

E4 Förbifart Stockholm

FS1

Konsortiet Förbifart Stockholm

MKB Vattenverksamhet

Tillståndsansökan Miljöbalken

SYSTEMHANDLING

2011-06-01

0G14H033.doc

Granskare	Godkänd av	Ort	Datum
Ingemar Thörnqvist	Ola Landin	Stockholm	2011-06-01

Objekttnamn E4 Förbifart Stockholm
 Entreprenadnummer FS1
 Entreprenadnamn Konsortiet Förbifart Stockholm
 Beskrivning 1 MKB Vattenverksamhet
 Beskrivning 2
 Beskrivning 3
 Beskrivning 4 Tillståndsansökan Miljöbalken
 Information
 Diarienummer
 Konstruktionsnummer
 Objekttnummer 8448590
 Projekteringssteg SYSTEMHANDLING
 Statusbenämning
 Företag Tyréns
 Författare/Konstruktör Lena Tilly
 Externnummer 2109002000



TRAFIKVERKET

Innehåll

1	Sammanfattning.....	5
2	Bakgrund och syfte	11
3	Projektet	11
4	Avgränsningar	13
4.1	Sakfrågan	13
4.2	Påverkansområde	13
4.3	Lokalisering.....	13
4.4	Tidplan och skeden	13
5	Miljöaspekter.....	14
6	Metodik.....	14
6.1	Metodbeskrivning.....	14
6.2	Osäkerhet	15
6.3	Grundvattenmodellering.....	15
6.4	Vattenbalansberäkning	15
6.5	Inventering av skadeobjekt.....	16
6.5.1	Brunnar för vatten- och energiförsörjning.....	16
6.5.2	Sättningskänsliga områden och grundvattenberoende grundläggning	16
6.5.3	Dämningskänsliga områden	17
6.5.4	Förändrad vattenkvalitet, spridning av föroreningar	17
6.5.5	Natur-, kulturobjekt och fornlämningar	17
6.5.6	Markavvattningsföretag	17
6.5.7	Jordbruk.....	18
6.5.8	Skogsmark/-bruk.....	18
7	Behandlade miljöaspekter, bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys ...	18
7.1	Allmän hydrogeologisk bakgrund.....	18
7.2	Sättningar	22
7.2.1	Påverkan->effekt->konsekvens	22
7.2.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	24
7.3	Dämningar	25
7.3.1	Påverkan->effekt->konsekvens	25
7.3.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	26
7.4	Dricksvattenbrunnar	26
7.4.1	Påverkan->effekt->konsekvens	26
7.4.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	26
7.5	Energibrunnar	27
7.5.1	Påverkan->effekt->konsekvens	27
7.5.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	28
7.6	Mobilisering av förorening.....	29
7.6.1	Påverkan->effekt->konsekvens	29
7.6.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	29

7.7	Naturmiljö.....	29
7.7.1	Påverkan->effekt->konsekvens	29
7.7.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	29
7.8	Kulturmiljö och fornlämningar.....	30
7.8.1	Påverkan->effekt->konsekvens	30
7.8.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	30
7.9	Jordbruksmark - skördebortfall	30
7.9.1	Påverkan->effekt->konsekvens	30
7.9.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	31
7.10	Skogsmark/-bruk.....	31
7.10.1	Påverkan->effekt->konsekvens	31
7.10.2	Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys	32
7.11	Miljömål och miljö kvalitetsnormer	32
7.11.1	Miljömål och miljö kvalitetsnormer som rör vatten.....	32
7.11.2	Skyddade områden	35
7.12	Planförhållanden	37
8	Nollalternativet	39
9	Utbyggnadsalternativet	39
9.1	Beskrivning av Förbifart Stockholms anläggningsdelar	39
9.1.1	Beskrivning av vägtunnlar och ramptunnlar	39
9.1.2	Övriga undermarksanläggningar.....	41
9.1.3	Beskrivning av ovanmarksanläggningar	41
9.2	Byggmetoder	42
9.2.1	Bergtunnlar	42
9.2.2	Borrade bergschakt.....	43
9.2.3	Tät stödkonstruktion vid jordschakt	43
9.2.4	Grundvattensänkning.....	44
9.2.5	Bergschakt i skärningar.....	44
9.2.6	Konstruktioner.....	44
9.3	Hantering av dränvatten	44
9.4	Infiltrationsanläggningar	47
9.5	Omläggning av ytvatten	48
10	Alternativa lösningar	49
10.1	Alternativ för tunneldrivning.....	49
10.2	Alternativ till tätning	49
11	Åtgärder och kontroller för att förebygga eller minska skador	49
11.1	Tätning	49
11.1.1	Normal tätning (Injekteringsklass I).....	49
11.1.2	Utökad tätning (Injekteringsklass II).....	49
11.1.3	Extra omfattande tätning.....	50
11.2	Planerad tätning	50
11.3	Skyddsinfiltration	53
11.4	Åtgärder i övrigt.....	53
11.5	Kontroller	54
12	Konsekvensanalys delsträcka 1, Lindvreten och Kungens kurva till Sättra.....	56
12.1	Inledning	56
12.2	Nuläge och förutsättningar	58
12.2.1	Geologiska och hydrogeologiska förhållanden	58
12.2.2	Ytvattenförhållanden.....	60
12.2.3	Skadeobjekt.....	61
12.3	Bedömd grundvattenpåverkan	66
12.3.1	Konsekvenser - Nollalternativ	66
12.3.2	Konsekvenser - Utbyggnadsalternativ.....	66

12.4	Bedömd ytvattenpåverkan	71
12.4.1	Konsekvenser - Nollalternativ	71
12.4.2	Konsekvenser - Utbyggnadsalternativ.....	71
12.5	Konsekvenser utan åtgärder - sammanfattning Vårby-Sätra	71
12.6	Förslag till åtgärder Vårby-Sätra	72
12.7	Konsekvenser med åtgärder - sammanfattning Vårby-Sätra.....	73
13	Konsekvensanalys delsträcka 2, Kungshatt till Lambarfjärden	75
13.1	Inledning	75
13.2	Nuläge och förutsättningar	78
13.2.1	Geologiska och hydrogeologiska förhållanden	78
13.2.2	Skadeobjekt.....	80
13.3	Bedömd grundvattenpåverkan	88
13.3.1	Konsekvenser - Nollalternativ	88
13.3.2	Konsekvenser - Utbyggnadsalternativ.....	88
13.4	Konsekvenser utan åtgärder - sammanfattning Kungshatt till Lambarfjärden.....	95
13.5	Förslag till åtgärder – Kungshatt till Lambarfjärden	96
13.6	Konsekvenser med åtgärder - sammanfattning Kungshatt till Lambarfjärden.....	98
14	Konsekvensanalys delsträcka 3 och 4, Lambarfjärden till Hästa gård	99
14.1	Inledning	99
14.2	Nuläge och förutsättningar	101
14.2.1	Geologiska och hydrogeologiska förhållanden	101
14.2.2	Skadeobjekt.....	104
14.3	Bedömd grundvattenpåverkan	110
14.3.1	Konsekvenser - Nollalternativ	110
14.3.2	Konsekvenser - Utbyggnadsalternativ.....	110
14.4	Konsekvenser utan åtgärder - sammanfattning Lambarfjärden till Hästa gård.....	114
14.5	Förslag till åtgärder Lambarfjärden till Hästa gård	115
14.6	Konsekvenser med åtgärder- sammanfattning Lambarfjärden till Hästa gård.....	116
15	Konsekvensanalys delsträcka 5 och 6, Hästa gård och Akalla till Häggvik	117
15.1	Inledning	117
15.2	Nuläge och förutsättningar	119
15.2.1	Geologiska och hydrogeologiska förhållanden	119
15.2.2	Ytvatten förhållanden.....	122
15.2.3	Skadeobjekt.....	123
15.3	Bedömd grundvattenpåverkan	128
15.3.1	Konsekvenser - Nollalternativ	128
15.3.2	Konsekvenser - Utbyggnadsalternativ.....	128
15.4	Bedömd ytvattenpåverkan	133
15.4.1	Konsekvenser - Nollalternativ	133
15.4.2	Konsekvenser - Utbyggnadsalternativ.....	133
15.5	Konsekvenser utan åtgärder - sammanfattning Hästa gård till Häggvik.....	135
15.6	Förslag till åtgärder Hästa gård till Häggvik.....	135
15.7	Konsekvenser med åtgärder - sammanfattning Hästa gård till Häggvik	137
16	Konsekvensanalys planer	138
17	Samråd.....	138
18	Definitioner	138
19	Referenser	144

Bilagor

Bilaga 1 Miljömål OG14H033.doc

1 Sammanfattning

Projektet

Vägprojektet Förbifart Stockholm sträcker sig mellan Skärholmen i söder och Häggvik i norr, en sträcka på ca 25 km varav ungefär 18 km utgörs av tunnel. Anläggningarna går till stor del under grundvattenytan och trots långtgående tätningsåtgärder kommer grundvatten att läcka in i tunnlar och schakt. Vid byggandet och under driften av anläggningarna behöver inläckande vatten ledas bort. För att minska påverkan kan också tillförsel av vatten till grundvattnet komma att genomföras.

Denna miljökonsekvensbeskrivning till Förbifart Stockholm utgör ett underlag för prövning av tillståndspliktig vattenverksamhet enligt 11 kapitlet miljöbalken, vilken görs till följd av vattenpåverkan vid byggande och drift av Förbifart Stockholm. Den vattenverksamhet som avses är bortledande av grundvatten och tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden. Dessutom ingår utsläpp av dränvatten till vattendrag samt omläggning av vattendrag. Hamnverksamheten, sjöledningar samt uttag av processvatten hanteras i separata MKB-dokument.

Förutsättningar

Jordlagren längs vägsträckningen domineras av tunna morän- och sandjordar ovan berg, som överlagras av finkorniga jordar (silt och lera). Längs vägen saknas de betydande vattenförande isälvsavlagringar, rullstensåsar, som annars är vanliga i östra Sverige. Berggrunden består av svårvittrat kristallint "urberg", som generellt är en bra berggrund för undermarksbyggande då bergkvaliteten är god med en relativt måttlig vattenföring. Diabaser, en gångbergart som kan ha vattenförande kontaktzoner med urberget, förekommer relativt sparsamt.

Förbifart Stockholm korsar större krosszoner i sundet mellan Sättra och Kungshatt, Kungshatt-Lövön samt mellan Lovön och Grimsta. Vattendjupet i sunden är 10-20 meter och största djup till berg inom korridoren är ca 60 meter under Mälarens vattenyta. I varje sund kan en eller flera, oftast parallella, zoner förekomma med dålig till mycket dålig bergkvalitet. Zonerna har ofta låg hållfasthet och hög genomsläpplighet för vatten. I sundet Kungshatt-Lövön är svaghetszonerna troligtvis mindre i antal och utbredning än i sundet Sättra-Kungshatt. Norr om Mälaren korsar Förbifart Stockholms tunnlar en rad jordfyllda dalgångar och ett par mindre vattendrag. Dalgångarna följer i berggrunden kända sprick- eller krosszoner.

Moränområden kan innehålla lokala grundvattenförekomster medan grundvattentillgångarna i berget är förhållandevis små. Större grundvattenmängder kan dock förekomma i bergets sprickzoner. Zoner med låg bergkvalitet och med hög vattenföring ställer krav på stor försiktighet och tätnings- och förstärkningsåtgärder.

Grundvattenbildning till berggrunden och till de undre grundvattenmagasinen sker främst inom omgivande berg- och moränjordsområden. I ett område som är opåverkat av brunnar eller andra dränerande undermarksanläggningar är normalt grundvattenbildningen och grundvattenströmningen liten. Nederbörden som faller inom berg- och moränhöjderna strömmar istället ut till det övre grundvattenmagasinet vid markytan och dräneras sedan bort genom diken, vattendrag och dagvattenledningar till ytvattenförekomster. Normalt finns alltså ett stort överskott av nederbördsvatten som inte kan infiltrera ned i berggrunden eller till de undre grundvattenmagasinen.

Generellt om påverkan och effekter

Bergtunnlarnas miljöpåverkan är grundvattenbortledning. Detta kan få som effekt grundvattensänkningar, ändrade strömningsmönster och större nivåvariationer i grundvattenmagasinet. Konsekvensen av detta kan bli sättningar och skador av olika slag. Där täta konstruktioner planeras i jord kan detta få effekt att grundvattenflödet däms och effekten blir förhöjda grundvattennivåer och eventuellt försumpning. Konsekvenser kan även uppstå för de ytvatten som får ta emot avlett dränvatten från tunnarna.

Vid opåverkade förhållanden finns normalt ett nederbördsöverskott som inte bildar grundvatten utan avrinner till ytvatten. Vid en dränering av grundvattnet till en bergtunnel (liksom för en uttagsbrunn) ökar nederbördsinfiltrationen betydligt och grundvattenpåverkan märks främst under torrperioder (med låg eller ingen grundvattenbildning). Påverkan syns då genom att grundvattnets nivåvariation över året blir större än tidigare.

För de olika grundvattenmagasinen kan påverkan och effekter uppkomma på olika sätt:

- För ett öppet/övre magasin kan tillrinningen av "nederbördsöverskott" minska.
- För ett slutet/undre grundvattenmagasin kan nivåvariationerna öka över året med en sänkning av medelgrundvattennivå som följd.
- För berggrundvattenmagasin ökar nivåvariationerna och nära tunneln kan grundvattnets trycknivå sänkas betydligt.
- Grundvattenbortledning i ett öppet/övre magasin kan minska mängden växttillgängligt vatten och minska tillrinningen till ytvattendrag.
- Grundvattenbortledning i ett slutet/undre grundvattenmagasin kan långsamt sänka vattentrycket i ovanliggande lerjord med marksättningar som följd.
- Grundvattenbortledning i ett berggrundvattenmagasin kan medföra minskade uttagsmöjligheter och ändrad vattenkvalitet i dricksvattenbrunnar samt minska energiutbytet i djupborrade energibrunnar.

Detta kan ge upphov till konsekvenser på följande typer av objekt:

- Brunnar för vatten- och energiförsörjning
- Sättningskänsliga områden och grundvattenberoende grundläggning
- Dämningskänsliga områden
- Områden med föroreningar (förändrad vattenkvalitet, spridning av föroreningar)
- Natur-, kulturobjekt och fornlämningar
- Markavvattningsföretag
- Jordbruk
- Skogsmark/-bruk

I vad mån projektet klarar relevanta miljömål och miljö kvalitetsnormer (MKN) belyses.

Åtgärder och kontroll

Om konsekvenserna av en grundvattenbortledning till Förbifart Stockholms anläggningsdelar visar sig vara oacceptabla finns en rad åtgärder att vidta. Främsta åtgärd är att tätta tunneln. Sedan följer en rad kompletterande åtgärder som kan vidtas, exempelvis skyddsinfiltration, kompensationsåtgärder för naturobjekt, grundförstärkning, brunnrehabilitering eller fördjupning och skadeersättning.

Sedan år 2007 pågår ett kontrollprogram för grundvattennivåer som successivt utökats med bland annat några speciella mätningar för att verifiera befintliga förhållanden som underlag till beskrivning av vattenbalanser och specifika förhållanden för växter.

Kontrollprogram kommer att upprättas för byggskedet och för driftskedet. Kontrollprogrammen kommer att omfatta grundvattennivåmätningar i kontrollrör och privata brunnar, mätning av bortlett grundvatten (inläckaget till Förbifart Stockholms olika anläggningsdelar), vattenkvalitet, mätning av sättningsrörelser samt kontroll av eventuell påverkan på naturobjekt.

Nollalternativet

Nollalternativet motsvarar nuläget med avseende på grundvatten.

Stora delar längs Förbifart Stockholm är tätbebyggda och en betydande andel av nederbörden leds bort i dagvattensystem och flera undermarksanläggningar förekommer längs sträckan.

Grundvattenbildning och grundvattenmagasin är där påverkade och på några ställen är påverkan tydlig.

Större delen av bebyggelsen längs vägen är ansluten till det kommunala nätet för vatten och avlopp. Grundvatten utnyttjas endast i mycket liten omfattning för enskild vattenförsörjning, t ex i den spridda bebyggelsen på Kungshatt och Lovön. På Kungshatt finns en större grundvattentäkt som försörjer 60-70 fastigheter med vatten. Energibrunnar, vilka bygger på uttag av värme ur berggrunden med grundvatten som överföringsmedium, förekommer utmed hela sträckan.

Utbyggnadsalternativet - Konsekvensanalys för delsträckorna

Delsträcka 1, Lindvreten och Kungens kurva till Sättra

Inom påverkansområdet finns stora områden där marken är sättningskänslig. Dock har inga bostadshus eller kommersiella fastigheter med grundvattenberoende grundläggning lokaliserats vid inventeringen.

Radhusområdet Gillsättra ligger dock inom ett litet och känsligt grundvattenmagasin, där ett antal förråd, friliggande garage, ledningar mm bedöms kunna påverkas av sättningar. För att hindra negativa konsekvenser planeras skyddsinfiltration som skadeförebyggande åtgärd utöver tätning.

Området längs hela delsträckan ligger inom VA-verksamhetsområde och försörjs samordnat med dricksvatten, enskilda vattentäkter förekommer därför inte. Större delen av området är anslutet till fjärrvärmesystemet, men det finns energibrunnar som utnyttjar berggrundvattnet som överföringsmedium. Sex energibrunnar ligger inom påverkansområdet och får försämrat energiutbyte. I de fall de negativa konsekvenserna blir betydande kan åtgärder bli aktuella.

Inom naturreservatet Sätterskogen finns de vattenanknutna naturobjekten Sättersåns bäckravin och Skärholmsbäckens dalgång vilka utgör nyckelbiotoper. Sättersån är redan påverkad av urbanisering och har en reducerad tillrinning, i dagsläget tillförs dagvatten för att förbättra flödet. Förbifart Stockholm kan få som negativ konsekvens en ytterligare minskad tillrinning av grundvatten, som åtgärd planeras tillförsel av dränvatten. Detta ger en förbättring jämfört med nuläget. Skärholmsbäcken bedöms inte bli påverkad.

Med föreslagna åtgärder bedöms konsekvenserna bli enligt nedan:

- *Bebyggelse med grundvattenberoende grundläggning:* liten negativ konsekvens
- *Anläggningar och större ledningar med grundvattenberoende grundläggning:* liten negativ konsekvens
- *Hårdgjorda ytor inom sättningskänsliga områden:* små negativa konsekvenser
- *Naturmiljöer:* liten negativ konsekvens
- *Kulturmiljöer:* ingen konsekvens
- *Markavvattningsföretag:* ingen konsekvens
- *Förorenade områden:* liten negativ konsekvens
- *Energibrunnar:* liten negativ konsekvens

För de miljömål som berörs av Förbifart Stockholm bedöms projektet stödja uppfyllandet av miljömålet *Levande sjöar och vattendrag* genom den förbättring som blir i Sättersån av det vattentillskott som planeras. Projektet bedöms motverka uppfyllandet av miljömålet *Grundvatten av god kvalitet* då grundvattensänkningarna medför risk för sättningar. I övrigt bedöms vattenverksamheten i projektet varken motverka eller stödja uppfyllandet av miljömålen. Inte heller miljö kvalitetsnormerna för vatten bedöms påverkas då större grundvattenförekomster saknas och inga ytvattenförekomster blir berörda.

Delsträcka 2, Kungshatt till Lambarfjärden

Lovö och Kungshatt är relativt oexploaterade och präglas främst av jordbruk och spridd bebyggelse. Grundvattenförhållandena är därför i stort opåverkade, fränsett markdränering som påverkat det ytliga grundvattnet. På Kungshatt finns en större gemensam brunn, vattenförsörjningen i övrigt baseras främst på enskilda brunnar. Inom påverkansområdet finns sammanlagt 67 brunnar, flertalet av dessa utnyttjas för dricksvattenändamål men några även för energi och bevattning. I de fall de negativa konsekvenserna blir betydande kan åtgärder bli aktuella.

Stora delar av påverkansområdet på Lovö består av jordbruksmark och till mindre del av beteshagar. En grundvattensänkning kan möjligen medföra sämre skördeuttag med en ekonomisk konsekvens. Om en grundvattenpåverkan konstateras får konsekvenserna studeras i det enskilda fallet. De markavvattningsföretag som påverkas bedöms främst få en positiv konsekvens (förbättrade dräneringsförhållanden). Det är relativt begränsade områden med skogsmark på Kungshatt-Lovö som påverkas och störst är påverkan under byggskedet, konsekvensen är liten och då i form av något försämrade avkastning.

Runt trafikplats Lovö påverkas grundvattenförhållandena lokalt, de skadeobjekt som finns här utgörs främst av jordbruksmark och vägar. En mindre sumpskog av måttligt värde som är belägen nära trafikplats Lovö kan påverkas negativt, den är dock redan påverkad i dagsläget. Natura 2000-området Edeby ekhage ligger utanför påverkansområdet och berörs inte. Med hänsyn till det stora värdet föreslås kontroller.

Lovö kyrka är fast grundlagd, golvet kan däremot vara sättningskänsligt. Kyrkan ligger utanför påverkansområdet, men eftersom detta är en viktig byggnad föreslås emellertid ett kontrollprogram.

Med föreslagna åtgärder bedöms konsekvenserna bli enligt nedan:

- *Bebyggelse med grundvattenberoende grundläggning*: liten negativ konsekvens
- *Anläggningar och större ledningar med grundvattenberoende grundläggning*: liten negativ konsekvens
- *Naturmiljöer*: liten negativ konsekvens
- *Natura 2000*: ingen konsekvens
- *Kulturmiljöer*: ingen konsekvens
- *Markavvattningsföretag*: liten negativ konsekvens
- *Förorenade områden*: liten negativ konsekvens
- *Energibrunnar*: liten konsekvens
- *Dricksvattenbrunnar*: liten till måttlig negativ konsekvens
- *Jordbruksmark*: liten negativ konsekvens
- *Skogsmark*: liten negativ konsekvens

För de miljömål som berörs av Förbifart Stockholm bedöms projektet motverka uppfyllandet av miljömålet *Myllrande våtmarker* då sumpskogen kan påverkas negativt. Även *Grundvatten av god kvalitet* motverkas genom att grundvattensänkningar påverkar både kvantitet och kvalitet i dricksvattenbrunnar och medför risk för sättningar inom delsträckan. I övrigt bedöms vattenverksamheten i projektet varken motverka eller stödja uppfyllandet av miljömålen. Inte heller miljö kvalitetsnormerna för vatten bedöms påverkas då större grundvattenförekomster saknas och inga ytvattenförekomster blir berörda.

Delsträcka 3 och 4, Lambarfjärden till Hästa gård

På större delen av sträckan finns i nuläget inte några djupa grundvattendränerande anläggningar. Grundvattnet i berg är därför i princip opåverkat, men på den södra delen av sträckan finns en korsande VA-tunnel samt ett bergrum. Även på den norra delen finns en befintlig bergtunnel samt betongkulvert. I dessa delar är grundvattenförhållandena redan störda och områdena är känsliga för ytterligare dränering.

Längs delsträckan förekommer såväl större byggnader (industrier och flerbostadshus) som mindre lättare byggnader (villor och radhus). Endast ett fåtal byggnader med grundvattenberoende grundläggning har påträffats inom sättningskänsliga områden. Med föreslagen tätning av tunnarna bedöms konsekvenserna bli måttliga till stora negativa för byggnader med grundvattenberoende grundläggning. För hårdgjorda ytor bedöms konsekvenserna bli måttliga negativa.

Området ligger inom VA-verksamhetsområde och försörjs samordnat med dricksvatten. Inom påverkansområdet har sammanlagt 41 brunnar identifierats varav merparten används som energibrunnar och resterande har okänd användning. För ett tiotal energibrunnar som är borrarade i eller i direkt närhet av tunneln och dess sprängområden blir den negativa konsekvensen stor och de kommer att behöva sättas igen och ersättas. För brunnar utöver dessa bedöms tunnarna innebära måttlig negativ konsekvens för energibrunnar belägna närmare tunneln än 200 meter. För energibrunnar belägna på större avstånd än 200 meter från vägtunnarna bedöms konsekvensen bli liten negativ.

En stor del av Grimsta naturreservat, som är ett skogsområde med kuperade barrskogar och ädellövskogar, ligger inom påverkansområdet från Förbifart Stockholm. Det har inte bedrivits modernt skogsbruk i skogen och därför finns flera grova löv- och barrträd liksom många andra biologiska värden kvar. En sumpskog med höga naturvärden är belägen inom naturreservatet som också har flera kulturhistoriska inslag. Vattenbalansen för den berörda delen visar dock att vattenförhållandena inte kommer att påverkas i någon större utsträckning i driftskedet. Negativa konsekvenser till följd av grundvattenbortledning bedöms inte uppstå i Grimstaskogen. Vägtunneln kommer främst ge upphov till påverkan på grundvattennivåer genom en minskad tillrinning. Någon dränerande effekt på sumpskogen bedöms inte uppstå då jordlagren har dålig kontakt med berget. Konsekvensen bedöms som liten negativ med hänsyn till den begränsade hydrologiska påverkan.

Med föreslagna åtgärder bedöms konsekvenserna bli enligt nedan:

- *Bebyggelse med grundvattenberoende grundläggning*: liten negativ konsekvens
- *Anläggningar och större ledningar med grundvattenberoende grundläggning*: liten konsekvens
- *Hårdgjorda ytor inom sättningskänsliga lerområden*: små negativa konsekvenser
- *Energibrunnar*: liten negativ konsekvens
- *Förorenade områden*: liten negativ konsekvens
- *Naturmiljöer*: liten negativ konsekvens
- *Kulturmiljöer*: ingen konsekvens
- *Markavvattningsföretag*: ingen konsekvens

För de miljömål som berörs av Förbifart Stockholm bedöms projektet motverka uppfyllandet av miljömålet *Grundvatten av god kvalitet* då grundvattensänkningarna medför risk för sättningar. I övrigt bedöms vattenverksamheten i projektet varken motverka eller stödja uppfyllandet av miljömålen. Inte heller miljö kvalitetsnormerna för vatten bedöms påverkas då större grundvattenförekomster saknas och inga ytvattenförekomster blir berörda.

Delsträcka 5 och 6, Hästa gård och Akalla till Häggvik

De områden som är mest känsliga för sättningar ligger söder om Hästa klack och i Djupanbäckens dalgång/Hanstavägen. Övriga områden längs sträckan bedöms endast få mindre sättningar då lerjorden inte är så mäktig och då den i vissa delar redan har påverkats av grundvattensänkningar. Vid trafikplats Akalla påverkas grundvattenförhållandena lokalt, effekten av en grundvattenbortledning här bedöms bli att marksättningar skulle uppkomma inom kontors- och industriområdet. För hårdgjorda ytor kan konsekvenserna bli måttliga till stora negativa. En huvudvattenledning finns men den kommer att läggas om varför ingen påverkan uppkommer. Med föreslagen tätning bedöms konsekvenserna bli små negativa.

Området ligger inom VA-verksamhetsområde och försörjs samordnat med dricksvatten. Endast en brunn finns inom påverkansområdet.

Igelbäcken bedöms ha höga naturvärden, den är relativt ostörd och är ett av de mest skyddsvärda vattendragen i Stockholmsområdet. I bäcken finns bestånd av fisken grönling, vilket är unikt i regionen. Till följd av tidigare exploatering av avrinningsområdet har Igelbäcken fått ett lågt flöde och också höga halter av näringsämnen och metaller som påverkar naturmiljön i och vid bäcken negativt. Förbifart Stockholm kan få som konsekvens en begränsad minskning av tillrinning av grundvatten, som åtgärd planeras tillförsel av dränvatten. Detta ger en förbättring jämfört med nuläget.

Natura 2000- området Hansta ligger på en höjd nordväst om en långsträckt dalgång, strax utanför påverkansområdet. Syftet med reservatet är att bevara ek och hassel i skogen samt tillståndet som naturskog med ett olikåldrigt trädbestånd. Området är mycket artrikt med ett flertal rödlistade arter, det är också ett av de viktigaste områdena för bevarande av biologisk mångfald och hotade arter i Storstockholmsområdet. En provpumpning har genomförts som visar att en grundvattenbortledning vid trafikplats Akalla kan påverka grundvattennivån i dalgången nedanför Natura 2000-området. Detta behöver inte betyda att Natura 2000-området påverkas, men med avseende på de höga värdena föreslås detta bli säkerställt genom villkor i tillståndet.

Del av Hanstaskogens naturreservat ligger inom påverkansområdets utbredning. Hanstaskogen har både gammal barrskog och ek- och hassellundar med gamla ekar. Det finns flera hotade arter inom det skyddade området, men ingen bedöms bli påverkad. Västra Järvafältets naturreservat finns strax utanför påverkansområdet.

Kulturresevatet Igelbäcken bedöms inte bli påverkat.

Delar av marken inom påverkansområdet består av jordbruksmark och beteshagar. En grundvattensänkning kan medföra sämre skördeuttag med en ekonomisk konsekvens. Om en grundvattenpåverkan konstateras får konsekvenserna studeras i det enskilda fallet.

Stordiket som avrinner till Djupanbäcken och sedan vidare till Igelbäcken kommer att läggas om. I dag avleds vatten från diket till Järva dagvattentunnel, vilket gör att vattenflödet vidare till Djupanbäcken är lågt. Omläggningen av Stordiket kommer att innebära att flödet ökar vilket är positivt då både Djupanbäcken och Igelbäcken har problem med låg vattenföring.

Med föreslagna åtgärder bedöms konsekvenserna bli enligt nedan:

- *Bebyggelse med grundvattenberoende grundläggning: ingen negativ konsekvens*
- *Anläggningar och större ledningar med grundvattenberoende grundläggning: liten negativ konsekvens*
- *Hårdgjorda ytor inom sättningskänsliga lerområden: små negativa konsekvenser*
- *Naturmiljöer: liten negativ konsekvens*
- *Natura 2000: ingen konsekvens*
- *Kulturmiljöer: ingen konsekvens*
- *Förorenade områden: liten negativ konsekvens*
- *Jordbruk: liten negativ konsekvens*
- *Ytvatten: liten negativ konsekvens*

För de miljömål som berörs av Förbifart Stockholm bedöms projektet stödja uppfyllandet av miljömålet Levande sjöar och vattendrag genom den förbättring som blir i Stordiket, med Djupanbäcken och Igelbäcken nedströms, av det vattentillskott som planeras. I övrigt bedöms vattenverksamheten i projektet motverka varken motverka eller stödja uppfyllandet av miljömålen. Inte heller miljö kvalitetsnormerna för vatten bedöms påverkas då större grundvattenförekomster saknas och inga ytvattenförekomster blir berörda.

2 Bakgrund och syfte

År 2001 gjordes en förstudie som visade att vägkapaciteten över Saltsjö-Mälarsnittet behöver förstärkas. År 2005 presenterades en vägutredning som redovisade tre alternativa sträckningar av en nord-sydlig förbindelse samt ett så kallat 0+-alternativ. Året därpå tog Vägverket ställning för ett av alternativen, Förbifart Stockholm. Projektet Förbifart Stockholm är nu inne i sin tredje planeringsfas - arbetsplanen.

Regeringen har gjort en tillåtlighetsprövning av Förbifart Stockholm enligt miljöbalkens 17 kapitel. Den innebär att projektet har getts en allsidig prövning enligt miljöbalken där inriktning har varit projektets förenlighet med bl.a. klimatmål, miljö kvalitetsnormer, Natura 2000-direktiv, riksintressen samt verksamhetens lokalisering. Tillåtlighetsbeslutet har förenats med vissa villkor.

3 Projektet

Förbifart Stockholms anläggningar utförs till stor del under grundvattenytan och trots långtgående tätningsåtgärder kommer grundvatten att läcka in i tunnlar, arbetstunnlar och schakt. Vid byggandet och under driften av anläggningarna behöver inläckande vatten ledas bort. För att minska påverkan kan också tillförsel av vatten till grundvattnet komma att genomföras. I *figur 3.1* visas trafikledens sträckning och vilka delar som är i yt- respektive tunnelläge.

Denna miljökonsekvensbeskrivning till Förbifart Stockholm utgör ett underlag för prövning av tillståndspliktig vattenverksamhet enligt 11 kapitlet miljöbalken, vilken görs till följd av vattenpåverkan vid byggande och drift av Förbifart Stockholm.

Den vattenverksamhet som avses är bortledning av grundvatten och tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden. Dessutom ingår utsläpp av dränvatten till vattendrag samt omläggning av vattendrag. Länsstyrelsen har tagit beslut om att den planerade vattenverksamheten kan innebära betydande miljöpåverkan.



Figur 3.1 Översiktsbild Förbifart Stockholms sträckning från Vårby till Häggvik.

4 Avgränsningar

4.1 Sakfrågan

Grundvattenpåverkande verksamheter är byggandet och driften av Förbifart Stockholms vägtunnlar och ramptunnlar längs sträckan mellan Skärholmen i söder och Häggvik i norr.

Grundvattenpåverkande verksamheter är också byggandet och driften av trafikplatser samt omläggning av vägar och byggande av gång- och cykelpassager vid Lindvreten (ombyggnad av trafikplats), trafikplats Kungens kurva, trafikplats Lovö, trafikplats Vinsta, anslutning till trafikplats Hjulsta, trafikplats Akalla och trafikplats Häggvik med anslutningen till E4 och Norrortsleden.

Grundvattenpåverkande verksamhet är också infiltration av vatten där behov uppkommer i anslutning till Förbifart Stockholms olika anläggningsdelar.

Till följd av ovanstående kommer också verksamheter som påverkar ytvatten att bli aktuella. Det som planeras är omläggning av ytvatten vid Hansta (tillrinningen till Stordiket) samt eventuellt utsläpp av dränvatten från tunnelanläggningen till Igelbäcken och Sätträån.

Detta dokument är upplagt så att varje delområde redovisas för sig. Det innebär att det område som är av intresse av kan läsas fristående från de andra områdena.'

4.2 Påverkansområde

Ett påverkansområde (med minst 0,3 meters avsänkning i jord och minst 1 meter avsänkning i berg) längs Förbifart Stockholm har avgränsats med stöd av vattenbalansberäkningar. Inom detta påverkansområde har potentiella skadeobjekt inventerats. Påverkansområdet avser utbredningen inklusive skyddsåtgärd i form av långtgående tätning, täthetsklass II men utan skyddsinfiltration eller annan skyddsåtgärd i form av alternativa injekteringsmedel etc. (undantaget är vid Akalla trafikplats där skyddsinfiltration förutsätts).

I kartor och i text redovisas, om inget annat anges, den gräns för avsänkning i berg eller jord som är belägen längst bort från Förbifart Stockholms anläggningsdelar. Gränsen kallas *påverkansområde i jord och berg*. Vilken av dessa två gränser (berg/jord) som redovisas framgår av text och i kartor. Påverkansområdet redovisas i kapitel 12-15 och i kartor i dessa kapitel.

För ytvatten uppstår endast en lokal påverkan till följd av planerade verksamheter, varför denna inte redovisas i detalj.

4.3 Lokalisering

Lokaliseringen av Förbifart Stockholm är bestämd i och med den tillåtlighetsprövning som genomförts av regeringen samt i arbetsplanen.

4.4 Tidplan och skeden

Tillståndsansökan avser verksamhet som sker under *Byggskede* och *Driftskede*. Dessa faser infaller i tiden olika för olika verksamheter. *Byggskede* omfattar drivning av bergtunnlar och byggande av betongkonstruktioner (tunnlar, tråg, stödmurar, brostöd etc.) inom temporära schakt. Arbetstunnlar som inte kommer att användas för ventilation kommer att förseglas och återfyllas med vatten i byggskedets slut. *Driftskede* omfattar nyttjandet av anläggningen för vägtrafik och då kommer ingen betydande förändring av vattenverksamheten att ske.

Påverkan från vattenverksamhet som berör grundvatten bedöms komma att ske under både byggskedet och driftskedet för Förbifart Stockholm. Ingen avveckling av Förbifart Stockholm planeras inom överskådlig framtid varför påverkan i driftskedet blir att jämställa med en permanent påverkan. Byggskedet beräknas bli cirka 8 år. Drifttagning av Förbifart Stockholm planeras preliminärt ske tidigast år 2020.

5 Miljöaspekter

Följande miljöaspekter belyses i denna MKB:

- Grundvatten avseende sättningar, dämningar, brunnar, markavvattning, föroreningar
- Ytvatten avseende omläggning av tillrinnande ytvattendrag till Stordiket (Hansta), utsläpp av dränvatten till Sättraån och Igelbäcken
- Naturmiljö (identifierade grundvattenberoende objekt)
- Kulturmiljö (identifierade grundvattenberoende objekt)

För hamnverksamheten, sjöledningar samt uttag av processvatten hänvisas till separata MKB-dokument.

Ekonomiska aspekter som sättningar för bebyggelse och anläggningar samt påverkan på jordbruksmark belyses mer detaljerat i *PM Hydrogeologi*.

För följande miljöaspekter hänvisas till MKB:n för arbetsplanen (bifogas):

- Buller
- Vibrationer
- Masshantering
- Transporter
- Naturmiljö i övrigt
- Kulturmiljö i övrigt
- Hälsa

6 Metodik

6.1 Metodbeskrivning

Arbetsgången i MKB utgår från att man först identifierar påverkan av projektet och vilka störningar det kommer att innebära. I den här MKB:n utreds främst störning i form av grundvattensänkning. Därefter identifieras effekter, d v s de förändringar som projektet medför. Exempel på effekter kan vara antal meter avsänkning i en dricksvattenbrunn eller hur stora sättningar en byggnad riskerar att få. Slutligen görs konsekvensbeskrivningar av både direkta och indirekta samt positiva och negativa konsekvenser.

Följande övergripande arbetsgång avseende grundvattenpåverkan följs inom projekt Förbifart Stockholm.

1. Avgränsning av vattendelare har gjorts utifrån höjddata, indelning och beskrivning av olika grundvattenmagasin, avrinningsvägar etc. Genomgång av befintlig geologisk information och identifierade potentiella skadeobjekt. Sammanställning och redovisning av hydrogeologisk konceptuell modell för ovan identifierade delområden.

2. Beräkning av preliminärt inläckage samt upprättande av preliminära vattenbalansberäkningar inom delområden.
3. Avgränsning av preliminärt påverkansområde utgående från vattenbalansberäkningar. Utredning av konsekvensen av en grundvattenbortledning inom preliminära påverkansområdet.
4. Kompletterande undersökningar och revidering av vattenbalanser, grundvattenmodeller och bedömd grundvattenpåverkan.
5. Revidering av fördelning av täthetsklasser, inläckage och påverkansområde.
6. Revidering av skadeobjekt och identifiering av sakägare.

Arbetet avseende grundvattenpåverkan och effekter på specifika skadeobjekt redovisas mer i detalj i *PM Hydrogeologi*.

Bedömning av ytvattenpåverkan har främst utgått från expertbedömningar.

I konsekvensanalyserna för respektive delsträcka har först en bedömning gjorts för anläggningen med planerad tätning och andra åtgärder. I vissa fall är detta inte tillräckligt för att undvika negativa konsekvenser, varför förslag på åtgärder har lämnats och en ytterligare analys med hänsyn till dessa åtgärder har gjorts.

6.2 Osäkerhet

Det är en lång tunnelsträckning med varierande geologiska och hydrogeologiska förhållanden. Detta innebär att det finns osäkerheter i bedömningen av grundvattensänkning, grundvattenflöden, sättningar mm. Den efterföljande konsekvensbedömningen innehåller därför också vissa osäkerheter. För att klarlägga den verkliga påverkan upprättas förslag till kontrollprogram i samråd med tillsynsmyndigheter och andra berörda. I det fall konsekvenserna av påverkan blir så negativa att den inte kan accepteras ska åtgärder utföras för att reducera dessa.

6.3 Grundvattenmodellering

För att beräkna inläckage och utbredning av påverkansområde har generella "tvärsnittsmodeller" upprättats längs hela sträckan, kompletterat med tredimensionella specialmodeller för till exempelvis luftutbytesstationerna. Med generella modeller menas att modelluppbyggnaden inte återger lokala förhållanden (avseende topografi, jordlagermäktigheter etc) så likt verkligheten som möjligt utan bygger på vissa antaganden och "typmiljöer" som får representera de olika lokala förhållandena längs sträckan.

Grundvattenmodelleringen beskrivs mer i detalj i *PM Hydrogeologi*.

6.4 Vattenbalansberäkning

Vid bedömning av påverkan från en grundvattendrainerande anläggning, exempelvis en bergtunnel, utgör vattenbalansberäkningar ett viktigt underlag. Grundvattenbildning och vattenomsättningen i jordlagren och berggrunden är dynamiska system och varierar under året och mellan olika år. Upprättade statiska vattenbalanser bedöms visa ett slags genomsnittlig situation för ett genomsnittligt år.

Beräkningarna är utförda med följande delmoment:

1. Vattenbalansberäkningarna är utförda för delområden med ett eller flera delavrinningsområden avgränsade av höjdryggar som är vattendelare för markvattenflöde och för grundvattenflöde i jord och ytligt i berg.
2. Inom dessa områden har nederbördsinfiltrationen (grundvattenbildningen) vid markytan inom hela området beräknats utifrån infiltrationsparametrar för två olika jordarter.
3. Inom bebyggda områden har grundvattenbildningen reducerats för andelen nederbörd som avrinner direkt i dagvattensystemen.
4. Vid dränering av det undre grundvattenmagasinet i jord kan ett visst läckage ske genom lerlagret. Hänsyn tas till detta.
5. Hänsyn tas till befintliga undermarksanläggningar.

Vattenbalansberäkningarna beskrivs mer i detalj i *PM Hydrogeologi*.

6.5 Inventering av skadeobjekt

Nedan följer en genomgång över hur potentiella skadeobjekt har inventerats för att tydliggöra med vilken metod och till vilken nivå inventeringen är utförd.

6.5.1 Brunnar för vatten- och energiförsörjning

Några större grundvattentäkter, såsom t ex för kommunal vattenförsörjning, förekommer inte längs vägsträckan. Uppgifter om privata brunnar längs sträckan har samlats från olika databaser, samråd och genom brunnsinventering per brev eller telefon med påföljande platsbesök.

6.5.2 Sättningskänsliga områden och grundvattenberoende grundläggning

Inventeringen av sättningskänslig mark utförs på två sätt:

1. Avgränsning av områden med förmodad lös lera utifrån jordartskarta, geomorfologi och tillgängliga sonderingar, äldre utredningar och topografi.
2. Geoteknisk provtagning, analyser och beräkning av sättningsrörelser.

Områden med förmodad lös lera och eller organisk jord avgränsas: utifrån *lerlagrets mäktighet* (från byggnadsgeologiska kartan, SGU jordartskarta), *sonderingar* som visar på lös lera, *topografi*.

Beräkning av sättningsrörelser redovisas i *PM Hydrogeologi*.

Områden där grundläggningstyp inventerats har valts ut utifrån kännedom om sättningskänsliga jordar. Uppgifterna har hämtats från olika arkiv. Inventeringen har omfattat att söka ut information om byggnadernas grundläggning och inhämta information från eventuella tillhörande geotekniska underlagsutredningar.

Större hårdgjorda ytor, parkeringar etc har identifierats i kartmaterial och direkt i fält.

Grundläggning i form av träkonstruktioner (rustbäddar, träpålar) kan vara grundvattenberoende även om den inte ligger på sättningsskänslig mark. Denna typ av grundläggning förekommer endast i äldre bebyggelse. Några sådana grunder eller grundläggning har dock inte påträffats vid inventeringen

6.5.3 Dämningskänsliga områden

I områden där dämmande konstruktioner planeras har eventuella skadeobjekt inventerats.

6.5.4 Förändrad vattenkvalitet, spridning av föroreningar

Inom området för grundvattenpåverkan kan vattenkvaliteten påverkas genom förändrad strömningsriktning, ökad grundvattenbildning eller genom mobilisering (spridning) av markföroreningar som är lösliga i grundvattnet. Schakt vid tunnelmynningar etc kan också medföra föroreningsspridning.

Eventuell förändring av grundvattenkvaliteten orsakad av förändrad grundvattenströmning, avsänkta trycknivåer eller ökad grundvattenbildning utreds genom att vattenkvalitetsdata från olika databaser samlats in och genom vattenprovtagning i enskilda berörda brunnar.

Potentiellt förorenade områden har inventerats inom det vägområde som avgränsades i vägutredningen. Uppgifter har hämtats från länsstyrelsens databas över potentiellt förorenade områden (MIFO-databas) och från berörda kommuner längs sträckningen. Även personer som arbetar inom teknikområdet Förorenade områden på SWECO, Tyréns och WSP har kontaktats. Där en förorening kan misstänkas i områden där schaktarbeten kommer att utföras har markundersökningar utförts i form av jordprovtagning. Provtagningen var gles och bestod av enstaka stickprov, vilket gör att underlaget är osäkert. En klassning har ändå gjorts av objekten avseende risk för påverkan på schaktmassor och grundvatten. Detta bör följas upp i senare skeden. Mer information om inventeringen finns i *PM Miljöteknik Geoteknik Potentiellt förorenade områden (OG140007)*.

Provtagning och övrig kartläggning är inte heltäckande. Andra områden med markföroreningar kan upptäckas t ex under fortsatta geotekniska undersökningarna eller under byggskedet.

6.5.5 Natur-, kulturobjekt och fornlämningar

För arbetsplanens MKB har inventeringar gjorts av olika naturobjekt (ON140002) längs Förbifart Stockholms sträckning. Vidare har hydrologiskt känsliga objekt med måttliga till höga värden som kan påverkas av en grundvattensänkning inventerats (OG14H003). I denna MKB fokuseras på grundvattenberoende objekt samt särskilt värdefulla objekt som nyckelbiotoper.

Utöver ovanstående har naturobjekt som kan påverkas av en grundvattendränering inventerats i länsstyrelsens databas samt hos Skogsstyrelsen. Uppgifter om kulturobjekt och fornlämningar har också inhämtats hos länsstyrelsen och hos berörda kommuner.

För naturmiljö baseras bedömningen av eventuell påverkan från Förbifart Stockholm på upprättade vattenbalanser för tillströmningsområdet samt bedömning av expertis hur olika naturobjekt är beroende av grundvatten.

För kulturobjekt och fornlämningar bedöms påverkan utifrån deras känslighet för grundvattensänkning och sättningar.

6.5.6 Markavvattningsföretag

Huvuddelen av markavvattningsföretagen som berörs av Förbifart Stockholm är gamla och upprättade efter 1918 års vattenlag. Det finns för de flesta företagen akter och ritningar, men p g a att de är äldre så kan det ha skett förändringar av markavvattningsföretagen som är okända.

Uppgifter om markavvattningsföretag har inhämtats från länsstyrelsen i form av en GIS-fil med översiktligt digitaliserade samt inskannade handlingar från då markavvattningsföretagen (torrlägningsföretagen) fastställdes.

En bedömning görs om Förbifart Stockholm kan motverka syftet med något av de markavvattningsföretag som finns längs sträckan.

I de fall funktionen i markavvattningsföretagen har upphört föreslås prövning i Miljödomstolen för att upphäva företaget. För att detta ska kunna göras krävs att markägaren för marken där företaget ligger söker hos Miljödomstolen. Sedan företagen genomfördes kan involverade fastigheter och fastighetsgränser ha förändrats, vilket inte har påverkat avvattningsföretaget. Detta beror på att det regleras i olika lagstiftningar och förändringarna inte har samordnats (Rapport OW140014).

6.5.7 Jordbruk

Förekomst och karaktärisering av jordbruksarealer som kan få skördeskador kräver normalt en relativt omfattande utredningsinsats. I detta skede antas att jordbruksmark som ligger inom påverkansområdet för grundvatten kan få försämrade skördar.

6.5.8 Skogsmark/-bruk

Utgångspunkten för identifiering av skogsmark är kartmaterial där skog finns utmärkt. För mer detaljerad information används de naturvärdesbeskrivningar som har utförts inom projektet (ON140014 och ON140002). Någon omfattande kartering av all skogsmark har inte genomförts men områden med hög markfuktighet, sumpskogar, har inventerats inom vägens påverkansområde. I de fall detaljerad kunskap om skogen saknas identifieras områden med skog och deras förutsättningar beskrivs grovt utifrån kartmaterial, geologiskt kartmaterial och andra inventeringar, t ex från Skogsstyrelsen.

Områden med aktivt skogsbruk antas vara större skogsområden som inte är skyddade med avseende på höga naturvärden.

7 Behandlade miljöaspekter, bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

7.1 Allmän hydrogeologisk bakgrund

Grundvatten förekommer dels i jordlager, dels i berggrundens olika spricksystem. De jordarter som har hög vattengenomsläpplig förmåga kan lagra och avge grundvatten i betydande mängd, såsom i sand och grus. Å andra sidan är lerjordar betydelsefulla ur geotekniskt perspektiv, med de sättningsrisker som kan bli resultatet om grundvattnets trycknivå sjunker i lerjord. Berggrundens sprickor kan vara tätare eller kan i vissa fall vara mycket vattengenomsläppliga men ändå ha en liten förmåga att magasinera grundvatten. I jord kan grundvatten förekomma i alla typer av jordarter, även i lera.

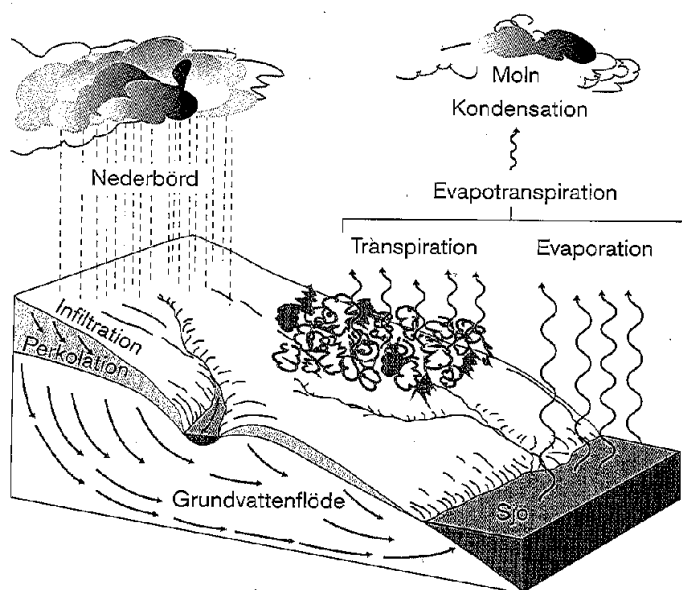
Grundvatten kan förekomma i *öppna* eller *slutna* grundvattenmagasin. I öppna grundvattenmagasin står grundvattnet i direkt kontakt med atmosfärstrycket och man har en så kallat *fri grundvattenyta*. Vid denna är det hydrostatiska trycket lika med atmosfärstrycket. Om det däremot finns tätare eller svårigenomsläppliga jordlager i markytan och som skiljer grundvattnet från atmosfären, så står grundvattnet under större tryck än atmosfären. I ett sådant, slutet grundvattenmagasin finns en *tryckyta* till vilken grundvattnet stiger om man sätter ner ett rör genom de tätande jordlagren. Denna kan kallas den *potentiometriska grundvattenytan*. Dess nivå styrs av de högre liggande infiltrationsområden där nybildningen av detta grundvatten sker.

Dubbla grundvattenytor förekommer när flera grundvattensystem har bildats ovanpå varandra. Så är fallet när en övre, fri grundvattenyta uppträder i t ex svallgrus ovanpå lera och en undre tryckyta (sluten grundvattenyta) i isälvgrus eller i berg.

Kontakten mellan grundvattnet i berg och i jord kan vara god. Då kan de båda grundvattensystemen betraktas som en enhet. Är kontakten dålig, som vid en vittrad eller leromvandlad bergyta, kan berggrundens sprickor snabbt tömmas vid en grundvattendränning utan att jordlagren ovanför påverkas i någon större grad.

Grundvattenströmning i berg sker i sprickor. De har en annan geometri och andra egenskaper än porerna i sand och grus, eller för den delen fyllningsjord, där jordgrundvattnet strömmar. Bergets hydrauliska egenskaper är beroende av vilken geometri dess sprickor har.

Generellt sett blir uppehållstiden i finkorniga jordar längre än i grovkorniga jordar. När det gäller grundvattentransport i vattenförande sprickor i berg är förutsättningarna väsentligt annorlunda, då de snabbt kan transportera vatten över stora sträckor och kontaktytan är liten. I de djupare delarna av grundvattenmagasinen omsätts inte grundvattnet lika mycket som i de ytligare delarna. Detta beror på vattnets transportvägar. *Figur 7.1* illustrerar förhållandet mellan transportväg och marktopografin.



Figur 7.1. I de djupa delarna av grundvattenmagasinet har grundvattnet en längre transportväg och uppehållstid bakom sig när det når ett utströmningsområde eller en dräneringspunkt (Gustafson, 2009).

Påverkan av tunnel är grundvattenbortledning. Detta kan få som effekt grundvattensänkning, ändrade strömningsmönster och större nivåvariationer i grundvattenmagasinet som påverkar olika skadeobjekt. Konsekvensen av detta kan bli sättningar och skador av olika slag. Där täta konstruktioner planeras i jord kan detta få effekt att grundvattenflödet däms och effekten blir förhöjda grundvattennivåer och eventuellt försumpning.

Nedanstående beslutsmatris används i bedömningen av omgivningspåverkan.

	Berg	Jordlager
Grundvattenmodeller	X	X
Vattenbalans	X	X
Förmodade vattenförande sprickzoner	X	
Vattendelare (grundvattenmagasinens utbredning)		X
Jordlagrens genomsläpplighet, tätande lerlager etc.		X

För olika typer av grundvattenmagasin kan effekten bli olika. För ett öppet eller ett övre magasin kan tillrinningen av "nederbördsöverskott" minska. För ett slutet/undre grundvattenmagasin kan nivåvariationerna öka över året med en sänkning av medelgrundvattennivå som följd. För berggrundvattenmagasin ökar nivåvariationerna och nära tunneln kan grundvattnets trycknivå i berg sänkas betydligt.

Trafikverket bedömer att följande indelning avseende vattenomsättningen kan vara en del av bedömningen av konsekvensen av planerad grundvattendränering:

Dräneringens andel av grundvattenbildning till berg- och undre grundvattenmagasin	Bedömning
0 – 35 %	Vattentillgången är god och upprättade grundvattenmodeller bedöms ha god prognostiseringsvärde.
35 – 50 %	Grundvattendräneringens andel av beräknad potentiell grundvattenbildning är relativt stor. Resultatet av grundvattenmodelleringen ska tolkas med viss försiktighet.
Mer än 50 %	Grundvattendräneringens andel av beräknad potentiell grundvattenbildning är stor. Resultatet av grundvattenmodelleringen ska tolkas med stor försiktighet. Bedömd omgivningspåverkan ska motiveras med kompletterande argument.

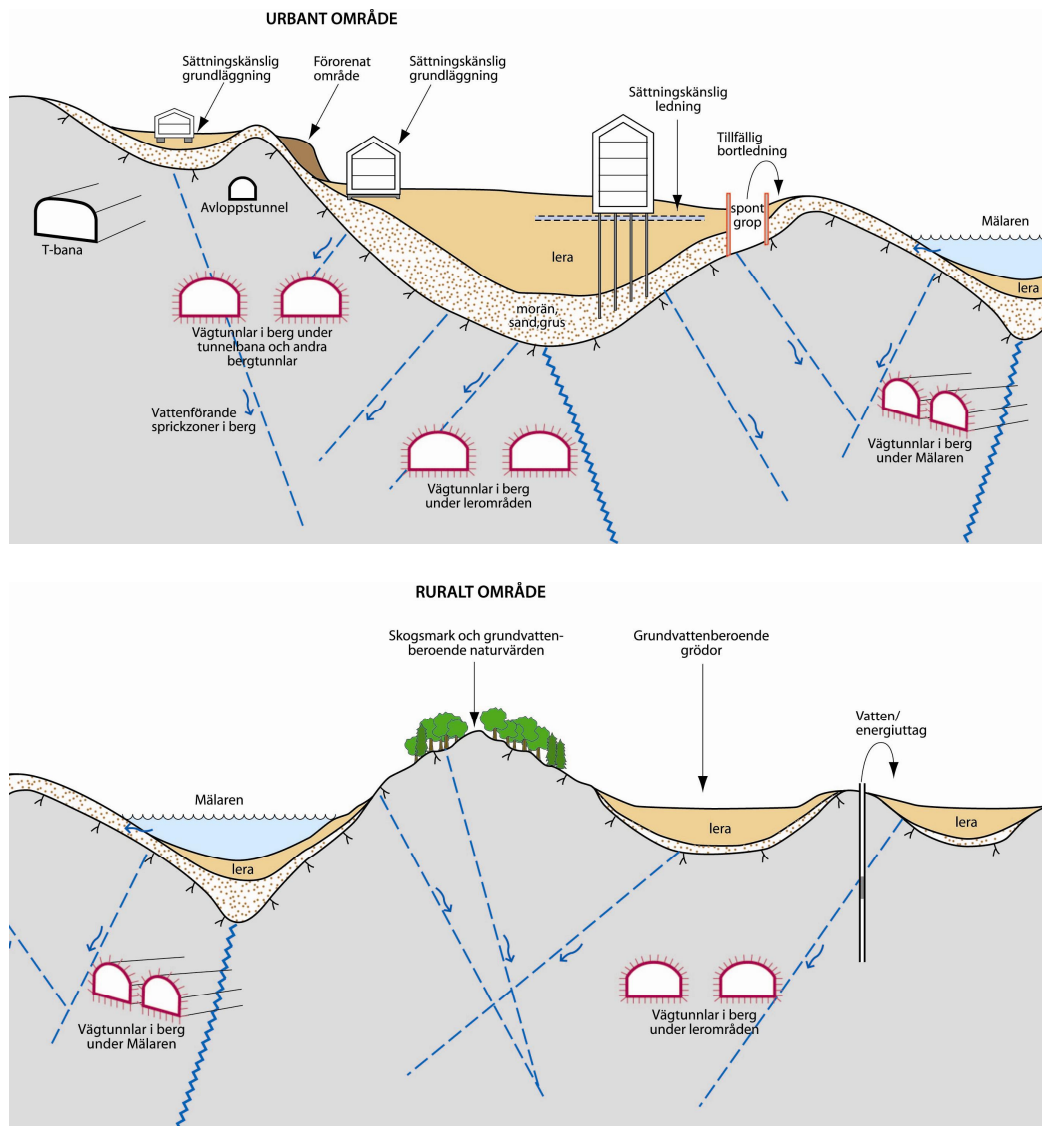
Påverkansområdet definieras som det område i berg där grundvattensänkningen är 1 meter eller mer samt där grundvattensänkningen i jord är 0,3 meter eller mer alternativt att jordgrundvattenmagasinet utgör yttre gräns (se kapitel 4.2).

För ytvatten har påverkansområdet bedömts som lokalt.

Påverkan kan ske på sådana objekt som utnyttjar grundvatten, som är beroende av grundvatten eller kan störas av förändringar i grundvattnet samt där förändringar av ytvattnet kan vara betydande:

- Bebyggelse
- Anläggningar och större ledningar
- Hårdgjorda ytor
- Energibrunnar och dricksvattenbrunnar
- Förorenade områden
- Naturmiljöer
- Kulturmiljöer
- Markavvattningsföretag
- Jordbruk
- Skogsmark/ -bruk

I *figur 7.2* visas olika typer av objekt i deras hydrogeologiska sammanhang. Både urbant respektive ruralt område belyses.



Figur 7.2 . Grundvattenförhållanden i urbana och rurala områden samt objekt som kan påverkas.

Nedan redovisas miljökonsekvenser och bedömningsgrunder för olika ämnesområden som kan påverkas till följd av grundvattenbortledning.

7.2 Sättningar

7.2.1 Påverkan->effekt->konsekvens

Grundläggning av byggnader och andra anläggningar, ledningar med självfall och allmänt markförhållanden i form av jämna ytor (t ex större asfalterade parkeringsytor) kan vara känsliga för sättningsrörelser i lerlager.

Sättningsrörelser orsakade av en grundvattennivåsänkning beror på att lerlagrets porttryck minskar och därmed trycks lerlagret ihop (konsolideras). En porttrycksminskning kan vara orsakad av en grundvattenavsänkning i det undre grundvattenmagasinet men kan även orsakas av ett avsänkt övre

grundvattenmagasin (genom asfaltering och bortledning av dagvatten, täckdiken etc).
Sättningsrörelser kan också orsakas av en lastökning, dvs att ett hus eller fyllningsjord trycker ihop lerlagret. Organisk jord (torv, dy och gyttja) kan också kompakteras av en porttryckssänkning men även av nedbrytning av växtdelar och annat organiskt material.

Största problemet med sättning i lerjord är att den oftast inte blir lika stor överallt. För enstaka byggnader, där exempelvis halva byggnaden står på fast mark och andra halvan på sättningsbenägen lera, kallas detta för att byggnaden utsätts för differentialsättning.

Nedan listas de objekt som kan påverkas av en sättning och en bedömning av risken för skada och vad en skada skulle ge upphov till:

Byggnader

Riskområde för differentialsättning utgör områden vid gränsen mot annan jordart- inom den centrala delen av lerområden är risken för differentialsättning mindre. En mindre sättningsrörelse (3- 5 cm) kan ge upphov till skada.

Vid sättningar kan exempelvis skador uppstå i byggnaders fasader (sprickor mm), kärvande dörrar och fönster och i värre fall skador i bärande konstruktioner.

Större och tyngre bebyggelse är normalt grundlagd på sådant sätt att sättningar inte uppstår. Detta gäller även större och känsliga ledningar. Det är företrädesvis mindre och lättare bebyggelse samt klenare ledningar som har grundläggning som kan vara känslig för grundvattenpåverkan.

Marksättningar kring en byggnad, som är grundlagd med pålar eller plintar/murar till fast jordlager eller berg inom områden med lerjord, kan ge upphov till en ökad belastning för pålarna (så kallade påhängslaster) eller till att håligheter kan uppkomma under golv. För sättningsbelopp upp till 10-20 cm bedöms risken för skadligt höga påhängslaster vara liten.

För byggnader som har grundläggning med träkonstruktioner (träpålar eller rustbäddar) kan en grundvattensänkning medföra att konstruktionerna ruttnar och förstörs då syre får tillträde. En konsekvens kan då bli att skador uppstår i byggnaders fasader (sprickor mm), kärvande dörrar och fönster och i värre fall skador i bärande konstruktioner. Denna typ av byggnader har dock inte påträffats inom påverkansområdet.

Effekten av en marksättning som uppkommit invid en fast grundlagd byggnad kan vara problem med skadedjur i uppkomna håligheter, nivåskillnader mot anslutande trappor och altaner. För håligheter blir konsekvensen störst om ingen tidigare sättning förekommit.

Ledningar

Sättningskänsliga ledningar kan delas in i styva ledningar och självfallsledningar. Ledningar för el- och tele/bredband bedöms inte vara känsliga för mindre sättningsrörelser.

Till styva ledningar hör vatten, avlopp och dagvatten samt fjärrvärme, fjärrkyla och gasledningar. Större vatten- och fjärrvärmeledningar är själva så tunga att de behöver vara grundlagda på påldäck eller annat vis ned till fast jordart eller berg när de är förlagda inom ett sättningskänsligt område. Spill- och dagvattenledningar kan även höra till gruppen självfallsledningar. Liksom för byggnader är risken för en skada störst i samband med differentialsättningar.

Om ledningsbrott uppstår kan detta leda till mindre vattenläckage upp till att vattendistributionen avbryts. En läcka eller bakfall för en avloppsledning kan leda till utsläpp av avloppsvatten till ledningsgraven eller till avbrott i bortledningen av spillvattnet. För dagvattenledningar är kraven på

täthet lägre och ett läckage till ledningsgraven kan leda till ökad belastning på spillvattennätet eller lokalt "vattensjuka" områden.

Effekten av ett ledningsbrott på en fjärrvärme- eller fjärrkyleledning kan - förutom avbrott i energileveransen - bli ett utsläpp av vatten med korrosionsmedel i mark och grundvatten eller till närliggande dagvattensystem. Konsekvensen beror av utsläppets storlek och vattenresursens känslighet.

Jordbruksdränering

Dränering av jordbruksmark sker genom diken och ledningar som avleder vatten. Ledningar i form av dräneringsslang är flexibla och tål de differentialsättningar som kan uppstå. Risk för ledningsbrott bedöms vara liten även för större sättningsrörelser. Täckdikessystem med betongrör eller äldre keramikrör läggs med kortare rörsektioner varför varje skarv kan ta upp en viss differentialsättning. Risk för bakfall i täckdikessystem bedöms vara liten då terrängen vanligtvis faller ned mot de områden där lerlagret är som mäktigast och därmed får största sättningsrörelse. En sättningsrörelse kan därför förstärka fallet snarare än att orsaka bakfall.

Effekten av en uppkommen skada på områdesdräneringen är "vattensjuka" områden, vilket kan ge konsekvenser i form av mindre skördeavkastning.

Marksättningar

Ojämn marksättning är inget problem eller något som normalt märks inom naturmark. Asfalteras större ytor kan dock en ojämn marksättning märkas genom att vattenansamlingar uppkommer där marken satt sig. Marksättning inom hårdgjorda eller asfalterade ytor kan bero på annat än en grundvattenbortledning, bland annat minskad grundvattenbildning i och med asfalteringen. För asfalterade eller grusade gångvägar kan en ojämn marksättning märkas genom att vägen skevar, får lokala svackor eller att belysningsstolpar börjar luta.

Marksättningar invid byggnader eller anläggningar som är fast grundlagda kan ge upphov till ledningsbrott på anslutande ledningar (t ex servisledning) som inte är fast grundlagda.

7.2.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

I *PM Hydrogeologi* redovisas för olika anläggningar vid vilka sättningsbelopp det finns en viss sannolikhet för olägenhet, se nedanstående tabell.

Liten konsekvens	Sannolikheten för skadlig sättningsrörelse bedöms vara liten utifrån bedömd grundvattenpåverkan och lerjordens egenskaper. Uppkommen sättningsrörelse ger följande konsekvenser:
	<i>Inom tätbebyggda områden</i>
	Ingen byggnad med grundvattenberoende grundläggning annat än förråds- eller garagebyggnader (här ingår inte parkeringshus med flera våningar) finns inom området.
	Skada uppkommer på enskilda servisledningar (avbrott eller bakfall) för ett mindre antal fastigheter inom området. Uppkommer en skada ska reparationsarbeten påverkas inom ett visst antal timmar. Olägenheten för dessa bedöms vara acceptabel. En uppkommen skadehändelse, t.ex. skador på servisledningar, har ett långsamt förlopp och då kan förebyggande åtgärder sättas in vid behov för kringliggande fastigheter.
	Risk för synlig påverkan på asfalterade ytor och gångvägar är liten.

	<i>Utanför tätbebyggda områden</i> Risk för skada (avbrott eller bakfall) bedöms vara liten men kan inte uteslutas uppkomma på täckdikessystem.
Måttlig konsekvens	Utifrån bedömd grundvattenpåverkan och lerjordens egenskaper bedöms vissa sättningsrörelser komma att uppstå inom området.
	<i>Inom tätbebyggda områden</i> Byggnader med grundvattenberoende grundläggning finns inom området. Risken för skada är relativt liten men kan inte uteslutas. Skada uppkommer på enskilda servisledningar för ett relativt litet antal fastigheter inom området. Skada kan inte uteslutas för samfällid eller kommunal stamledning. Viss synlig påverkan på asfalterade ytor, gångvägar bedöms uppkomma.
	<i>Utanför tätbebyggda områden</i> Skada (avbrott eller bakfall) bedöms uppkomma på täckdikessystem fast i mindre utsträckning.
Stor konsekvens	Utifrån bedömd grundvattenpåverkan och lerjordens egenskaper bedöms att skador kommer att uppkomma på vissa ledningar, servisledningar och vissa byggnader.
	<i>Inom tätbebyggda områden</i> Risk för skada på byggnader med grundvattenberoende grundläggning är relativt stor. Skador bedöms uppkomma på ett större antal servisledningar. Risken för skada eller större förebyggande arbeten på gemensamma ledningar är relativt stor. Förekommer större asfalterade ytor kan de uppvisa sättningskador som behöver åtgärdas.
	<i>Utanför tätbebyggda områden</i> Skada (avbrott eller bakfall) bedöms uppkomma på täckdikessystem i sådan omfattning att större omlägnings- eller reparationsarbeten krävs.

Uppkommer en sättningsrelaterad skada som följd av grundvattenbortledning under byggande eller drift av Förbifart Stockholm kommer Trafikverket att åtgärda eller ersätta detta. Ersättningen beror på skadan, objektets ålder och skick m m enligt gängse regler för skadereglering. Det är därför inte relevant att dela in bedömningsgrunden för konsekvensbedömningen i liten, måttlig eller stor konsekvens utgående från enskilda skador. För skadade enskilda servisledningar kommer Trafikverket att upprätta avtal med entreprenör som ska påbörja reparationsarbeten inom en viss tid.

7.3 Dämningar

7.3.1 Påverkan->effekt->konsekvens

Där avskärande täta konstruktioner installeras i jord, t ex betongtunnlar, tråg, stödmurar kan grundvattenflödet däckas. Som lokal effekt kan grundvattennivån stiga och konsekvensen blir att ett område försumpas eller översvämmas.

7.3.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

Konsekvensen får bedömas för olika typer av skadeobjekt från fall till fall. Utgångspunkt för bedömningarna är resultat i *PM Hydrogeologi*.

7.4 Dricksvattenbrunnar

7.4.1 Påverkan->effekt->konsekvens

Brunnar som kan påverkas av en grundvattenbortledning i samband med Förbifart Stockholm är främst berg- eller jordbrunnar för enskild dricksvattenförsörjning samt energibrunnar i berg. Sänkta grundvattennivåer i berg eller jord kan som effekt i dricksvattenbrunnar ge minskad uttagskapacitet och eventuellt försämrade vattenkvalitet. Effekten i energibrunnar kan bli minskat effektuttag.

Uttagskapaciteten av vatten för en brunn avgörs av grundvattentillrinning och brunnens magasineringsförmåga, det vill säga hur mycket vatten som ryms i brunnen och som kan användas under kortvariga stora vattenuttag. Vattenkvaliteten avgörs av grundvattnets beskaffenhet, brunnsutförande och närliggande verksamheter som exempelvis jord- eller skogsbruk och avloppsanläggningar.

Konsekvens för dricksvattenbrunnar är att vattenförsörjningen inte kan upprätthållas samt att kvalitetsförsämringar som påverkar användningen av vattnet uppstår.

7.4.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

Bedömningsgrund när en brunn ska värderas utgår från brunnens nuvarande status och användning, möjligheter till åtgärd eller ersättning vid en påtaglig påverkan. En objektiv värdering görs utifrån nedanstående generella värderingsgrunder.

- Ett normalhushåll (5 personer) förbrukar ca 900 l/dygn. Enligt de kommunala VA-verkens branschorganisation, Svenskt Vatten, förbrukar varje hushåll cirka 180 l/ person och dygn.
- Enligt miljöbalken är grundvattenuttag större än för 1 -2-familjershushåll eller jordbruksfastighets husbehov tillståndspliktig verksamhet. Saknas tillstånd för uttag över 1800 l/dygn beaktas detta.
- Grundvattenuttag för bevattning eller djurhållning är tillståndspliktig verksamhet.
- Ett borrhål med 15 cm diameter rymmer ca 18 l per meter borrhål. Brunnar djupare än 50 meter under grundvattenytan rymmer alltså en dygnsförbrukning vatten för ett hushåll.

Ytterligare bedömningsgrunder som berör grundvatten är:

- Bedömningsgrunder för grundvatten (Naturvårdsverket, SGU)
- Socialstyrelsens allmänna råd för enskilda vattentäkter (SOSFS 2003:17). Här anges vid vilka halter för olika ämnen vattnet anses vara tjänligt, tjänligt med anmärkning eller otjänligt.

Utgångspunkt för bedömningarna är beräkningar och resultat i *PM Hydrogeologi*.

Trafikverket föreslår följande konsekvensindelning:

Liten konsekvens	Mätbar avsänkning i brunn men ingen märkbar påverkan på uttagskapacitet eller vattenkvalitet. ¹
Måttlig konsekvens	<i>Fritidsfastighet:</i> Uttagskapaciteten påverkas genom att brunnen sinar vid mycket stora momentana uttag men tillrinningen motsvarar dygnsbehovet. Vattenkvaliteten påverkas inte så att gränsvärde för någon parameter passeras från <i>tjänligt</i> till <i>tjänligt med anmärkning</i> eller från <i>tjänligt med anmärkning</i> till <i>otjänligt</i> .
	<i>Permanentboende:</i> Uttagskapaciteten påverkas så att brunnen sinar vid mycket stora momentana uttag under torrår ² men tillrinningen motsvarar dygnsförbrukningen. Vattenkvaliteten påverkas inte så att gränsvärde för någon parameter passeras från <i>tjänligt</i> till <i>tjänligt med anmärkning</i> eller från <i>tjänligt med anmärkning</i> till <i>otjänligt</i> .
Stor konsekvens	Brunnen sinar, uttagskapaciteten sjunker under nuvarande behov, vattenkvaliteten försämras så att någon parameter förändras från <i>tjänligt</i> till <i>tjänligt med anmärkning</i> eller från <i>tjänligt med anmärkning</i> till <i>otjänligt</i> . Brunnen behöver ersättas med annan brunn eller teknisk lösning för vattenförsörjning.

7.5 Energibrunnar

7.5.1 Påverkan->effekt->konsekvens

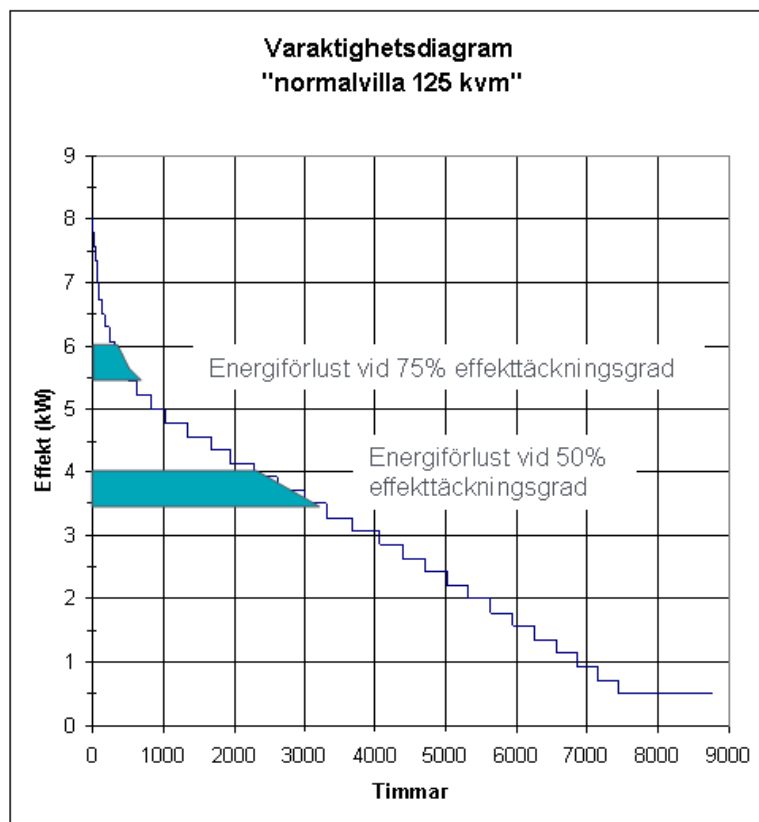
Värmeöverföringen i en energibrunn mellan omgivande berggrund och kollektorslangarna sker genom vattnet i brunnen. Luft isolerar effektivt och ovanför grundvattenytan sker i princip inget värmeutbyte. För varje meter vattennivån i en energibrunn sänks av minskar därför effektutbytet med omgivande berggrund med ca 30-40 W.

Konsekvensen av ett minskat energiuttag beror på vilken installerad effekt som krävs för att värma en bostad under perioder med kyla och hur stor andel av denna som värmepumpsanläggningen klarar av. Exemplet i *figur 7.3* visar en "normalvilla" med effektbehovet 8 kW för uppvärmning och varmvatten. Den maximala effekten behövs bara under ett par hundratals timmer vintertid medan den andra ytterligheten är sensommaren då endast varmvattenberedarens effekt på 500 W utgör behovet, se varaktighetsdiagrammet nedan.

I diagrammet är förlust av 500W uppvärmningseffekt (motsvarar 12,5-16 meter sänkning av vattennivån) markerad för två olika nivåer av effekttäckning hos värmepumpsanläggningen. Överst är 75 % täckningsgrad vilket motsvarar 6kW installerad effekt och underst 50 % täckningsgrad motsvarande 4 kW installerad effekt. De markerade ytorna visar den energi (kWh) som förloras, det vill säga det som villaägaren betalar för. Varje ruta i diagrammet motsvarar 1000 kWh.

¹ Vattenkvaliteten varierar naturligt över året och beroende på vilken parameter kan upprepade provtagning under olika årstider behövas innan påverkan kan fastställas.

² Torrår definieras som ett år där SGUs rapportering redovisar grundvattennivåer mycket under de normala under 3 månader eller mer



Figur 7.3. Varaktighetsdiagram för en "normalvilla" där energibortfallet, dvs. det som måste ersättas med annan värmekälla vid två olika effekttäkningsgrader.

Om det möjliga uttaget av energi ur en energibrunn minskar så behövs en ökad elanvändning för att ersätta förlusten, vilket kan definieras som en skada. Innebär minskningen av möjligt effektuttag att installerad spetsvärme inte räcker till eller att spetsvärme saknas kan skadan beskrivas som kostnaden för installation av ny eller tillkommande spetsvärme.

Definition på skada baseras på vilken grundvattennivåförändring som rimligen kan urskiljas från naturliga och rådande nivåförändringar. Smärre effektbortfall är svåra att kvantifiera. Utgångspunkt för bedömningarna är beräkningar och resultat i *PM Hydrogeologi*.

7.5.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

Trafikverket föreslår följande konsekvensindelning:

Liten konsekvens	Grundvattenavsänkning i brunn uppmäts till 0-5 meter (vintertid). Fem meter motsvarar en effektförlust på ca 150-200W.
Måttlig konsekvens	Grundvattenavsänkning i brunn uppmäts till ca 5 - 10 meter (vintertid). Tio meter motsvarar en effektförlust på ca 300-450W.
Stor konsekvens	Energibrunnen måste gjutas igen på grund av närhet till vägtunnelanläggningen. Avsänkningen i brunnen överstiger tio meter (vintertid).

7.6 Mobilisering av förorening

7.6.1 Påverkan->effekt->konsekvens

Grundvattenbortledning till tunnlar kan medföra att föroreningar sprids med grundvattnet. Dels kan redan förorenat grundvatten spridas till andra ställen, dels kan ändrad grundvattennivå och grundvattenströmning utlösa en föroreningssituation för grundvattnet. En sänkt grundvattennivå påverkar markförhållandena och markprocesserna på ett sådant sätt att utlakningen av föroreningar kan öka. Konsekvensen beror av föroreningens typ och omfattning.

7.6.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

Naturvårdsverket har tagit fram generella riktvärden för kemiska ämnen, föreningar eller grupper av föreningar i mark, NV Rapport 5976.

Spridning av föroreningar är negativt. Konsekvensens omfattning relateras till skyddsobjekt i närhet till föroreningskällan och föroreningens benägenhet att spridas med grundvatten.

Bedömningarna utgår från *PM Miljöteknik Geoteknik Potentiellt förorenade områden* (OG140007) och *PM Hydrogeologi* samt expertkunskap.

7.7 Naturmiljö

7.7.1 Påverkan->effekt->konsekvens

I detta avsnitt berörs naturvärden längs sträckan som bedömts vara känsliga för minskad vattentillgång eller grumling. Naturvärden anges som hydrokänsliga biotoper. Träd och markvegetation på fast mark utnyttjar främst markvattnet i jordlagren, som fylls på av nederbörd och snösmältning. Överskottet som inte tas upp av växterna eller avdunstar bildar grundvatten.

Påverkan och effekt på naturvärden sker genom att:

- minskad tillrinning till ytvattendrag, sjö eller damm ger tidvis torra miljöer och förändrade livsbetingelser
- minskad tillrinning till övre grundvattenmagasin minskar mängden växttillgängligt vatten
- sänkning av grundvattennivå minskar mängden växttillgängligt vatten
- dämning av grundvatten leder till förhöjda grundvattennivåer och försumpning

Konsekvensen av de ändrade vattenförhållandena kan vara förändrad tillväxt, förändrad konkurrens mellan arter och att vissa arter försvinner medan andra gynnas. Biotopen kan också förändras.

7.7.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

För naturobjekt baseras bedömningen av eventuell påverkan från Förbifart Stockholm på upprättade vattenbalanser för tillströmningsområdet samt utförda undersökningar inom projekt Förbifart Stockholm (OG14H003) avseende hur olika naturobjekt är beroende av grundvatten.

En *liten* konsekvens innebär en tidvis sänkning av grundvattenytan, men påverkar inte livsbetingelserna.

En *måttlig* konsekvens innebär en påverkan som tillfälligt kan påverka arter i ett grundvattenberoende objekt, men ingen permanent påverkan uppstår.

En *stor* konsekvens bedöms uppstå om viktiga arter påverkas så kraftigt att de försvinner permanent eller om biotopen ändrar karaktär.

Bedömningarna utgår från *PM Hydrologiskt känsliga biotoper Grundvattenpåverkan* (OG14H003), *Biotoper känsliga för hydrologisk påverkan* (oN140009) och *Naturvärdesbedömning* (oN140014) samt *PM Hydrogeologi*. Även Florgård m fl. (1999) används vid bedömningarna.

7.8 Kulturmiljö och fornlämningar

7.8.1 Påverkan->effekt->konsekvens

Kulturmiljö och fornlämningar kan påverkas främst av sättningar. En sänkt grundvattenyta kan också medföra att eventuella lämningar eller kulturhistoriskt viktiga byggnader, som grundlagts på träpålar eller innehåller andra byggdelar med trä, kan utsättas för en ökad nedbrytning av trämaterialen.

7.8.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

Kulturminnen skyddas genom lagen om kulturminnen, som innehåller bestämmelser om skydd av värdefulla byggnader, fornlämningar och kulturminnen med kyrklig anknytning. Skador på kulturmiljön ska undvikas eller begränsas. Fornlämningar skyddas i 2 kapitlet i lagen om kulturminnen.

I övrigt skyddas kulturminnen och fornlämningar genom riksintressen, miljömål (se bilaga 1) och kulturmiljöprogram samt plan- och bygglagen (PBL).

Exploateringsföretag och andra ingrepp i miljön får komma till stånd bara om det kan ske på ett sätt som inte påtagligt skadar natur- och kulturvärdena som skyddas genom riksintresset.

För kulturhistoriskt viktiga byggnader med risk för sättningar gäller samma bedömningsgrunder som för övriga sättningar.

7.9 Jordbruksmark - skördebortfall

7.9.1 Påverkan->effekt->konsekvens

För jordbruksmark kan en grundvattensänkning av det övre grundvattenmagasinet i jord innebära sämre skördeuttag på grund av försämrad tillgång på vatten. I vissa fall kan dränering av mark förbättra tillväxtmöjligheter och därmed skördeuttag, vilket skulle kunna medräknas som en positiv konsekvens av grundvattenbortledning. Dämning av grundvatten kan leda till förhöjda grundvattennivåer och försumpning vilket kan försämma tillväxten och skördeuttaget.

Det övre grundvattenmagasinet kan påverkas genom läckage genom det tätande lerlagret ned till det undre grundvattenmagasinet eller genom att utflödet till det övre magasinet vid gränsen mellan lerområdet (jordbruksmarken) och kringliggande berg- och moränhöjder minskar.

Om och hur mycket ett jordbruksområde påverkas beror på jordart, på grundvattenytans ursprungliga (naturliga) djup under markytan och på hur mycket grundvattnet avsänks. Framför allt beror påverkan på nederbördens fördelning över året och på om det är ett våtår, normalår eller torrår.

7.9.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

Eftersom kedjan påverkan->effekt->konsekvens är så komplex (se 7.9.1) används ett förenklat synsätt där avkastningen från ett område jämförs med tidigare avkastning (under 5 år). Avkastningen ska vara dokumenterad med uppgifter om typ av gröda, grundvattenförhållanden, nederbördsförhållanden samt andra uppgifter om klimat.

I det fall ett skördebortfall kan konstateras utbetalas ersättning med schablonbelopp baserade på erfarenhet från andra liknande fall.

7.10 Skogsmark/-bruk

7.10.1 Påverkan->effekt->konsekvens

Skogsmark och skogsbruk kan påverkas av en förändrad grundvattennivå. Trädens tillväxt är beroende av hur hög grundvattenytan är och särskilt tydligt brukar det vara att högt grundvatten och försumpning ger en låg tillväxt. Skogsmarkens produktivitet är således beroende av markens fuktighet men påverkas också av grundvattnets rörlighet. Till exempel finns den högsta tillväxten av gran i Götaland på friska marker med rörligt grundvatten och vice versa den lägsta tillväxten på blöta marker eller där rörligt grundvatten saknas. Detsamma gäller för tall, men denna tål också en lägre grundvattennivå bättre. Generellt sett varierar känsligheten för grundvattenytans nivå mellan olika trädslag (Florgård m fl, 1999).

I en sammanställning av Florgård m fl (1999) redovisas huruvida en förändring av grundvattenytans läge ger positiva eller negativa konsekvenser, beroende av markens fuktighet (grundvattenytans nivå) och grundvattnets rörlighet innan grundvattensänkningen. På blöta och fuktiga marker där grundvattnet har låg rörlighet så ökar tillväxten vid en grundvattensänkning. På frisk-fuktig och frisk mark så kan en grundvattensänkning däremot leda till en lägre tillväxt, om grundvattenytan blir permanent lägre än 2 meter under markytan. I torra marker är påverkan obetydlig.

De undermarksanläggningar som planeras kan i vissa fall orsaka dämning av grundvattnet, när de naturliga strömningsvägarna förändras. En dämning som leder till förhöjd grundvattenyta kan leda till en lägre tillväxt i skogen och då också en lägre produktivitet.

Förväntade följder:

- En grundvattensänkning i övre grundvattenmagasin kan öka respektive minska skogens tillväxt
 - I blöta och fuktiga marker förväntas en ökad tillväxt och därmed produktivitet
 - Mark som är frisk till torr förväntas få en marginellt minskad tillväxt och produktivitet.
- En sänkt grundvattennivå kan påverka grundvattnets rörlighet och därmed tillväxten
- Dämning, och därmed förhöjd grundvattenyta, till följd av undermarksanläggningar kan minska skogens tillväxt

Förutom förändringar i skogens produktivitet kan en sänkt grundvattennivå förändra karaktär och vegetation i blöta marker som sumpskogar, vilka ofta har ett högt naturvärde. Påverkan på naturvärde behandlas under naturmiljö.

7.10.2 Bedömningsgrunder och grund för konsekvensanalys

Eftersom kedjan påverkan->effekt->konsekvens är så komplex (se 7.10.1) används ett förenklat synsätt där tillväxten och produktiviteten inom ett område jämförs med tidigare utfall (under 5 år). Tillväxten och produktiviteten ska vara dokumenterad med uppgifter om typ av trädslag, grundvattenförhållanden, nederbördsförhållanden samt andra uppgifter om klimat.

I det fall en minskad tillväxt och produktivitet kan konstateras utbetalas ersättning med schablonbelopp baserade på erfarenhet från andra liknande fall.

7.11 Miljömål och miljö kvalitetsnormer

Sveriges riksdag har fastställt 16 nationella miljömål. Miljömålen syftar till att:

- främja människors hälsa
- värna den biologiska mångfalden och naturmiljön
- ta till vara kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena
- bevara ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga
- trygga en god hushållning med naturresurserna

Målen beskriver den kvalitet och det tillstånd för Sveriges miljö, natur- och kulturresurser som är ekologiskt hållbara på lång sikt. Miljömålen ska enligt miljöbalkspropositionen ge ledning för att bedöma vad en hållbar utveckling innebär och därigenom vara vägledande vid tillämpningen av bestämmelserna i miljöbalken.

7.11.1 Miljömål och miljö kvalitetsnormer som rör vatten

Grundvatten berörs av miljö kvalitetsmålet *Grundvatten av god kvalitet*. Målet definieras som: Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag. Miljö mållets intentioner är att grundvattenkvaliteten och grundvattentillgången inte ska påverkas negativt av mänsklig aktivitet.

Ytvatten berörs främst av miljö kvalitetsmålet *Levande sjöar och vattendrag*. Målet definieras som: Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas.

Både grundvatten och ytvatten berörs av miljö kvalitetsmålet *Giftfri miljö*. Målet definieras som: Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.

Yt- och grundvatten kan påverka våtmarker, vilket knyter an till miljö kvalitetsmålet *Myllrande våtmarker*. Målet definieras som: Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden.

I *bilaga 1 Miljömål* redovisas relevanta nationella, regionala och lokala miljömål som Förbifart Stockholm berör.

I Mälaren gäller miljö kvalitetsnormer (MKN) för fisk- och musselvatten. MKN avser dels värden som inte får överskridas eller underskridas annat än i viss angiven utsträckning, dels värden som ska eftersträvas. MKN finns bl a för temperatur, upplöst syre, pH, uppslammade fasta substanser, syreförbrukning och nitrit.

EG:s ramdirektiv för vatten syftar till att alla vattenförekomster, både yt- och grundvatten, skall ha en god status. I enlighet med ramdirektivet har samtliga vattenförekomster klassificerats med avseende på nuvarande kemisk status och ekologisk (ytvatten) alternativt kvantitativ status (grundvatten). Den

miljökvalitetsnorm (MKN) som ska uppnås till 2015 (alternativt 2021 om tidsfrist har medgetts av tekniska, ekonomiska eller naturliga skäl) har fastställts.

Längs Förbifart Stockholms påverkansområde finns ytvattenförekomsterna Mälaren - Görväln och Mälaren - Rödstensfjärden samt Bällstaån. Grundvattenförekomsten Tullingeåsen ligger strax norr och väster om Förbifart Stockholms anslutning till befintlig E4 i söder och Stockholmsåsen ligger nordost om vägens anslutning till befintlig E4 vid Häggvik. Vattenförekomsterna framgår av *figur 7.4*. I *tabell 7.1* visas aktuell status och MKN. För samtliga vattenförekomster gäller att god status ska uppnås till 2015 och statusen får inte heller försämrats.

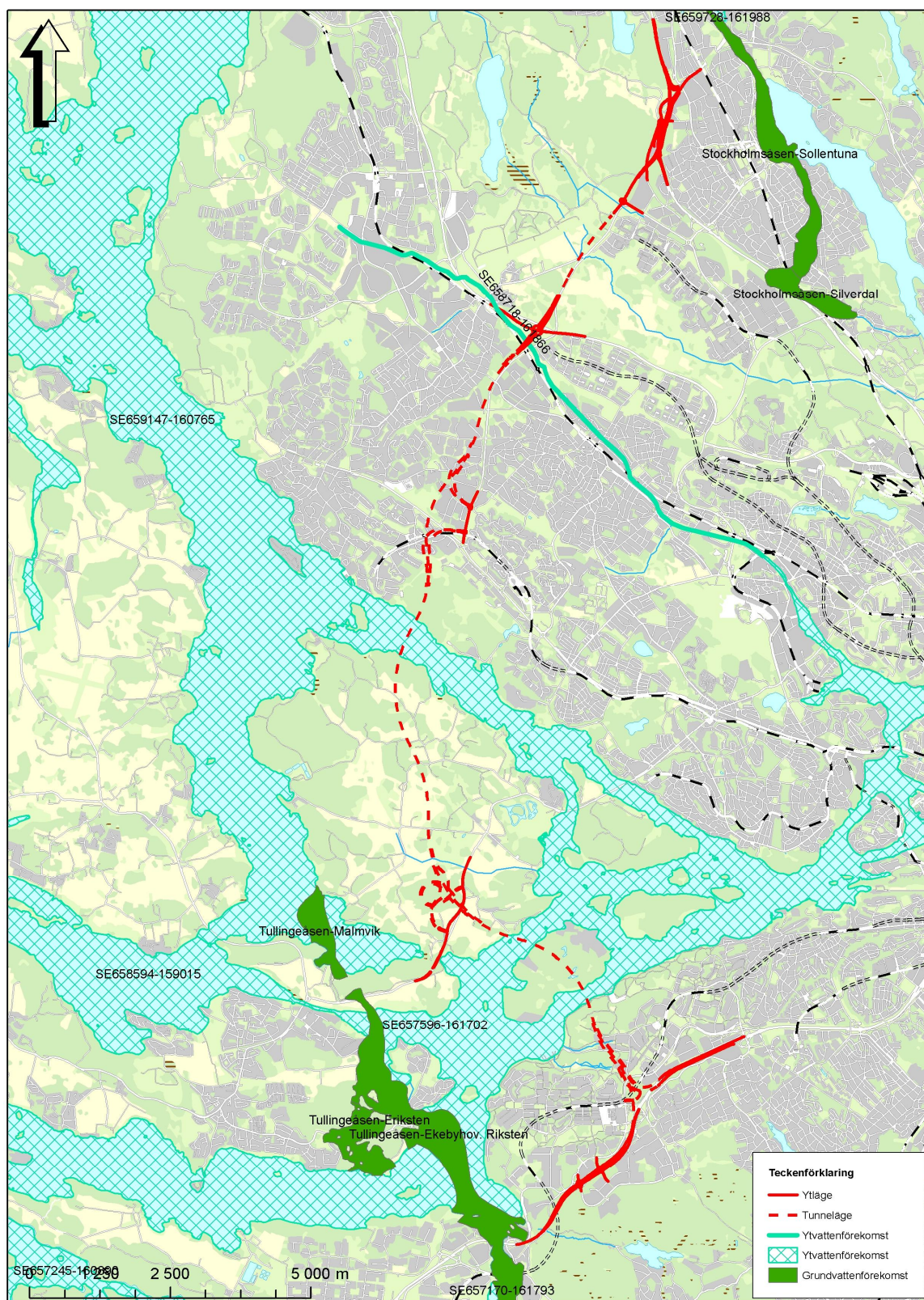
Tabell 7.1. Ekologisk och kemisk status och miljökvalitetsnorm (MKN) för aktuella vattenförekomster. För god kemisk status i ytvatten är kvicksilver undantaget.

Vattenförekomst Ytvatten	Nuvarande Ekologisk status	Nuvarande Kemisk status	MKN Ekologiska Kvalitetskrav	MKN Kemiska Kvalitetskrav
Mälaren- Rödstensfjärden (SE657596-161702)	God ekologisk status	Uppnår ej god kemisk status*	God status 2015	God status 2015 undantag för tributyltenn (TBT) (2021)
Mälaren - Görväln (SE659147-160765)	God ekologisk status	God kemisk status	God status 2015	God status 2015
Bällstaån (SE658718-161866)	Dålig ekologisk status	God kemisk vattenstatus	God status 2021	God status 2015
Vattenförekomst Grundvatten	Nuvarande kvantitativ status	Nuvarande Kemisk status	MKN Kvantitativ krav	MKN Kemiska Kvalitetskrav
Tullingeåsen – Ekebyhov, Riksten (SE656949-161825)	God kvantitativ status	God kemisk status	God status 2015	God status 2015
Tullingeåsen – Malmvik (SE657767-161453)	God kvantitativ status	God kemisk status	God status 2015	God status 2015
Stockholmsåsen – Sollentuna (SE659431-162098)	God kvantitativ status	God kemisk status	God status 2015	God status 2015

*Risk att god status inte uppnås till 2015.

Den här planerade vattenverksamheten berör inte grundvattenförekomsterna.

I det av vattenmyndigheterna beslutade Åtgärdsprogrammet anges att Trafikverket (i texten Vägverket) behöver ta fram kunskapsunderlag och genomföra åtgärder för att undanröja eller motverka vandringshinder och vägdragvattens påverkan på yt- och grundvatten. Detta särskilt i områden med vattenförekomster som inte uppnår, eller riskerar att inte uppnå, god ekologisk status eller god kemisk status. Trafikverket behöver även verka för att andra väghållare tar fram motsvarande kunskapsunderlag och genomför åtgärder.



Figur 7.4. Vattenförekomster som berörs eller ligger i direkt närhet till Förbifart Stockholm. Källa: SGU och SMHI.

7.11.2 Skyddade områden

Förbifart Stockholm passerar Mälaren och dess strandområden. Mälaren med stränder är skyddat genom olika typer av skydd, se *figur 7.5*.

Riksintressen regleras i miljöbalkens tredje och fjärde kapitel och syftar till att skydda områden eller anläggningar som har ett stort värde eller stor betydelse ur ett nationellt perspektiv. Områden med betydelse ska skyddas mot påtaglig skada. Vid en tvist mellan olika riksintressen ska det riksintresse ges företräde som bäst främjar långsiktigt god hushållning med mark och vatten.

Förbifart Stockholm berör följande riksintressen enligt 3 kapitlet miljöbalken
Riksintresse för kulturmiljövården:

- Lovö-Lindö (AB 30)
- Vällingby (AB 120)

Riksintresse för yrkesfiske:

- Mälaren

Riksintresse för sjöfarten:

- Farleden, södra Mälaren

Övrig kommunikation av riksintresse:

- Mälarbanan
- E4 inklusive Förbifart Stockholm
- E18 – ny sträckning via Kymlinge och Rissne

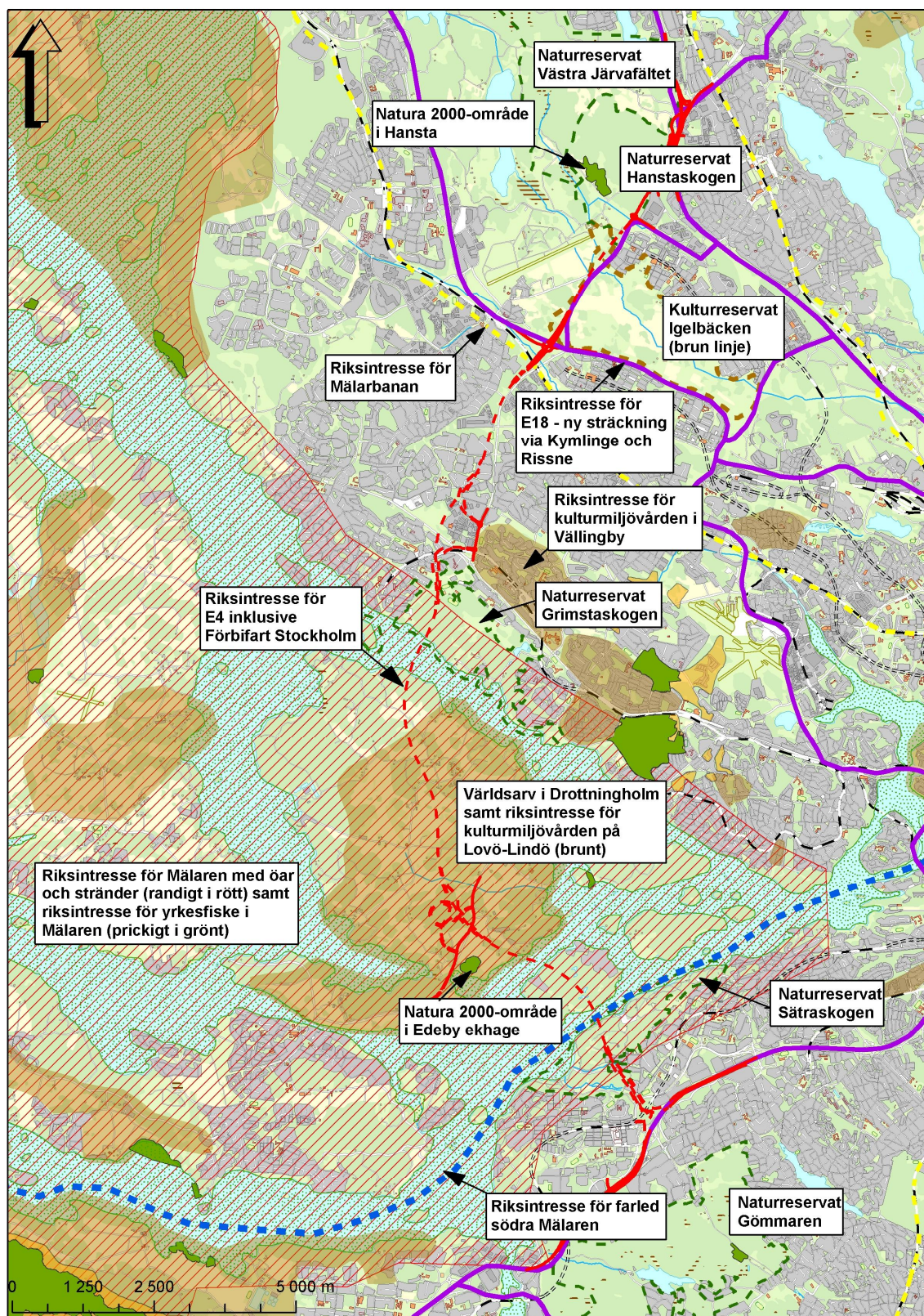
Den här planerade vattenverksamheten berör inte dessa riksintressen för kulturmiljö, yrkesfiske, sjöfart och kommunikation.

Mälaren med öar och strandområden är även av riksintresse enligt 4 kap miljöbalken, vilket innebär att inom området ska turismens och friluftslivets, främst det rörliga friluftslivets, intressen särskilt beaktas. Den här planerade vattenverksamheten berör inte detta riksintresse.

Natura 2000-områden är riksintresse enligt 4 kapitlet miljöbalken. Inom, eller i direkt närhet till, vägkorridoren för Förbifart Stockholm ligger två Natura 2000-områden.

- Edeby ekhage (SE 0110188) knappt 100 meter från cirkulationsplats Tillflykten vid trafikplats Lovö,
- Hansta (SE 0110317) cirka 500 meter från trafikplats Akalla.

Drottningholms slott med omgivande slottspark och landskap är klassat som världsarv. Ett världsarv är ett kulturminne eller naturminne som är så värdefullt att det är en angelägenhet för hela mänskligheten.



Figur 7.5. Skyddade områden längs Förbifart Stockholms sträckning.

Vattenskyddsområdet Östra Mälaren är inrättat för att skydda Mälaren som vattentäkt och dess dricksvattenkvalitet (*figur 7.6*). Inom vattenskyddsområdet finns ett antal vattentäkter som försörjer ca 2 miljoner människor i Stockholmsområdet. Föreskrifter tillhörande vattenskyddsområdet reglerar aktiviteter inom området. Byggarbeten och driftskede berör både primär och sekundär skyddszon och påverkas av vissa av skyddsföreskrifterna.

Naturreservaten Gömmaren, Sätmaskogen, Grimsta, Hansta och Östra Järvafältet finns inom eller nära vägkorridoren.

Vägkorridoren passerar kulturreseptatet Igelbäcken.

Byggnationer och anläggningar i strandområdet berörs av strandskyddet, som sträcker sig 100 meter upp på land från normalt vattenstånd. Strandskyddet regleras i 7 kapitlet miljöbalken. Den här planerade vattenverksamheten berör inte strandskyddet.

Strax söder om Stångholmen finns Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium. Laboratoriet har stora försöksanläggningar med 7 dammar och flera tråg. Anläggningen ligger utanför påverkansområdet och berörs inte.

7.12 Planförhållanden

Regionplane- och Trafikkontoret (RTK) har tagit fram en regional utvecklingsplan för Stockholmregionen, RUFS 2010. Meningen är att samordna regionens övergripande planering och utveckling. Planeringshorisont är 2030 och 2050. I RUFS finns Förbifart Stockholm med som ett viktigt projekt för regionens infrastruktur.

I Huddinge kommun arbetar man med en fördjupad översiktsplan för Kungens kurva och detaljplanearbete för kommunala vägar i anslutning till Förbifart Stockholm. Kommunen avser inte att detaljplanelägga de berörda delarna av Förbifart Stockholm eftersom arbetsplanen är tillräckligt styrande. I de delar där det finns gällande detaljplaner som berörs kommer dessa att upphävas för att inte stå i strid med arbetsplanen. Kommunens planarbete för Förbifart Stockholm beskrivs i en programhandling.

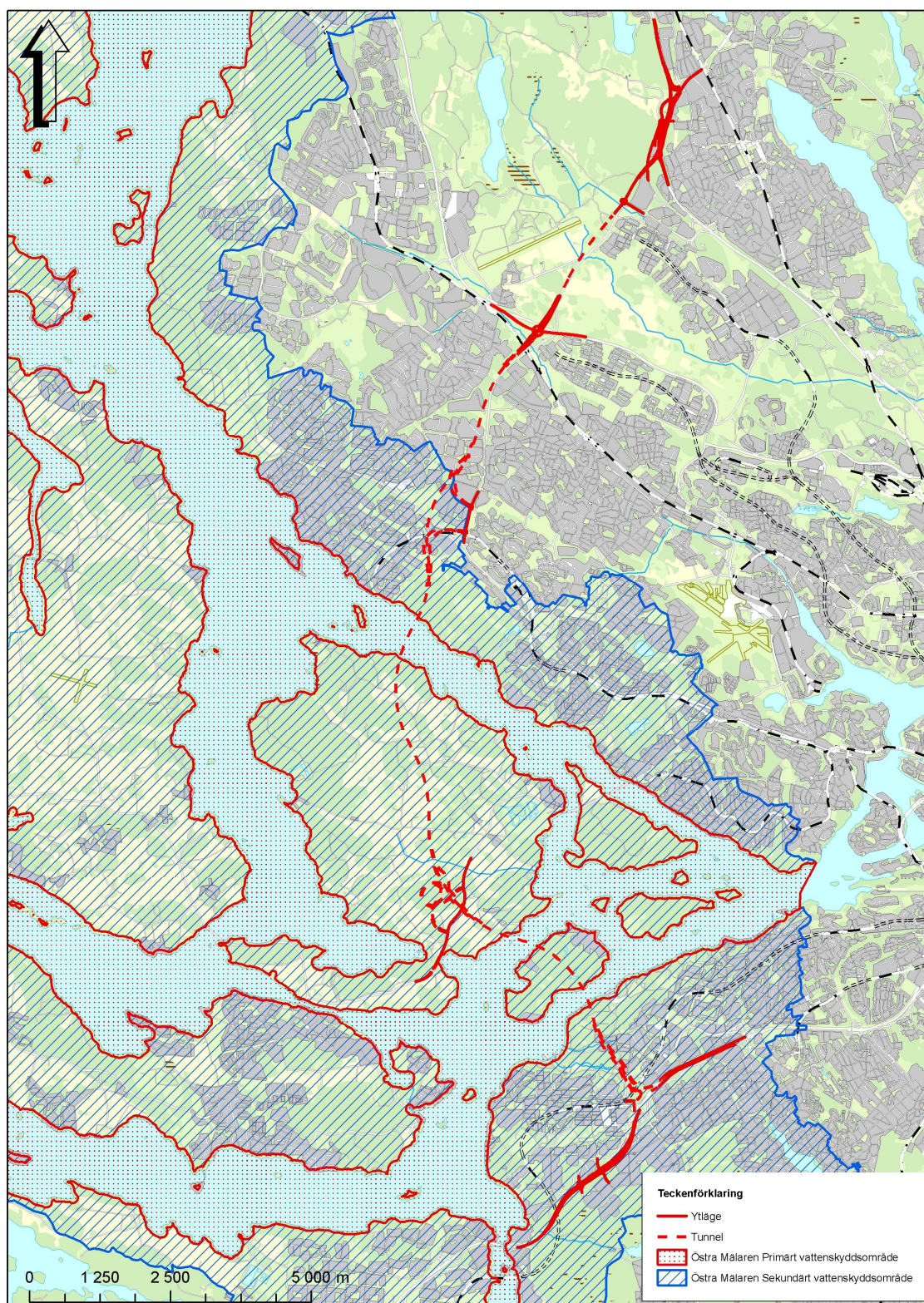
I Stockholm stad arbetar man med en fördjupad översiktsplan för området kring Kungens kurva. Därutöver pågår detaljplanearbete för Förbifart Stockholm, en begravningsplats vid trafikplats Hjulsta, centrumomvandling av Skärholmens centrum, bostäder på Ekholmsvägen, bostäder vid Johannelundstoppen samt planläggning av de delar av Hässelby slott som omfattas av byggnadsminne.

Ekerö kommun avser att detaljplanelägga trafikplats Lovö.

Järfälla arbetar med detaljplaner för Barkabystaden som gränsar mot vägsträckningen.

Sollentuna kommun planerar inte att detaljplanelägga den del av Förbifart Stockholm som berör kommunen. De gällande detaljplaner som berörs kommer att upphävas eller ändras, vilket beskrivs i en programhandling. Kommunen arbetar dock med detaljplan för arbetsplatser vid Kista intill Förbifart Stockholms anslutning till E4/E20.

Ett speciellt PM om planförhållandena längs sträckningen har tagits fram i arbetsplanen, för detaljer hänvisas till denna.



Figur 7.6. Östra Mälarens vattenskyddsområde.