

Stockholms framtida avloppsrening – MB 3980-15 Komplettering

Bilaga 2 (ersätter Bilaga F9 till MKB – Åtgärdsplan
för Inläckage i tunnelanläggning daterad 20150615)

Stockholm 2016-02-24

Bilaga F9. Åtgärdsplan för inläckage i berganläggningar och grundvattensänkning i jord

Stockholm Vatten VA AB

Stockholms Framtida Avloppsrening

Stockholm 2016-02-24

Bilaga F9. Åtgärdsplan för inläckage i berganläggningar och grundvattensänkning i jord

Datum 2016-02-24

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.	Arbetsmetodik.....	4
3.1	Utredning av skaderisker.....	4
3.2	Besiktning av byggnader och anläggningar.....	4
3.3	Kontroll avseende grundvattenbortledning.....	5
3.3.1	Referensmätningar.....	5
3.3.2	Kontrollprogram.....	5
3.3.3	Inläckagekrav och krav på upprätthållande av grundvattennivåer i delområden som överlagras av lera.....	5
3.3.4	Uppföljning och redovisning.....	7
3.4	Tunneldrivning, bergtätning, kontroll och åtgärder	7
3.5	Överskridande av kontrollvärden för inläckage och begränsningsvärden för grundvattensänkning och aktivering av åtgärdsplan	7
4.	Åtgärdsplan för fastmarksområden, inkl. Sickla bergum, som omfattas av kontrollvärde för inläckage	8
5.	Åtgärdsplan för lerområden som omfattas av kontrollvärde för inläckage	9
6.	Åtgärdsplan för lerområden som omfattas av begränsningsvärden för grundvattensänkning	10

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 om begränsningsvärdet för grundvattensänkning överskrids. Denna åtgärdsplan är framtagen som underlag för Mark- och miljödomstolens prövning av projektet.

2. Definitioner

Byggskede Det skede under vilken tunneln byggs fram tills den tas i drift.

Driftskede Det skede som startar efter byggskedet då anläggningen är slutbesiktigad och då den tas i drift, d.v.s. då avloppsvattnet släpps på.

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.

Begränsningsvärde för grundvattensänkning Grundvattenavsänkning som bedöms innebära risk för skada och som därmed inte får överskridas.

3. Arbetsmetodik

3.1 Utredning av skaderisker

En inventering har gjorts av objekt som skulle kunna skadas på grund av bortledning av grundvatten med ev. efterföljande grundvattennivåsenkningar 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.

3.2 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 på sättningssänslig mark inom detta avstånd att täckas av besiktning. Utöver detta ska ytterligare byggnader och eventuellt anläggningar inom områden med sättningssänslig mark besiktigas på grund av risk för skador på grund av grundvattensänkning.

3.3 **Kontroll avseende grundvattenbortledning**

3.3.1 **Referensmätningar**

Kontroll av grundvattennivåer har påbörjats under 2014. Antalet kontrollrör har utökats och kommer att utökas ytterligare i samband med att ett detaljerat kontrollprogram upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten. Historiska mätdata är inhämtade 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. Sättningskontroller av byggnader kommer att genomföras och portrycksstationer kommer att nyttjas för uppföljning i lerområden.

3.3.2 **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.

3.3.2.1 *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.

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

3.3.2.2 *Omgivningspåverkan (bygg- och driftskede)*

Omgivningskontrollen utgörs av manuella och automatiska mätningar av grundvattennivåer i grundvattenrör i jord samt brunnar i berg och för bergvärme och sättningsrörelser i mark och byggnader. Sättningskontroller av byggnader kommer att genomföras och portrycksstationer kommer att nyttjas för uppföljning i lerområden.

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

I tabell 1 nedan redovisas kontrollvärden för respektive delområde, avseende i) inläckagevärden under byggtiden och ii) omgivningspåverkan med avseende på grundvattennivåer under bygg- och anläggningstiden.

Tabell 1. Kontrollvärden för inläckage 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 begränsningsvärde ⁶⁾	Skyddsobjekt inom påverkansområdet ⁷⁾
1. 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
2. Nockeby	0+850 - 2+750	Berg i dagen el. morän	-28,4 - -30,25	4,6	-	ENE brunnar
3. 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
4. Smedslätten, 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
5. Mälarpassagen	4+150 - 4+700	Mälaren	Lägsta punkt ca -80	Regleras inte	-	
6. Eolshäll, inkl. arbetstunnel	4+700 - 5+450	Berg i dagen el. morän, lermärk	-66,3 - -35,5	6,5	-	ENE brunnar
7. Örsberg	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
8. Aspudden/Vinterviken	6+000 - 8+000	Lerområde + Berg i dagen el. morän	-36,1 - -38,1	5,0	-	ENE brunnar, Sättningskänsliga byggnader
9. 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
10. Årsta Gärd	9+000 - 9+850	Lerområde + Berg i dagen el. morän	-39,9 - -39,9	4,5	-	
11. Årsta östra, inkl. arbetstunnel	9+850 - 11+350	Berg i dagen el. morän	-39,9 - -41,4	5,6	-	ENE brunnar
12. Johannes-hov - Sickla	11+350 - 13+655	Berg i dagen el. morän, Rullstensås	-41,4 - -43,7	7,1	-	ENE brunnar
13. Sickla pumpstation		Berg i dagen el. morän	- -43,7	28 (l/min för tillkommande 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, begränsningsvärde för grundvatten
- 7) Huvudsakliga skyddsobjekt inom påverkansområdet, ENE = energibrunnar

3.3.4 **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.

3.4 **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. All sonderings-, injekterings- och salvborring kommer att loggas med idag beprövade tekniska mätinstrument, Measurement While Drilling, MWD. Mätinstrumentet registrerar matningstryck, rotationshastighet, borrsjunkning, spolvattenförlust, m.m. vilket ger en detaljerad bild av framförvarande bergmassas egenskaper såsom bergart, geologi, sprickor, zoner, hållfasthet m.m. Resultaten används för att optimera injekteringsarbetet. Resultatet av injekteringsarbetet kontrolleras efter utsprängning genom att mäta mängden vatten som läcker in i tunneln. I lerområdena kan det även bli fråga om skyddsinfiltration.

3.5 **Överskridande av kontrollvärden för inläckage och begränsningsvärden för grundvattensänkning och aktivering av åtgärdsplan**

Om det konstateras att inläckaget efter utsprängning av berg riskerar att överskrida de kontrollvärden för inläckage som redovisas i kontrollprogrammet (här ovan redovisade tabell 1) ska åtgärdsplanen aktiveras.

Åtgärder enligt åtgärdsplanen ska även vidtas om det visar sig att inläckaget till berganläggningarna förorsakar att begränsningsvärdena för grundvattensänkning överskrids.

4. Åtgärdsplan för fastmarksområden, inkl. Sickla bergum, som omfattas av kontrollvärden för inläckage

Bedömningen är att injekteringskonceptet för områden som endast berörs av kontrollvärde för inläckage ska utföras med en injekteringsomgång. Kontrollvärdet är uppsatt som ett mål att innehållas. Följande steg vidtas om inläckaget överstiger kontrollvärdet för inläckage (se Tabell 1).

En andra injekteringsomgång sker endast om det finns indikation i MWD-data eller vattenförlustresultat som visar på stora avvikelser (mer än dubbla kontrollvärdet) mot uppsatt kontrollvärde.

Ett eventuellt större inläckage i en begränsad zon kan omhändertas med efterinjektering.

1. Kontroll av inläckagemätningar

Vid ett överskridande verifieras detta med förnyad mätning. Därefter vidtages åtgärder enligt nedan.

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.

Vid den geologiska karteringen av berget dokumenteras, förutom geologi, även vattenförande sprickor och större inläckage. Underlaget används tillsammans med övrig information, från t.ex. MWD-borringen, för att analysera orsaken till att inläckaget är större än kontrollvärdet.

3. Information tillsynsmyndigheten

Tillsynsmyndigheten informeras om konstaterat eller misstänkt överskridande av kontrollvärden för inläckage.

4. Justering av injekteringsförfarande

Överskrids kontrollvärdet kan antalet hål i kommande skärmar komma att förtätas. Optimeringen av injekteringskärmens täthet kommer även styras genom variation av andra parametrar såsom typ av injekteringsbruk, injekteringsbrukets reologiska egenskaper, injekteringstryck och bruksåtgång.

All sonderings-, injekteringsborrning och salvborrning kommer att loggas med idag beprövade tekniska mätinstrument, Measurement While Drilling, MWD. Mätinstrumentet registrerar matningstryck, rotationshastighet, borrsjunkning, spolvattenförlust, m.m. vilket ger en detaljerad bild av framförvarande bergmassas egenskaper såsom bergart, geologi, sprickor, zoner, hållfasthet m.m. Resultaten används för att optimera injekteringsarbetet.

5. Åtgärdsplan för lerområden som omfattas av kontrollvärde för inläckage

Följande steg vidtas vid misstanke om att inläckaget kommer att överstiga kontrollvärdet för inläckage och/eller begränsningsvärdet för grundvattensänkning. Nedanstående åtgärder gäller för delsträckor (delsträcka 1, 3, 4, 7, 9) som omfattas av begränsningsvärde för grundvattensänkning (definition se sid 4).

Detta steg av åtgärdsplanen gäller inte om skyddsinfiltration igångsatts för att upprätthålla grundvattentrycken i lerområdena.

1. Kontroll av inläckagemätningar

Vid ett överskridande verifieras detta med förnyad mätning. Därefter vidtages åtgärder enligt nedan.

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.

Vid den geologiska karteringen av berget dokumenteras, förutom geologi, även vattenförande sprickor och större inläckage. Underlaget används tillsammans med övrig information, från t.ex. MWD-borringen, för att analysera orsaken till att inläckaget är större än kontrollvärdet.

3. Information tillsynsmyndigheten

Tillsynsmyndigheten informeras om konstaterat eller mistänkt överskridande av kontrollvärden för inläckage.

4. Justering av injekteringsförfarande

I dessa områden nyttjas högsta injekteringsklassen. Det innebär bl.a. att injekterings-skärmarna är kortare och att överlappen mellan skärmarna är större.

Överskrids kontrollvärdet kommer antalet hål i skärmen att förtätas och/eller ytterligare injekteringsomgångar nyttjas.

En injekterings-skärms täthet kan även styras genom variation av flera andra parametrar såsom skärmlängd, skärmarnas överlapp, typ av injekteringsbruk, injekteringsbrukets reologiska egenskaper, injekteringstryck och bruksåtgång.

Ett oväntat större inläckage i en begränsad zon kan omhändertas med efterinjektering.

All sonderings-, injekteringsborrning och salvborrning kommer att loggas med idag beprövade tekniska mätinstrument, Measurement While Drilling, MWD. Mätinstrumentet registrerar matningstryck, rotationshastighet, borrsjunkning,

spolvattenförlust, m.m. vilket ger en detaljerad bild av framförvarande bergmassas egenskaper såsom bergart, geologi, sprickor, zoner, hållfasthet m.m. Resultaten används för att optimera injekteringsarbetet.

6. Åtgärdsplan för lerområden som omfattas av begränsningsvärden för grundvattensänkning

Följande steg vidtas vid misstanke om att begränsningsvärdet för grundvattensänkning överskrids. Nedanstående åtgärder gäller för delsträckor (delsträcka 1, 3, 4, 7, 9) som omfattas av begränsningsvärde för grundvattensänkning (definition se sid 4).

1. Information tillsynsmyndigheten

Tillsynsmyndigheten informeras om konstaterat eller misstänkt överskridande av begränsningsvärden för grundvattensänkning. Redovisningen ska innehålla grundvattennivåmätningar samt redovisning av vilka åtgärder Stockholm Vatten avser att vidta.

2. Skyddsinfiltration

Om påverkan överstiger begränsningsvärdet för grundvattensänkning ska skyddsinfiltration påbörjas utan dröjsmål.

3. Extra omfattande tätning alt. grundförstärkning

I dessa områden nyttjas högsta injekteringsklassen. Det innebär bl.a. att injekteringskärmarna är kortare och att överlappen mellan skärmarna är större.

Överskrids begränsningsvärdet för grundvattensänkning kommer antalet hål i skärmen förtätas och/eller ytterligare injekteringsomgångar nyttjas.

Optimeringen av injekteringskärmens täthet kommer även styras genom variation av fler andra parametrar såsom skärmlängd, skärmarnas överlapp, typ av injekteringsbruk, injekteringsbrukets reologiska egenskaper, injekteringsstryck och bruksåtgång.

Ett oväntat större inläckage i en begränsad zon kan omhändertas med efterinjektering.

I det fall skyddsinfiltration tas i bruk för att säkerställa grundvattennivåer kommer Stockholm vatten AB även att beakta grundförstärkning, injektering med alternativa injekteringsmedel och betonglining som ytterligare skyddsåtgärder. Detta för att, om så är möjligt, kunna avsluta eller begränsa skyddsinfiltration när de åtgärderna är genomförda och grundvattennivåerna kan upprätthållas utan skyddsinfiltration.