

Bilaga F9. Åtgärdsplan för inläckage i tunnelanläggning

Stockholm Vatten VA AB

Stockholms Framtida Avloppsrening

Stockholm 2015-06-15

Bilaga F9. Åtgärdsplan för inläckage i tunnelanläggning

Datum 2015-06-15

Diarienummer 13SV150

Utgåva/Status Tillståndshandling

Jan Salomonson

Uppdragsledare

Marcus Heinke

Handläggare

Mattias von Brömssen

Teknikansvarig Hydrogeologi

Uppdragsnummer 1320000111

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning	4
1.1	Syfte.....	4
2.	Definitioner	4
3.	Skaderisker	4
4.	Arbetsmetodik.....	5
4.1	Utredning av skaderisker	5
4.2	Besiktning av byggnader och anläggningar	5
4.3	Kontroll avseende grundvattenbortledning	5
4.3.1	Referensmätningar	5
4.3.2	Kontrollprogram.....	6
4.3.3	Inläckagekrav och krav på upprätthållande av grundvattennivåer i delområden som överlagras av lera	6
4.3.4	Uppföljning och redovisning	8
4.4	Tunneldrivning, bergtätning, kontroll och åtgärder	8
4.5	Överskridande av kontrollvärden och aktivering av åtgärdsplan.....	8
4.6	Effekter av överskridande	8
5.	Åtgärdsplan.....	9
5.1	Steg 1 - Grundläggande åtgärder, utförs alltid.....	9
5.2	Steg 2 - Om larmnivåer för grundvattennivåer underskrids.....	10
5.3	Steg 3 - Ytterligare skyddsåtgärder	10
5.4	Steg 4 - Avstämning med GK3-granskare	11

1. Inledning

1.1 Syfte

Här redovisas hur Stockholm vatten AB ska vidta åtgärder om uppföljning av inläckage till berganläggningen och/eller grundvattennivåer under byggskedet visar på ett högre inläckage eller risk för större skador än förväntat.

Denna åtgärdsplan är framtagen som underlag för prövningen enligt Mark- och Miljödomstolen och är avsedd att utgöra del av kontrollvärden resp. villkor för inläckage av grundvatten till tunneln och upprätthållande av grundvattennivåer.

2. Definitioner

Byggskede Det skede under vilket byggnation pågår som förändrar bortledningen av grundvatten, t.ex. drivning av tunnel, borrning av schakt, bergförstärkning, injektering m.m.

Driftskede Det skede som startar efter byggskedet då anläggningen är slutbesiktigad och överläts till driften på Stockholm Vatten AB och då ingen större förändring av vattenverksamheten längre sker. För berganläggningar innebär det att tunneldelar inom samma delområde är färdigutsprängda och tätade. För schakt i jord innebär det att samtliga anläggningsdelar som påverkar samma grundvattenmagasin i jord, och i förekommande fall villkorsområde, är färdigbyggda och anläggningens påverkan på grundvattennivåer i omgivningen har stabiliserats.

Injekteringsklass Injekteringsklass är kopplad till en bergklass och omgivningspåverkan med varierande skärmgeometri och injekteringsrecept, se TB kap 11, Grundvattenbortledning.

Kontrollvärde för inläckage Målsättning för inläckage. Vid risk för överskridande ska åtgärder vidtas, stegvis, enligt åtgärdsplanen vidtas.

Larmvärde för grundvattennivå Nivå för grundvatten som antingen avviker från prognostiserad nivå vid planerad anläggning eller innebär risk för skada.

3. Skaderisker

De risker för skador som är förknippade med grundvattenbortledningen finns redovisade i TB, kap 11, Grundvattenbortledning. Dels generellt i kapitel 7 och dels specifikt för respektive geografiskt område längs med tunnelsträckan (kapitel 10-15).

4. Arbetsmetodik

4.1 Utredning av skaderisker

En inventering har gjorts av objekt som skulle kunna skadas på grund av bortledning av grundvatten med ev. efterföljande grundvattennivåsänkningar till följd. Uppgifterna kommer från inventering i offentliga arkiv, fältbesiktningar och uppgifter från fastighetsägare. Grundvatteninläckagets storlek med den beskrivna täthetsklassen har beräknats. Inläckaget är vidare jämfört med mängd tillgängligt vatten enligt utförd vattenbalansberäkning. Resultaten redovisas i TB kap 11, Grundvattenbortledning med tillhörande bilaga 5.

4.2 Besiktning av byggnader och anläggningar

Stockholm Vatten ansvarar för att förbesiktning sker av alla byggnader, anläggningar och tunnlar som riskerar att skadas av grundvattensänkning eller vibrationer. Stockholm Vatten har beslutat att besiktning ska ske av samtliga byggnader inom 150 m från Stockholm Vattens planerade tunnel samt inom sättningskänsliga områden inom påverkansområdet. Eftersom besiktningen avser objekt som kan skadas av såväl vibrationer som sättningar på grund av grundvattensänkning kommer alla byggnader inom sättningskänslig mark inom detta avstånd att täckas av besiktning. Utöver detta ska ytterligare byggnader och eventuellt anläggningar inom områden med sättningskänslig mark besiktigas på grund av risk för skador på grund av grundvattensänkning. När tunneldrivningen passerat byggnaderna med minst 500 m sker en efterbesiktning. Eventuella skador som uppstår längre tid efter tunneldrivning i området, och som antas vara orsakade av den grundvattenbortledning som sker till den byggda anläggningen, ska anmälas till Stockholm Vatten för åtgärd. Om fastighetsägaren inte är nöjd med Stockholm Vattens reglering av skadan finns även möjlighet att få skadan prövad som oförutsedd skada vid mark- och miljödomstolen.

Servisledningar på enskilda fastigheter inom områden med sättningskänslig mark kommer inte att kunna besiktigas i förväg. Istället kommer Stockholm Vatten åtgärda akuta skador efter överenskommelse med respektive fastighetsägare. Reglering av ersättning sker i efterhand enligt skadeståndsrättsliga principer.

4.3 Kontroll avseende grundvattenbortledning

4.3.1 Referensmätningar

Kontroll av grundvattennivåer har påbörjats under 2014. Antalet kontrollrör har utökats och kommer utökas ytterligare i samband med att ett detaljerat kontrollprogram upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten. Historiska mätdata är inhämtat i genomförd inventering och redovisas i TB kap 11, Grundvattenbortledning, samt finns i en databas hos Stockholm Vatten. Marksättningar kontrolleras från och med 2015. Historiska data avseende marksättningar är inhämtade och redovisas i TB kap 11, Grundvattenbortledning.

4.3.2 Kontrollprogram

Kontroll av inläckage och omgivningspåverkan till följd av bortledning av grundvatten kommer att utföras i enlighet med det kontrollprogram som ska tas fram i samråd med tillsynsmyndigheten innan grundvattenbortledningen får påbörjas.

4.3.2.1 Inläckage (endast byggskede)

Åtgärder avseende inläckage i berganläggningar under byggskedet ska utgå från denna åtgärdsplan. Kontroll av i vilken mån planerad täthet uppnås erhålls dels från analys av mätdata från utförd injektering i tunnelsystemet, dels från mätningar av dränvattenflöde i tunneln under byggtiden. Den senare mätningen görs dels genom kontroll av mängd vatten som tillförs tunneln genom berget, dels genom kontroll av ingående och utgående vatten.

Under driftskedet kommer inläckaget inte att kunna mätas då tunneln kommer leda avloppsvatten.

4.3.2.2 Omgivningspåverkan (bygg- och driftskede)

Omgivningskontrollen utgörs av manuella och automatiska mätningar av grundvattennivå i grundvattenrör i jord samt brunnar i berg och för bergvärme och sättningsrörelser i mark och byggnader.

4.3.3 Inläckagekrav och krav på upprätthållande av grundvattennivåer i delområden som överlagras av lera

Under byggskedet ska styrning ske så att de kontrollvärden för inläckage som redovisas i kontrollprogrammet för kortare sträckor inte överskrids. I tabell 1 nedan redovisas summerade kontrollvärden för respektive delområde, avseende i) inläckagevärden under byggtiden och ii) omgivningspåverkan m.a.p. grundvattennivåer under bygg- och anläggningstiden.

Tabell 1. Kontrollvärden för inläckage summerade för respektive delområde.

Delsträcka ¹⁾	Längdmätning ²⁾ (m)	Geologiskt avsnitt ³⁾	Tunneldjup ⁴⁾ (m)	Beräknat inläckage, tillika kontrollvärde ⁵⁾ (l/min × 100 m)	Krav på grundvattennivå, tillika larmnivå ⁶⁾	Skyddsobjekt inom påverkansområdet ⁷⁾
Åkeshov, inkl. arbetstunnel	0+000 - 0+850	Lerområde, samt berg i dagen el. morän	-27,50 - -28,4	1,4	Ingen ytterligare avsänkning i friktionsjord i områden med lerdjup > 2,5 m	ENE brunnar, sättningskänsliga byggnader
Nockeby	0+850 - 2+750	Berg i dagen el. morän	-28,4 - -30,25	4,6	-	ENE brunnar
Ålstens brygga	2+750 - 3+400	Lerområde, berg i dagen el. morän	-30,25 - -30,9	3,1	<1 m avsänkning i friktionsjord i områden med lerdjup >5 m	ENE brunnar, Sättningskänsliga byggnader
Smedsslätten, inkl. arbetstunnel	3+400 - 4+150	Lerområde, Berg i dagen el. morän	-30,9 - -58,2	3,3	Ingen ytterligare avsänkning i friktionsjord i områden med lerdjup >5 m	ENE brunnar, sättningskänsliga byggnader
Mälarpassagen	4+150 - 4+700	Mälaren	Lägsta punkt ca -80	Avses ej regleras i domen	-	
Eolshäll, inkl. arbetstunnel	4+700 - 5+450	Berg i dagen el. morän, lermark	-66,3 - -35,5	6,5	-	ENE brunnar
Örnsberg	5+450 - 6+000	Lerområde	-35,5 - -36,1	2,3	<1 m grundvattenavsänkning i friktionsjord med lerdjup >2,5 m	ENE brunnar, Sättningskänsliga byggnader
Aspudden/ Vinterviken	6+000 - 8+000	Lerområde + Berg i dagen el. morän	-36,1 - -38,1	5,0	-	ENE brunnar, Sättningskänsliga byggnader
Årstadal/ Liljeholmskajen, inkl. arbetstunnel	8+000 - 9+000	Lerområde	-38,1 - -39,1	2,8	Ingen ytterligare avsänkning i friktionsjord i områden med lerdjup > 2,5 m	Sättningskänsliga byggnader
Årsta Gärd	9+000 - 9+850	Lerområde	-39,9 - -39,9	4,5	-	
Årsta östra, inkl. arbetstunnel	9+850 - 11+350	Berg i dagen el. morän	-39,9 - -41,4	5,6	-	ENE brunnar
Johanneshov - Sickla	11+350 - 13+655	Berg i dagen el. morän, Rullstensås	-41,4 - -43,7	7,1	-	ENE brunnar
Sickla pumpstation		Berg i dagen el. morän	- -43,7	28 (l/min för hela anl.)	-	

- 1) Namngiven delsträcka
- 2) Tunnelns längdmätning
- 3) Huvudsaklig geologi
- 4) Ungefärlig nivå för tunnelbotten (m)
- 5) Inläckage under byggtiden, beräknade värden, tillika kontrollvärden för inläckage
- 6) I förekommande fall, krav på upprätthållande av grundvattennivå, larmnivå
- 7) Huvudsakliga skyddsobjekt inom påverkansområdet, ENE = energibrunnar

Delsträckorna redovisas områdesvis i bilaga 5 till TB kap 11, grundvattenbortledning. För delavrinningsområden längs med sträckan har vattenbalanser beräknats vilka redovisas där. Inläckagemängderna i kontrollprogrammet utgår från de inläckage som ingår i dessa vattenbalanser samt de modelleringar som utgör underlag för bedömningen av påverkan från grundvattenbortledningen. Utfallet av inläckagemätningarna, först för de olika anläggningsdelarna, och sedan de olika delsträckorna, summeras och det ackumulerade inläckaget följs upp.

4.3.4 Uppföljning och redovisning

Stockholm Vatten ska löpande rapportera resultat från genomförd kontroll enligt den frekvens som framgår av kontrollprogrammet. Vid risk för överskridande av kontrollvärden ska åtgärder vidtas enligt nedan.

4.4 Tunneldrivning, bergtätning, kontroll och åtgärder

Vid tunneldrivningen kommer berget fortlöpande att undersökas och tätas före utsprängning. Genom de förundersökningar som genomförs i samband med tunneldrift erhålls hela tiden kunskap om berget ca 20 m framför den bergmassa som ska sprängas ut. Kunskap erhålls alltså om det berg som ska sprängas ut en till två veckor senare. I samband med injekteringsarbetet registreras mätdata som analyseras och ger kunskap om dels bergets hydrogeologiska förutsättningar, dels hur väl injekteringen lyckas. Resultaten används för att optimera injekteringsarbetet. Resultatet av injekteringsarbetet kontrolleras efter utsprängning genom att mäta mängden dränvatten som läcker in i tunneln. Visar det sig att inläckaget till tunnarna påverkar omgivningen mer än väntat kan tätningsförfarandet behöva ändras.

4.5 Överskridande av kontrollvärden och aktivering av åtgärdsplan

Om det konstateras att inläckaget efter utsprängning av berg riskerar att överskrida de kontrollvärden för inläckage som redovisas i kontrollprogrammet ska åtgärdsplanen aktiveras.

Åtgärder enligt åtgärdsplanen ska även vidtas om det visar sig att inläckaget till berganläggningarna förorsakar att grundvattennivån i omgivningen underskrider de larmvärde för grundvattennivåer som redovisas i kontrollprogrammet.

4.6 Effekter av överskridande

Ett överskridande av kontrollvärde kan bero på att modellen för att fördela det beräknade inläckaget med vald injekteringsklass på respektive anläggningsdel inte stämmer. Detta beror på att det är svårt att förutse bergkvaliteten. Så länge inte

hela delsträckan är utsprängd finns möjlighet att justera utförandet av tunneldrivningen och inläckaget behöver inte överstiga inläckaget för hela delsträckan enligt kontrollprogrammet.

Även om inläckaget inom en delsträcka överskrider kontrollvärdet i kontrollprogrammet så innebär det inte automatiskt att skador uppstår eller att konsekvenserna blir värre än vad som redovisas i MKBn. De beräknade inläckagen innebär vissa osäkerheter och redovisningen har gjorts med marginaler. Det kan t.ex. finnas mer vatten tillgängligt än vad som antagits i vattenbalansen, t.ex. genom att dagvatten infiltrerar i marken istället för att ledas bort inom tätbebyggda områden.

Om kontrollvärdet för inläckaget överskrids och omgivningskontrollen visar att det finns risk för skador i omgivningen ska skyddsåtgärder vidtas. I TB kap 11, Grundvattenbortledning redovisas en högre risk för skador inom vissa delsträckor. I bl.a. dessa områden kan det vara aktuellt att vidta ytterligare skyddsåtgärder även utan ett överskridande av kontrollvärdet i kontrollprogrammet. Behovet av åtgärder triggas då igång av omgivningskontrollen, i första hand pejling av grundvattennivån.

5. Åtgärdsplan

5.1 Steg 1 - Grundläggande åtgärder, utförs alltid
Steg 1 vidtas vid misstanke om att inläckaget kommer att överstiga kontrollvärdet för inläckage eller om det visar sig att inläckaget till berganläggningarna förorsakar att grundvattennivån i omgivningen underskrider de larmvärde för grundvattennivåer som redovisas i kontrollprogrammet. I det fall larmnivåer för grundvattennivåer överskrids vidtas dessutom alltid åtgärder enligt steg 2.

1. Kontroll

Kontrollen av grundvattennivåer i närområdet sker kontinuerligt. En kompletterande referensmätning görs av kontrollpunkter för sättningsmätningar. Utförd inläckagemätning kontrolleras.

2. Utvärdering av orsak till överskridande

En utvärdering görs av utförda injekteringar för att bedöma eventuella avvikelser från design, tidigare skärmar, felaktigheter i utförande, m.m. Efter skrotning karteras berget och dess egenskaper med avseende på inläckage dokumenteras särskilt. Underlaget används för att analysera orsaken till att inläckaget är större än kontrollvärdet.

3. Täta läckage kopplat till produktionen

Eventuella läckande borrhål i tunneln gjuts igen. Vattenledningar i tunneln ses över och eventuella läckage åtgärdas.

4. Förnyade inläckagemätningar

Förnyade inläckagemätningar utförs för att verifiera eller avfärda risken för överskridande av kontrollvärden för inläckage.

5.2 Steg 2 - Om larmnivåer för grundvattennivåer underskrids

Om det i Steg 1 framgår att inläckaget till berganläggningarna förorsakar att grundvattennivån i omgivningen underskrider de larmvärden för grundvattennivåer som redovisas i kontrollprogrammet, ska även åtgärder enligt Steg 2 vidtas.

5. Information tillsynsmyndigheten

Tillsynsmyndigheten informeras om konstaterat eller misstänkt överskridande av kontrollvärden för inläckage och underskridande av larmvärdet för grundvattennivå enligt kontrollprogrammet. Redovisningen ska också innehålla en första bedömning av vilka konsekvenser detta kan få samt redovisning av vilka åtgärder Stockholm Vatten avser att vidta.

6. Effekter av ökat inläckage

En utredning utförs av effekter av inläckaget och risken för skador bedöms. Utredningen ska utföras som en känslighetsanalys där effekten av olika inläckage analyseras. Den kan sedan användas som beslutsunderlag för vidare åtgärder.

7. Justering av injekteringsförfarande

Injekteringsförfarandet justeras inför kommande skärmar. Om en enklare injekteringsklass används kan det bli aktuellt att ändra till en mer omfattande injekteringsklass. Endast om utredning av effekter visar att det inte föreligger risk för ytterligare skada kan ursprungligt injekteringsförfarande bibehållas.

5.3 Steg 3 - Ytterligare skyddsåtgärder

I områden där risk för skador finns, trots omfattande injektering, ska även nedanstående åtgärdssteg beaktas. Det är enbart om åtgärder enligt Steg 1 och 2 visar att effekterna av inläckaget inte riskerar att leda till skador som åtgärderna inte behöver vidtas. Detta ska kunna motiveras i den redovisning som görs till tillsynsmyndigheten enligt ovan. Områden där risk för skador kan föreligga trots omfattande tätning har lyfts fram i TB kap 11, Grundvattenbortledning.

8. Skyddsinfiltration

I TB kap 11, Grundvattenbortledning har ett område som är extra känsliga för ökad dränering av grundvattnet pekats ut. Detta är Åkeshov/Bromma, Örnberg och Liljeholmen. Beroende på deras sårbarhet finns i vissa fall projektering och även byggnation, av infiltrationsanläggning med som föreslagna skyddsåtgärd. I dessa områden kan skyddsinfiltration påbörjas om grundvattenmagasinet bedöms

påverkas så att påtaglig risk för skada föreligger på grund av det ökade inläckaget.

9. Extra omfattande tätning alt. grundförstärkning

Vid stor avvikelse mot förväntade förhållanden och risk för skador kan även injektering med alternativa injekteringsmedel, efterinjektering, betonglining eller andra tätningsmetoder behöva beaktas. Om sannolikheten för skadliga sättningar bedöms hög, eller konsekvenserna oacceptabla kan grundförstärkning av särskilt känsliga byggnader vara ett alternativ till extra omfattande tätning med exempelvis lining.

10. Avstämning med tillsynsmyndigheten

Efter avslutade åtgärder enligt ovan ska tillsynsmyndigheten informeras om utförda kontroller, genomförda åtgärder samt utredda effekter inklusive skaderisker. Information om hur Stockholm vatten avser att gå vidare ska framgå. Avstämning sker med tillsynsmyndigheten om steg 4 ska initieras. Det överskridande inläckaget kvantifieras och flödet adderas till prognosen för inläckage längs hela det delområde som omfattas av villkor för tätade berganläggning.

Om Stockholm Vatten och tillsynsmyndigheten inte är överens om vilka åtgärder som ska vidtas inom ramen för åtgärdsplanen kan tillsynsmyndigheten förelägga Stockholm vatten att vidta ytterligare åtgärder.

5.4 Steg 4 - Avstämning med GK3-granskare

Stockholm Vatten avser anlita en oberoende granskare, s.k. GK3 granskare, för granskning av hanteringen av inläckage i berganläggningar. I enlighet med instruktionen för GK3 bevakar de risken för skador på tredje man. GK3-granskarna kommer att följa Stockholm Vattens arbete enligt åtgärdsplanen och då även beakta risk för andra skador än på tredje man. GK3-granskarna utgör också en objektiv part i diskussioner om möjliga åtgärder. På tillsynsmyndighetens begäran kan GK3-granskarna bidra med bedömning av om åtgärder kan anses vara ekonomiskt rimliga och tekniskt försvarbara.