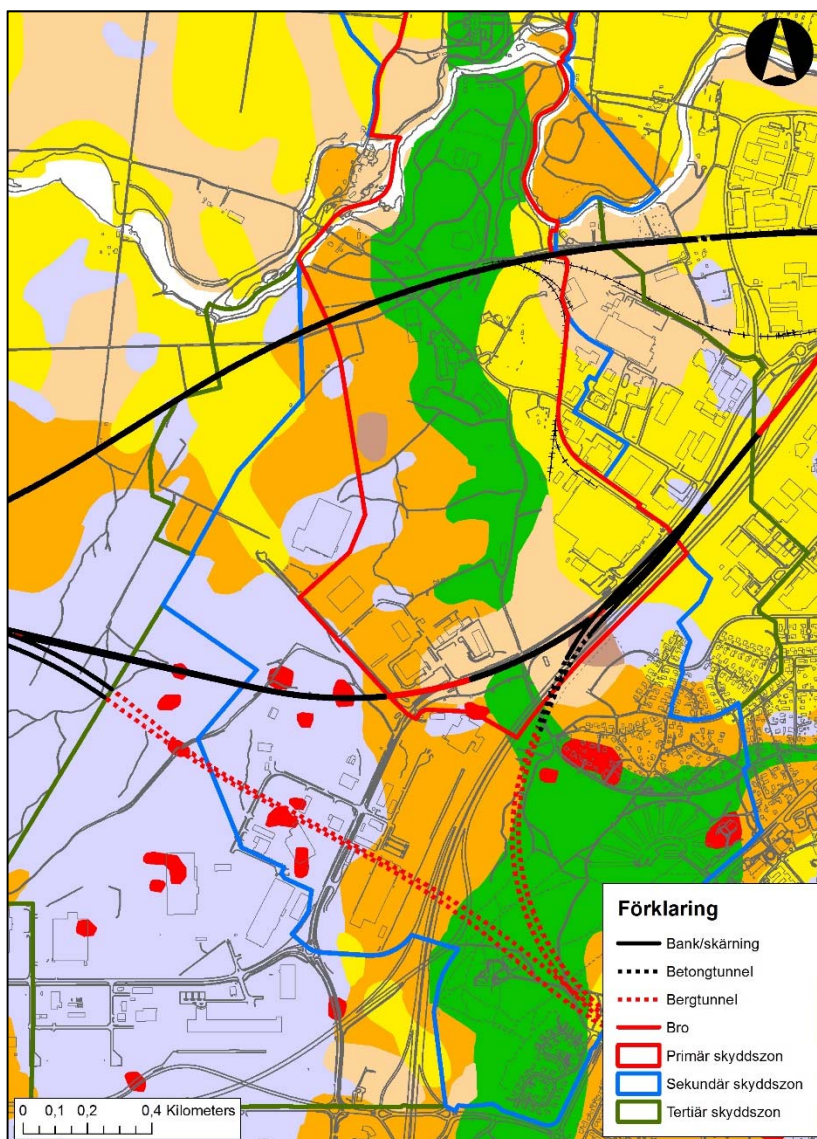
2.1.1 Alternativet Bista

Alternativet innebär en järnvägssträckning, primärt för persontåg på sträckan Oslo-Stockholm, som går via Örebro central och en järnvägssträckning, primärt för godståg, som passerar väster om de centrala delarna av Örebro.

Järnvägen för persontåg löper mot SSV från Örebro central och viker därefter av västerut för att löpa strax norr om Södra infartsleden och vidare mot väster/VSV genom vattenskyddsområdet för Bista och Jägarbacken vattentäkter, ca 200 m norr om vattenverket. Sträckan genom vattenskyddsområdet är ca 1,3 km och järnvägen passerar genom primär, sekundär och tertiär skyddszon. Avståndet från järnvägen till närmaste brunnar och infiltrationsbassänger är ca 300 m respektive ca 70 m. På sträckan genom vattenskyddsområdet går järnvägen i skärning eller på bank. Även om järnvägen primärt är avsedd för persontåg är tanken också att godståg ska kunna gå på sträckan om den primära järnvägen för godståg av någon anledning inte kan nyttjas. Transport av farligt gods ska emellertid inte förekomma på järnvägen för persontåg.

Järnvägen för godståg löper, sett norrifrån, längs E18/E20. Sträckningen skär genom den södra delen av den primära skyddszonen (samt genom sekundär och tertiär skyddszon) till vattenskyddsområdet. Vid Nastaberg, på gränsen mellan tertiär och primär/sekundär skyddszon planeras för växlar, så att en del viker av västerut och en del söderut. Sträckan genom vattenskyddsområdet är ca 2,2 km för den del som viker av mot väster och ca 2,2 km för den del som viker av söderut. Sträckningen som fortsätter mot väster går huvudsakligen på bank, samt på kortare sträckor i skärning eller på bro. Sträckningen som fortsätter mot söder/SO går, sett norrifrån, på bank, i skärning, i betongtunnel och slutligen i bergtunnel.

Från söder/SO kommer järnväg för gods (från Törsjö) via bergtunnel genom vattenskyddsområdet.



Figur 2.1. Alternativet Bista, med vattenskyddsområdets skydds-zoner. I bakgrunden ligger jordartskartan.

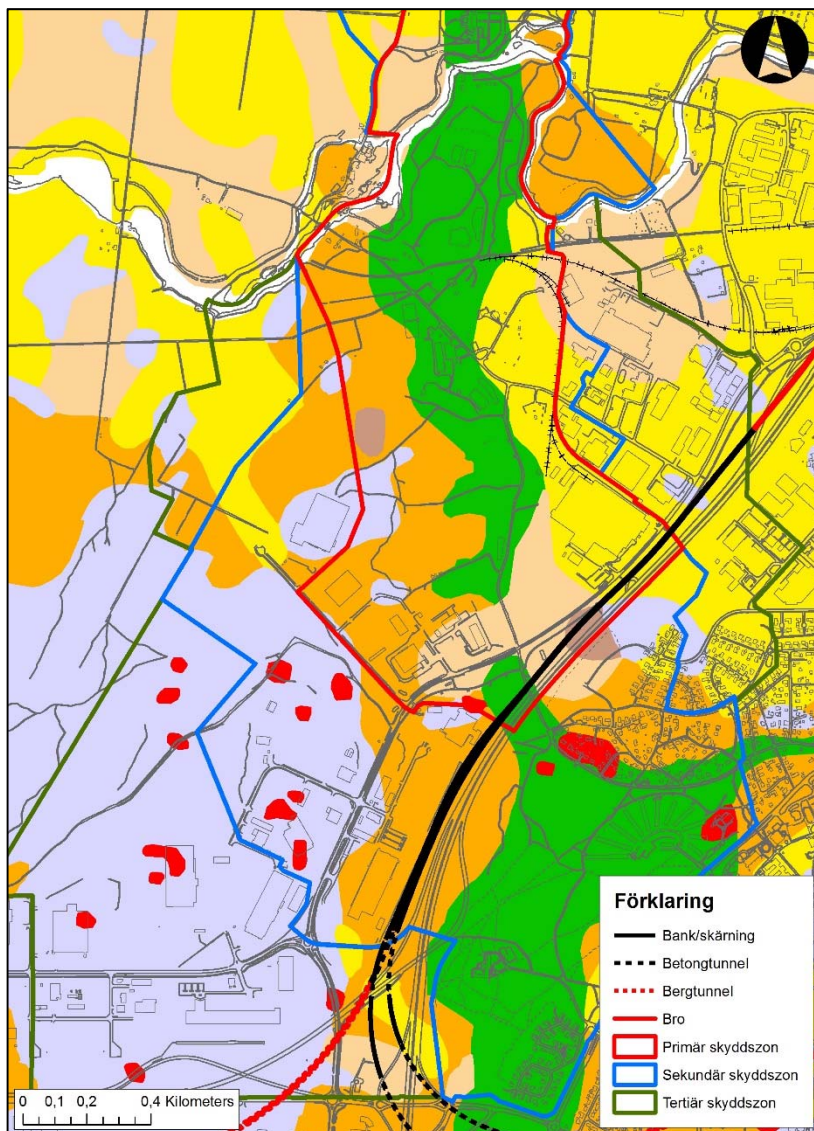
2.1.2 Alternativet Adolfsberg

Alternativet innebär en järnväg, primärt för persontåg på sträckan Oslo-Stockholm, som går via Örebro central och en järnväg, primärt för godståg, som passerar väster om de centrala delarna av Örebro.

Järnvägen för persontåg löper utanför (öster och söder om) vattenskyddsområdet.

Järnvägen för godståg löper, sett norrifrån, längs E18/E20. Vid trafikplats Adolfsberg viker en del av västerut och en del mot sydost. Järnvägen skär genom den södra delen av den

primära skyddsزونen (samt genom sekundär och tertiär skyddsزون) till vattenskyddsområdet. Sträckan genom vattenskyddsområdet är ca 2,5 km för den del som viker av mot väster och ca 2,5 km för den del som viker av mot sydost. Sträckningen som fortsätter mot väster går på bank, i skärning, i betongtunnel och bergtunnel. Sträckningen som fortsätter mot sydost går, sett norrifrån, på bank, i skärning och i betongtunnel. Där skärningarna går under grundvattenytan är det tänkt att de utförs med tråg.



Figur 2.2. Alternativet Adolfberg, med vattenskyddsområdets skyddsزونer. I bakgrunden ligger jordartskartan.

2.2 Transporter

Samtliga sträckningar kommer att trafikeras av enbart elektriska tåg. Tillåtna hastigheter genom vattenskyddsområdet redovisas i *Tabell 2.1*. De faktiska hastigheterna kommer oftast att vara lägre, särskilt på sträckningarna för godståg.

Tabell 2.1. Tillåtna hastigheter genom vattenskyddsområdet för alternativen Bista och Adolfsberg (uppgifter från Norsk Bane).

Alternativ	Tillåten hastighet genom vattenskyddsområde
Bista, persontrafik	230 km/h i väster, minskande mot 210 km/h i öster
Bista, godstrafik (nära Bista)	160 km/h
Adolfsberg, godstrafik	100-135 km/h söder om Terminalgatan, 160 km/h längre norrut

För få en uppfattning om antal farligt godstransporter på de planerade sträckningarna för godstrafik har uppgifter om transporter genom Örebro C och på sträckan Örebro C-Mosås sammanställts.

Tabell 2.2. Ungefärligt antal transporter på befintlig järnväg, genom Örebro C och på sträckan Örebro C-Mosås, 2015-2015 (antal tåg/år) (uppskattningen baseras på uppgifter från Trafikverket).

Godståg	Tåg med farligt gods	Resandetåg	Övriga tåg
21 000	6 700	31 000	2 400

Mängden farligt gods på sträckorna uppgår i medel till ca 580 000 ton per år och fördelar sig enligt punktlistan nedan. Farligt gods som inte bedöms utgöra föroreningsrisk (bedömning efter SWECO VBB VIAK, 2002) redovisas inom parantes. Mängden farligt gods som bedöms utgöra föroreningsrisk uppgår till i medel ca 370 000 ton/år.

- (Sprängämnen)
- (Gaser)
- Brandfarliga vätskor
- (Brandfarliga fasta ämnen)
- (Självtändande ämnen)
- (Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser)
- Oxiderande ämnen
- Organiska peroxider
- Giftiga ämnen
- Smittsamma ämnen
- Radioaktiva ämnen
- Frätande ämnen
- Övriga farliga ämnen
- Okänt

10(67)

RAPPORT
2016-11-28

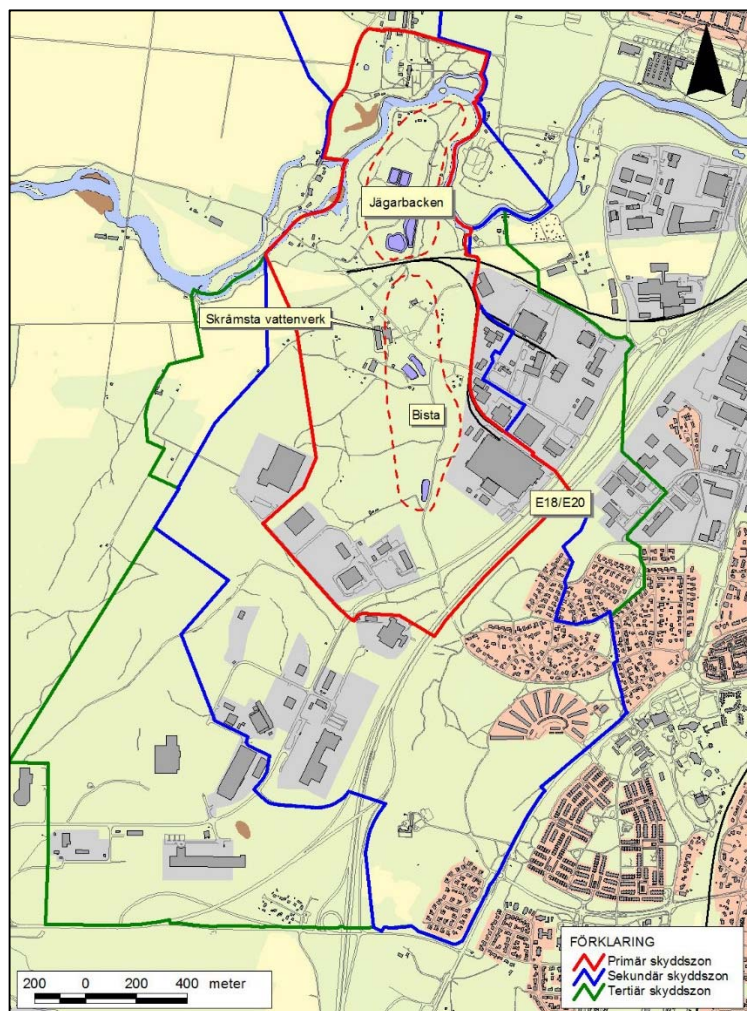
GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

3 Skyddsobjekt

3.1 Översikt

Dricksvattenförsörjning för Örebro tätort och ett flertal kransorter baseras på råvatten från Svartån. Råvattnet behandlas först i Skråmsta vattenverk och infiltreras sedan i infiltrationsbassänger. Infiltrationsbassänger finns i tre vattentäktsområden; Bista, Jägarbacken och Eker. Det infiltrerade vattnet uppföras i ett flertal uttagsbrunnar. Från uttagsbrunnarna pumpas vattnet till Skråmsta vattenverk för desinficering och pH-justering.

Bista och Jägarbacken vattentäkter är belägna ca 3 km sydväst om Örebro centrum. Bista vattentäkt är belägen mellan E20/E18 i söder och en industrijärnväg i norr. Jägarbacken vattentäkt begränsas av industrijärnväg (Svartåbanan) i söder och Svartån i norr, se *Figur 3.1*.



Figur 3.1. Översikt Bista och Jägarbacken vattentäkter, med vattenskyddsområde.

3.2 Brunnar och infiltrationsbassänger

Bista vattentäkt omfattar tre infiltrationsbassänger och fyra uttagsbrunnar. Jägarbacken vattentäkt omfattar fyra infiltrationsbassänger och fem uttagsbrunnar. Samtliga brunnar är formationsfilterbrunnar i jordlagren. Uttagsbrunnarnas kapacitet är mellan ca 25 l/s och ca 80 l/s.

3.3 Tillstånd

Enligt dom, AD 142/1959, från Österbygdens vattendomstol, meddelad den 7 maj 1960, har Örebro kommun bl.a. tillstånd att infiltrera högst 30 000 m³/dygn (ca 350 l/s) vid Skråmsta och Karlslund (inkl. Jägarbacken), samt att uppfordra naturligt och infiltrerat grundvatten vid Skråmsta intill normalt högst 25 000 m³/dygn (ca 290 l/s) och i fall av hastigt uppkommande bristsituation 34 000 m³/dygn (ca 390 l/s).

3.4 Försörjningsområde och vattenuttag

Skråmsta vattenverk försörjer Örebro tätort, Hovsta, Ölmbrotorp, Ervalla, Avdala, St Mellösa, Odensbacken, Hampetorp, Asker, Almbro, Lanna, Hidingsta, Mosås, Örebro flygplats, Latorp, Garphyttan, Vintrosa (Örebro kn) och Hidinge samt från 2017 även Fjugesta (Lekebergs kn) med dricksvatten. Ungefär 130 000 personer är direkt beroende av det vatten som produceras.

Totalt produceras i vattentäkterna Bista, Jägarbacken och Eker i medel ca 13 milj. m³ vatten per år (motsvarande 36 000 m³/dygn eller 410 l/s). Av detta produceras ca 40 % i Bista och Jägarbacken.

3.5 Vattenskyddsområde

För vattentäkterna i Bista och Jägarbacken finns ett gemensamt vattenskyddsområde med tillhörande skyddsföreskrifter, fastställda 2008-12-08. Vattenskyddsområdets utbredning redovisas i *Figur 3.1*.

3.6 Insats-/Beredskapsplan

För kommunala vattenskyddsområden i Örebro kommun finns en beredskapsplan framtagen i samarbete mellan Nerikes Brandkår, Miljökontoret och Tekniska förvaltningen i Örebro kommun (Örebro kommun, 2015).

Syftet med beredskapsplanen är att underlätta att räddningstjänst och saneringsåtgärder i samband med bränder och kemikalieutsläpp från olyckor och liknande, genomförs så att grundvatten inom skyddsområdet inte förorenas. Detta är för att söka säkerställa produktionen av dricksvatten vid Örebro kommuns vattenverk.

I planen finns inga detaljerade rutiner för hur de olika aktörerna ska fullgöra sina uppgifter utan planen är för att tydliggöra vilka roller och ansvar som aktörerna har och hur samspelet mellan dessa ska ske. Rutiner för att vidta åtgärder enligt planen ska finnas vid respektive verksamhet.

12(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

3.7 Grundvattenskydd

Inom vattenskyddsområdet har omfattande fysiska åtgärder vidtagits för att skydda grundvattnet.

Där E18/E20 skär Karlsundsåsen sydost om Skråmsta vattenverk har det anlagts grundvattenskydd längs vägen i form av räcken, kantsten och ledningar för uppsamling av dagvatten och ett eventuellt utsläpp av farligt gods samt en damm.

För att minska riskerna som Bistagatan utgör för vattentäkten har Örebro kommun vidtagit ett antal åtgärder, bl.a. sänkt hastighet, kantsten, räcken, täta dagvattensystem och dammar. På andra gator och vid parkeringsytor har kantsten, täta rinnstensbrunnar och täta ledningar anlagts.

För att förbättra säkerheten inom vattenskyddsområdet när det gäller risker för grundvattenpåverkan p.g.a. läckage från det kommunala va-ledningsnätet har ledningar filmats och täthetsprovats. Där behov har identifierats har ledningar tätats. Vid eventuell exploatering ställs krav på dagvattenhanteringen.

Örebro kommun arbetar för att flytta ut verksamheter som innebär risk för vattentäkterna från vattenskyddsområdet. Bl.a. har bensinstationer flyttats ut.

3.8 Reservvattentäkt

Reservvattentäkt saknas för Örebro tätort och i dagsläget finns ingen egentlig överkapacitet i vattentäkterna vid Bista, Jägarbacken och Eker. Om vattentäkterna vid Bista och Jägarbacken inte kan användas, kan infiltrationen och grundvattenuttaget vid Eker ökas något. Detta kan dock endast göras under en kortare period, då tidigare erfarenheter visat att det uppstår problem med vattnets kvalitet vid ökad infiltration och uttag. Vidare kan infiltrationen och uttaget inte ökas så kraftigt att hela vattenbehovet tillgodoses.

För närvarande utreds möjligheterna att ta dricksvatten från Vättern. Idag deltar kommunerna Hallsberg, Kumla, Laxå, Lekeberg, Nora, Lindesberg och Örebro. Länsstyrelsen i Örebro län samordnar projektet. Förverkligas projektet kommer Vättern att utgöra ordinarie vattentäkt, medan Bista, Jägarbacken och Eker kommer att fungera som reservvattentäkter. I dagsläget planeras för två råvattenintag i Vättern. Råvattnet avses ledas via bergtunnel till Hallsberg. I ett första skede kommer sannolikt råvatten distribueras från Hallsberg. I ett andra skede planeras för ett vattenverk i Hallsberg, med två mikrobiologiska säkerhetsbarriärer, från vilket ett renvatten distribueras. I respektive kommun behandlas vattnet i en sista, tredje säkerhetsbarriär innan distribution. Beslut om projektet tas troligen under 2017. Byggtiden uppskattas till tio år, varför Vätternvatten bedöms kunna levereras tidigast 2028.

3.9 Vattentäktens värde

Värdet på en vattenförekomst eller vattentäkt utifrån dricksvattenperspektiv beror främst på vattenresursen (uttagbara vattenmängder och vattnets kvalitet), samt på nuvarande och eventuellt framtida vattenutnyttjande och tillgången på andra dricksvattenförekomster med goda förutsättningar för dricksvattenuttag i närområdet. Även naturligt skydd, risker och hot mot vattenförekomsten påverkar värdet.

Enligt Naturvårdsverkets handbok för vattenskyddsområden (Naturvårdsverket, 2011) kan skyddsvärdet för Bista och Jägarbacken klassas som *Extremt högt*, utifrån indelningsgrunden "Nationellt högprioriterade (riksintressanta) vattenförekomster och vattentäkter för nuvarande och/eller framtida vattenförsörjning. Viktiga allmänna vattentäkter där det saknas reservvattentäkt."

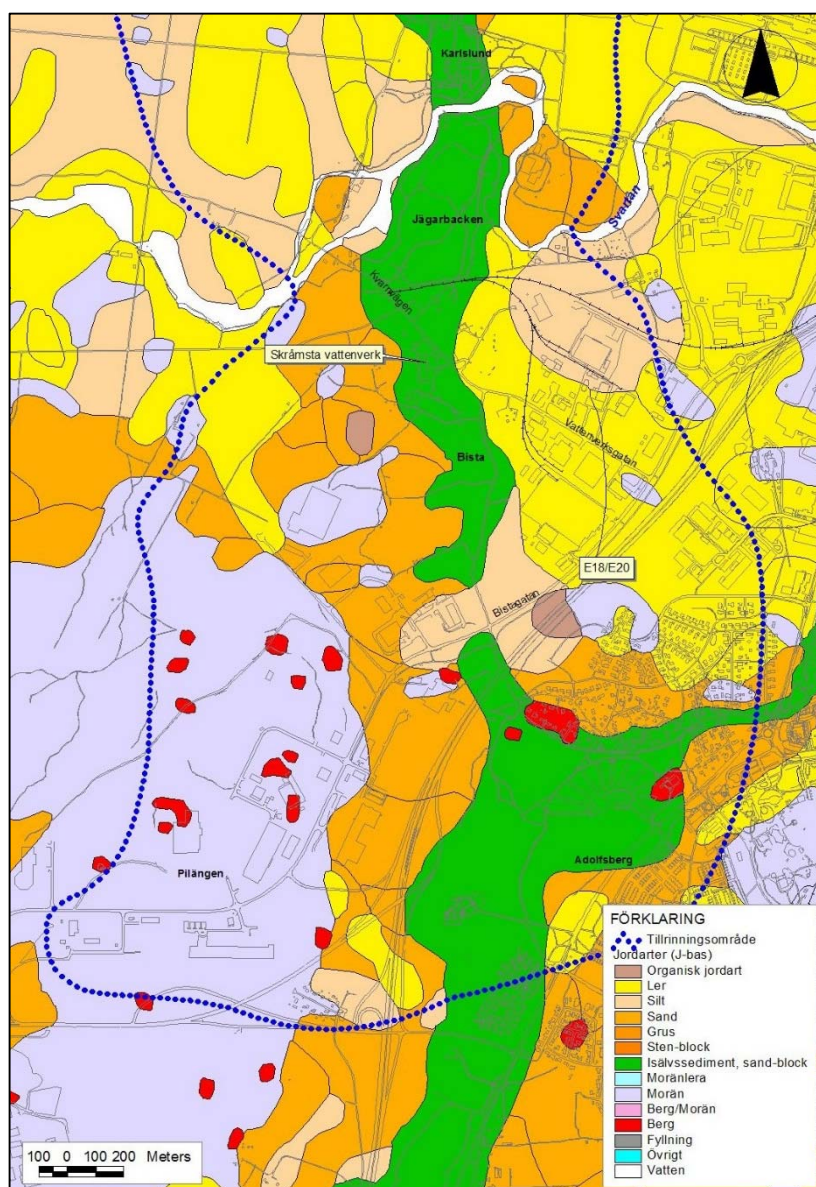
Det ekonomiska värdet av en vattentäkt kan bedömas på flera olika sätt. Ett vanligt sätt är att bedöma ersättningsvärdet, d.v.s. kostnaden för att ersätta vattentäkten med en likvärdig vattentäkt i händelse av att den ordinarie skulle bli obrukbar genom förorening eller på annat sätt.

Enigt ovan kan infiltrationen och uttaget vid Eker inte ökas så kraftigt att hela vattenbehovet tillgodoses om Bista och Jägarbacken vattentäkter skulle bli obrukbara. Det alternativ som står till buds i framtiden (>2028) är vatten från Vättern. Kostnaden för Vätternvatten uppskattas till ca 3 miljarder kronor. Ersättningsvärdet av Bista och Jägarbacken vattentäkter kan således uppskattas till 3 miljarder kronor.

4 Hydrogeologiska förhållanden

4.1 Geologi

Bista och Jägarbacken vattentäkter är lokaliserade till Karlslund-Kilsåsen, som är en del av Kumla-Hallsbergsåsen. Kumla-Hallsbergsåsen förgrenas vid Adolfsberg norrut i två åsar, Karlslund-Kilsåsen i väster och Örebroåsen i öster. Vid Karlslund genomskärs Karlslund-Kilsåsen av Svartån. En jordartskarta över vattenskyddsområdet för vattentäktena redovisas i *Figur 4.1*.

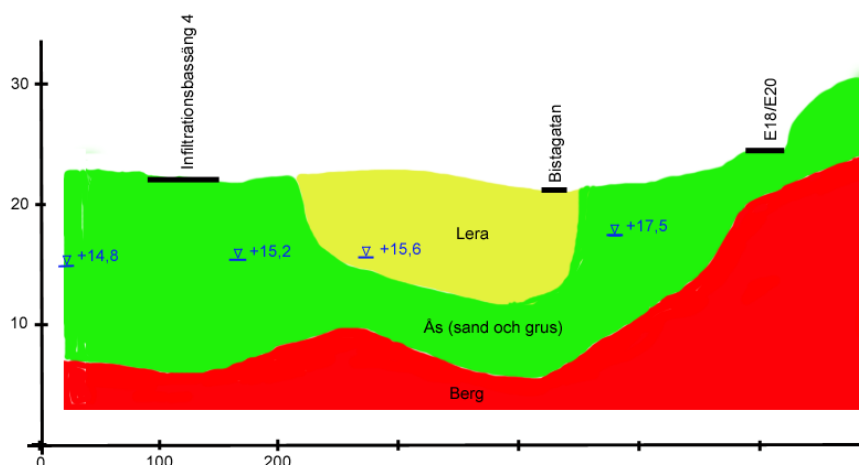


Figur 4.1. Förenklade jordartskarta (J-Bas, ©SGU) och bedömt tillrinningsområde.

Mellan trafikplats Adolfsberg och Svartån, väster om den del av åsen där det primära isälvs materialet (sand och grus) går i dagen, utgörs jordlagren enligt SGU:s jordartskarta överst av svallsediment bestående av mellansand-grovsand. Svallsedimenten underlagras i anslutning till åsen av primärt isälvs material. I svallsedimenten finns ställvis skikt/linser med lera och silt. I höjdområdet sydväst om vattentäkterna består jordlagren av morän. Ställvis går berget i dagen.

Öster om åsen, mellan Nastaberg och Svartån, utgörs jordlagren huvudsakligen av lera. Lerlagrens mäktighet bedöms uppgå till mellan 5 och 15 m. Närmast området där isälvs materialet i åsen går i dagen förekommer isälvs material under lerorna. Längre österut underlagras lerorna av morän, som går i dagen i mindre höjdområden.

Norr om skärningen mellan E18/E20 och åsen, strax norr om korsningen mellan Bistagatan och åsen, består jordlagren enligt jordartskartan av glacial och postglacial grovsilt. Av vattenverkets jordlagerdatabas framgår dock att jordlagren i detta område domineras av lera eller siltig lera. Lerlagren, med mäktigheter på upp emot 10 m, underlagras enligt jordlagerdatabasen av friktionsmaterial, främst sand och grus. Åsen dyker alltså ner under leran och är inte avskuren i detta avsnitt vilket är betydelsefullt för spridning av eventuella föroreningar. En principsektion av jordlagren i detta område redovisas i *Figur 4.2* nedan.



Figur 4.2. Principsektion från E18/E20 (höger i bilden) och norrut (mot vänster) samt grundvattennivåer 2003-09-01. Höjder enligt höjdsystem för Örebro.

Berggrunden i den södra delen av vattenskyddsområdet består av urberg, som ca 1,5 km norr om trafikplats Adolfsberg övergår i sedimentära bergarter. Strax norr om förgreningen av Kumla-Hallsbergsåsen löper av förkastning i ungefär öst-västlig riktning. Vid förkastningen lutar berggrunden relativt kraftigt mot norr, vilket framgår av *Figur 4.2*.

4.2 Ytvatten

I tillrinningsområdet finns ett flertal vägdiken. Vissa leder vatten in mot vattentäkterna. Inom tillrinningsområdets sydvästra del finns diken längs bl.a. Bistagatan. Avrinningen i dessa sker i stort i riktning mot NNO. Dikesvattnet avleds till dagvattenledningar och vidare till Svartån. Längs E18/E20 finns diken som avleds mot NNO. Vägdayvattnet avleds sedan via dagvattensystem till Svartån.

I den västra delen av tillrinningsområdet till Bista vattentäkt finns ett antal öppna diken och täckdiken. Det största diket, som mottager yt- och dräneringsvatten, leder österut och skär åsen ca 100 m norr om en av infiltrationsbassängerna (infiltrationsbassäng 4).

Öster om Bista vattentäkt avleds dagvattnet från industriområdet via en kulvert till Svartån.

4.3 Grundvatten

Uttaget av grundvatten i vattentäkterna görs från grundvattenmagasinet i Karslund-Kilsåsen. Grundvattenmagasinet avgränsas i söder av en grundvattendelare i höjd med trafikplats Adolfsberg.

Grundvattenmagasinet i åsen bedöms stå i hydraulisk kontakt med grundvattnet i svallsedimenten. Där det förekommer lerlager över grundvattenmagasinet i åsen, eller i grundvattenmagasin i hydraulisk kontakt med detta, kan det lokalt förekomma dubbla grundvattenmagasin.

Den naturliga grundvattentillgången har beräknats till 4 000 m³/dygn (46 l/s) (VBB, 1959). Idag produceras ca 170 l/s i de två vattentäkterna Bista och Jägarbacken.

4.3.1 Tillrinningsområde

Med tillrinningsområde avses det område inom vilket vattnet rör sig till vattentäkterna. Det grundvatten som uppfordras i uttagsbrunnarna utgörs till största delen av konstgjort grundvatten. En del av det uppfordrade vattnet utgörs dock av grundvatten som bildats naturligt i tillrinningsområdet. En bedömning av tillrinningsområdet redovisas i *Figur 4.1*. Gränsen för tillrinningsområdet har hämtats från Mark & Marin, 2004, och utgör gräns "utanför vilken ytorna med stor sannolikhet inte bidrar till täktens grundvattenbildning".

4.3.2 Grundvattennivåer

Uppgifter om grundvattennivåer har dels hämtats från vattenverkets jordlagerdatabas och dels erhållits från vattenverket.

I jordlagerdatabasen redovisas uppgifter om jordlagerföljd och grundvattennivåer för ett flertal punkter inom och strax utanför vattenskyddsområdet. Uppgifterna är hämtade från bl.a. geotekniska undersökningar. För respektive punkt redovisas endast en grundvattennivå. Uppgifter om antal mätningar som ligger till grund för respektive grundvattennivå och när mätningarna gjordes saknas. Vidare framgår inte vilket grundvattenmagasin nivåerna representerar, varför uppgifterna endast bör användas för

att skapa sig en ungefärlig bild av grundvattennivåerna i området. Grundvattennivåerna anges som avståndet från markytan till grundvattennivå, med uppgift om markytans nivå i Örebros lokala höjdsystem. Markytans nivå har konverterats till RH2000 genom att addera 13,97 m till nivån angiven i det lokala systemet. Därefter har grundvattennivåer för hela det aktuella området interpolerats. Innan interpoleringen har grundvattennivåer för ett fåtal punkter exkluderats, p.g.a. att uppgifterna har bedömts vara osäkra eller att grundvattennivåerna representerar lokala grundvattenmagasin.

Vattenverket mäter grundvattennivåer i drygt 70 grundvattenrör vid Bista och Jägarbacken vattentäkter. Mätning görs två gånger per månad. Den absoluta merparten av grundvattenrören är placerade där isälvmaterialet i Karlslund-Kilsåsen går i dagen och mellan E18/E20 och Svartån. Grundvattennivåmätningarna ger således endast begränsad information om trycknivåerna vid sidan av åsen.

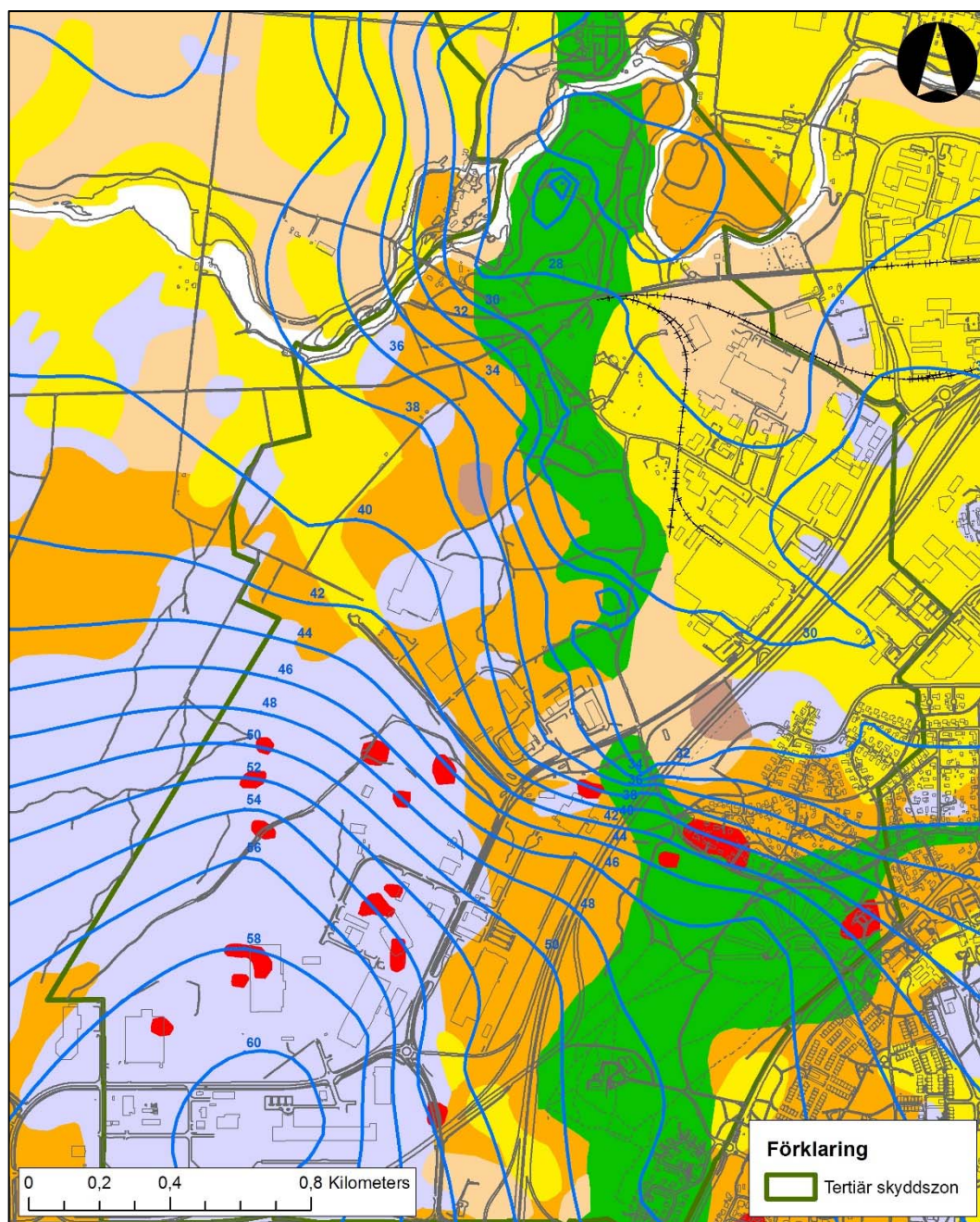
I *Figur 4.3* redovisas interpolerade grundvattennivåer utifrån uppgifterna i jordlagerdatabasen. Nivåerna bedöms avse grundvattenmagasinet i åsen, eller i grundvattenmagasin i hydraulisk kontakt med detta.

Grundvattennivåerna är som högst i sydväst (ca +60, RH2000) och som lägst nära skärningen mellan åsen och Svartån (ca +25). Grundvattnets strömning i åsen är riktad norrut från grundvattendelare i höjd med trafikplats Adolfsberg. Den hydrauliska gradienten (grundvattenytans lutning) i åsen är relativt flack, vilket beror av att jordlagren i åsen (sand och grus) har hög genomsläpplighet. Lokalt inom åsen kan emellertid gradienterna vara kraftigare och strömningsriktningarna avvika från den regionala, p.g.a. infiltrationen och grundvattenuttagen eller av lokalt förändrad transmissivitet.

Ungefär i höjd med skärningen mellan E18/E20 och åsen är den hydrauliska gradienten kraftigare än söder och norr därom, ett förhållande som bedöms hänga samman med att det finns höga berglägen (t.o.m. berg i dagen) på båda sidor av vägen, vilket dämmer grundvattnet och ger en lokalt högre gradient.

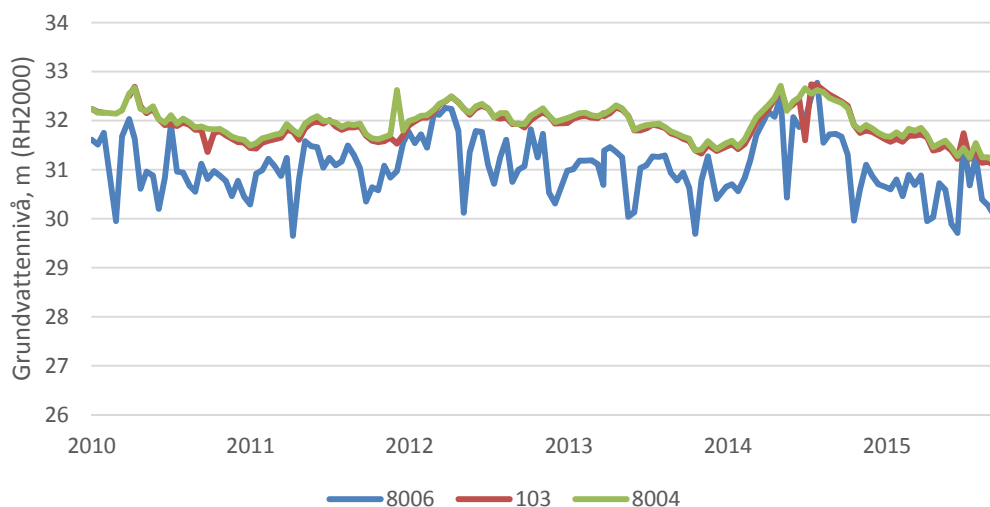
Grundvattennivåerna i området väster om åsen faller mot åsen, vilket innebär att grundvatten i detta område kan nå uttagsbrunnarna.

En jämförelse mellan markytans nivå och grundvattennivåerna visar att den omättade zonens mäktighet är mellan ungefär 1 och 20 m inom vattenskyddsområdet. Sårbarheten varierar därmed.

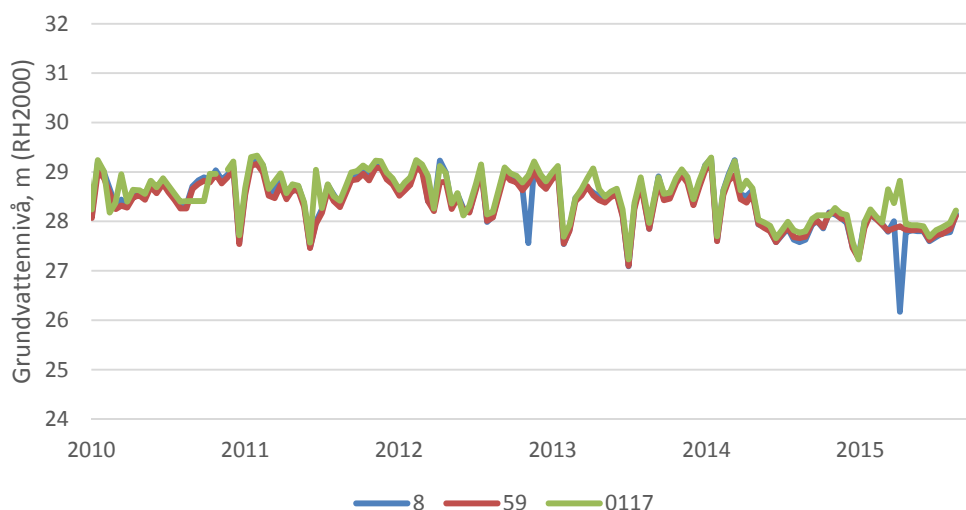


Figur 4.3. Jordartskarta (©SGU) med interpolerade grundvattentrycknivåer utifrån uppgifter i vattenverkets jordlagerdatabas. Grundvattentrycknivåer redovisas i höjdsystem RH2000 med 2 m ekvidistans.

Som beskrivs ovan ger grundvattennivåerna i vattenverkets jordlagerdatabas en ungefärlig bild av grundvattennivåerna i området. I *Figur 4.4 och 4.5* redovisas hur grundvattennivåerna i sex grundvattenrör i åsen varierar över en längre tid enligt vattenverkets mätningar i grundvattenrör nedförda i grundvattenmagasinet i åsen.



Figur 4.4. Grundvattennivåer i rör 8006, 103 och 8004 belägna nära korsningen mellan E18/E20 och Karlsund-Kilsåsen, 2010-2015.



Figur 4.5. Grundvattennivåer i rör 8, 59 och 0117 belägna nära den planerade höghastighetsjärnvägen för persontrafik, alternativ Bista, 2010-2015.

Grundvattennivåvariationerna, särskilt i grundvattenrören 8, 59 och 0117 (Figur 4.5), beror till stor del på driften av vattentäkten, d.v.s. infiltrationen av vatten i infiltrationsbassängerna och uttaget av grundvatten i brunnarna.

4.3.3 Transporthastighet och uppehållstider

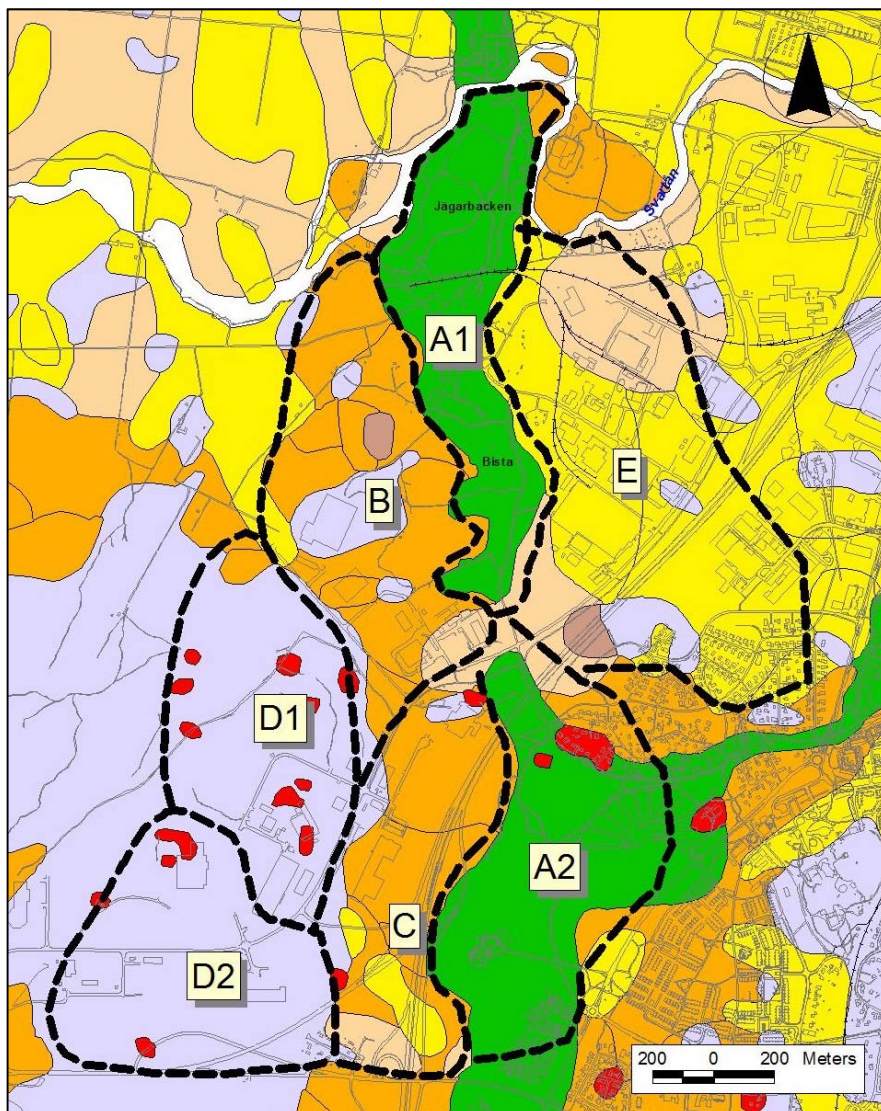
SGL (2002) har beräknat transporthastigheter och uppehållstider från olika delar av tillrinningsområdet till vattentäckernas brunnar. SGL:s beräkningar är överslagsmässiga eftersom de är utförda med tabellvärden för hydraulisk konduktivitet vad gäller vertikal transport och för effektiv/kinematisk porositet. För horisontell transport har uppgifter om transmissivitet (källa redovisas inte) använts för att beräkna hydraulisk konduktivitet. Vidare har grundvattnets hydrauliska gradient baserats på medelvärden av grundvattennivåer i olika punkter. Beräkningarna bedöms dock ge en ungefärlig bild av transporttiderna, men med relativt stor osäkerhet.

Den vertikala transporthastigheten i den omättade zonen beräknades till 10 m/h i områden med grus och till ca 0,1 m/h i områden med sand. Den horisontella transporthastigheten beräknades till upp till 6 500 m/d, vilket med största sannolikhet är en överskattning. Transporthastigheten i en ås är vanligen 5-10 m/d. För sträckan mellan korsningen mellan E18/E20 och åsen och brunn 2 (den brunn vid Bista vattentäkt som är belägen närmast motorvägen) beräknades uppehållstiden till ca 100 dygn.

4.4 Grundvattenmagasinets sårbarhet

Sårbarhet betecknar markens och vattnets känslighet för att påverkas av en förorening, eller brist på förmåga att reducera en förorenings farlighet under transporten i mark och vatten.

I det följande redovisas en bedömning av förutsättningar för föroreningstransport i den omättade och den mättade zonen. Bedömningen bygger dels på de geologiska förhållandena och dels på avståndet från området till uttagsbrunnarna. Sex områden har urskilts på hydrogeologiska grunder. Områdena, vars geografiska utsträckning visas i *Figur 4.6*, benämns i det följande område A-E.



Figur 4.6. Områden för vilka spridningsförutsättningar i omättad och mättad zon beskrivs i text.

Område A

Jordlagren i område A består huvudsakligen av grus och sand. Transporthastigheten både ned till grundvattenytan och med grundvattnet fram till uttagsbrunnarna är därmed mycket hög, liksom att adsorptionsförmågan i den omättade zonen är relativt låg.

Grundvattennivåer och kloridanalyser indikerar att det finns hydraulisk kontakt från grundvattenmagasinet öster om väg E18/E20 (område A2) och till grundvattenmagasinet där infiltrationsbassängerna och uttagsbrunnarna är belägna (område A1).

Förutsättningar finns därmed för föroreningsspridning från område A2 till område A1 och till uttagsbrunnarna. Grundvattennivåerna sjunker också från A2 till A1.

De tre sydligast belägna brunnarna vid Bista vattentäkt bedöms vara mest utsatta för en eventuell förorening i grundvattnet söder om E18/E20. Under perioder då vatten inte infiltreras i den södra infiltrationsbassängen (IB 4) erhåller dessa brunnar sannolikt en stor del naturligt grundvatten söderifrån. Även vid infiltration i IB 4 erhåller troligen brunnarna en del naturligt grundvatten. Eventuella föroreningar i grundvattnet späds dock ut kraftigare under infiltration och transporttiderna från en eventuell föroreningskälla belägen söder om IB 4 blir längre, än utan infiltration.

Vid infiltration i bassängerna nära vattenverket IB 2 och IB 3 bedöms brunnar norr om IB 2 och 3 huvudsakligen erhålla grundvatten som skapats genom infiltration (konstgjort grundvatten). Infiltrationen skapar en viss omdirigering av eventuellt förorenat grundvatten österifrån. Brunnarna är dock mycket utsatta för eventuella föroreningar i grundvattnet mellan vattenverket och brunnarna.

Brunnarna vid Jägarbacken bedöms generellt sett vara mindre utsatta för eventuella föroreningar än brunnarna i Bista, eftersom Jägarbacken vattentäkt till stor del avgränsas av Svartån, samt eftersom infiltration i infiltrationsbassängerna vid Jägarbacken skapar en barriär mot eventuella föroreningar söder om bassängerna.

Område B

Jordlagren i område B består huvudsakligen av svallsand. Mellan området och uttagsbrunnarna finns ett område med grus och sand (område A). Transporthastigheten både ned till grundvattenytan och med grundvattnet fram till uttagsbrunnarna är således hög. Genomförda grundvattennivåmätningar visar att det finns en hydraulisk gradient från område B mot uttagsbrunnarna. Avståndet från område B till uttagsbrunnarna är något längre än avståndet från område A1.

Område C

Jordarterna i område C utgörs av bl.a. svallsand, silt och lera. Mellan området och uttagsbrunnarna finns ett område med grus och sand. Transporthastigheten både ned till grundvattenytan och med grundvattnet fram till uttagsbrunnarna är måttligt hög och bedöms vara lägre än transporthastigheten i område B.

Området är på ett längre avstånd från uttagsbrunnarna jämfört med område B, men på samma avstånd från dessa som område D (se nedan).

Område D

Den dominerande jordarten i område D är morän. Mellan området och uttagsbrunnarna finns dels ett område med svallsand och dels ett område med grus och sand. Transporthastigheten både ned till grundvattenytan och med grundvattnet fram till uttagsbrunnarna är lägre jämfört med område C. Område D1 är på ungefär samma avstånd från uttagsbrunnarna som område C. Område D2 är dock beläget på längre avstånd från uttagsbrunnarna än område D1.

Område E

Jordlagren i område E utgörs huvudsakligen av lera som underlagras av morän, förutom i västra delen där leran kan överlagras isälvsmaterial i åsen. Den huvudsakliga grundvattenströmningen sker sannolikt i moränen och åt norr. Transporthastigheten ned till grundvattenytan bedöms som mycket låg eftersom lerorna har mycket låg genomsläpplighet. Transporthastigheten med grundvattnet i moränen fram till uttagsbrunnarna bedöms, om strömning sker i den riktningen, som låg och ungefär samma som för område D. Grundvattnets strömningsriktning i området är osäker eftersom det endast finns ett begränsat antal grundvattenrör. Området är på ungefär samma avstånd från uttagsbrunnarna som område B.

Sammanfattande bedömning - omättad och mättad zon

Förutsättningar för spridning av eventuella föroreningar som når grundvattnet finns från samtliga områden som beskrivs ovan och till uttagsbrunnarna, möjligtvis undantaget delar av område E. Transporttiderna från de olika delområdena till uttagsbrunnarna varierar dock. Varje par av utsläppspunkt och brunn har sin transporthastighet, som dessutom varierar under året. Längre transporttid medför bättre förutsättningar för utspädning, fastläggning och eventuell nedbrytning.

Utifrån resonemanget ovan kan de olika delområdena rangordnas enligt nedan, med sämst naturlig barriärförmåga (d.v.s. en kombination av relativt hög transporthastighet och relativt kort avstånd) till vänster:

Sämst				Bäst
A	B	C	D	E

4.5 Förorenade områden

Inom vattenskyddsområdet finns ett antal förorenade områden. Bl.a. nedlagda bensinstationer, bilvårdsanläggningar och mekanisk industri.

I Bista industriområde finns en f d banvall. Järnvägsspåret användes av SJ fram till slutet av 1960-talet/början av 1970-talet. Det var då en del av den s k Svartåbanan som i löpte i väst-östlig riktning ut från Örebro. Genomförda undersökningar visar att de ytliga jordlagren (0-0,5 m) i den f d banvallen är förorenade med arsenik, PAH och diuron (bekämpningsmedel). Förekomsten av arsenik och PAH bedöms bero på utlakning av impregneringsmedel från äldre slipers. Bekämpningsmedlet härrör från ogräsbekämpning. Undersökningarna indikerar vidare att djupare liggande jordlager inte är förorenade i någon större utsträckning. Spridningen vertikalt bedöms därmed vara begränsad (Sweco Environment, 2010).

På fastigheten Ånsta 20:144, inom den sekundära skyddszonen till vattenskyddsområdet för Bista och Jägarbacken vattentäkter finns en f.d. deponi. I Länsstyrelsens EBH-databas benämns deponin Nanstagropen. Enligt uppgift från Tekniska förvaltningen var deponin troligen i drift på 1960-talet. Sannolikt deponerades främst schakt- och

24(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

rivningsmassor, men det kan inte uteslutas att det även har deponerats hushållsavfall eller verksamhetsavfall. Avfallet deponerades troligen i en f.d. grustäkt, vilket indikerar liten barriärförmåga på platsen. Deponin undersöktes 2014. I jordprov som uttogs påvisades tyngre alifater (>C16-C35), aromater (>C10-C35) samt PAH:er. PCB, klorerade pesticider, BTEX, klorbensener, klorerade alifater och klorfenoler påvisades dock inte i något av jordproven. Grundvattenprov visade på tydlig påverkan av lakvatten från en deponi för typiskt schakt- och rivningsmassor. I ett grundvattenprov som uttogs nedströms deponin påvisades alifater >C16-C35 och PAH:er med låg och mellanhög molekylvikt i halter över laboratoriets detektionsgränser. Halterna underskrider gräns-/riktvärdena för dricksvatten. PCB, klorerade pesticider, BTEX, klorbensener, klorerade alifater och klorfenoler påvisades inte i halter över laboratoriets detektionsgränser (Sweco Environment, 2014).

5 Metod för riskanalys

Nedan beskrivs hur risker under bygg- och driftskedet har bedömts. Bedömningarna har gjorts separat för skadehändelser som kan påverka grundvattnets kvalitet (främst förorening) och skadehändelser som kan påverka grundvattennivåer, grundvattnets strömningsriktning och mängd samt grundvattenmagasinets sårbarhet. I bedömningen av risker med föroreningar under driftskedet ingår bedömningar avseende underhåll av järnvägen och diffusa utsläpp från banvallarna.

Inledningsvis har skadehändelser identifierats och beskrivits. Bedömningarna av risk förknippad med de identifierade skadehändelserna har inte kunnat göras enhetligt, utan har gjorts på olika sätt för bygg- och driftskedet. Bakgrunden är att det inte har hittats någon handbok eller liknande som hanterar både skadehändelser i bygg- och driftskedet samt skadehändelser som kan påverka grundvattnets kvalitet och skadehändelser som kan påverka grundvattennivåer mm. Trafikverkets handbok 2013:135 "Yt- och grundvattenskydd" inkluderar (än så länge – handboken är inte färdig) bara underlag för bedömning av olycka med farligt gods på järnväg och sugtransformatorer. SGI:s rapport Varia 513 "Riskanalys av områden där järnvägstrafik berör vattentäkter och andra vattenresurser" har begränsats till att hantera risker med transporter av farligt gods på järnväg, d.v.s. järnvägens driftskede. Swecos rapport "Åtgärder för skydd av vattentäkter" som upprättades på uppdrag av Banverket 2002, omfattar byggnation, olyckor med farligt gods, diffusa föroreningsutsläpp och underhåll av järnväg, men inte påverkan på grundvattennivåer mm.

I *Tabell 5.1* sammanfattas hur risker har bedömts i denna rapport.

Tabell 5.1. Sammanfattning av hur risker har bedömts i föreliggande rapport.

	Byggskede	Driftskede
Grundvattnets kvalitet	Beräkning av riskpoäng. Konsekvensklassning	Riskanalys-/klassning enligt TRV 2013:35 för olyckor med farligt gods. Konsekvensklassning
Grundvattennivåer, strömningsriktning mm	Konsekvensklassning	Konsekvensklassning

För förorenande skadehändelser i byggskedet har en riskpoäng beräknats. Riskpoängen baseras dels på bedömning av sannolikheten för respektive skadehändelse, dels på bedömning av konsekvensen av respektive skadehändelse. Osäkerheterna i bedömningen av sannolikhet och konsekvens är stor. Trots osäkerheterna ger dock beräkningen av riskpoäng en indikation på storleken på föroreningsriskerna under byggskedet och en grov inbördes rangordning mellan skadehändelserna. Endast under förutsättning att större skillnad i riskpoäng erhålls mellan olika skadehändelser, finns skäl att bedöma resultatet som särskiljande.

För övriga skadehändelser (påverkan på grundvattennivåer mm under bygg- och driftskedet samt påverkan på grundvattnets kvalitet under driftskedet) har riskpoäng inte beräknats. Bakgrunden är främst att det är nästintill omöjligt att bedöma sannolikheter för flera skadehändelser, bl.a. eftersom anläggningens utformning inte är känd i detalj (t.ex. var man kommer att påla, vilken typ av pålar som kommer att användas osv) och att det i de flesta fall saknas underlag för sannolikhetsbedömningar (t.ex. vad gäller släckvatten i samband med brand eller läckage av transformatorolja från el-lok).

För samtliga identifierade skadehändelser har emellertid konsekvens bedömts med en klassning. Vissa skadehändelser är mycket osannolika (vilket ger en låg riskpoäng), men kan ändå medföra mycket stora eller katastrofala konsekvenser vilka är mycket viktiga att förebygga. För att på något sätt kunna jämföra samtliga identifierade skadehändelser med varandra har därför samtliga skadehändelser tilldelats en konsekvensklass. Genom indelningen i konsekvensklasser relateras skadehändelserna till vattentäkten och dess funktion under den tid som skadan kvarstår. De konsekvensklasser som har använts beskrivs i *Tabell 5.2*. Konsekvensklasserna följer i stort den indelning som redovisas i Trafikverkets rapport 2013:135, men med platsanpassning och komplettering vad gäller grundvattennivåer och -flöden.

Tabell 5.2. Beskrivning av de konsekvensklasser som används för indelning av identifierade skadehändelser.

Konsekvensklass	Beskrivning
5 – Katastrof	Vattentäkt (Bista och/eller Jägarbacken) slås ut permanent.
4 – Mycket stor	Vattentäkt slås ut temporärt, men kan återställas.
3 – Stor	Vattentäkt lider skada, men vattenkvaliteten eller grundvattennivåer/-flöden kan återställas. Vattentäktens funktion kvarstår under återställningstiden om än i begränsad omfattning.
2 – Lindrig	Ett utsläpp eller en påverkan på grundvattennivån utgör ingen omedelbar skada, men ett hot om skada kvarstår tills sanering eller återställning är genomförd.
1 – Mycket liten	Förutsättningar finns för att ett utsläpp till slut ska riskera att förorena vattentäkt. Förutsättningar för sanering är dock goda såväl avseende omfattningen som tidsmässigt. Påverkan på grundvattennivå bedöms inte utgöra hot mot vattentäkten och inte kräva åtgärd.

5.1 Förorening av vattentäkten

5.1.1 Byggskedet

För skadehändelser under byggskedet som kan påverka grundvattnets kvalitet har en riskpoäng beräknats. Riskpoängen har beräknats som produkten av sannolikhet och konsekvens.

Sannolikhet har bedömts som antal händelser per år. Uppgifter om sannolikheter som underlag för bedömningen har hämtats från Swecos rapport "Åtgärder för skydd av vattentäkter" som upprättades på uppdrag av Banverket 2002. För skadehändelser där det saknas uppgifter om sannolikhet i litteraturen har fackmannamässiga bedömningar gjorts.

Konsekvenser har bedömts utifrån farligheten hos föroreningarna och mängden förorening. Farligheten hos föroreningarna har bedömts med stöd av Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten, SLVFS 2001:30 och Naturvårdsverkets rapport 4918 "Metodik för inventering av förorenad områden". Mängderna förorening har bedömts fackmannamässigt. Anledningen att konsekvenser bedöms utifrån farlighet och mängd är att dessa parametrar bl.a. påverkar hur stor del av grundvattenmagasinet som påverkas, vilka halter som kan förväntas i brunnarna med hänsyn till utspädning och hur lång tid föroreningen kan förväntas vara kvar i grundvattenmagasinet.

Rangordning av riskpoängen ger en indikation vilka typer av skadehändelser som kan förväntas vara mest sannolika att medföra förorening av grundvattenmagasinet. För skadehändelser med hög riskpoäng bör därför åtgärder vidtas så att riskexponeringen minskar eller helst elimineras.

5.1.2 Driftskedet

För skadehändelser under driftskedet som kan påverka grundvattnets kvalitet har sannolikheter inte bedömts, för annat än utsläpp i samband med olycka med farligt gods. Detta mot bakgrund av att det saknas underlag för sannolikhetsbedömning. Respektive skadehändelse har emellertid konsekvensklassats.

För olyckor med farligt gods har en riskklassning/-analys gjorts utifrån den riskhanteringsmodell som redovisas i Trafikverkets rapport 2013:135 "Yt- och grundvattenskydd". Modellen bygger på att bedöma parametrarna sannolikhet, värde och sårbarhet i vardera fem steg och att väga samman dessa till en risknivå som också värderas i fem steg. Analysen har utförts enligt nivå 2 "objektsspecifik riskanalys".

5.2 Påverkan på grundvattennivåer och grundvattenflöden

För skadehändelser under bygg- och driftskedet som kan påverka grundvattennivåer, strömningsriktning och mängder samt grundvattnets sårbarhet har konsekvenser belysts utifrån varaktigheten för den påverkan som skadehändelsen ger upphov till och utbredningen av den effekt som skadehändelsen ger upphov till (t.ex. influensområdet för en grundvattensänkning). Vidare har respektive skadehändelse konsekvensklassats.

Sannolikheter har inte bedömts, eftersom givna hydrogeologiska förhållanden och den föreslagna utformningen av järnvägen medför att sannolikheten för påverkan från olika anläggningsdelar till stor del är given, d.v.s. antingen sker påverkan (sannolikhet $P=1,00$) på grundvattennivåer eller grundvattenflöden, eller så sker inte påverkan (sannolikhet $P=0,00$). Sannolikheten för påverkan avseende grundvattennivåer och grundvattenflöden avser i första hand osäkerheten i bedömningen, snarare än en återkomsttid för påverkan.

28(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

6 Byggskedet

6.1 Skadehändelser

För byggskedet har skadehändelser identifierats i form av påverkan på grundvattnets nivå eller avrinningsriktning, påverkan på sårbarhet för grundvattenmagasinet samt påverkan på grundvattnets kvalitet.

6.1.1 Påverkan på grundvattnets nivå eller avrinningsriktning

Under byggskedet kan påverkan på grundvattnets nivå eller avrinningsriktning uppstå främst i samband med länshållning eller pumpning för byggande av konstruktioner under grundvattenytan samt till följd av förändrade infiltrationsförhållanden för nederbörd.

Tabell 6.1. Generell sammanställning över identifierade skadehändelser avseende grundvattnets nivå eller avrinningsriktning.

Skadehändelse
Länshållning i schakt under grundvattenytan
Schaktarbeten där tätande jordlager avlägsnas
Grundvattenläckage vid pålning eller spontning
Ras eller skred

Påverkan från tillfälliga arbeten som t.ex. länshållning under järnvägens slutliga dräneringsnivå kan förväntas vara tillfällig och reversibel, medan förändrade infiltrationsförhållanden kan förväntas innebära en permanent förändring om åtgärder inte vidtas. Vid läckage längs eller i pålar, beroende av typ, eller spont kan varaktigheten av skadehändelsen vara tillfällig till permanent beroende på de hydrogeologiska förhållandena samt hur omfattande läckaget är.

6.1.2 Påverkan på sårbarheten för grundvattenmagasinet

Grundvattenmagasinets sårbarhet med avseende på förorening vid markytan kan öka till följd av de schaktarbeten som en entreprenad innebär. En nedschaktning innebär ökning av sårbarheten, som i sin tur medför att transporttiden från markytan till grundvattenmagasinet för eventuella föroreningar minskar. I *Tabell 6.2* redovisas en sammanställning över de skadehändelser som har identifierats för byggskedet.

Tabell 6.2. Generell sammanställning över identifierade skadehändelser avseende grundvattnets sårbarhet.

Skadehändelse
Schaktning med en sänkning av markytan jämfört med dagens läge
Ras eller skred

6.1.3 Påverkan på grundvattnets kvalitet

Skadehändelser under byggtiden som kan påverka grundvattnets kvalitet är i första hand spridning av föroreningar, antingen inom entreprenadens arbeten eller i samband med olyckor, eller genom att länshållning drar till sig eventuellt förorenat vatten (se kap. 6.1.1). I *Tabell 6.3* redovisas en generell sammanställning av identifierade skadehändelser. En mer detaljerad beskrivning av identifierade skadehändelser redovisas i [bilaga 1](#).

Tabell 6.3. Generell sammanställning över identifierade skadehändelser i byggskedet som kan påverka grundvattnets kvalitet.

Skadehändelse

Läckage av petroleumprodukter (diesel, hydrauloljor, frostskyddsmedel)
Läckage från sprängning och injektering
Föroreningsspridning från förorenade områden
Föroreningsspridning från vattenhantering inom området (länshållningsvatten, dagvatten)
Föroreningsspridning i samband med brandbekämpning eller översvämningar
Föroreningsspridning från annan verksamhet i samband med entreprenaden
Föroreningsspridning i samband med sabotage

6.2 Riskanalys

6.2.1 Påverkan på grundvattnets kvalitet

Utförd riskanalys med avseende på förorening av grundvattnet i byggskedet redovisas i [bilaga 1](#). De skadehändelser med avseende på förorening som har erhållit högst riskpoäng redovisas i *Tabell 6.4*.

Tabell 6.4. Identifierade skadehändelser med högst beräknad riskpoäng med avseende på förorening.

Riskpoäng	Skadehändelse
1125	Dieselläckage vid tankning
1000	Spridning av bekämpningsmedel
500	Kväveläckage från sprängningar
400	Spridning av föroreningar via grundvattenläckage vid pålning eller spontning i sekundär skyddszon
250	Läckage av kemiskt injekteringsmedel vid tunnelbygge i berg.
125	Hydrauloljeläckage från arbetsfordon eller övriga maskiner

30(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

I *Tabell 6.5* redovisas de skadehändelser som bedömts medföra de största konsekvenserna i byggskedet.

Tabell 6.5. Identifierade skadehändelser i byggskedet med högst konsekvensklassning avseende förorening. Rubriken "Klass" avser konsekvensklass.

Klass	Skadehändelse
5	Dieselläckage från lagringstank inom vattentäktszon eller primär skyddszon
5	Dieselläckage från tankfordon inom vattentäktszon eller primär skyddszon
4	Dieselläckage från lagringstank inom sekundär eller tertiär skyddszon
4	Dieselläckage från tankfordon inom sekundär eller tertiär skyddszon
4	Hydrauloljeläckage från oljefat inom vattentäktszon eller primär skyddszon
4	Läckage av frostskyddsmedel från behållare inom vattentäktszon eller primär skyddszon
4	Schaktning i förorenade områden inom vattentäktszon eller primär skyddszon
4	Ras eller skred som leder till frigörande eller transport av föroreningar inom vattentäktszon eller primär skyddszon
4	Spridning av föroreningar genom grundvattenläckage vid pålning eller spontning inom vattentäktszon eller primär skyddszon
4	Släckvatten vid brandbekämpning
4	Förorening till följd av sabotage inom vattentäktszon eller primär skyddszon
4	Förorening till följd av stöld inom vattentäktszon eller primär skyddszon

De största konsekvenserna förväntas av dieselläckage från lagringstankar eller tankfordon om dessa skadehändelser inträffar inom vattentäktszonen eller inom primär skyddszon. Bakgrunden till den höga konsekvensklassningen är dels att det rör sig om potentiellt stora lagrade volymer, dels att det avser mycket sårbara områden, och dels att skadehändelserna sker i områden med kort uppehållstid till uttagsbrunnarna. Motsvarande skadehändelser inom sekundär eller tertiär skyddszon bedöms motsvara konsekvensklass 4. Även läckage från lagringstankar innehållande hydrauloljor eller frostskyddsmedel bedöms hänföras till konsekvensklass 4.

Vid skadehändelser inom områden innehållande befintliga föroreningar förväntas mycket stora konsekvenser (konsekvensklass 4) vid föroreningsspridning. Konsekvensklass 4 förväntas även för skadehändelserna brandbekämpning samt sabotage eller stöld.

6.2.2 Påverkan på grundvattennivå, avrinningsriktning samt vattentäktens sårbarhet

I bilaga 2 redovisas konsekvensklassningen avseende identifierade skadehändelser som kan påverka grundvattnets nivå eller avrinningsriktning samt dricksvattentäktens sårbarhet.

Den skadehändelse som bedöms medföra störst konsekvens (konsekvensklass 4) under byggtiden är länshållning i schakt under grundvattenytan i isälvsmaterial (sand eller grus). Denna bedömning grundas på att påverkansområdet kan förväntas bli stort, men storleken är beroende av nedschaktningens djup under grundvattentrycknivån, varför denna konsekvens styrs av detta djup och fastställer länshållningen. Här förväntas de inläckande flödena till schakten bli stora, vilket till stor del kommer att påverka grundvattentillgången i grundvattenmagasinet.

Stora konsekvenser (konsekvensklass 3) kan även förväntas för områden där sårbarheten för förorening markant ökas genom att tätande jordlager schaktas bort.

6.3 Möjliga skyddsåtgärder

Nedan samt i [bilaga 5](#) redovisas identifierade möjliga skyddsåtgärder för byggskedet. Skyddsåtgärderna har delats in i *förebyggande av utsläpp, reducerad sårbarhet samt påverkan på grundvattennivå, spridningsförebyggande, fysiska skyddsåtgärder, beredskapsplaner och utredningar* samt *kontrollprogram och övervakning*. Gränsen mellan dessa är något flytande. För respektive skyddsåtgärd redovisas en uppskattning av om kostnaden är låg (<500 kkr), måttlig eller hög (>5 Mkr).

6.3.1 Förebyggande av utsläpp, reducerad sårbarhet samt påverkan på grundvattennivå

Identifierade skyddsåtgärder med syfte att förebygga utsläpp, reducerad sårbarhet och påverkan på grundvattennivå i byggskedet redovisas i *Tabell 6.6*.

Tabell 6.6. Skyddsåtgärder som syftar till att minska sannolikheten för att skadehändelser inträffar.

Skyddsåtgärd	Beskrivning med kommentar	Kostnad
Projektering	Anpassa projekteringen av järnvägen till rådande geohydrologiska förhållanden. Hanterar förorening från pållning, sponning, schaktning etc. och grundvattenpåverkan med avseende på länshållning och förändrad sårbarhet.	Låg*
Planering av entreprenaden	Styr t.ex. lagring, tankning, byggtrafik och annan logistik för att minska risken för olyckor inom arbetsområdet.	Låg
Reglering av hantering av skadliga ämnen	Styr hanteringen av skadliga ämnen (diesel, hydrauloljor, frostskyddsmedel, salt, bekämpningsmedel etc.) till vissa områden. Avser utsläpp från lagring, tankning och spridning.	Låg
Lås och stängsel	Inhägnad av arbetsområdet med inpasseringskontroll. Lås på särskilt känsliga objekt. Avser att motverka möjligheter till stöld och sabotage.	Låg
Miljökrav vid upphandling av entreprenör	I upphandlingen ställs krav på entreprenörens miljöarbete under byggskedet, t.ex. produktval. Avser utsläpp från lagring, tankning och spridning.	Låg
Utbildning av entreprenör	Skapar förståelse för vattenskyddsarbetet och konsekvenserna av negativ påverkan på dricksvattentäkten. Avser i första hand förorenande skadehändelser.	Låg

*Kostnaden för själva projekteringen är låg, men beroende på den slutgiltiga utformningen kan merkostnaden för själva entreprenaden bli mycket hög.

6.3.2 Spridningsförebyggande vid riskkällan

I byggskedet kan olika typer av skadehändelser medföra utsläpp. Spridningsförebyggande åtgärder har till syfte att reducera risken att ett utsläpp når grundvattenmagasinet. De spridningsförebyggande skyddsåtgärder som har identifierats för byggskedet redovisas i *Tabell 6.7*.

Tabell 6.7. Spridningsförebyggande skyddsåtgärder i byggskedet.

Skyddsåtgärd	Beskrivning med kommentar	Kostnad
Sekundärt skydd	Vid lagring installeras sekundärt skydd där hela den lagrade volymen kan samlas i händelse av läckage på den primära lagringstanken. Avser utsläpp från lagring.	Måttlig
Invallning	Där hantering sker (t.ex. tankning) anläggs invallning så att eventuellt spill kan omhändertas och saneras. Avser utsläpp från lagring, tankning och uppställning.	Låg
Uppställning på tätt underlag	Arbetsmaskiner uppställda på tätt underlag, t.ex. presenning. Avser utsläpp från lagring, tankning och uppställning.	Låg

6.3.3 Fysiska skyddsåtgärder

De fysiska skyddsåtgärder som har identifierats är främst inriktade på att begränsa påverkan på grundvattnets nivå och avrinningsförhållanden. I *Tabell 6.8* redovisas de fysiska skyddsåtgärder som har identifierats för byggskedet.

Tabell 6.8. Fysiska skyddsåtgärder i byggskedet.

Skyddsåtgärd	Beskrivning med kommentar	Kostnad
Spontning	Skyddsåtgärd för att begränsa inläckage av grundvatten till schakt under grundvattenytan. Avser länshållning i schakt under grundvattenytan.	Hög
Återinfiltration	Syftar till att reducera avsänkningen utanför spont vid länshållning. Avser länshållning i schakt under grundvattenytan.	Måttlig
Styrning av vattentäktens drift	Samordning med Örebro kommun för att driva vattentäkten på ett sådant sätt av avsänkningen och inläckaget minimeras under byggskedet. Avser länshållning i schakt under grundvattenytan.	Låg

6.3.4 Beredskapsplaner och utredningar

Beredskapsplanering samt inhämtande av kunskap om befintliga förhållanden och förutsättningar utgör viktiga administrativa underlag för skyddsåtgärder, dels för att kunna förebygga skadehändelser och utforma andra skyddsåtgärder, dels för att kunna utföra rätt insatser om en skadehändelse inträffar. I *Tabell 6.9* redovisas de skyddsåtgärder som har identifierats i form av beredskapsplaner och utredningar.

Tabell 6.9. Skyddsåtgärder i form av beredskapsplaner och utredningar.

Skyddsåtgärd	Beskrivning med kommentar	Kostnad
Beredskapsplanering	Genom samråd mellan Räddningstjänsten, Trafikverket, VA-huvudmannen, entreprenören, miljökontoret etc. Avser utsläpp i samband med olyckor eller brand, eller vid sabotage.	Låg
Geoteknisk utredning	Utökad beskrivning av geotekniska förhållanden och därtill hörande risker avseende stabilitet, ras och skred.	Måttlig
Hydrogeologisk utredning	Fördjupad beskrivning av lokala hydrogeologiska förhållanden och hur dessa relaterar till entreprenadens genomförande. Beskrivningen kan även utgöra underlag för projekteringen för att anpassa järnvägens utformning så att påverkan blir så liten som möjligt. Avser förorenings-spridning från exempelvis förorenade områden, vattenhantering inom området samt annan verksamhet inom entreprenaden. Avser även påverkan på grundvattnets sårbarhet och nivåer.	Låg
Markmiljöteknisk utredning	Beskrivning av eventuella föroreningar i området. Ger kunskap om risken för förorenings-spridning via grundvatten eller schaktning. Avser förorenings-spridning från förorenade områden samt upplag av förorenade massor.	Måttlig

6.3.5 Kontrollprogram och övervakning

Kontroll och övervakning i byggskedet är administrativa underlag för skyddsåtgärder med syfte dels att upptäcka eventuella diffusa läckage, dels att i ett tidigt skede identifiera skadehändelser genom t.ex. sabotage och på så sätt förhindra eller reducera negativ påverkan på dricksvattentäkten.

Tabell 6.10. Skyddsåtgärder i form av kontrollprogram och övervakning.

Skyddsåtgärd	Beskrivning med kommentar	Kostnad
Entreprenörens egenkontroll	Kontroll av maskiners och fordons skick, lagrade volymer, status på lagringskärl etc. Avser läckage från maskiner och lagringstankar.	Låg
Kontrollprogram grundvatten	Regelbunden kontroll av grundvattnets föroreningsinnehåll och grundvattennivåer. Kontrollen måste löpande sammanställas, följas upp och utvärderas. Avser förorenings-spridning från förorenade områden samt påverkan på grundvattenförhållandena.	Måttlig
Övervakning	Övervakning i händelse av sabotage. Kan omfatta kameraövervakning, larm eller väktare.	Måttlig

6.4 Förslag till skyddsåtgärder

Generellt kan sägas att detta är ett typexempel på när vattenskyddsföreskrifter blir gällande för byggnation. I vattenskyddsföreskrifter redovisas vilka aktiviteter som är förbjudna, förknippade med tillståndsplikt eller är anmälningspliktiga.

Skyddsåtgärder ska inte vara orimliga med hänsyn till vad som står på spel samt vara anpassade till den risk som bedöms komma att föreligga. Stor risk motiverar mer omfattande skyddsåtgärder än liten risk. Vanligtvis är riskhantering vid källan mer effektivt än i grundvattenmagasinet.

Generellt sett kan samtliga identifierade skyddsåtgärder i byggskedet anses vara relevanta. Detta följer av att det i entreprenader normalt sett ställs krav på t.ex. planering, miljösamordning, beredskapsplanering och egenkontrollprogram. Vidare måste entreprenadarbetena följa de föreskrifter som finns fastställda för vattenskyddsområdet, liksom annan lagstiftning som finns till skydd för grundvattnet. De identifierade skyddsåtgärderna bedöms var för sig vara relativt billiga att utföra. Det ska dock observeras att det i detta skede endast avses skyddsåtgärder för själva entreprenadarbetena och inte investeringar i permanenta skyddsåtgärder.

6.4.1 Hantering av diesel, hydraulolja och frostskyddsmedel

Den största risken för förorening under byggskedet bedöms vara förknippad med hantering av diesel, hydraulolja och frostskyddsmedel. Miljöbalken påbjuder skyddsåtgärder. Åtgärder måste därför vidtas för att eventuella läckage från lagring inte ska medföra betydande konsekvenser för dricksvattenförsörjningen. Detta bedöms enklast uppnås genom att så långt som praktiskt möjligt undvika lagring inom vattentäktens vattenskyddsområde och på så sätt minimera riskexponeringen inom vattenskyddsområdet. Om lagring ändå måste ske inom vattenskyddsområdet bör det säkerställas att eventuella läckage från lagring inom vattenskyddsområdet inte kan nå grundvattenmagasinet.

Åtgärder bör även vidtas för att minska sannolikheten för läckage från arbetsfordon och för att beredskap för sanering ska finnas i händelse av läckage. Detta bedöms kunna uppnås genom information, kontroll och tillgång till saneringsmedel. Vidare bör konsekvenserna av eventuella läckage i samband med uppställning reduceras. Detta uppnås enklast genom att uppställning sker utanför vattenskyddsområdet, givet att arbetsområdet går utanför vattenskyddsområdet. Vid uppställning inom vattenskyddsområdet bör särskilda skyddsåtgärder vidtas vid uppställningsplatsen, t.ex. invallning och tätt underlag.

För att reducera risken till en acceptabel nivå bör följande krav ställas för hantering av diesel, hydraulolja och frostskyddsmedel under byggskedet:

- Upplag, lagring eller påfyllning av petroleumprodukter får ej förekomma inom vattenskyddsområdet. I undantagsfall kan lagring och påfyllning ske om lagringen sker med sekundärt skydd som rymmer hela den lagrade volymen. Vid påfyllning måste denna ske på tätt underlag med invallning och saneringsutrustning ska finnas tillgänglig på plats.
- Uppställning av arbetsmaskiner får ej ske inom vattenskyddsområdet. I undantagsfall får uppställning av arbetsmaskiner ske inom vattenskyddsområdet om den totala volymen petroleumprodukter (olja, bensin och diesel) kan innehållas inom tät uppställningsplatta eller liknande konstruktion.
- Alla maskiner och drivmedelstankar som används skall vara fria från läckage vilket ska kontrolleras av entreprenören inför och under varje arbetspass inom vattenskyddsområdet. Om möjligt ska maskiner med miljöanpassade eller vegetabiliska hydrauloljor användas.
- Entreprenören skall ha tillgång till saneringsutrustning (t.ex. saneringsmedel, spadar, hinkar etc.). Syftet med saneringsutrustningen är att begränsa spridningen av ett eventuellt utsläpp och att så långt som möjligt förhindra att eventuella läckage av drivmedel, hydrauloljor, frostskyddsmedel o.dyl. infiltrerar och når grundvattnet.

- All inblandad personal bör informeras om behovet av vattenskydd och om vilka åtgärder som ska vidtas i händelse av olycka eller läckage.
- Lagringstankar inom vattenskyddsområdet bör vara låsta under tider då arbeten inte sker.
- Miljökrav bör ställas i entreprenadupphandlingen. Den lägsta nivån på miljökrav kan förväntas motsvaras av Trafikverkets riktlinje "Generella miljökrav vid entreprenadupphandling" (TDOK 2012:93).

6.4.2 Förorening från sprängning, injektering, saltning, spridning av bekämpningsmedel, länshållningsvatten samt dagvatten

Gemensamt för dessa typer av föroreningar är att de avsiktligt uppkommer inom ramen för entreprenadarbetet. Detta gör att spridning av dessa föroreningar till stor del kan hanteras genom omsorgsfull planering och förundersökningar av tillräcklig omfattning.

För att reducera riskerna avseende dessa ämnen till en acceptabel nivå bör följande krav ställas under byggskedet:

- Upplag av sprängämnen, injekteringsmedel, salt eller bekämpningsmedel får inte förekomma inom vattenskyddsområdet.
- Grundvattenresursens sårbarhet ska styra valet av de produkter som ska användas.
- Spridning av salt eller bekämpningsmedel ska i möjligaste mån undvikas, om det inte behövs med hänsyn till hälsa och säkerhet.
- Vid hantering av förorenande ämnen inom vattenskyddsområdet ska spill minimeras.
- Krav bör ställas på hanteringen av länshållningsvatten och dagvatten. Krav på rening bör även anges.
- Tvätt av fordon bör inte tillåtas inom vattenskyddsområdet.
- Miljökrav bör ställas i entreprenadupphandlingen. Den lägsta nivån på miljökrav kan förväntas motsvaras av Trafikverkets riktlinje "Generella miljökrav vid entreprenadupphandling" (TDOK 2012:93).
- I byggskedet ska ett kontrollprogram genomföras där påverkan på grundvattnet följs upp.

6.4.3 Förorenings-spridning från förorenade massor

Förorenade massor som påträffas under entreprenadtiden riskerar att medföra spridning av föroreningar till grundvattnet om de förflyttas eller omgrävs. Befintliga föroreningar kan även spridas till följd av ras eller skred. Det är i detta skede inte möjligt att beskriva vilka typer av föroreningar som kan påträffas eller i vilka mängder. Generella åtgärder för att hantera frågor som rör förorenade områden är:

- Genomförande av tillräckliga markmiljöundersökningar i syfte att kartlägga förekomst, typ och mängd av befintliga föroreningar.
- Styra hanteringen av förorenade massor, t.ex. med avseende på upplag.
- Genomföra undersökningar för att beskriva risker för ras eller skred.
- Genomföra undersökningar som beskriver grundvattenförhållandena i lägen för t.ex. spontning eller pålning.
- Anpassa de geotekniska förstärkningsåtgärderna till rådande grundvattenförhållanden, t.ex. genom val av lämplig typ av pålar med tätt tvärsnitt.
- I byggskedet ska ett kontrollprogram genomföras där påverkan på grundvattnet följs upp.

6.4.4 Förorenings-spridning från släckvatten eller översvämningar

Det är på förhand inte möjligt att beskriva hur spridning av föroreningar från brandsläckning eller översvämningar kommer att ske. Den åtgärd som bedöms vara rimlig i relation till dessa risker är:

- Genomföra beredskapsplanering tillsammans med Räddningstjänsten.

6.4.5 Förorenings-spridning vid sabotage eller stöld

Risken för förorenings-spridning i samband med sabotage beror på sabotagets art. Stölder av drivmedel etc. kan i första hand förväntas ske vid uppställningsplatser eller lagringstankar. Lämpliga skyddsåtgärder bedöms vara:

- Upplag, lagring eller påfyllning av petroleumprodukter får ej förekomma inom vattenskyddsområdet. I undantagsfall kan lagring och påfyllning ske om lagringen sker med sekundärt skydd som rymmer hela den lagrade volymen. Vid påfyllning måste denna ske på tätt underlag med invallning och saneringsutrustning ska finnas tillgänglig på plats.
- Arbetsområdet bör vara inhägnat, belyst och låst.
- Övervakning kan vara aktuell om riskerna bedöms vara stora.
- Lagringstankar inom vattenskyddsområdet bör vara låsta under tider då arbeten inte sker.

6.4.6 Förändrade grundvattenförhållanden

Förändringar av grundvattenförhållandena i grundvattenmagasinet kan förväntas ge effekt på såväl grundvattenkvantitet som grundvattenkvalitet. Föreslagna skyddsåtgärder är:

- Hydrogeologiska undersökningar som väl beskriver grundvattenförhållandena.
- Geotekniska undersökningar för att utreda riskerna för ras och skred.
- Projektering med anpassning till grundvattenförhållanden och geotekniska förhållanden.
- Styrning av vattentäktens drift så att förutsättningarna för negativ påverkan är så små som möjligt med bibehållen leveranssäkerhet.

Det kan även i vissa fall bli aktuellt att minska påverkan på grundvattenförhållandena genom t.ex. spontning, skyddspumpning eller återinfiltration. Relevansen av dessa åtgärder måste dock bedömas i varje enskilt fall.

7 Driftskedet

7.1 Skadehändelser

Identifierade skadehändelser under driftskedet redovisas nedan samt i bilaga 3 och 4.

7.1.1 Anläggningens påverkan på grundvattennivåer och -flöden

I driftskedet kan påverkan på grundvattnets nivå eller grundvattenflöden uppstå där någon del av anläggningen är belägen under grundvattennivån. Identifierade skadehändelser, med en kort förklaring redovisas i *Tabell 7.1*.

Tabell 7.1. Identifierade skadehändelser där anläggningen kan påverka grundvatten och -flöden i driftskedet.

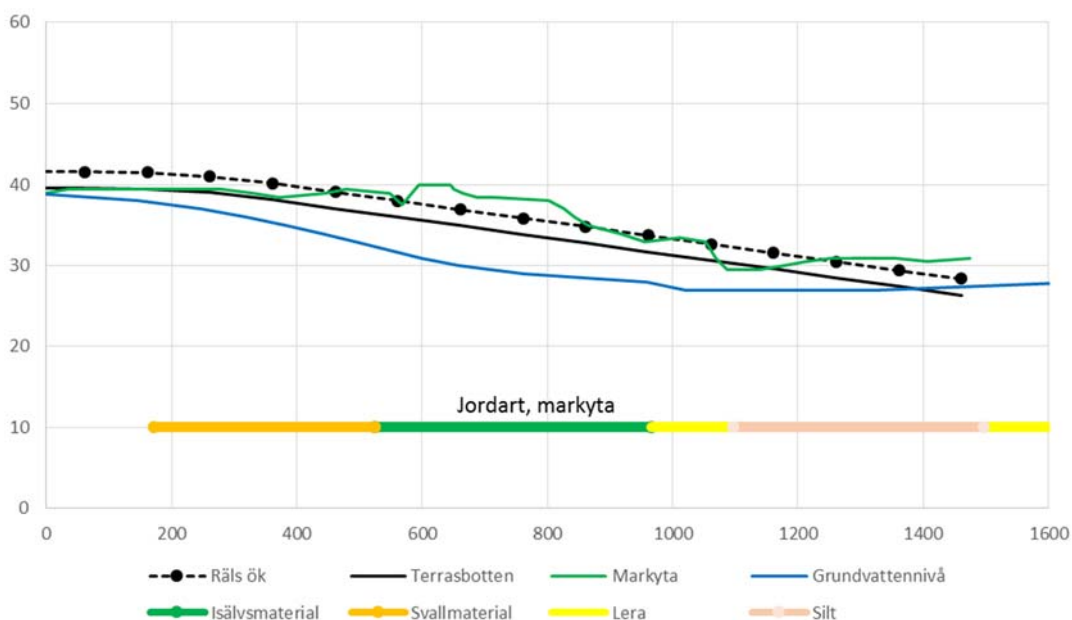
Skadehändelse	Förklaring ("effekt")
Skärning under grundvattennivån	En öppen skärning under grundvattennivån i jordlagren dränerar grundvatten, vilket medför avsänkning av grundvattennivån. Bortledning av grundvattnet medför att vattentillgången minskar. Ändrade strömningsförhållanden härav kan påverka grundvattnets kvalitet.
Betongtunnel under grundvattennivån	Om betongtunneln är belägen under grundvattennivån i jordlagren och om tunneln inte dräneras dämmer grundvattnets strömning, vilket leder till förhöjda grundvattennivåer. Om betongtunneln är belägen under grundvattennivån i jordlagren och om tunneln dräneras avsänks grundvattennivån. Bortledning av grundvattnet minskar grundvattenflödet och medför att vattentillgången minskar.
Bergtunnel	Inläckage till tunnel medför avsänkning av grundvattennivån i berg (och i jordlagren). Om den hydrauliska kontakten med överlagrande jordlager är god kan påverkan på grundvattennivån i jordlagren bli betydande. Bergtunnel dämmer grundvattenströmning.
Brofundament	Se "Bortschaktning av tätande jordlager" byggskedet.

Nedan beskrivs hur huvudalternativet Bista och alternativet Adolfsberg bedöms påverka grundvattennivåer och -flöden. För respektive delsträcka redovisas en sektion med räls överkant, terrassbotten, typ av lösning (bank/skärning, betongtunnel och bergtunnel) markyta, grundvattennivå och nivå för bergövertytan. Vidare redovisas jordart i markytan enligt SGU:s jordartskarta. Redovisningen av jordarter har förenklats genom att kortare sträckor med avvikande jordart inte redovisas. Redovisade grundvattennivåer och nivåer för bergövertytan härrör från interpoleringen av grundvattennivåer och bergnivåer som

redovisas i vattenverkets jordlagersdatabas. Sektionernas längdmätning (m) börjar vid vattenskyddsområdets ytterkant (tertiär skyddszon). Höjder anges i höjdsystem RH2000.

Alternativet Bista - persontrafik

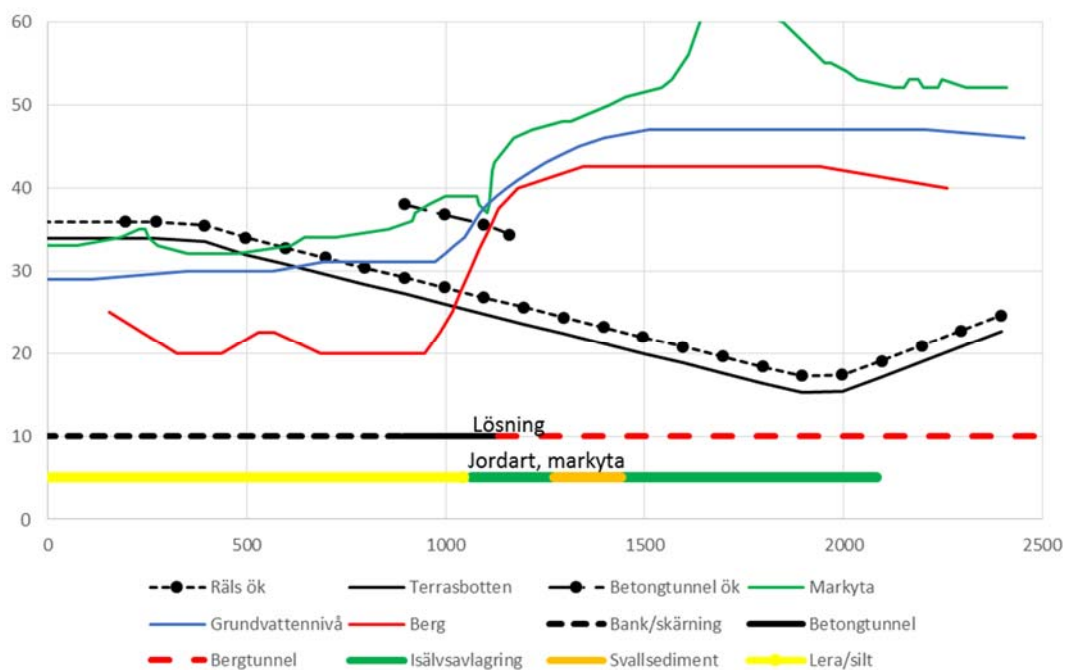
För alternativet Bista löper järnvägen för persontrafik genom vattenskyddsområdet på bank eller i skärning över grundvattennivån i grundvattenmagasinet i isälvsavlagringen, se *Figur 7.1*. Först öster om vattenskyddsområdet skär järnvägen ner under grundvattentrycknivån. I det området utgörs jordlagren enligt jordartskartan överst av silt/lera. Järnvägen bedöms inte skära ner i grundvattenmagasinet i isälvsavlagringen. Någon betydande påverkan på grundvattennivån eller -flödet i grundvattenmagasinet i isälvsavlagringen bedöms därför inte uppkomma, liksom att den omättade zonen mellan terrassbotten och grundvattennivå är runt 5 meter som mest vid isälvsaterialet.



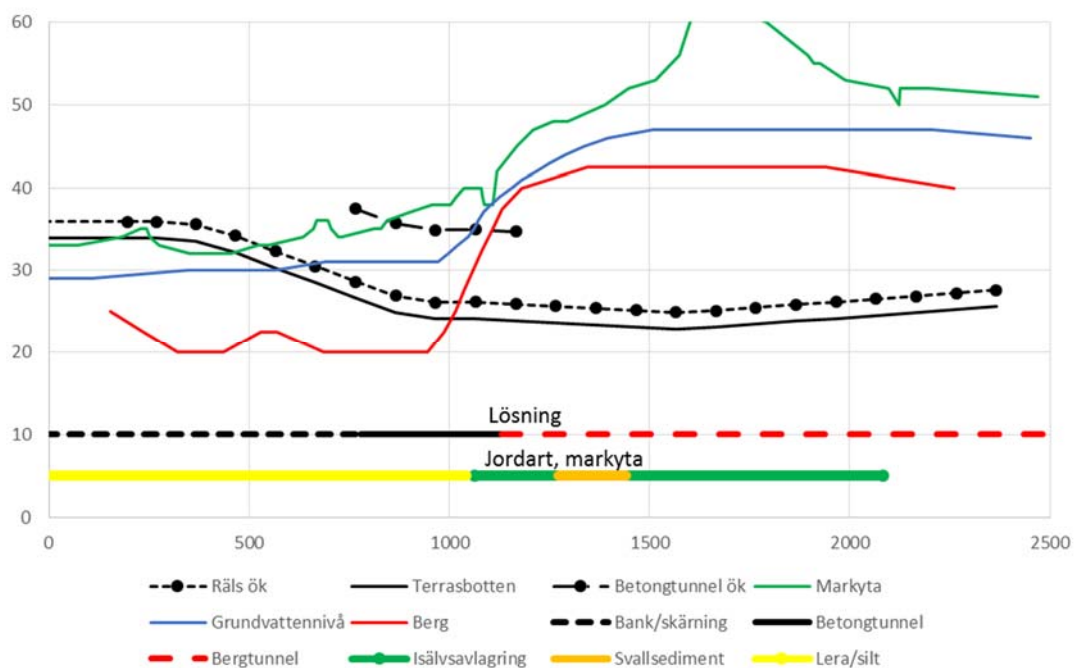
Figur 7.1. Sektion - alternativet Bista – persontrafik, från väster (vänster) till öster (höger).

Alternativet Bista – gods mot sydost

Järnvägen för godstrafik som viker av mot sydost löper i skärning och betongtunnel genom isälvsavlagringen, där åsen korsar E18/E20, se *Figur 7.2 och 7.3*. Skärningen bedöms utifrån tillgängligt underlag inte gå ner i grundvattenmagasinet i isälvsaterialet, men mer detaljerat underlag krävs för en slutlig bedömning. Om skärningen går ner i grundvattenmagasinet utförs skärningen med tråg. Ett tråg under grundvattenytan kommer att påverka grundvattennivåer och -strömning på samma sätt som efterföljande betongtunnel.



Figur 7.2. Sektion - alternativet Bista – gods mot SO (väst), från norr (vänster) till söder (höger).



Figur 7.3. Sektion - alternativet Bista – gods mot SO (öst), från norr (vänster) till söder (höger).

Betongtunneln kommer delvis att dämna delar av grundvattenmagasinet i isälvsavlagringen, vilket kan komma att påverka grundvattennivåerna och grundvattnets strömningsriktning. Eftersom hela grundvattenmagasinet inte skärs av kommer emellertid grundvatten kunna strömma under och över betongtunneln.

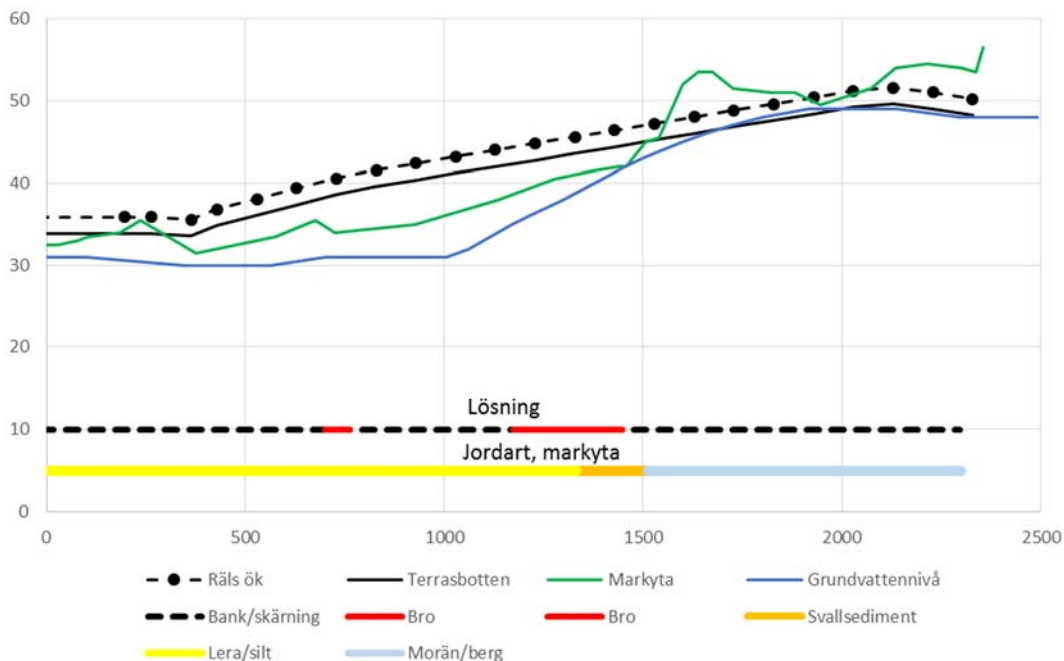
Grundvattenbildningen i området uppströms korsningen mellan järnvägen och åsen uppskattas till storleksordningen 3-5 l/s. Grundvattenflödet utgör således endast en mindre del av de flöden som hanteras i vattentäkterna (ca 160 l/s).

På fastigheten Ånsta 20:144, i närheten av järnvägens korsning med åsen ligger den f.d. deponin som beskrivs i kap. 4.5. Eventuella förändringar av grundvattnets strömningsriktning p.g.a. den förväntade dämningen som betongtunneln kommer att medföra kan medföra att spridningen av lakvatten från deponin förändras.

Vidare mot söder löper järnvägen i bergtunnel, till vilken det kommer att ske ett inläckage av grundvatten. Huruvida inläckage av vatten till bergtunneln kan påverka grundvattennivån i isälvsavlagringen beror av den hydrauliska kontakten med överlagrande jordlager. Genom tätning av bergtunneln kommer emellertid inläckaget och påverkan på grundvattennivåerna i jordlagren bli mycket begränsat.

Alternativet Bista – gods mot sydväst

Järnvägen för godstrafik som viker av mot väster löper på bank längs större delen av sträckan, förutom i sydväst där järnvägen löper i skärning och delvis under grundvattenytan, se *Figur 7.4*.

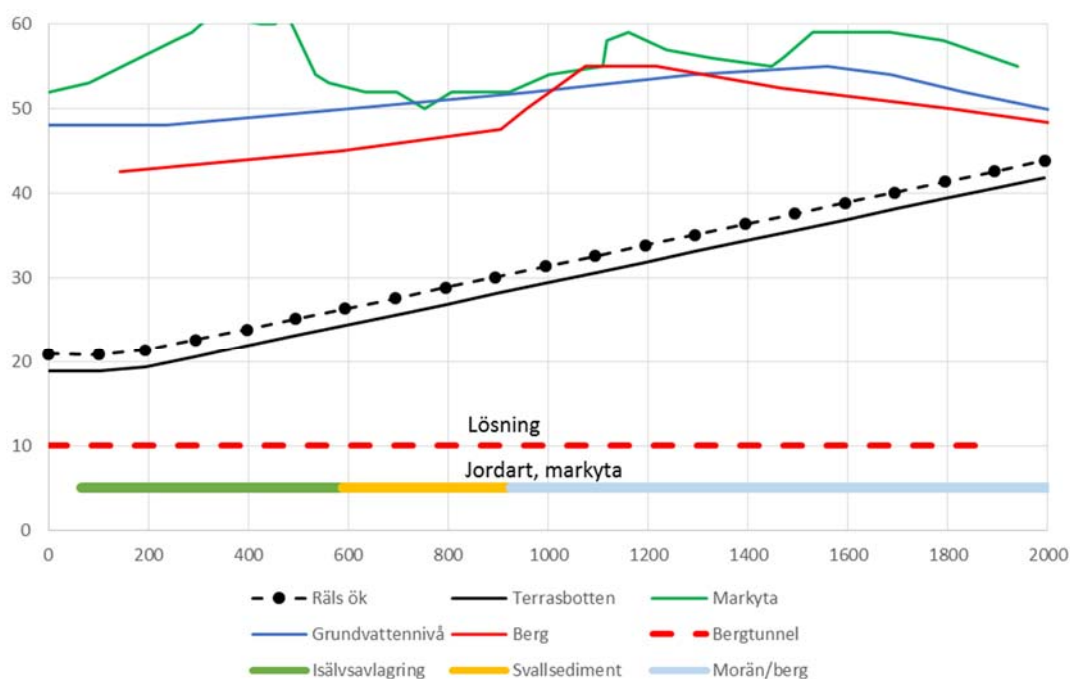


Figur 7.4. Sektion - alternativet Bista – gods mot SV, från norr (vänster) till väster (höger).

Där järnvägen går i skärning utgörs jordlagren av morän eller berg. Grundvattnet i området kommer att dräneras mot skärningen, men influensområdet kommer att bli begränsat mot bakgrund av att morän och berg har relativt låg genomsläpplighet.

Alternativet Bista – gods från Törsjö mot Karlskoga

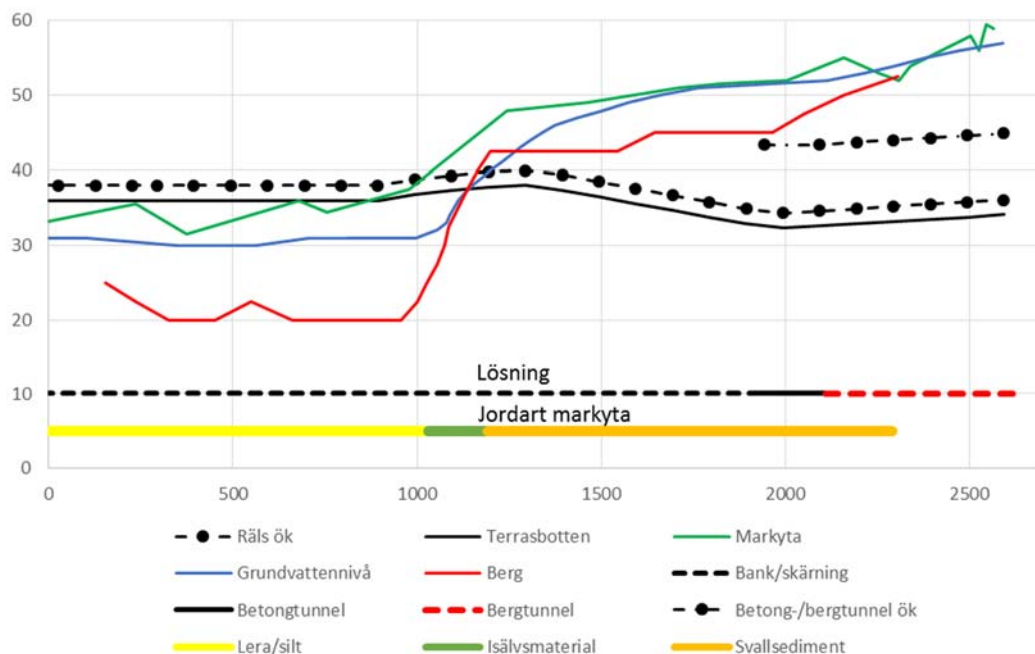
Järnvägssträckningen för gods från Törsjö mot Karlskoga går i bergtunnel genom vattenskyddsområdet, se *Figur 7.5*. Huruvida inläckage av vatten till bergtunneln kan påverka grundvattennivån i isälvsavlagringen beror av den hydrauliska kontakten med överlagrande jordlager. Genom tätning av bergtunneln blir inläckaget och påverkan på grundvattennivåerna i jordlagren begränsat.



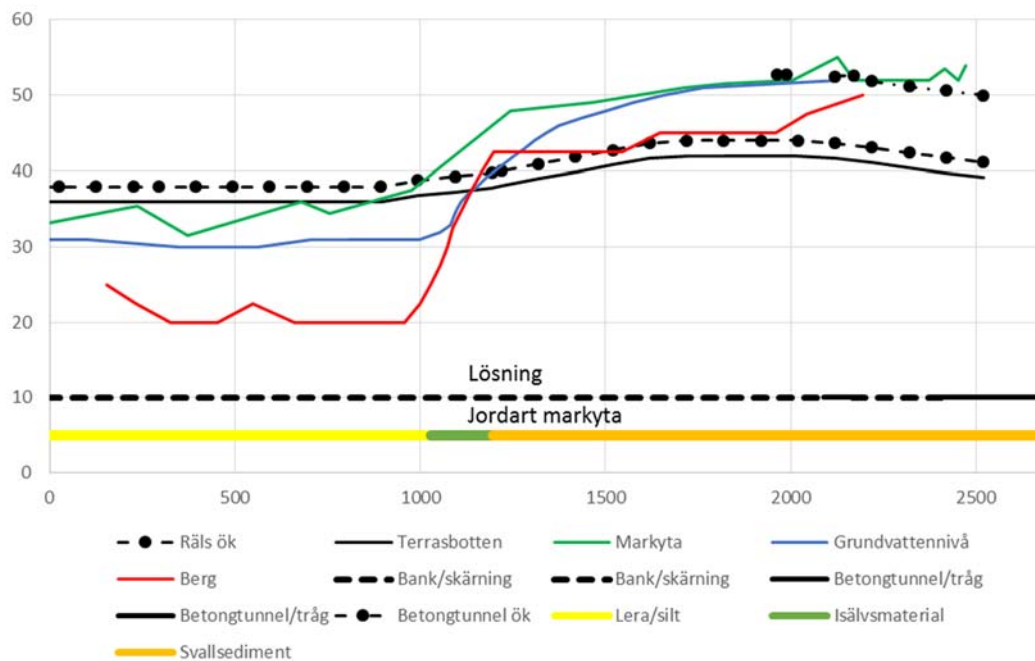
Figur 7.5. Sektion - alternativet Bista – gods Törsjö-Karlskoga (syd), från sydost (vänster) till väster (höger).

Alternativet Adolfsberg

För alternativet Adolfsberg löper järnvägen för godstrafik i skärning genom isälvsavlagringen och under grundvattenytan, där åsen korsar E18/E20 samt i svallsediment på åsens västra sida, se *Figur 7.6* och *7.7*. Svallmaterialet underlagras längs del av sträckan av det primära isälvs materialet i åsen. Där skärningen går under grundvattenytan anläggs tråg. Tråg kommer att dämna hela eller delar av grundvattenmagasinet/-magasinen, vilket kan resultera i höjda grundvattennivåer och ändrade strömningsriktningar. Grundvattenbildningen i området som berörs av tråg bedöms emellertid ge upphov till grundvattenflöden som endast utgör en mindre del av de flöden som hanteras i vattentäkterna. Vidare skulle trågen ligga ungefär i grundvattnets strömningsriktning, vilket skulle medföra mindre dämmande effekt än om tråg hade placerats tvärs grundvattnets strömning.



Figur 7.6. Sektion - alternativet Adolfsberg – gods mot SV, från norr (vänster) till väster (höger).



Figur 7.7. Sektion - alternativet Adolfsberg – gods mot SO (väst), från norr (vänster) till söder (höger).

46(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

Vidare söderut kommer järnvägen att löpa i betongtunnel och för sträckningen som viker av mot sydväst även i bergtunnel. Längs samtliga sträckningar och hela sträckan söderut löper spåren under grundvattenytan.

7.1.2 Punktutsläpp

Identifierade skadehändelser i form av punktutsläpp under driftskedet redovisas i *Tabell 7.2*.

Tabell 7.2. Identifierade punktutsläpp under driftskedet.

Skadehändelse	Kommentar
(Olycka med) utsläpp av farligt gods (urspårningar, sammanstötningar mellan järnvägsfordon samt plankorsningsolyckor)	
(Olycka med) läckage av transformatorolja (el-lok)	
(Olycka med) läckage av hydraulolja	
Läckage från transformatorer/omformarstationer	Omformarstationer kommer inte att förekomma inom vattenskyddsområdet
Släckvatten från brandbekämpning	

Läckage av drivmedel (från diesellok) eller av kylvätska (glykol) från kylsystemet kommer inte kunna förekomma eftersom diesellok inte kommer att trafikera järnvägen. Rengöring av tåg och vagnar (med lösningsmedel och tensider) kommer inte förekomma inom vattenskyddsområdet.

7.1.3 Diffusa utsläpp

Identifierade skadehändelser i form av diffusa utsläpp under driftskedet redovisas i *Tabell 7.3*.

Tabell 7.3. Identifierade diffusa utsläpp under driftskedet.

Skadehändelse	Kommentar
Metaller från kontaktlednings-, hjul-, räls- och bromsslitage.	
Frostskyddsmedel (glykol).	
Kemiska bekämpningsmedel.	Behovet av ogräsbekämpning är relativt litet om järnvägen byggs ballastfritt (med slab track).
Kväve från sprängstensmassor.	Sprängstensmassor kommer troligen inte användas inom vattenskyddsområdet.
Oljeprodukter från vagnar, lok samt transformatorer.	T.ex. läckage av smörj- och hydrauloljor genom läckande behållare och hydraulslangar eller haverier.
Fett från smörjning av växlar och kurvor.	Idag används endast smörjmedel som är biologiskt nedbrytbara och som ska vara godkända av Banverkets kemikalieråd (Banverket, 2004a). (VTI, 2007)

Träsliprar kommer inte att användas, varför hantering av träimpregneringsmedel inte kommer att förekomma.

7.1.4 Underhåll av järnvägen

Identifierade skadehändelser förknippade med underhåll av järnvägen redovisas i *Tabell 7.4*. Se även skadehändelser som kan påverka grundvattnets kvalitet under byggskedet.

Tabell 7.4. Identifierade diffusa utsläpp under driftskedet. Se även byggskedet - påverkan på grundvattnets kvalitet.

Skadehändelse	Kommentar
Spårarbetsfordon - (olycka med) läckage av drivmedel och hydraulolja	
Målningsarbeten	
Klottersanering	
Byte av stolpar och räcken	
Gjutningsarbeten	

48(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

7.2 Riskanalys/konsekvensklassning

Konsekvensklassningen av samtliga identifierade skadehändelser under driftskedet redovisas i bilaga 3 och 4. Nedan kommenteras de skadehändelser som har bedömts medföra de största konsekvenserna.

7.2.1 Påverkan på grundvattennivåer och -flöden

I *Tabell 7.5* redovisas de skadehändelser som bedömts medföra de största konsekvenserna vad gäller påverkan på grundvattennivåer och -flöden.

Tabell 7.5. Identifierade skadehändelser med högst konsekvensklassning avseende förorening. Rubriken "Klass" avser konsekvensklass, men konsekvensklassen är beroende av täthetsgraden.

Klass	Skadehändelse
2-3	Skärning (öppen) under grundvattennivån
2-3	Dämmande betongtunnel eller tråg under grundvattennivån
2	Otät bergtunnel

En järnväg enligt alternativet Adolfsberg godstrafik (samtliga alternativ) skulle gå i skärning under grundvattennivån i åsen och i svallmaterial på åsens västra sida längs en lång sträcka. Utgångspunkten är att skärningar under grundvattennivån kommer att utföras med tråg. Tråg skulle dämna grundvattenmagasinen och påverka grundvattnets strömningsriktning. .

Betongtunnel under grundvattennivån i åsen skulle främst bli aktuellt för alternativet Bista godstrafik. Betongtunnlar skulle grundvattenmagasinet i åsen, vilket skulle resultera i förhöjda grundvattennivåer och påverka grundvattnets strömningsriktning.

Bergtunnlar blir främst aktuella för alternativet Bista och delsträckorna för godstrafik mot sydost samt från Törsjö mot Karlskoga. Bergtunnlarna kommer att löpa under Karlslund-Kilsåsen och inläckage av grundvatten till tunnlar ska kunna påverka grundvattennivåerna i åsen, men genom tätning av tunnlar kan inläckaget och påverkan på grundvattennivåerna och grundvattentillgången i jordlagren bli begränsat.

7.2.2 Påverkan på grundvattnets kvalitet

I *Tabell 7.6* redovisas de skadehändelser som bedömts medföra de största konsekvenserna vad gäller påverkan på grundvattnets kvalitet.

Konsekvenserna av skadehändelserna skulle bli som högst längs de sträckor där grundvattenmagasinet är som mest sårbarhet är som högst, d.v.s. där jordlagren är genomsläppliga (se kap. 4.4). Konsekvensklasserna i *Tabell 7.6* avser skadehändelser i de mest sårbara partierna.

Tabell 7.6. Identifierade skadehändelser med högst konsekvensklassning avseende förorening. Rubriken "Klass" avser högsta konsekvensklass, eftersom konsekvensklassen är mängdberoende.

Klass	Skadehändelse
4-5	(Olycka med) utsläpp av farligt gods (urspårningar, sammanstötningar mellan järnvägsfordon samt plankorsningsolyckor)
4-5	(Olycka med) läckage av transformatorolja (el-lok)
3-4	Släckvatten från brandbekämpning
2-3	Läckage från transformatorer
2-3	Metaller från kontaktlednings-, hjul-, räls- och bromsslitage.
2-3	Kemiska ogräsbekämpningsmedel

Olyckor med utsläpp av farligt gods eller läckage av transformatorolja är mycket ovanliga, men konsekvenserna skulle kunna vara katastrofala med tanke på de potentiellt mycket stora volymerna förorening som skulle kunna uppkomma.

7.2.3 Olycka med farligt gods - riskklassning/-analys

För olyckor med farligt gods har en riskklassning/-analysen gjorts utifrån den riskhanteringsmodell som redovisas i Trafikverkets rapport 2013:135 "Yt- och grundvattenskydd". Modellen bygger på att bedöma parametrarna sannolikhet, värde och sårbarhet i vardera fem steg och att väga samman dessa till en risknivå som också värderas i fem steg. Analysen har utförts enligt nivå 2, "objektsspecifik riskanalys".

Värde

Bista och Jägarbacken vattentäkter försörjer Örebro tätort och ett antal kransorter med dricksvatten. Reservvattentäkt saknas, vilket medför att vattentäktens skyddsvärde bör klassas som Extremt högt enligt Naturvårdsverkets handbok för vattenskyddsområden. Utifrån detta bör Bista och Jägarbacken vattentäkter placeras i värdeklass 5.

"Värdeklass 5 – Särskilt värdefulla vatten. Exempel: Ett vatten som utgör en fundamental förutsättning för en utpekad och särskilt skyddad ekologisk miljö. Ett vatten med hög uttagskapacitet som nyttjas för dricksvattenförsörjning för en stor population och där reserv- och alternativkapacitet saknas."

Ersättningsvärdet är också mycket högt, ca 3 miljarder kronor enligt metoden att beräkna kostnader för ersättning med en annan likvärdig vattentäkt.

Sårbarhet

Sårbarheten för grundvattenmagasinet i Karlslund-Kilsåsen varierar längs järnvägens sträckning genom vattenskyddsområdet. Sårbarheten är som högst där jordlagren mellan markytan och grundvattenytan (den omättade zonen) utgörs av sand och grus (isälvsmaterial). Här kan föroreningstransporten efter ett större utsläpp förväntas ske

50(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

relativt snabbt. Transporttiden från markytan till grundvattnet kan i dessa områden vara mindre än en timme för en vattenlöslig förorening av stor mängd (antaget mättad strömning).

Där jordlagren utgörs av lera eller silt är sårbarheten betydligt lägre. Transporttiden genom ett lerlager till ett grundvattenmagasin i friktionsjord under leran kan beräknas till många år, förutsatt att leran har några meters mäktighet eller mer.

Där jordlagren utgörs av morän är sårbarheten måttlig. Transporttiden genom den omättade zonen kan uppskattas till timmar-dygn, förutsatt att moränen har några meters mäktighet eller mer. Vidare är transporthastigheten i ett grundvattenmagasin i jord låg.

Enligt Trafikverket (2014) tar det vanligen timmar till dygn till start av akut sanering vid en olycka med miljöfarligt gods på järnväg. I vissa fall är det inte ens möjligt att genomföra en sanering. Tiden till det att en akut sanering är färdig är tre timmar eller mer. Volymen förorening vid olycka med miljöfarligt gods på järnväg uppges vara mellan 1 000 och 100 000 liter.

Genom att grundvattenuttaget sker på olika platser i åsen, i kombination med att infiltration sker i infiltrationsbassänger, är det eventuellt möjligt att nyttja en del av grundvattenmagasinet i åsen, även om en annan del har förorenats.

Enligt handboken bör man vid grundvattenförekomster i isälvsmaterial alltid utgå från att åtminstone en del av konfliktsträckan har högsta sårbarhetsklass. Utifrån detta och ovan bör sträckor med isälvsmaterial placeras i sårbarhetsklass 4-5. Sträckor med mäktiga lager med lera bör kunna placeras i sårbarhetsklass 1-2 och sträckor genom morän i sårbarhetsklass 2-3.

"Sårbarhetsklass 5 – Det är i praktiken omöjligt att efter inträffad skadehändelse (t ex olycka med utsläpp) förhindra att skyddsobjektet förorenas/skadas. Skadan är dessutom av sådan art att skyddsobjektet upphör att fungera. Exempelvis en vattentäkt som måste tas ur bruk för obestämd framtid på grund av att den förorenats med petroleumprodukter.

Sårbarhetsklass 4 – Vid god beredskap och gynnsamma förutsättningar så klarar man med räddnings- och saneringsinsatser att efter inträffad skadehändelse förhindra skada på skyddsobjektet eller att det bedöms möjligt att inom överskådlig tid reparera den skada som uppkommer på skyddsobjektet. Exempelvis ett ekosystem som förorenas och där ekologin lidit svår skada. Efter sanering så kvarstår dock inga föroreningar och ekosystemet har möjlighet att återhämta sig.

Konsekvens

Utifrån värdeklassen 5 och sårbarhetsklass 4-5 placeras de mest sårbara delarna av vattenskyddsområdet för Bista och Jägarbacken vattentäkter i konsekvensklass 5.

"Konsekvensklass 5 – Katastrof – En dricksvattenresurs som försörjer tiotusentals personer slås ut permanent."

Sträckor där jordlagren utgörs av lera och morän placeras i konsekvensklass 2-4.

"Konsekvensklass 4 – Mycket stor – En dricksvattenresurs som försörjer tiotusentals personer slås ut temporärt, men kan återställas.

Konsekvensklass 3 – Stor – En vattenresurs lider skada, men kan återställas. Dess funktion kvarstår under återställningstiden om än i begränsad omfattning.

Konsekvensklass 2 – Lindrig – Ett utsläpp utgör ingen omedelbar skada, men ett hot om skada kvarstår tills sanering är genomförd."

Sannolikhet

Händelser med olyckor på järnväg där det skett större utsläpp eller spill är mycket ovanliga. En genomgång av statistik för Sverige för åren 2004-2012 (Trafikanalys, MSB) visar att det under denna period inträffade två olyckor där farligt gods läckt ut och ytterligare tre olyckor med farligt gods, dock utan utläckage. Enligt Trafikverket (2014) bör olyckor med miljöfarligt gods på järnväg placeras i sannolikhetsklass 1. Det kan tilläggas att sannolikheten för olyckor är mindre på betongbanor än på traditionella spår på makadam.

"Sannolikhetsklass 1 – Sannolikheten för minst en händelse med utsläpp inom 50 år är 6,9% eller mindre. Sannolikheten är låg nog att risken kan betraktas som försumbar såvida inte konsekvenserna av en skadehändelse är mycket stora."

Risk

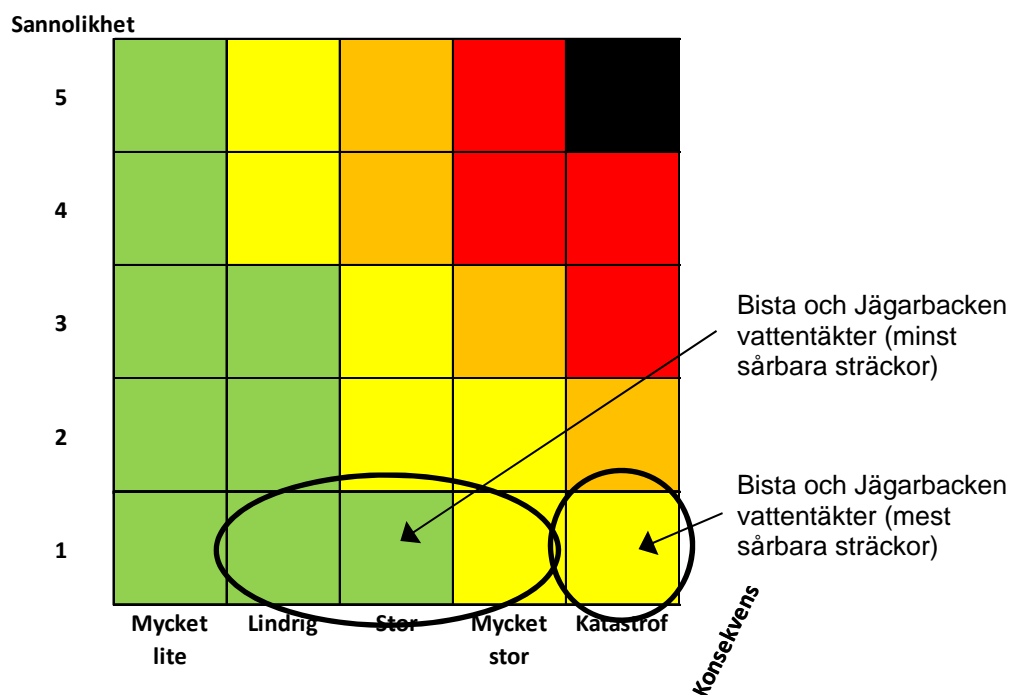
Utifrån sannolikhetsklass 1 och konsekvensklass 5 placeras de mest sårbara delarna av vattenskyddsområdet för Bista och Jägarbacken vattentäkter i riskklass 2, se *Figur 7.8*. Sträckor där jordlagren utgörs av lera och morän, d.v.s. där sårbarheten är lägre, placeras i riskklass 1-2.

Riskklass 2 innebär enligt Trafikverkets handbok (2014):

"Förhöjd risk – konsekvenserna av en skadehändelse är inte försumbara, för de flesta tänkbara händelser är dock förutsättningarna för lyckad sanering mycket goda. Smärre riskreducerande förebyggande åtgärder kan vara motiverade"

Riskklass 1 innebär:

"1 – Låg risk – låg sannolikhet för skadehändelser och/eller nödvändiga saneringsinsatser vid utsläpp tar små resurser i anspråk. Förebyggande åtgärder är inte motiverade"



Figur 7.8. Riskmatris för Bista och Jägarbacken vattentäkter. Svart - riskklass 5 "mycket hög risk", Rött - riskklass 4 "hög risk", Orange – riskklass 3 "måttlig risk", Gult – riskklass 2 "förhöjda risk, Grön – riskklass 1 "låg risk".

Kommentar till riskanalysen

Riskanalysen ovan har utförts enligt nivå 2. I nivå 2 av riskanalysen utförs schablonmässiga riskbedömningar utan detaljerad anpassning till t.ex. järnvägens utformning, planerade åtgärder eller föroreningsutsläppens storlek. Riskanalysen är utformad så att skyddsobjekt som på denna detaljeringsnivå hänförs till riskklass 1 ;"låg risk" inte behöver studeras närmare, medan skyddsobjekt med högre riskklass kan behöva en ytterligare fördjupning.

Eftersom den planerade järnvägen för de mest sårbara delarna av vattenskyddsområdet erhåller riskklass 2 och med tanke på vattentäckernas extremt höga skyddsvärde bör åtgärder vidtas för att sänka riskklassen till säkert 1 "låg risk". De parametrar som kan förändras med hjälp av åtgärder är sårbarheten och sannolikheten. För att nå riskklass 1 skulle sårbarheten behöva sänkas till klass 2, eftersom det skulle reducera konsekvensen till klass 3. Sannolikheten har redan den lägsta klassen (1). Det enda sättet att reducera riskklassen genom att ändra sannolikheten skulle vara att placera järnvägen utanför vattentäckernas tillrinningsområde, så att risken helt elimineras.

7.3 Möjliga skyddsåtgärder

Nedan samt i bilaga 6 redovisas identifierade möjliga skyddsåtgärder för driftskedet. Skyddsåtgärderna har delats in i *anläggningens design och lokalisering, trafikåtgärder, olycksförebyggande åtgärder, utsläppsförebyggande åtgärder, skyddsåtgärder i terrängen, insats-/beredskapsplaner och beredskapsåtgärder* samt *kontroll*. Gränsen mellan dessa är något flytande. För respektive skyddsåtgärd redovisas en uppskattning av om kostnaden är låg (<500 kkr), måttlig eller hög (>5 Mkr).

7.3.1 Anläggningens design och lokalisering

Identifierade möjliga ändringar av anläggningens utformning som reducerar riskerna för vattentäkterna i driftskedet i *Tabell 7.7*. Se även kap 7.3.3. Olycksförebyggande åtgärder och kap 7.3.5. Skyddsåtgärder i terrängen.

Tabell 7.7. Möjliga ändringar av anläggningens utformning som reducerar riskerna för vattentäkterna i driftskedet.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad
Spårdragning	Järnvägen byggs längs en alternativ sträcka för att därigenom undvika farliga godstransporter och andra olyckor inom vattenskyddsområdet, eller områden där sårbarheten för grundvattenmagasinet i åsen är hög.	Hög.
Höjning av profilen, alternativt tråg/betongtunnel (i stället för skärning)	Profilen höjs till över grundvattennivån för att förhindra avsänkning av grundvattennivån. Kan profilen inte höjas till över grundvattenytan kan tråg/betongtunnel anläggas för att förhindra avsänkning av grundvattennivån (se vidare Förbiledning av grundvatten vid tråg/betongtunnel).	Hög.
Återinfiltration	Återinfiltration av grundvatten som strömmar in i skärning, för att motverka avsänkning av grundvattennivån och påverka på vattentillgången i åsen	Måttlig.
Förbiledning av grundvatten vid tråg/betongtunnlar	För att förhindra dämning av grundvattennivån leds grundvatten förbi tråg/betongtunnel (t.ex. med högpermeabla skikt över eller under tråget/betongtunneln).	Måttlig.
Tätning (injektering) av bergtunnel	Tätning för att minska inläckage av grundvatten till en bergtunnel. Förhindrar/minskar påverkan på grundvattennivån i överliggande jordlager.	Låg.

7.3.2 Trafikåtgärder

I Tabell 7.8 redovisas identifierade möjliga trafikåtgärder för driftskedet.

Tabell 7.8. Möjliga trafikåtgärder för driftskedet.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad
Hastighets-reducering	Reducerar konsekvenserna av en olycka, t.ex. med tågtransport av farligt gods. Ökar sannolikheten att tåget hinner stanna innan kollision eller urspårning.	Hög.
Godsstyrning	Farligt gods dirigeras till en järnvägssträcka som inte passerar vattenskyddsområdet. Åtgärder reducerar sannolikheten för olycka med farligt gods.	Hög.
Godstågs-sammansättning	Att placera vagnar med olika typer av last i tåget enligt ett visst system är en förebyggande åtgärd som syftar till att reducera sannolikheten att det är vagnar med farligt gods som spårar vid en urspåringsolycka.	Måttlig (?).
Ytterligare tågpersonal	Att införa krav på att det alltid skall vara två personer (eller fler) på tåget vid farligt godstransporter är en förebyggande åtgärd som syftar till att öka sannolikheten för riktig och snabb insats vid tågolyckor med farligt godstransporter. Vidare kan åtgärden förhindra att man missar information om rådande hastighetsbegränsningar och liknande.	Måttlig-hög.
Transformator- och hydrauloljor	Användning av transformator- och hydrauloljor som inte är oljebaserade.	Måttlig (?)

7.3.3 Olycksförebyggande åtgärder

I Tabell 7.9 redovisas identifierade möjliga olycksförebyggande åtgärder för driftskedet.

Tabell 7.9. Möjliga olycksförebyggande åtgärder för driftskedet

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad
Höjning av spårklassen	Reducerar sannolikhet för olyckor med bl.a. farligt godstransporter.	Låg
Skyddsräler	Skyddsräler syftar till att hålla tåget kvar på banan (förhindrar urspårning). Skyddsrälerernas funktion, främst vid ökad hastighet är dock osäker (SWECO VBB VIAK, 2002). Anläggs emellertid vanligen på bro, även för höghastighetsjärnväg.	Hög.
Spåravstånd vid dubbelspårig järnväg	Förebyggande åtgärd som syftar till att reducera sannolikheten att ytterligare en tågolycka sker efter det att en första tågolycka med urspårning inträffat	Måttlig-hög.
Skyddsbågar på bro	Bågarna syftar till att hålla kvar tåget på bron i händelse av urspårning. Finns på tågbro i Innsbruck.	Måttlig-hög (?)
Borttagning av plankorsningar	Förhindrar plankorsningsolyckor.	Hög.

Bommar eller ljud-/ljussignaler vid plankorsningar	Reducerar sannolikheten för plankorsningsolyckor (mellan tåg och landsvägsfordon).	Måttlig-hög.
Detektorer och andra varningssystem	Varningssystem på vagnarna vid fel som kan medföra urspårning. Reducerar sannolikheten för urspårning.	Hög.
Borttagning av järnvägsväxlar	Reducerar sannolikheten för urspårning	Hög
Moveable frogs ("växel med rörlig korsningsspets")	Moveable frogs (Bewegliche Herzstücke på tyska) är en sorts järnvägsväxel som lämpar sig för höghastighetståg och tunga godståg. Fördelar jämfört med de stela växlar som finns (rigid frogs) är bland annat att det blir en nästintill sömlös övergång vid växling vilket minskar sannolikheten för urspårning.	Låg-måttlig
Undvikande av kemisk ogräsbekämpning	Förhindrar förekomst av förorening. Yrkesmässig hantering av kemiska och biologiska bekämpningsmedel är förbjuden i primär skyddszon och kräver tillstånd i sekundär och tertiär skyddszon (hantering av biologiska bekämpningsmedel i tertiär skyddszon kräver endast anmälan). Alternativ är mekanisk (t.ex. vakuumsug) och/eller termisk behandling.	Låg.
Underhåll/kontroll av lok, godsvagnar, andra vagnar, spår och växlar.	Reducerar sannolikhet för olyckor och läckage.	Låg-måttlig
Utbildning av personal	Utbildning av personal, speciellt beträffande underhållsarbeten eller då ATC-systemet är ur funktion.	Låg-måttlig
Undvika sugtransformatorer och liknande inom vattenskyddsområdet.	Sugtransformatorer motverkar vagabonderande ström och magnetiska fält, och sådana transformatorer innehåller transformatorolja.	Låg (?)
Sanering av banvallar	Sanering av banvallar är en förebyggande åtgärd som syftar till att förhindra diffusa utläckage av föroreningar från banvallar.	Hög.

7.3.4 Utsläppsförebyggande åtgärder

I *Tabell 7.10* redovisas identifierade möjliga utsläppsförebyggande åtgärder för driftskedet.

Tabell 7.10. Möjliga utsläppsförebyggande åtgärder för driftskedet

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad
Eftergivande kontaktledningsstolpar	Kontaktledningsstolpar byggs med "svaghetszon". Reducerar sannolikheten för hål i godsvagn vid ev. urspårning.	Måttlig
Tjockväggiga godsvagnar	Reducerar sannolikheten för hål i godsvagn.	Hög.
Borttagande av hinder i banvallens omgivning.	Borttagning av t.ex. block, träd o.dyl. Reducerar sannolikheten för läckage i samband med olycka.	Låg-måttlig

56(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

7.3.5 Skyddsåtgärder i terrängen (begränsande åtgärder)

I *Tabell 7.11* redovisas identifierade möjliga skyddsåtgärder i terrängen för driftskedet.

Tabell 7.11. Möjliga skyddsåtgärder i terrängen för driftskedet.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad
Tätskikt	Tätskikt under och omkring banvallen förhindrar att föroreningar infiltrerar. Tätskikt bör anläggas på ett sådant djup att en urspårad vagn inte kan skada tätskiktet.	Hög.
System för avledning och uppsamling av föroreningar och dagvatten.	Avledning av dagvatten och ev. föroreningar från sårbara områden, med möjlighet till fördröjning, uppsamling och sanering.	Hög.
Skyddsvall längs järnvägen	Begränsande åtgärd som har som mål att förhindra att ett tåg vid urspårning hamnar utanför ett visst begränsat område vid sidan om banvallen, framförallt där järnvägen går på bank. Eventuellt kan en skyddsvall också reducera sannolikheten att det går hål i en godsvagn i det fall hårda konstruktioner finns utanför skyddsvallen.	Hög.
Kantbalk på bro	För att möjliggöra uppsamling och avledning av dagvatten och föroreningar på bro.	Låg
Fördröjande jordlager under och omkring banvallen med lägre permeabilitet än den naturliga jorden.	Tätskikt under och omkring banvallen fördröjer infiltrationen och perkolationen av föroreningar.	
Uppsamlingskärl runt sugtransformatorer	Användning av uppsamlingskärl runt sugtransformatorer är en förebyggande åtgärd som förhindrar att transformatorolja läcker ut i marken.	Låg.

7.3.6 Insats-/beredskapsplaner och beredskapsåtgärder

I *Tabell 7.12* redovisas identifierade möjliga åtgärder i form av insats-/beredskapsplaner, beredskapsåtgärder o.dyl. under driftskedet.

Tabell 7.12. Möjliga åtgärder i form av insats-/beredskapsplaner, beredskapsåtgärder o.dyl. under driftskedet.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad
Hydrogeologisk/hydrologisk utredning för konfliktpunkt järnväg-skyddsobjekt	Ökar sannolikheten för riktig och snabb insats vid tågolyckor, t.ex. med farligt godstransporter.	Låg-måttlig
Insats-/beredskapsplan för driftskedet	En insats-/beredskapsplan innebär bl.a. bättre förutsättningarna för att rätt åtgärder vidtas och att räddningstjänstens insatstid reduceras. Bör kompletteras med övningar.	Måttlig.
Utbildning och information	Ökar medvetenhet om extra vaksamhet. Bättre förutsättningarna för att rätt åtgärder vidtas.	Låg-måttlig.
Saneringsutrustning för aktuell föroreningstyp	Ökar sannolikheten för riktig och snabb insats.	Låg.
Hydraulisk spärr	Om en förorening har nått grundvattenytan måste man förhindra att det förorenade grundvattnet når uttagsbrunnarna. För detta ändamål kan en s.k. hydraulisk spärr skapas genom infiltration av vatten i infiltrationsbassänger, och/eller uttag av grundvatten i strategiskt placerade och utrustade grundvattenbrunnar ("katastrofbrunnar" eller "saneringsbrunnar").	Måttlig-hög.
Brunnsstyrning (avstängning av vissa brunnar)	Syftar till att hindra förorenat grundvatten från att nå brunnar som används för att producera dricksvatten. Bör kompletteras med sanering av grundvattnet (t.ex. genom pumpning i saneringsbrunnar).	Låg
Serviceväg parallellt med järnvägen.	Reducerar räddningstjänstens insatstid.	Måttlig-hög.
Plats för att deponera förorenad jord.		Låg.
Oljeavskiljare	Avskiljning av olja innan utsläpp (till t.ex. recipient).	Måttlig
Utgjämningsskiva med tätad botten, oljeavskiljare samt möjlighet för avstängning av utflödet	Syftar till att öka tillgänglig tid för åtgärd innan vatten når t.ex. recipient.	Måttlig
Vattenreningsanläggning	Rening av vatten innan utsläpp (till t.ex. recipient).	Måttlig
Information om skyddsobjekt i BIS (BanInformations-System)	BIS är Trafikverkets datasystem för att lagra och hämta information om banrelaterade anläggningar och händelser. Att lägga in information om olika skyddsobjekt i BIS är en förebyggande åtgärd som underlättar framtagande och användande av information vid planering av t ex underhållsarbete på järnvägen, ombyggnation samt drift. Åtgärden syftar till att reducera sannolikheten för skadehändelse för byggnation, underhåll och diffusa föroreningsläckage.	Låg.

58(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

Information till tågtrafikledningen	Genom att anlägga s k ATC-baliser vid in- och utfart från skyddsobjektet kan tågledningen få reda på att en farligt godstransport befinner inom t ex ett vattenskyddsområde i händelse av en tågolycka. Åtgärden är alltså en begränsande åtgärd som syftar till att reducera sannolikheten att föroreningen hinner passera genom markytan och nå skyddsobjektet.	Låg.
Informationsskyltar	Informationsskyltar sätts upp längs järnvägsspåret samt vid tillfartsvägar. Kan ses som en "grundläggande" förebyggande åtgärd. Uppmärksammar om behovet av extra vaksamhet. Kan öka sannolikheten för att rätt åtgärder vidtas vid sanering och/eller att sanering utförs tillräckligt snabbt.	Låg.

7.3.7 Kontroll

I *Tabell 7.13* redovisas möjliga kontrollåtgärder under driftskedet.

Tabell 7.13. Identifierade möjliga kontrollåtgärder under driftskedet.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad
Ökad besiktningsfrekvens	Reducerar sannolikhet för urspårningsolyckor som beror på till järnvägen relaterade tekniska fel.	Låg-måttlig.
Grundvattenkontroll	Mätning av grundvattennivåer för att kontrollera anläggningens påverkan på grundvattennivåer. Provtagning och analyser av grundvatten för kontroll av ev. påverkan på grundvattnets kvalitet.	Låg-måttlig
Avgångskontroll	Kontroll av lok och vagnar, m a p läckage, lastsäkring o.dyl, innan avgång.	Låg-måttlig.

7.4 Förslag till skyddsåtgärder

Nedan samt i bilaga 6 redovisas förslag till lämpliga skyddsåtgärder för att reducera riskerna under driftskedet. Skyddsåtgärderna är projekteringsförutsättningar med vattenskyddsföreskrifterna och riskanalysen som grund. I texten nedan redovisas föreslagna åtgärder i punktlistor och utvalda föreslagna skyddsåtgärder kommenteras. Behov och genomförande av samtliga möjliga åtgärder bör studeras mer i detalj i senare skeden.

7.4.1 Inledande kommentar angående åtgärdsbehov

Vattentäkten vid Bista och Jägarbacken svarar, tillsammans med vattentäkten vid Eker, för vattenförsörjningen till Örebro stad samt ett antal kransorter, totalt ca 130 000 invånare. Om t.ex. en farligt godsolycka sker och de förstnämnda vattentäktena slås ut kan endast ca 60% av vattenförsörjningen upprätthållas. Någon reservvattentäkt finns inte, d.v.s. vid en förorening av täkten kan inte någon annan vattentäkt kopplas in. Om en grundvattentäkt förorenas kan, beroende på typ av föroreningsituation, i värsta fall vattentäkten inte användas på mycket lång tid, 10-tals till 100-tals år, givet att stor föroreningsmängd har läckt ut och hamnat i grundvattenmagasinet.

Alla risker som existerar för en vattentäkt med de förutsättningar som redovisas ovan, bör hanteras med stort allvar och handlingskraft. Alla bedömningar (t.ex. jordlagerföljder och olika jordlagers mäktighet, uthållighet och egenskaper) och beräkningar (t.ex. grundvattnets strömningstider i vertikal och horisontell ledd) måste också utföras med antaganden baserade på en mycket stor säkerhet, för att undvika både under- och överåtgärder. Finns utrymmen för minsta tvivel/osäkerhet, t.ex. vad gäller eventuella tätande lagers funktion och uthållighet, bör man anta att vattentäkten ej har fullgott skydd och riskreducerande åtgärder vidtas.

Hydrogeologiska förhållanden, sårbarhet/känslighet, skyddsvärde och möjliga konsekvenser ur vattenförsörjningssynpunkt liksom miljöbalkens krav medför att bästa möjliga skydd måste utföras för grundvattenmagasinet.

7.4.2 Anläggningens design och lokalisering

Föreslagna ändringar av anläggningens utformning (projekteringsförutsättningar) som reducerar riskerna för vattentäkterna i driftskedet:

- Spårdragning
- Höjning av profilen, alternativt tråg/betongtunnel (i stället för skärning)
- Förbiledning av grundvatten vid tråg/betongtunnlar
- Tätning (injektering) av bergtunnel

Om möjligt bör järnvägar undvikas inom vattentäkternas skyddsområde, utifrån vattentäkternas perspektiv. Detta uppnås inte med de två tillgängliga alternativen Bista och Adolfsberg och är eventuellt inte genomförbart med tanke på andra intressen.

En lösning med en förläggning av järnvägen helt eller delvis i åsens grundvattenmagasin bör undvikas, eftersom detta dels medför risker för vattentäkterna och dels blir förknippad med kostnader för skyddsåtgärder utöver "normala" anläggningskostnader. Detta uppnås inte heller med de två tillgängliga alternativen och är eventuellt inte genomförbart. Små justeringar av profilerna som medför mindre påverkan kan emellertid sannolikt göras och bör studeras när mer omfattande underlag finns tillgängligt. Kan en förläggning av järnvägen i åsens grundvattenmagasin inte undvikas kan tråg/betongtunnel ersätta skärning för att minska påverkan på grundvattennivåer mm.

För tråg/betongtunnlar bör möjligheterna till förbiledning av grundvatten, med syfte att minska påverkan på grundvattennivåer mm, utredas.

Bergtunnlar bör tätas för att minska inläckaget av grundvatten, vilket normalt utförs även om en järnväg inte passerar genom ett vattenskyddsområde.

7.4.3 Trafikåtgärder

Följande trafikåtgärder rekommenderas för driftskedet:

- Godsstyrning
- Användning av transformator- och hydrauloljor som inte är oljebaserade

Godsstyrning innebär att farligt gods dirigeras till en järnvägssträcka som inte passerar vattenskyddsområdet. Detta är eventuellt inte genomförbart, men möjligheten bör studeras.

Användning av transformator- och hydrauloljor som inte är oljebaserade blir mer och mer vanligt.

Vidare skulle följande trafikåtgärder kunna övervägas, men bör utredas i ett senare skede:

- Hastighetsreducering
- Godstågssammansättning
- Ytterligare tågpersonal

7.4.4 Olycksförebyggande åtgärder

Följande olycksförebyggande åtgärder rekommenderas för driftskedet:

- Detektorer och andra varningssystem
- Borttagning av järnvägsväxlar
- Moveable frogs ("växel med rörlig korsningsspets")
- Undvikande av kemisk ogräsbekämpning
- Underhåll/kontroll av lok, godsvagnar, andra vagnar, spår och växlar.
- Utbildning av personal
- Undvika sugtransformatorer och liknande inom vattenskyddsområdet.

Om möjligt bör växlar placeras utanför vattenskyddsområdet. Är det inte möjligt bör moveable frogs ("växel med rörlig korsningsspets") användas för att reducera sannolikheten för urspårning.

Att undvika kemisk ogräsbekämpning bör inte medföra någon större belastning eftersom järnvägen troligen kommer att byggas med betongbana och eftersom ogräs inte växer i någon betydande omfattning på betongbanor.

Underhåll/kontroll av lok, godsvagnar, andra vagnar, spår och växlar samt utbildning av personal rekommenderas, men är inte unikt för aktuell sträcka.

Vidare skulle följande olycksförebyggande åtgärder kunna övervägas, men bör utredas i ett senare skede:

- Skyddsräler
- Spåravstånd vid dubbelspårig järnväg
- Skyddsågar på bro

7.4.5 Utsläppsförebyggande åtgärder

Följande utsläppsförebyggande åtgärder rekommenderas för driftskedet:

- Eftergivande kontaktledningsstolpar
- Tjockväggiga godsvagnar
- Borttagande av hinder i banvallens omgivning.

7.4.6 Skyddsåtgärder i terrängen (begränsande åtgärder)

Följande skyddsåtgärder i terrängen (begränsande åtgärder) rekommenderas för driftskedet:

- Tätskikt
- System för avledning och uppsamling av föroreningar och dagvatten.
- Skyddsvall längs järnvägen
- Kantbalk på bro
- Uppsamlingskärl runt sugtransformatorer

Tätskikt med tillhörande system för uppsamling och avledning av dagvatten bör anläggas under banorna, där de löper på bank eller i skärning. Syftet är att det dagvatten som kontinuerligt avrinner från järnvägen och utsläpp (t.ex. av farligt gods) i samband med eventuella olyckor inte ska tillåtas infiltrera. Där järnvägen löper på bank bör tätskiktet kompletteras med skyddsvallar för att förhindra att ett tåg som spårat ut hamnar utanför tätskiktet. Vidare bör det anläggas servicevägar (se beredskapsåtgärder) för att underlätta räddningsinsatser och för att minska insatstiden.

Merkostnaden för anläggande av tätskikt längs järnvägen i samband med nyanläggning har beräknats till mellan 20 och 50 kkr/m inklusive utläggning och skyddsskikt, beroende av typ av sektion. Merkostnaden för skyddsvallar på sträckor där järnvägen går på bank uppskattas till 0,5-1 kkr/m. För en enkel serviceväg uppskattas kostnaden till 0,5-1 kkr/m, exkl. grundförstärkning.

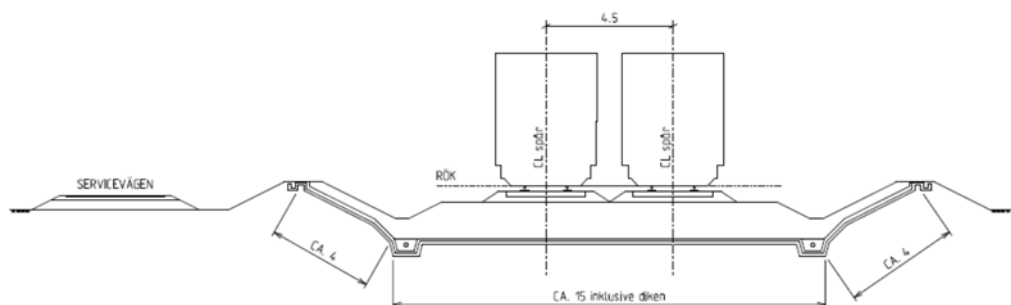
Anläggs tätskikt, skyddsvallar (där järnvägen går på bank) och servicevägar längs alla sträckningar inom vattenskyddsområdet där järnvägen går på bank eller i skärning uppskattas merkostnaden för detta till storleksordningen 130-150 Mkr för huvudalternativet Bista. Av detta utgör ca 40 Mkr kostnaden för sträckningen för persontåg och ca 110 Mkr för sträckningarna för godståg. Anläggs tätskikt, skyddsvallar

62(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

och servicevägar enbart längs sträckningar inom primär och sekundär skyddszon uppskattas merkostnaden för detta till storleksordningen 90-100 Mkr.



Figur 7.9. Principsektion med tätskikt, skyddsvallar och serviceväg

Broar bör av samma anledning som ovan fördes med kantbalk och system för uppsamling och avledning av dagvatten.

I betongtunnel och bergtunnel kommer inläckande grundvatten samlas upp och bortledas. Detta vatten kan vara förorenat, t.ex. av metaller (hjul-, räls- och bromsslitage) och oljeprodukter (från vagnar och lok). Det måste därför säkerställas att vattnet som bortleds inte tillåts infiltrera inom vattenskyddsområdet.

7.4.7 Insats-/beredskapsplaner och beredskapsåtgärder

Följande åtgärder rekommenderas för driftskedet:

- Hydrogeologisk/hydrologisk utredning för konfliktpunkt järnväg-skyddsobjekt
- Insats-/beredskapsplan för driftskedet
- Utbildning och information
- Saneringsutrustning för aktuell föroreningstyp
- Brunnsstyrning (avstängning av vissa brunnar)
- Serviceväg parallellt med järnvägen.
- Plats för att deponera förorenad jord.
- Information om skyddsobjekt i BIS (BanInformationsSystem)
- Information till tågtrafikledningen
- Informationsskyltar

I stort sett samtliga åtgärders riskreducerande effekt är helt beroende av de platsspecifika hydrogeologiska och hydrologiska förhållandena, hur åtgärderna utformas i förhållande till dessa, samt vilka föroreningar som är aktuella och de utsläppta volymerna. Stora ekonomiska resurser kan sålunda satsas på åtgärder, men den verkliga riskreducerande

effekten av åtgärderna kan ändå vara liten om kunskapen om de platsspecifika hydrogeologiska och hydrologiska förhållandena är bristfällig. Stora samhällskostnader kan alltså besparas genom att genomföra en noggrann hydrogeologisk/hydrologisk utredning (SWECO VBB VIAK, 2002), som resulterar i vare sig under- eller överåtgärder liksom innebär effektiva åtgärder.

För att minska sannolikheten att en vattenresurs slås ut vid en olycka bör insatser planeras i förväg, lämpligen i en insatsplan med anvisningar för räddningstjänsten, miljökontoret mfl. I händelse av olycka är räddningstjänsten då informerad om speciella åtgärder som kan behöva vidtas. Vidare bör vissa åtgärder planeras som kan påskynda saneringsinsatsen vid en olycka. För kommunala vattenskyddsområden i Örebro kommun finns en beredskapsplan. Anläggs järnväg genom vattenskyddsområdet för Bista och Jägarbacken vattentäkter bör beredskapsplanen kompletteras eller en ny separata insats-/beredskapsplan upprättas. I arbetet med en insats-/beredskapsplan bör möjligheterna för brunnsstyrning och eventuellt hydraulisk spärr utredas.

Vidare skulle följande åtgärder kunna övervägas, men bör utredas i ett senare skede:

- Hydraulisk spärr
- Oljeavskiljare
- Utjämningsdamm med tätad botten, oljeavskiljare samt möjlighet för avstängning av utflödet
- Vattenreningsanläggning

En hydraulisk spärr syftar till att förhindra att en förorening som har nått grundvattenmagasinet når uttagsbrunnarna. För att brunnar och/eller infiltrationsbassänger som anläggs för att skapa en hydraulisk spärr ska kunna placeras och utformas så att syftet uppnås behöver man emellertid veta var skadehändelsen har inträffat, vilket är omöjligt att veta i förväg. Genom att i förväg skaffa detaljerad information om de hydrogeologiska förutsättningarna i de mest sårbara avsnitten skulle emellertid förutsättningarna för snabbt anläggande av brunnar och infiltrationsbassänger bli bättre.

Syftet med oljeavskiljare och vattenreningsanläggningar är att rena vatten från ett förorenat område innan det kan släppas ut. Utsläpp skulle i det aktuella området kunna göras till t.ex. Svartån. Åtgärderna bidrar därför inte till skyddet av grundvattentäkterna Bista och Jägarbacken, utan enbart till skyddet av den recipient till vilken uppsamlat vatten släpps ut.

7.4.8 Kontroll

Följande kontrollåtgärder rekommenderas för driftskedet:

- Ökad besiktningsfrekvens
- Grundvattenkontroll
- Avgångskontroll

64(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

8 Samlad bedömning

Byggande och drift av järnväg genom vattenskyddsområdet för Bista och Jägarbacken vattentäkter skulle medföra betydande risker för vattentäkterna, genom påverkan dels på grundvattnets kvalitet och dels på grundvattennivåer, flöden, strömningsriktningar mm.

För byggskedet bedöms hantering av petroleumprodukter och spridning av bekämpningsmedel utgöra de största riskerna. Av de skadehändelser i byggskedet som påverkar grundvattnets kvalitet bedöms dieselläckage från t.ex. lagringstankar och tankfordon medföra de största konsekvenserna. Med föreslagna skyddsåtgärder, vilka till stor del motsvarar tillämpning av redan gällande skyddsföreskrifter, kan emellertid både sannolikheterna för, och konsekvenserna av identifierade skadehändelser reduceras väsentligt.

Vad gäller påverkan på grundvattnets kvalitet i driftskedet bedöms olyckor med utsläpp av farligt gods eller läckage av transformatorolja från el-lok medföra de största konsekvenserna. Föreslagna skyddsåtgärder skulle reducera både sannolikheterna för, och konsekvenserna av sådana skadehändelser. Andra skadehändelser som bedöms medföra stora konsekvenser är släckvatten från brandbekämpning, läckage från transformatorer, metaller från kontaktlednings-, hjul-, räls- och bromsslitage (dagvatten) och hantering av kemiska bekämpningsmedel. Föreslagna skyddsåtgärder, främst tätskikt med system för avledning och uppsamling av föroreningar och dagvatten, skulle reducera konsekvenserna av sådana skadehändelser väsentligt.

Den skadehändelse som bedöms medföra störst konsekvens vad gäller påverkan på grundvattennivåer och -flöden i byggskedet är länshållning i schakt under grundvattenytan i isälvsmaterial. Stora konsekvenser kan även förväntas för områden där sårbarheten för förorening markant ökas genom att tätande jordlager schaktas bort. För driftskedet bedöms öppna skärningar och dämmande tråg eller betongtunnlar under grundvattennivån (särskilt i grundvattenmagasinet i åsen) medföra de största konsekvenserna vad gäller påverkan på grundvattennivåer och -flöden.

Sträckningen för persontåg i huvudalternativet Bista går i skärning nära uttagsbrunnar och infiltrationsbassänger, men över grundvattenytan varför grundvattennivåer eller -flöden inte påverkas. Skärningen minskar den omättade zonens mäktighet, vilket ökar grundvattenmagasinet sårbarhet. Anläggs föreslagna tätskikt minskar emellertid sårbarheten väsentligt.

Arbeten och tråg eller betongtunnlar under grundvattenytan i isälvsmaterial skulle bli aktuella i området kring korsningen mellan E18/E20 och Karlsund-Kilsåsen, för både huvudalternativet Bista och alternativet Adolfsberg. Genom detaljerade hydrogeologiska undersökningar och projektering med anpassning till grundvattenförhållandena samt med övriga föreslagna skyddsåtgärder som t.ex. spontning bedöms emellertid konsekvenserna i bygg- och driftskedet kunna reduceras. Sammantaget bedöms arbeten och anläggningar för studerade alternativ kunna utföras så att det inte uppstår väsentlig skada på vattentäkterna vad gäller grundvattennivåer och -flöden.

Sammanfattningsvis har åtgärder föreslagits som reducerar sannolikheten för, och konsekvenserna av samtliga identifierade skadehändelser. Genomförs föreslagna åtgärder bör en ny järnväg kunna byggas och vara i drift utan att orsaka väsentlig skada på vattentäkterna. En ny järnväg skulle emellertid medföra ökad risk för vattenförsörjningen jämfört med idag, även om föreslagna åtgärder vidtas. Vad gäller risker förknippade med olyckor med farligt gods skulle dock transport på järnväg minska transportererna av farligt gods på väg, där sannolikheten för olyckor är större än på järnväg.

I detta tidiga skede bedöms det inte finnas något stort behov av kompletterande undersökningar för att erhålla mer underlag för bedömningarna. I ett eventuellt senare skede krävs dock omfattande undersökningar.

66(67)

RAPPORT
2016-11-28

GENOMFÖRANDEBEDÖMNING JÄRNVÄG

9 Referenser

Mark&Marin, 2004. Utredningsrapport om täktsäkerhet och förebyggande skyddsåtgärder för Örebro kommuns grundvattentäkt vid Bista.

Naturvårdsverket, 2011. Handbok 2010:5 om vattenskyddsområde. Daterad 2011-02-21.

SGI, 2002. Skydd för Örebro kommuns vattentäkt vid Bista. Projektnr 11048.

SWECO VBB VIAK, 2002. Åtgärder för skydd av vattentäkter. Uppdragsnr 1154364

Sweco Environment AB, 2010. Bista banvall. Översiktlig miljöteknisk markundersökning av f d banvall i Bista, Örebro kommun. Uppdrag 1553618.

Sweco Environment AB, 2014. F.d. deponi på Ånsta 20:144 – plan för hantering av massor i samband med ledningsarbeten.

Sweco Viak, 2006. Vattenskyddsområde Bista Jägarbacken. Förslag till vattenskyddsområde för Bista och Jägarbacken vattentäkter. Uppdrag 1553078.

Trafikverket, 2012, Generella miljökrav vid entreprenadupphandling, Riktlinje, TDOK 2012:93, Version 1.0. Kan hämtas på: <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/upphandling/Sa-upphandlar-vi/Forfragningsunderlag/Kravdokument/Miljokrav-i-entreprenader/>

Trafikverket, 2014. Yt- och grundvattenskydd. TRV Handbok. Publikation 2913:135.

VBB, 1959. Teknisk beskrivning över infiltrationsanläggning vid Eker och Skråmsta.

VTI, 2007. Järnvägens föroreningar – källor, spridning och åtgärder. En litteraturstudie. VTI rapport 602.

Örebro kommun, 2015. Beredningsplan för insatser inom kommunala vattenskyddsområden i Örebro kommun. Version 5.1.

Risakanlys/konsekvensklassning. Byggskedet - Påverkan på grundvattnets kvalitet

Skadehändelse	Berört område	Underlag för sannolikhetsbedömning			Exponering (bedömd)	Bedömd sannolikhet (antal händelser/år)	Kommentar	Farlighet	Mängd	Konsekvens (antal)	Riskpoäng	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
		Intensitetsfaktor	Enhet för exponering	Referens									
Läckage av petroleumprodukter (diesel, hydrauloljor, frostskyddsmedel)													
Dieselläckage vid tankning	Vattentäktsszon och primär skyddszon	0,05	/tankning	SWECO VBB VIK, 2002	225	11,25	Antar 45 arbetsveckor/år och 5 fordon och 1 tankning/vecka, dvs 225 tankningar/år	5	20	100	1125	3	Mindre volym vid läckage, dock inom känsligt område. Sanering kan vara svår att genomföra innan förorening når GVY.
Dieselläckage vid tankning	Sekundär och tertiär skyddszon	0,05	/tankning	SWECO VBB VIK, 2002	225	11,25	Antar 45 arbetsveckor/år och 5 fordon och 1 tankning/vecka, dvs 225 tankningar/år	5	20	100	1125	2	Mindre volym vid läckage, inom mindre känsligt område. Sanering bedöms vara möjlig att genomföra innan förorening når GVY.
Dieselläckage från lagringstankar ("farmartankar")	Vattentäktsszon och primär skyddszon	0,01	/tank, år	SWECO VBB VIK, 2002	5	0,05	Antas att fem tankar används	5	100	500	25	5	Stor volym vid läckage, dessutom inom känsligt område. Sanering kan vara mycket svår att genomföra innan förorening når GVY.
Dieselläckage från lagringstankar ("farmartankar")	Sekundär och tertiär skyddszon	0,01	/tank, år	SWECO VBB VIK, 2002	5	0,05	Antas att fem tankar används	5	100	500	25	4	Stor volym vid läckage. Baserat på vso:s zonindelning kan området förväntas vara mindre känsligt. Sanering kan vara svår eller mycket svår att genomföra innan förorening når GVY
Dieselläckage från arbetsfordon	VSO	i u			5	0,05	Antar 5 arbetsfordon och att sannolikheten för läckage är liten	5	100	500	25	2	Måttlig volym vid läckage.
Dieselläckage från tankfordon	Vattentäktsszon och primär skyddszon	i u			10	0,01	Antar 10 tankbilar och att sannolikheten för läckage är minimal	5	100	500	5	5	Stor volym vid läckage, dessutom inom känsligt område. Sanering kan vara mycket svår att genomföra innan förorening når GVY.
Dieselläckage från tankfordon	Sekundär och tertiär skyddszon	i u			10	0,01	Antar 10 tankbilar och att sannolikheten för läckage är minimal	5	100	500	5	4	Stor volym vid läckage. Baserat på vso:s zonindelning kan området förväntas vara mindre känsligt. Sanering kan vara svår eller mycket svår att genomföra innan förorening når GVY.
Dieselläckage från övriga maskiner och kringutrustning	VSO	i u			5	0,05	Antar 5 övriga maskiner och att sannolikheten för läckage är liten	5	100	500	25	2	Måttlig volym vid läckage.
Hydrauloljeläckage vid påfyllning (från oljefat)	Vattentäktsszon och primär skyddszon	0,05	/tankning	SWECO VBB VIK, 2002	50	2,5	Antar 50 tankningar/år	5	5	25	62,5	3	Mindre volym vid läckage, dock inom känsligt område. Sanering kan vara svår att genomföra innan förorening når GVY.

Skadehändelse	Berört område	Intensitetsfaktor	Enhet för exponering	Referens	Exponering (bedömd)	Bedömd sannolikhet (antal händelser/år)	Kommentar	Farlighet	Mängd	Konsekvens	Riskpoäng	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
Hydrauloljeläckage vid påfyllning (från oljefat)	Sekundär och tertiär skyddszone	0,05	/tankning	SWECO VBB VIAK, 2002	50	2,5	Antar 50 tankningar/år	5	5	25	62,5	2	Mindre volym vid läckage, inom mindre känsligt område. Sanering bedöms vara möjlig att genomföra innan förorening når GVY.
Hydrauloljeläckage från oljefat	Vattentäktzone och primär skyddszone	i u			10	0,1	Antar 10 fat och att sannolikheten för läckage är liten	5	100	500	50	4	Relativt stor volym inom känsligt område. Sanering kan vara svår att genomföra innan förorening når ner till GVY.
Hydrauloljeläckage från oljefat	Sekundär och tertiär skyddszone	i u			10	0,1	Antar 10 fat och att sannolikheten för läckage är liten	5	100	500	50	3	Relativt stor volym inom mindre känsligt område. Sanering kan vara svår att genomföra innan förorening når ner till GVY.
Hydrauloljeläckage från arbetsfordon (slangbrott)	VSO	0,25	/fordon, år	SWECO VBB VIAK, 2002	5	1,25	Antar 5 fordon	5	20	100	125	2	Sannolikt små mängder i händelse av läckage. Läckage och utsläppspunkter kan vara svåra att upptäcka - utgör en diffus föroreningskälla.
Hydrauloljeläckage från övriga maskiner och kringutrustning	VSO	0,25	/maskin, år	SWECO VBB VIAK, 2002	5	1,25	Antar 5 fordon	5	20	100	125	2	Sannolikt små mängder i händelse av läckage. Läckage och utsläppspunkter kan vara svåra att upptäcka - utgör en diffus föroreningskälla.
Läckage av frostskyddsmedel vid påfyllning	Vattentäktzone och primär skyddszone	0,05	/påfyllning	SWECO VBB VIAK, 2002	10	0,5	Antar 10 påfyllningar/år	5	5	25	12,5	3	Mindre volym vid läckage, dock inom känsligt område. Sanering kan vara svår att genomföra innan förorening når GVY.
Läckage av frostskyddsmedel vid påfyllning	Sekundär och tertiär skyddszone	0,05	/påfyllning	SWECO VBB VIAK, 2002	10	0,5	Antar 10 påfyllningar/år	5	5	25	12,5	2	Mindre volym vid läckage, inom mindre känsligt område. Sanering bedöms vara möjlig att genomföra innan förorening når GVY.
Läckage av frostskyddsmedel från behållare	Vattentäktzone och primär skyddszone	i u			1	0,01	Antar 1 fat och att sannolikheten för läckage är liten	5	100	500	5	4	Relativt stor volym inom känsligt område. Sanering kan vara svår att genomföra innan förorening når ner till GVY.
Läckage av frostskyddsmedel från behållare	Sekundär och tertiär skyddszone	i u			1	0,01	Antar 1 fat och att sannolikheten för läckage är liten	5	100	500	5	3	Relativt stor volym inom mindre känsligt område. Sanering kan vara svår att genomföra innan förorening når ner till GVY.
Läckage av frostskyddsmedel från arbetsfordon (slangbrott)		0,01	/fordon, år	SWECO VBB VIAK, 2002	5	0,05	Antar 5 fordon	5	5	25	1,25	2	Sannolikt små mängder i händelse av läckage. Läckage och utsläppspunkter kan vara svåra att upptäcka - utgör en diffus föroreningskälla.
Läckage av frostskyddsmedel från övriga maskiner och kringutrustning (slangbrott)		0,01	/maskin, år	SWECO VBB VIAK, 2002	5	0,05	Antar 5 övriga maskiner och kringutrustning	5	5	25	1,25	2	Sannolikt små mängder i händelse av läckage. Läckage och utsläppspunkter kan vara svåra att upptäcka - utgör en diffus föroreningskälla.

Skadehändelse	Berört område	Intensitetsfaktor	Enhet för exponering	Referens	Exponering (bedömd)	Bedömd sannolikhet (antal händelser/år)	Kommentar	Farlighet	Mängd	Konsekvens	Riskpoäng	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
Läckage från sprängning och injektering													
Kväveläckage från sprängningar		1	/sprängning	SWECO VBB VIK, 2002	20	20	Antar 20 sprängningar. Gäller enbart under tiden för sprängningar	5	5	25	500	2	Föreningensmängderna förväntas vara förhållandevis små. Då det är fråga om diffusa utsläpp av vattenlösliga föroreningar kan sanering antas vara svår att genomföra.
Läckage av injekteringsmedel (keminjektering) vid tunnelbygge i berg		i u			1	0,25	Antar 1 tunnel i berg och att sannolikheten för förorening är stor.	10	100	1000	250	3	Föreningensmängderna förväntas vara förhållandevis stora. Vid injektering med lösningar (keminjektering) kan konsekvenserna av läckage förväntas vara stora till mycket stora.
Läckage av injekteringsmedel (suspension) vid tunnelbygge i berg		i u			1	0,25	Antar 1 tunnel i berg och att sannolikheten för förorening är stor.	2	20	40	10	1	Föreningensmängderna förväntas vara förhållandevis stora. Vid injektering med suspensioner kan konsekvenserna av läckage förväntas vara förhållandevis små.
Föreningsspridning från förorenade områden													
Schaktning i förorenade områden	Vattentäktsszon och primär skyddszon				1	0,5	Antar 1 område och att sannolikheten för förorening är mycket stor	10	20	200	100	4	Då det inte är känt vilka föroreningar som förekommer i området går det inte att i dagsläget bedöma farlighet eller mängd avseende förorening vid denna typ av skadehändelse. Utgångspunkten bör dock vara att farligheten åtminstone är hög och att mängderna är måttliga.
Schaktning i förorenade områden	Sekundär och tertiär skyddszon				1	0,5	Antar 1 område och att sannolikheten för förorening är mycket stor	10	20	200	100	3	Då det inte är känt vilka föroreningar som förekommer i området går det inte att i dagsläget bedöma farlighet eller mängd avseende förorening vid denna typ av skadehändelse. Utgångspunkten bör dock vara att farligheten åtminstone är hög och att mängderna är måttliga.
Ras eller skred som leder till frigörande eller transport av föroreningar	Vattentäktsszon och primär skyddszon				1	0,5	Antar 1 område och att sannolikheten för förorening är mycket stor	10	20	200	100	4	Då det inte är känt vilka föroreningar som förekommer i området går det inte att i dagsläget bedöma farlighet eller mängd avseende förorening vid denna typ av skadehändelse. Utgångspunkten bör dock vara att farligheten åtminstone är hög och att mängderna är måttliga.
Ras eller skred som leder till frigörande eller transport av föroreningar	Sekundär och tertiär skyddszon				1	0,5	Antar 1 område och att sannolikheten för förorening är mycket stor	10	20	200	100	3	Då det inte är känt vilka föroreningar som förekommer i området går det inte att i dagsläget bedöma farlighet eller mängd avseende förorening vid denna typ av skadehändelse. Utgångspunkten bör dock vara att farligheten åtminstone är hög och att mängderna är måttliga.
Upplag av förorenade massor					1	0,5	Antar 1 upplag och att sannolikheten för förorening är mycket stor	10	20	200	100	2	Då det inte är känt vilka föroreningar som förekommer i området går det inte att i dagsläget bedöma farlighet eller mängd avseende förorening vid denna typ av skadehändelse. Utgångspunkten bör dock vara att farligheten åtminstone är hög och att mängderna är måttliga.

Skadehändelse	Berört område	Intensitetsfaktor	Enhet för exponering	Referens	Exponering (bedömd)	Bedömd sannolikhet (antal händelser/år)	Kommentar	Farlighet	Mängd	Konsekvens	Riskpoäng	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
Spridning av föroreningar genom grundvattenläckage vid pålning eller spontning	Vattentäktsszon och primär skyddszon				20	0,2	Antar 20 pålar och att sannolikheten för förorening är liten	10	20	200	40	4	Osäkert vilken typ av förorening som kan förorena vattentäkten samt vilka volymer - detta gör att farligheten eller mängden inte kan bedömas. Sannolikt är sanering av själva läckaget inte möjlig, men aktiva åtgärder (tätning av läckaget, skyddspumpning, installation av ny behandling i vattenverket) kan eventuellt göra att skadan blir tidsbegränsad. Om möjligt kan även själva föroreningskällan saneras, vilket innebär att föroreningsutsläppet tids nog upphör.
Spridning av föroreningar genom grundvattenläckage vid pålning eller spontning	Sekundär och tertiär skyddszon				200	2	Antar 200 pålar och att sannolikheten för förorening är liten	10	20	200	400	3	Osäkert vilken typ av förorening som kan förorena vattentäkten samt vilka volymer - detta gör att farligheten eller mängden inte kan bedömas. Sannolikt är sanering av själva läckaget inte möjlig, men aktiva åtgärder (tätning av läckaget, skyddspumpning, installation av ny behandling i vattenverket) kan eventuellt göra att skadan blir tidsbegränsad. Om möjligt kan även själva föroreningskällan saneras, vilket innebär att föroreningsutsläppet tids nog upphör.
Föroreningsutsläpp från vattenhantering inom området (länshållningsvatten, dagvatten, tvättning av fordon)													
Infiltration av förorenat eller grumligt vatten från läns hållning	VSO				1	1	Antar 1 infiltrationsdamm och att spridning av förorening säkert sker	5	20	100	100	3	Förekommande föroreningar kan förväntas utgöras av petroleumprodukter, kväveföreningar från sprängning etc, vilket innebär att farligheten kan förväntas vara hög. En eventuell förorening kan förväntas upptäckas och bli tidsmässigt begränsad.
Förorening genom infiltration av dagvatten	VSO				1	1	Antar 1 infiltrationsdamm och att spridning av förorening säkert sker	5	20	100	100	3	Förekommande föroreningar kan förväntas utgöras av petroleumprodukter etc, vilket innebär att farligheten kan förväntas vara hög.
Föroreningsutsläpp i samband med brandbekämpning eller översvämningar													
Släckvatten från brandbekämpning					1	0,01	Antar att hela området utgör 1 möjlig plats för brand och att brand inträffar med liten sannolikhet	10	20	200	2	4	Släckvattnet kan förväntas innehålla föroreningar såsom petroleumprodukter, lösta metaller, PFAS, dioxiner etc., vilket medför att farligheten förväntas vara hög eller mycket hög.
Förorening i samband med översvämningar (riklig nederbörd eller snösmältning)					1	0,01	Antar att hela området utgör 1 möjlig plats för översvämning och att översvämning sker med liten sannolikhet	5	20	100	1	3	Förekommande föroreningar kan förväntas utgöras av petroleumprodukter etc, vilket innebär att farligheten kan förväntas vara hög.

Skadehändelse	Berört område	Intensitetsfaktor	Enhet för exponering	Referens	Exponering (bedömd)	Bedömd sannolikhet (antal händelser/år)	Kommentar	Farlighet	Mängd	Konsekvens	Riskpoäng	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
Föreningsspridning från annan verksamhet i samband med entreprenader													
Spridning av föroreningar från tvätt av fordon och arbetsmaskiner					1	0,5	Antar 1 tvättplats och att sannolikheten för förorening är mycket stor.	5	5	25	12,5	2	Förekommande föroreningar kan förväntas utgöras av petroleumprodukter etc, vilket innebär att farligheten kan förväntas vara hög. Användande av avfettningsmedel och tensider ger petroleumprodukterna ökad vattenlöslighet, vilket kan försvåra saneringsförutsättningarna. Vattenvolymererna kan förväntas vara relativt stora vid tvätt, men föroreningsmängderna från vardera fordon är sannolikt små
Spridning av föroreningar från service av fordon och arbetsmaskiner					1	0,01	Antar 1 serviceplats och att sannolikheten för förorening är liten	5	5	25	0,25	2	
Förorening från avfallshantering					1	0,05	Antar 1 avfallsupplag och att sannolikheten för förorening är måttlig	10	20	200	10	2	Då det inte är känt vilka föroreningar som kan vara aktuella går det inte att i dagsläget bedöma farlighet eller mängd avseende förorening vid denna typ av skadehändelse. Utgångspunkten bör dock vara att farligheten åtminstone är hög och att mängderna är måttliga
Spridning av salt (dammbindning och halkbekämpning)					1	1	Antar spridning inom 1 objekt och att förorening säkert sker	1	20	20	20	1	Förorenings farlighet är låg, men saneringsförutsättningarna bedöms vara begränsade då klorid är en vattenlöslig jon med låg fastläggning.
Spridning av bekämpningsmedel					1	1	Antar spridning inom 1 objekt och att förorening säkert sker	10	100	1000	1000	3	Bekämpningsmedel är mycket långlivade och kan anses ha mycket hög farlighet. Vattenlösligheten beror på typen av bekämpningsmedel. Sanering kan förväntas vara svår att genomföra och vid påverkan på vattentäkten krävs installation av kompletterande reningssteg.
Grumling till följd av pålning eller spontning	VSO				220	0,22	Antar 220 pålar och att sannolikheten för grumling är mycket liten	1	1	1	0,22	1	Farligheten hos de grumlande ämnena kan förväntas vara låg då de är naturlig förekommande i grundvattenmagasinet. Vidare förväntas grumling endast kunna uppstå i samband med själva pålnings- eller spontningsarbetena, vilket gör att den är begränsad i tid. Efter utförda arbeten kan påverkan förväntas upphöra.
Läckage av övriga kemikalier som hanteras inom området					1	0,05	Antar 1 objekt där hantering sker och att sannolikheten för förorening är måttlig	5	20	100	5	3	Förorenings farlighet och sanerbarhet beror av typen av kemikalie. Volymererna kan generellt sett förväntas vara små (10-tals till 100-tals liter).

Skadehändelse	Berört område	Intensitetsfaktor	Enhet för exponering	Referens	Exponering (bedömd)	Bedömd sannolikhet (antal händelser/år)	Kommentar	Farlighet	Mängd	Konsekvens	Riskpoäng	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
Föroreningsspridning i samband med sabotage													
Förorening till följd av sabotage	Vattentäktszon och primär skyddszone				1	0,001	Antar 1 objekt och att sannolikheten för förorening i samband med sabotage är mycket liten	10	100	1000		1 4	Vid ett sabotage med syfte att skada vattentäkten antas att den slås ut temporärt. Ett sabotagen med annat syfte (men som ändå medför spridning av förorening) kan också antas slå ut vattentäkten temporärt.
Förorening till följd av sabotage	Sekundär och tertiär skyddszone				1	0,001	Antar 1 objekt och att sannolikheten för förorening i samband med sabotage är mycket liten	10	100	1000		1 3	Vid ett sabotage med syfte att skada vattentäkten antas att den slås ut temporärt. Ett sabotagen med annat syfte (men som ändå medför spridning av förorening) kan också antas slå ut vattentäkten temporärt.
Förorening till följd av stöld	Vattentäktszon och primär skyddszone				1	0,05	Antar 1 objekt och att sannolikheten för förorening i samband med stöld är måttlig	5	20	100		5 4	Vid stöld av t.ex. drivmedel kan skada uppstå så att vattentäkten slås ut temporärt.
Förorening till följd av stöld	Sekundär och tertiär skyddszone				1	0,05	Antar 1 objekt och att sannolikheten för förorening i samband med stöld är måttlig	5	20	100		5 3	Vid stöld av t.ex. drivmedel kan skada uppstå så att vattentäkten slås ut temporärt.
Förändrade grundvattenförhållanden													
Förändrade strömningsförhållanden för grundvatten som leder till förändrad grundvattenkvalitet					1	0,25	Antar 1 objekt och att sannolikheten för förändrad grundvattenkvalitet är mycket stor	1	1	1	0,25	1	Går inte att förutsäga hur denna förändring blir eller vilka konsekvenser det får. Kvalitetsförändringar till följd av förändrade grundvattenförhållanden kan förväntas ske gradvis över tid. Preliminärt kan utgångspunkten vara att en förändrad vattenkvalitet går att åtgärda genom kompletterande beredningssteg i vattenverket.

Konsekvensklassning. Byggskedet - Påverkan på grundvattennivå, avrinningsriktning samt vattentäktens sårbarhet.

Skadehändelse ("påverkan")	Förklaring ("effekt")	Berörda områden	Konsekvens		Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
			Varaktighet	Utbredning av "effekt"		
Schaktning genom "tätande" lager	Ökad sårbarhet för grundvattenmagasin i friktionsjord genom att skyddande täta jordlager försvinner eller får minskad mäktighet.	Där järnvägen löper i skärning genom områden med lera eller silt. Schaktning i områden med svallmaterial i markytan där lera eller silt kan underlagra.	Permanent	I anslutning till järnvägslinjen	3	Vid utformning av vattenskyddsområde tas normalt hänsyn till skyddande jordlager vid avgränsningen. Avlägsnande av tätande jordlager medför en avsevärd ökning av sårbarheten med avseende på förorening från markytan.
Schaktning i friktionsjord	Ökad sårbarhet för grundvattenmagasin i friktionsjord genom att den omättade zonens mäktighet minskar.	Där järnvägen löper i skärning genom områden med friktionsmaterial i markytan och där friktionsmaterialet antingen utgörs av isälvsmaterial eller om det står i tydlig hydraulisk kontakt med grundvattenmagasinet.	Permanent	I anslutning till järnvägslinjen	2	Vid utformning av vattenskyddsområde ges normalt områden med genomsläppliga jordarter i markytan ett starkt skydd. Vid den schaktning som avses här riskar dock den omättade zonens mäktighet, vilket medför att sårbarheten ökar med avseende på förorening från markytan.
Länshållning i schakt under grundvattenytan	Medför en tillfällig grundvattensänkning i grundvattenmagasinet	Vid länshållning i vattenförande jordar, t.ex. isälvsmaterial bestående av sand eller grus.	Tillfällig (månader)	Inom influensområdet för respektive schakt som länshålls.	4	Influensområdet kan förväntas vara stort (100-tals meter) då jordarnas vattenförande kapacitet är hög. Vidare kan inläckaget till schakterna förväntas vara stort till följd av den goda vattentillgången genom konstgjord infiltration. Konsekvensen beror på hur långt under befintlig grundvattennivå länshållningen ska ske.
Länshållning i schakt under grundvattenytan	Medför en tillfällig grundvattensänkning i grundvattenmagasinet	Vid länshållning i t.ex. morän eller finkorniga jordar som silt eller lera.	Tillfällig (månader)	Inom influensområdet för respektive schakt som länshålls.	2	Influensområdet blir förhållandevis begränsat (i storleksordningen 10-100 meter) då jordarnas vattenförande kapacitet är låg. Det inläckande flödet kan förväntas vara relativt lågt. Det finns under vissa förhållande risker för större inläckage, t.ex. vid s.k. bottenuppträckning i samband med schakt i lera eller silt ovan isälvsmaterial.
Grundvattenläckage vid pålning	Medför förändring av grundvattennivån (avsänkning eller höjning)	Områden där pålning krävs för att säkerställa stabiliteten (t.ex. områden med lera eller silt).	Tillfällig till permanent	I anslutning till järnvägslinjen	2	Varaktigheten av påverkan beror av huruvida läckaget kan återställas eller ej. En förutsättning för skadehändelsen är att det finns ett tätande jordlager (lera eller silt) som genomborras av pålarna. Läckaget kan antingen uppstå mellan två grundvattenmagasin (om det finns ett över ovanför det täta jordlagret) eller mellan isälvsavlagringen och markytan. Tätande jordlager förekommer framför allt i randen av isälvsavlagringen.

Skadehändelse ("påverkan")	Förklaring ("effekt")	Berörda områden	Konsekvens		Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
			Varaktighet	Utbredning av "effekt"		
Grundvattenläckage vid spontning	Medför förändring av grundvattennivån (avsänkning eller höjning)	Områden där spontning utförs antingen för att begränsa inläckaget av länshållningsvatten (t.ex. områden med isälvsmaterial) till en schakt, eller där spontning krävs av utrymmes- eller stabilitetsskäl.	Tillfällig till permanent	I anslutning till järnvägslinjen	2	Varaktigheten av påverkan beror av huruvida läckaget kan återställas eller ej. En förutsättning för skadehändelsen är att det finns ett tätande jordlager (lera eller silt) som genomborras av sponten. Läckaget kan antingen uppstå mellan två grundvattenmagasin (om det finns ett över ovanför det täta jordlagret) eller mellan isälvsvlagringen och markytan.
Bortschaktning av tätande jordlager	Förändrade naturliga infiltrationsförhållanden för nederbörd	Där järnvägen löper i skärning genom områden med lera eller silt. Schaktning i områden med svallmaterial i markytan där lera eller silt kan underlagra.	Permanent	I anslutning till järnvägslinjen	1	Effekten förväntas vara liten med avseende på vattentillgången för vattentäkten då den konstgjorda infiltrationen balanserar uttaget.
Ras eller skred i schakt	Förändrade naturliga infiltrationsförhållanden för nederbörd	Vid schakt i jordar som kan ha stabilitetsproblem.	Tillfällig till permanent	I anslutning till järnvägslinjen	1	Effekten förväntas vara liten med avseende på vattentillgången för vattentäkten då den konstgjorda infiltrationen balanserar uttaget.
Ras eller skred i schakt	Ökad sårbarhet för grundvattenmagasin i friktionsjord genom att skyddande täta jordlager försvinner eller får minskad mäktighet.	Vid schakt i jordar som kan ha stabilitetsproblem.	Tillfällig till permanent	I anslutning till järnvägslinjen	3	Vid utformning av vattenskyddsområde tas normalt hänsyn till skyddande jordlager vid avgränsningen. Avlägsnande av tätande jordlager medför en avsevärd ökning av sårbarheten med avseende på förorening från markytan.

Konsekvensklassning, driftskedet - Påverkan på grundvattnets kvalitet

Skadehändelse	Berörda områden område	Kommentar (sannolikhet, farlighet, mängd)	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
<i>(Olycka med) utsläpp/läckage</i>				
(Olycka med) utsläpp av farligt gods (urspårningar, sammanstötningar mellan järnvägsfordon samt plankorsningsolyckor)	Längs de sträckningar där det kommer att förekomma transport av farligt gods: - Bista gods mot SV och SO samt Bista gods Törsjö-Karlskoga. - Adolfsberg SV och SO.	Inga plankorsningar kommer att förekomma inom vattenskyddsområdet. Händelser med olyckor på järnväg där det har skett större utsläpp eller spill av gods är mycket ovanliga. En genomgång av statistik för åren 2004-2012 (Trafikanalys, MSB) visar att det under denna period inträffade två olyckor där farligt gods läckt ut och ytterligare tre olyckor med farligt gods, dock utan utläckage (TRV, 2014).	4 -5	Potentiellt mycket stor volym vid läckage. Transport av farligt gods kommer att ske i områden där grundvattenmagasinets sårbarhet är mycket hög (isälvsmaterial i dagen). I såna områden kan sanering vara mycket svår att genomföra innan förorening når grundvattenmagasinet.
(Olycka med) läckage av drivmedel (diesellok)	-	Diesellok kommer inte att trafikera järnvägen.	-	
(Olycka med) läckage av transformatorolja (el-lok)	Längs samtliga sträckningar.	Olyckor med läckage av transformatorolja har bl.a. inträffat i Österrike/Italien (ca 1000 liter) och Tyskland (ca 200 liter biologiskt nedbrytbar) (källor: http://www.vol.at/geister-lok-fhrt-von-italien-nach-sterreich/news-20070518-02113667 , http://www.aachener-zeitung.de/lokales/region/ice-verliert-waehrend-der-fahrt-200-liter-oel-1.323426)	4 -5	Potentiellt stor volym vid läckage. Trafik kommer att förekomma genom områden där grundvattenmagasinets sårbarhet är mycket hög (isälvsmaterial i dagen). I såna områden kan sanering vara mycket svår att genomföra innan förorening når grundvattenmagasinet.
(Olycka med) läckage av hydraulolja (alla lok)	Längs samtliga sträckningar.		2 - 3	
(Olycka med) läckage av kylvätska (glykol) från kylsystemet.	-	Diesellok kommer inte att trafikera järnvägen.	-	

Skadehändelse	Berörda områden område	Kommentar (sannolikhet, farlighet, mängd)	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
Läckage från transformatorer/ omformarstationer	Där transformatorer placeras.	Omformarstationer kommer inte förekomma. Återkomsttiden för läckage hos en sugtransformator bedöms ligga kring 100 år (TRV, 2014). Boëthius & Karlsson (1996) bedömer att oljespillet från en sugtransformator är ca 3 liter/år, från en hjälptransformator ca 0,5 liter/år och från större transformatorer ca 10 liter/år. (VTI, 2007).	2 - 3	
Släckvatten från brandbekämpning	Vid olycksplats.		3 - 4	Vid släckning av bränder med vatten eller skum kan det släckvatten som bildas innehålla många olika föroreningar i höga halter. Vilka konsekvenser detta får styrs dels av typ av föroreningar, halter och mängder, och dels av grundvattenmagasinets sårbarhet.
Rengöring av tåg och vagnar - lösningsmedel och tensider	-	Rengöring av tåg och vagnar kommer inte att förekomma inom vattenskyddsområdet.	-	

Skadehändelse	Berörda områden område	Kommentar (sannolikhet, farlighet, mängd)	Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
Diffusa föroreningsutsläpp från banvallar				
Metaller från kontaktlednings-, hjul-, räls- och bromsslitage.	Längs samtliga sträckningar.		2 - 3	
Frostskyddsmedel (glykol).				
Kemiska bekämpningsmedel.	Längs samtliga sträckningar.	Yrkesmässig hantering av kemiska och biologiska bekämpningsmedel är förbjuden i primär skyddszon och kräver tillstånd i sekundär och tertiär skyddszon (hantering av biologiska bekämpningsmedel i tertiär skyddszon kräver endast anmälan)	2 - 3	
Kväve från sprängstensmassor.		Sprängstensmassor kommer troligen inte användas inom vattenskyddsområdet.	1 - 2	
Oljeprodukter från vagnar, lok samt transformatorer.	Längs samtliga sträckningar.	T.ex. läckage av smörj- och hydrauloljor genom läckande behållare och hydraulslangar eller haverier.	2	
Fett från smörjning av växlar och kurvor.	Längs samtliga sträckningar.	Idag används endast smörjmedel som är biologiskt nedbrytbara och som ska vara godkända av Banverkets kemikalieråd (Banverket, 2004a). (VTI, 2007)	1	
Träimpregneringsmedel.	-	Träsliprar kommer inte att användas.	-	

Skadehändelse	Berörda områden område	Kommentar (sannolikhet, farlighet, mängd)	Konsekvens- klass	Motiv till konsekvensklassning
Underhåll				
<i>(Se även byggskedet - påverkan på grundvattnets kvalitet)</i>				
Spårarbetsfordon - (olycka med) läckage av drivmedel och hydraulolja	Längs samtliga sträckningar.		2 - 3	
Målningsarbeten			1 - 2	
Klottersanering			1 - 2	
Byte av stolpar och räcken			1 - 2	
Gjutningsarbeten			1 - 2	
Verkstadstekniska reparationer	-	Kommer inte att förekomma inom vattenskyddsområdet	-	
Oljebyten och tankning av maskiner	-	Kommer inte att förekomma inom vattenskyddsområdet	-	

Konsekvensklassning, driftskedet - Påverkan på grundvattennivåer och -flöden

Skadehändelse ("påverkan")	Förklaring ("effekt")	Berörda områden	Konsekvens		Konsekvensklass	Motiv till konsekvensklassning
			Varaktighet	Utbredning av "effekt"		
Skärning (öppen) under grundvattennivån	En öppen skärning under grundvattennivån i jordlagren dränerar grundvatten, vilket medför avsänkning av grundvattennivån. Bortledning av grundvattnet medför att vattentillgången minskar. Ändrade strömningsförhållanden kan påverka grundvattnets kvalitet.	Där skärningarna går under grundvattenytan är det tänkt att de utförs med tråg.	Permanent	Storleken på avsänkningen av grundvattennivån och utbredningen av påverkans-/influensområdet beror främst av skärningens djup under grundvattennivån, skärningens längd samt jordlagrens hydrauliska konduktivitet.	2 - 3	
Betongtunnel/tråg under grundvattennivån	Om betongtunneln/tråget är belägen under grundvattennivån i jordlagren och om tunneln inte dräneras däms grundvattnets strömning, vilket leder till förhöjda grundvattennivåer.	Betongtunnlar/tråg som kan dämna grundvatten i åsen förekommer i följande delalternativ: - Alt Bista gods mot SO, vid korsningen mellan ås och E18/E20. - Alt Adolfsberg gods, där åsen korsar E18/E20 samt i svallsediment på åsens västra sida.	Permanent	Grundvattennivåhöjningens storlek beror av hur stor del av grundvattenmagasinet i jordlagren som skärs av av tråget och jordlagrens hydrauliska konduktivitet.	2 - 3	Alt Bista gods mot SO samt Adolfsberg gods, vid korsningen mellan ås och E18/E20, skulle dämna en del av grundvattenmagasinet i åsen, men tillrinningen från området uppströms är begränsad (storleksordningen 3-5 l/s), varför påverkan på vattentillgången i åsen blir begränsad.
	Om betongtunneln/tråget är belägen under grundvattennivån i jordlagren och om tunneln dräneras avsänks grundvattennivån. Bortledning av grundvattnet minskar grundvattenflödet och medför att vattentillgången minskar.		Permanent	Grundvattennivåavsänkningens storlek beror av hur stor del av grundvattenmagasinet i jordlagren som skärs av av tråget och jordlagrens hydrauliska konduktivitet.	2 - 3	
Bergtunnel	Inläckage till tunnel medför avsänkning av grundvattennivån i berg (och i jordlagren). Om den hydrauliska kontakten med överlagrande jordlager är god kan påverkan på grundvattennivån i jordlagren bli betydande.	Bergtunnlar förekommer i följande alternativ: - Bista gods mot SO - Bista gods Törsjö-Karlskoga - Adolfsberg gods mot SV	Permanent		2	
	Bergtunnel dämmer grundvattenströmning.	-"-	Permanent		1 - 2	Grundvattenströmningen i berg är begränsad.
Brofundament	Se "Bortschaktning av tätande jordlager" byggskedet.					

Skyddsåtgärder. Byggskedet

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	(Mer-) Kostnad (låg<500 kkr; måttlig; hög> 5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Olycksförebyggande			
Förbud mot hantering av skadliga ämnen	Styr bort hanteringen av skadliga ämnen (diesel, hydrauloljor, frostskyddsmedel, salt, bekämpningsmedel etc.). Avser utsläpp från lagring och tankning.	Låg	Ja, i möjligaste mån. Vissa ämnen kan behöva hanteras inom området, men så långt möjligt bör hanteringen begränsas. Reglering av hantering finns i vattenskyddsföreskrifterna.
Planering av entreprenaden	Kan påverka t.ex. byggtrafik för att minska risken för olyckor inom arbetsområdet.	Låg	Ja. Denna åtgärd är starkt förknippad med den allmänna säkerheten inom arbetsområdet.
Projektering	Anpassa projekteringen till rådande geohydrologiska förhållanden. Avser t.ex. pålning, spontning, schaktning etc.	Låg	Ja. Järnvägen bör utformas så att risken för grundvattentäkten minimeras. Kostnadsbedömningen avser endast merkostnaden för projektering med avseende på skadehändelser som kan påverka vattentäkten.
Lås och stängsel	Inhägnad av arbetsområdet med inpasseringskontroll. Lås på särskilt känsliga objekt. Avser att motverka möjligheten till sabotage.	Låg	Ja. Inhägnad av arbetsområdet kan förväntas utföras i normalfallet.
Utsläppsförebyggande			
Sekundärt skydd	Vid lagring installeras sekundärt skydd där hela den lagrade volymen kan samlas i händelse av läckage på den primära lagringstanken.	Måttlig	Ja. Lagring avser förhållandevis stora volymer och delar av arbetsområdet är mycket sårbara. Konsekvenserna av en förorening är stora till katastrofala.
Invallning	Vid en plats där hantering sker (t.ex. tankning) anläggs en invallning så att eventuella spill kan omhändertas och saneras.	Låg	Ja. Åtgärden kan avsevärt förbättra möjligheterna för en sanering.
Uppställning på tätt underlag	Arbetsmaskiner uppställda på tätt underlag, t.ex. presenning. Avser att samla upp läckage vid t.ex. slangbrott etc.	Låg	Ja. Åtgärden kan avsevärt förbättra möjligheterna för en sanering.
Kontroll			
Entreprenörens egenkontroll	Kontroll av maskiners skick, lagrade volymer och lagringskärlen etc.	Låg	Ja. Krav på egenkontroll finns redan i normalfallet.
Kontrollprogram grundvatten	Regelbunden kontroll av grundvattnets föroreningsinnehåll och grundvattennivåer. Kontrollen måste löpande sammanställas, följas upp och utvärderas.	Låg	Ja. Kravet kan förväntas ställas i MKB-skedet samt i en tillståndsansökan för vattenverksamhet.
Övervakning	Övervakning i händelse av sabotage. Kan omfatta kameraövervakning, larm eller väktare.	Måttlig	Ja. Någon form av övervakning är relevant för att så snart som möjligt upptäcka eventuella sabotage.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	(Mer-) Kostnad (låg<500 kkr; måttlig; hög> 5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Beredskapsplaner och utredningar			
Beredskapsplanering (egen)	Avser entreprenörens egen beredskapsplanering. Vad gör man om en olycka inträffar? T.ex. krav på saneringsutrustning vid arbetsmaskiner.	Låg	Ja.
Beredskapsplanering (med Räddningstjänsten)		Låg	Ja.
Hydrogeologisk beskrivning	Sammanställning och redovisning av befintliga förhållanden. Med denna beskrivning som underlag kan järnvägens utformning anpassas för att ge liten risk även under byggskedet.	Låg	Ja. Åtgärden är viktig för att kunna beskriva skadehändelserna i relation till vattentäkten.
Geoteknisk utredning	Beskrivning av geotekniska förhållanden och hur de hänger samman med risk för ras och skred vid schakt.	Måttlig	Ja. Resultatet av utredningen kan påverka utformningen av järnvägen, och även entreprenadens genomförande. Utredningen utgör även underlag för dimensionering av vissa skyddsåtgärder.
Markmiljöteknisk undersökning	Beskrivning av eventuella föroreningar i området. Ger kunskap om risken för föroreningsspridning via grundvatten eller schaktning.	Måttlig	Ja. Undersökningen visar var föroreningar finns, vilka föroreningar som finns och i vilka halter. Undersökningen utgör underlag för fastställande av skyddsåtgärder.
Påverkan på grundvattennivåer och strömningsförhållanden			
Spontning	Kan begränsa inläckage vid schakt under grundvattenytan	Hög	Ja, om behovet finns. Vid schakt under grundvattenytan i isälvs materialet kan mycket stora inläckage förväntas utan spont, och påverkan på grundvattennivån kan då förväntas vara mycket stor.
Återinfiltration	Syftar till att reducera avsänkning vid länshållning under grundvattenytan inom spont.	Måttlig	Osäkert. De hydrogeologiska förutsättningarna och entreprenadens genomförande styr lämpligheten hos denna åtgärd. I vissa delar kan åtgärden vara motiverad. Åtgärden kräver bedömning i varje enskilt fall.
Skyddspumpning	Syftar till att begränsa spridning av föroreningar i grundvattenmagasinet.	Måttlig	Osäkert. Det är osäkert hur effektivt det går att begränsa spridning av föroreningar med denna metod då det kan krävas stora pumpflöden för att uppnå önskad effekt. Dessutom förutsätter åtgärden att föroreningen har nått grundvattenmagasinet, något som så långt som möjligt bör undvikas.
Styrning av vattentäktens drift	Samordning med Örebro kommun för att driva tärkten på ett sådant sätt att avsänkningen (och inläckaget) minimeras under byggskedet.	Låg	Ja. Vattentäkten bör drivas så att risken i samband med entreprenaden minimeras samtidigt som det finns leveranssäkerhet med avseende på dricksvattenförsörjningen.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad (låg<500 kkr, måttlig, hög >5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Anläggningens utformning (se även Olycksförebyggande och Skyddsåtgärder i terrängen)			
Spårdragning	Järnvägen byggs längs en alternativ sträcka för att därigenom undvika farliga godstransporter och andra olyckor inom vattenskyddsområdet, eller områden där sårbarheten för grundvattenmagasinet i åsen är hög.	Hög. Längre transporttid och längre spårsträcka, 20 000-30 000 kr/spårmeter, 60 000 kr/spårmeter vid mer omfattande sprängningsarbeten. Gäller även omdragning av befintlig järnvägssträcka (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja. Om möjligt bör järnvägar undvikas inom vattentäckernas skyddsområde.
Höjning av profilen, alternativt tråg/betongtunnel (i stället för skärning)	Profilen höjs till över grundvattennivån för att förhindra avsänkning av grundvattennivån. Kan profilen inte höjas till över grundvattenytan kan tråg/betongtunnel anläggas för att förhindra avsänkning av grundvattennivån (se vidare Förbildning av grundvatten vid tråg/betongtunnel).	Hög.	Ja.
Återinfiltration	Återinfiltration av grundvatten som strömmar in i skärning, för att motverka avsänkning av grundvattennivån och påverkan på vattentillgången i åsen.	Måttlig.	Nej. Det grundvatten som avleds från skärningarna kan vara förorenat, varför det inte bör återinfiltreras.
Förbildning av grundvatten vid tråg/betongtunnlar	För att förhindra dämning av grundvattennivån leds grundvatten förbi tråg/betongtunnel (t.ex. med högpermeabla skikt över eller under tråget/betongtunneln).	Måttlig.	Ja.
Tätning (injektering) av bergtunnel	Tätning för att minska inläckage av grundvatten till en bergtunnel. Förhindrar/minskar påverkan på grundvattennivån i överliggande jordlager.	Låg. Utförs normalt även om en järnväg inte passerar genom ett vattenskyddsområde.	Ja. Utförs normalt även om en järnväg inte passerar genom ett vattenskyddsområde.
Trafikåtgärder			
Hastighetsreducering	Reducerar konsekvenserna av en olycka, t.ex. med tågtransport av farligt gods. Ökar sannolikheten att tåget hinner stanna innan kollision eller urspårning.	Hög. Om godset behöver anlända vid en viss tidpunkt och flera områden har nedsatt hastighet: ca 500-1500 kr/h och godsvagn. Kapacitetsbrist på bansträckan leder till färre avgångar: upp till 10-tals miljoner kr (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert. I ett senare skede bör kostnaden för och riskreduktion förknippad med hastighetsreducering utredas.
Godsstyrning	Farligt gods dirigeras till en järnvägssträcka som inte passerar vattenskyddsområdet. Åtgärder reducerar sannolikheten för olycka med farligt gods.	Hög. 1. Längre transporttid 2. Kostnader för större logistiska kontrollinsatser (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja. Om möjligt bör transport av farligt gods undvikas inom vattentäckernas skyddsområde.
Godstågssammansättning	Att placera vagnar med olika typer av last i tåget enligt ett visst system är en förebyggande åtgärd som syftar till att reducera sannolikheten att det är vagnar med farligt gods som spårar vid en urspårningsolycka.	Måttlig (?). Större tidsåtgång (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert. I ett senare skede bör kostnaden för och riskreduktion förknippad med godstågssammansättning utredas.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad (låg < 500 kkr, måttlig, hög > 5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Ytterligare tågpersonal	Att införa krav på att det alltid skall vara två personer (eller fler) på tåget vid farligt godstransporter är en förebyggande åtgärd som syftar till att öka sannolikheten för riktig och snabb insats vid tågolyckor med farligt godstransporter. Vidare kan åtgärden förhindra att man missar information om rådande hastighetsbegränsningar och liknande.	Måttlig-hög. Den kostnad som är förenad med denna åtgärd, med två tågförare istället för en, är en fördubbling av lönekostnaden.	Osäkert.
Transformator- och hydrauloljor	Användning av transformator- och hydrauloljor som inte är oljebaserade.	Måttlig (?)	Ja

Olycksförebyggande			
Höjning av spårklassen	Reducerar sannolikhet för olyckor med bl.a. farligt godstransporter.	Låg (höghastighetsjärnvägen kommer att ha högsta spårklass). Högre kostnader för spårklasshöjning av befintlig järnväg, jämförbara med ny spårdragning: 20 000-30 000 kr/spår meter eller 60 000 kr/spår meter vid mer omfattande sprängningsarbete (SWECO VBB VIAK, 2002)	Höghastighetsbanan (inkl. godsstråket) kommer att högsta spårklass.
Skyddsräler	Skyddsräler syftar till att hålla tåget kvar på banan (förhindrar urspärning). Skyddsrälerns funktion, främst vid ökad hastighet är dock osäker (SWECO VBB VIAK, 2002). Anläggs emellertid vanligen på bro, även för höghastighetsjärnväg.	Hög. 1000-1500 kr/spår meter (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert. Rekommenderas inte som enskild lösning, eftersom funktionen vid höga hastigheter är osäker. Kan ev. anläggas i kombination med andra åtgärder. Funktion vid höga hastigheter bör utredas innan slutlig ställning tas.
Spåravstånd vid dubbelspårig järnväg	Förebyggande åtgärd som syftar till att reducera sannolikheten att ytterligare en tågolycka sker efter det att en första tågolycka med urspärning inträffat	Måttlig-hög. Vid nyanläggning är kostnaden inte stor, kan vara mycket dyrt att anlägga ett större avstånd i befintligt spår (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert. Osäkert vad ett "säkert avstånd" är. Åtgärden bör utredas vidare i ett senare skede.
Skyddsågar på bro	Ågarna syftar till att hålla kvar tåget på bron i händelse av urspärning. Finns på tågbro i Innsbruck.	Måttlig-hög (?)	Osäkert
Borttagning av plankorsningar	Förhindrar plankorsningsolyckor.	Hög. Beror på om korsningen görs om till en planskild korsning med bropassage eller om korsningen helt tas bort. Omgörning av plankorsning mellan järnväg och landsväg till planskild korsning: 10-15 Mkr/plankorsning (SWECO VBB VIAK, 2002)	Inga plankorsningar kommer att förekomma.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad (låg<500 kkr, måttlig, hög >5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Bommar eller ljud-/ljussignaler vid plankorsningar	Reducerar sannolikheten för plankorsningsolyckor (mellan tåg och landsvägsfordon).	Måttlig-hög. Halvbomsanläggning: 0,8-1 Mkr, Helbomsanläggning med närvarodetektorer och tåghastighetsanpassad bomfällning: 1,8-2,5 Mkr. Drift- och underhållskostnader: 25 000-45 000 kr/år (SWECO VBB VIAK, 2002)	Inga plankorsningar kommer att förekomma.
Detektorer och andra varningssystem	Varningssystem på vagnarna vid fel som kan medföra urspårning. Reducerar sannolikheten för urspårning.	Hög. Varmgångsdetektor: ca 2 500 000 kr. Total kostnad för system: 5 000 000 kr (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja. Brukar användas på höghastighetsbanor.
Borttagning av järnvägsväxlar	Reducerar sannolikheten för urspårning	Hög (p.g.a. sträckningen behöver justeras). 15 Mkr/växel (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja. Om möjligt placeras växlar utanför vattenskyddsområdet.
Moveable frogs ("växel med rörlig korsningsspets")	Moveable frogs (Bewegliche Herzstücke på tyska) är en sorts järnvägsväxel som lämpar sig för höghastighetståg och tunga godståg. Fördelar jämfört med de stela växlar som finns (rigid frogs) är bland annat att det blir en nästintill sömlös övergång vid växling vilket minskar sannolikheten för urspårning. Bör ha skydd mot snö, is och kyla.	Låg-måttlig	Ja.
Undvikande av kemisk ogräsbekämpning	Förhindrar förekomst av förorening. Yrkesmässig hantering av kemiska och biologiska bekämpningsmedel är förbjuden i primär skyddszon och kräver tillstånd i sekundär och tertiär skyddszon (hantering av biologiska bekämpningsmedel i tertiär skyddszon kräver endast anmälan). Alternativ är mekanisk (t.ex. vakuumsug) och/eller termisk behandling.	Låg. 50 000-100 000 kr (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja. Ogräs växer inte i någon betydande omfattning på en betongbana.
Underhåll/kontroll av lok, godsvagnar, andra vagnar, spår och växlar.	Reducerar sannolikhet för olyckor och läckage.	Låg-måttlig	Ja. Rekommenderas, men är inte unikt för aktuell sträcka.
Utbildning av personal	Utbildning av personal, speciellt beträffande underhållsarbeten eller då ATC-systemet är ur funktion.	Låg-måttlig	Ja. Rekommenderas, men är inte unikt för aktuell sträcka.
Undvika sugtransformatorer och liknande inom vattenskyddsområdet.	Sugtransformatorer motverkar vagabonderande ström och magnetiska fält, och sådana transformatorer innehåller transformatorolja.	Låg (?)	Ja. Om det inte är möjligt att undvika transformatorer inom vattenskyddsområdet bör transformatorer åtminstone undvikas inom primär skyddszon.
Sanering av banvallar	Sanering av banvallar är en förebyggande åtgärd som syftar till att förhindra diffusa utläckage av föroreningar från banvallar.	Hög. 10 000 000 kr/km bansträcka (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ballastrening (utförs som del av ordinarie underhåll) är bara aktuell för ballastspår.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad (låg<500 kkr, måttlig, hög >5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Utsläppsförebyggande			
Eftergivande kontaktledningsstolpar	Kontaktledningsstolpar byggs med "svaghetszon". Reducerar sannolikheten för hål i godsvagn vid ev. urspårning.	Måttlig	Ja.
Tjockväggiga godsvagnar	Reducerar sannolikheten för hål i godsvagn.	Hög. Uppskattningsvis 50-75 % dyrare än enklare, tunnväggig vagn. Ex. Green Cargos 70 st specialvagnar för 90 Mkr (SWEKO VBB VIAK, 2002)	Ja. Bör användas även om transport inte sker genom ett vattenskyddsområde. Bör rekommenderas för bulkransport av farligt gods.
Borttagande av hinder i banvallens omgivning.	Borttagning av t.ex. block, träd o.dyl. Reducerar sannolikheten för läckage i samband med olycka.	Låg-måttlig	Ja.
Skyddsåtgärder i terrängen (begränsande åtgärder)			
Tätskikt	Tätskikt under och omkring banvallen förhindrar att föroreningar infiltrerar. Tätskikt bör anläggas på ett sådant djup att en urspårad vagn inte kan skada tätskiktet.	Hög. Nyanläggning: 5000-7000 kr/längdmeter för enkelspårig, 10 000-15 000 för dubbelspårig (SWEKO VBB VIAK, 2002)	Ja. Rekommenderas i kombination med system för avledning och uppsamling av föroreningar och dagvatten.
System för avledning och uppsamling av föroreningar och dagvatten.	Avledning av dagvatten och ev. föroreningar från sårbara områden, med möjlighet till fördröjning, uppsamling och sanering.	Hög.	Ja. Ingår i tätskiktslösning.
Skyddsvall längs järnvägen	Begränsande åtgärd som har som mål att förhindra att ett tåg vid urspårning hamnar utanför ett visst begränsat område vid sidan om banvallen, framförallt där järnvägen går på bank. Eventuellt kan en skyddsvall också reducera sannolikheten att det går hål i en godsvagn i det fall hårda konstruktioner finns utanför skyddsvallen.	Hög. Beror på konstruktion, kostnad för fyllnadsmassor och utförande. Ex. bullerskydd vid utbyggnad av E22: 1500 kr/m (SWEKO VBB VIAK, 2002)	Ja.
Kantbalk på bro	För att möjliggöra uppsamling och avledning av dagvatten och föroreningar på bro.	Låg (eftersom det ofta anläggs även om järnvägen inte går genom vattenskyddsområde).	Ja. Anläggs normalt på bro (oberoende av om järnvägen går genom vattenskyddsområde eller inte)
Fördröjande jordlager under och omkring banvallen med lägre permeabilitet än den naturliga jorden.	Tätskikt under och omkring banvallen fördröjer infiltrationen och perkolationen av föroreningar.		Nej. Rekommenderas inte, eftersom åtgärder inte förhindrar, utan bara fördröjer infiltration och perkolation.
Uppsamlingskärl runt sugtransformatorer	Användning av uppsamlingskärl runt sugtransformatorer är en förebyggande åtgärd som förhindrar att transformatorolja läcker ut i marken.	Låg. 3500 kr/st (SWEKO VBB VIAK, 2002)	Ja. Det föreslås att det inte placeras några sugtransformatorer inom vattenskyddsområdet. Kan de inte undvikas bör uppsamlingskärl anläggas.

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad (låg<500 kkr, måttlig, hög >5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Insats-/beredskapsplaner och beredskapsåtgärder			
Hydrogeologisk/hydrologisk utredning för konfliktpunkt järnväg-skyddsobjekt	Ökar sannolikheten för riktig och snabb insats vid tågolyckor, t.ex. med farligt godstransporter.	Låg-måttlig. Ca 120 000 kr/konfliktpunkt (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja.
Insats-/beredskapsplan för driftskedet	En insats-/beredskapsplan innebär bl.a. bättre förutsättningarna för att rätt åtgärder vidtas och att räddningstjänstens insatstid reduceras. Bör kompletteras med övningar.	Måttlig. 1 000 000 kr, 2 km bansträcka (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja.
Utbildning och information	Ökar medvetenhet om extra vaksamhet. Bättre förutsättningarna för att rätt åtgärder vidtas.	Låg-måttlig. Ca 1500 kr/person och dag, förlorad arbetstid under utbildningen (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja.
Saneringsutrustning för aktuell föroreningstyp	Ökar sannolikheten för riktig och snabb insats.	Låg. 50 000 kr, ca 1,5 km bansträcka (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja. Ingår i beredskapsplanering att komma fram till erforderlig saneringsutrustning.
Hydraulisk spärr	Om en förorening har nått grundvattenytan måste man förhindra att det förorenade grundvattnet når uttagsbrunnarna. För detta ändamål kan en s.k. hydraulisk spärr skapas genom infiltration av vatten i infiltrationsbassänger, och/eller uttag av grundvatten i strategiskt placerade och utrustade grundvattenbrunnar ("katastrofbrunnar" eller "saneringsbrunnar").	Måttlig-hög. Saneringsbrunnar 100 000 kr/st. Spärrinfiltration 200 000 kr/st (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert. En hydraulisk spärr syftar till att förhindra att eventuella föroreningar som nått grundvattenmagasinet når uttagsbrunnarna. Åtgärden påverkar alltså spridningen av föroreningar som nått grundvattenmagasinet, men påverkar inte sannolikheten för att en skadehändelse inträffar. En hydraulisk spärr bör därför endast ses som ett eventuellt komplement till andra åtgärder som syftar till att förhindra skadehändelser.
Brunnsstyrning (avstängning av vissa brunnar)	Syftar till att hindra förorenat grundvatten från att nå brunnar som används för att producera dricksvatten. Bör kompletteras med sanering av grundvattnet (t.ex. genom pumpning i saneringsbrunnar).	Låg	Ja.
Serviceväg parallellt med järnvägen.	Reducerar räddningstjänstens insatstid.	Måttlig-hög. 500-2000 kr/m	Ja.
Plats för att deponera förorenad jord.		Låg. 300 000 kr/st (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja. Ingår i beredskapsplanering att komma fram till lämplig plats.
Oljeavskiljare	Avskiljning av olja innan utsläpp (till t.ex. recipient).	Måttlig. Större lamelloljeavskiljare, inkl anläggningskostnad, 400 000 kr/st (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert

Skyddsåtgärd	Beskrivning (inkl vilken skadehändelse som åtgärden avser) med kommentar	Kostnad (låg<500 kkr, måttlig, hög >5Mkr)	Rekommenderas (Ja, Osäkert, Nej)
Utjämningsdamm med tätad botten, oljeavskiljare samt möjlighet för avstängning av utflödet	Syftar till att öka tillgänglig tid för åtgärd innan vatten når t.ex. recipient.	Måttlig. 100 000-300 000 kr/st (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert
Vattenreningsanläggning	Rening av vatten innan utsläpp (till t.ex. recipient).	Måttlig. 100 000 kr/st (SWECO VBB VIAK, 2002)	Osäkert
Information om skyddsobjekt i BIS (BanInformationsSystem)	BIS är Trafikverkets datasystem för att lagra och hämta information om banrelaterade anläggningar och händelser. Att lägga in information om olika skyddsobjekt i BIS är en förebyggande åtgärd som underlättar framtagande och användande av information vid planering av t ex underhållsarbete på järnvägen, ombyggnation samt drift. Åtgärden syftar till att reducera sannolikheten för skadehändelse för byggnation, underhåll och diffusa föroreningsläckage.	Låg. Rutiner för att lägga in information om vattentäkter och geotekniska förhållanden finns redan. Borde inte vara förknippad med några större kostnader (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja.
Information till tågtrafikledningen	Genom att anlägga s k ATC-baliser vid in- och utfart från skyddsobjektet kan tågledningen få reda på att en farligt godstransport befinner inom t ex ett vattenskyddsområde i händelse av en tågolycka. Åtgärden är alltså en begränsande åtgärd som syftar till att reducera sannolikheten att föroreningen hinner passera genom markytan och nå skyddsobjektet.	Låg. Köp och installation av två st baliser: 50 000-100 000 kr (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja.
Informationsskyltar	Informationsskyltar sätts upp längs järnvägsspåret samt vid tillfartsvägar. Kan ses som en "grundläggande" förebyggande åtgärd. Uppmärksammar om behovet av extra vaksamhet. Kan öka sannolikheten för att rätt åtgärder vidtas vid sanering och/eller att sanering utförs tillräckligt snabbt.	Låg. 5 000-10 000 kr/skylt (SWECO VBB VIAK, 2002).	Ja. Vattenskyddsområdet är skyltat sen tidigare, men kompletterande skyltar krävs.

Kontroll			
Ökad besiktningsfrekvens	Reducerar sannolikhet för urspåringsolyckor som beror på till järnvägen relaterade tekniska fel.	Låg-måttlig. Kostnader i form av ökad arbetstid, material, fordon osv. (SWECO VBB VIAK, 2002)	Ja.
Grundvattenkontroll	Mätning av grundvattennivåer för att kontrollera anläggningens påverkan på grundvattennivåer. Provtagning och analyser av grundvatten för kontroll av ev. påverkan på grundvattnets kvalitet.	Låg-måttlig	Ja.
Avgångskontroll	Kontroll av lok och vagnar, m a p läckage, lastsäkring o.dyl, innan avgång.	Låg-måttlig. Kostnader i form av ökad arbetstid.	Ja.