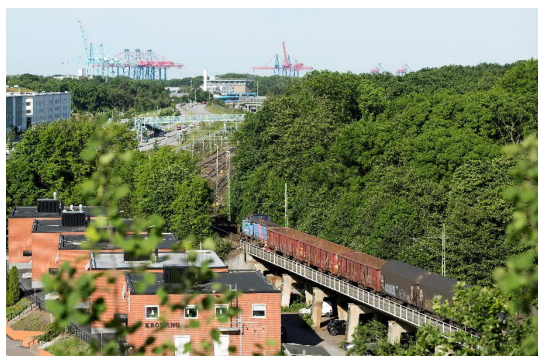


**M 2186-17
Hamnbanan,
dubbelspår
Eriksberg-Pölsebo**

**Huvudförhandling i
Mark- och
miljödomstolen
2019-04-01 – 02**



TRAFIKVERKET

Vattenverksamheten

Vattenverksamheten

Omgivningspåverkan och skyddsåtgärder



Omgivningspåverkan och skyddsåtgärder

- Skyddsåtgärder som syftar till att minska riskerna av grundvatteninläckage och grundvattendämning
 - Begränsa grundvatteninläckage under bygg- och driftskede
 - Minska risker för sättningar
 - Minska risker för påverkan på naturmiljö
 - Minska risker för påverkan på energibrunnar
 - Öka genomsläpplighet under betongtunnel
 - Förhindra risk för högre grundvattennivå uppströms betongtunnlar



3

 TRAFIKVERKET

Omgivningspåverkan och skyddsåtgärder

- Grundvattenpåverkan byggske
- Grundvattenpåverkan driftskede

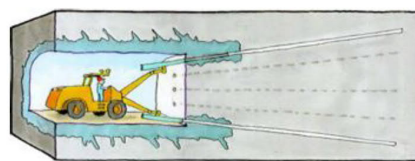


4

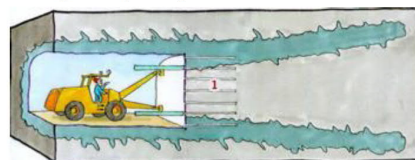
 TRAFIKVERKET

Byggskede/driftskede bergtunnlar– skyddsåtgärder

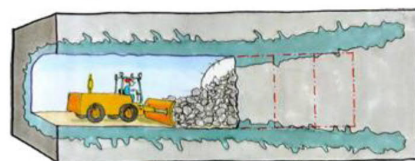
- Kontinuerlig förinjektering
 - Begränsa grundvatteninflöde
 - (begränsa dropp från tunneltak; Systemkrav)



Borring för förinjektering



Salvboring

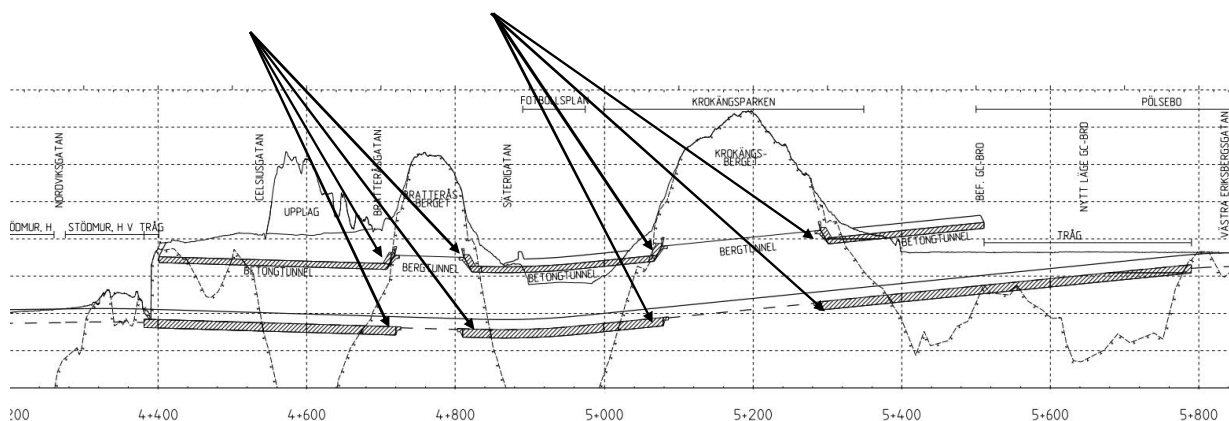


Utlastning

5

Byggskede/driftskede, berg och betongtunnlar

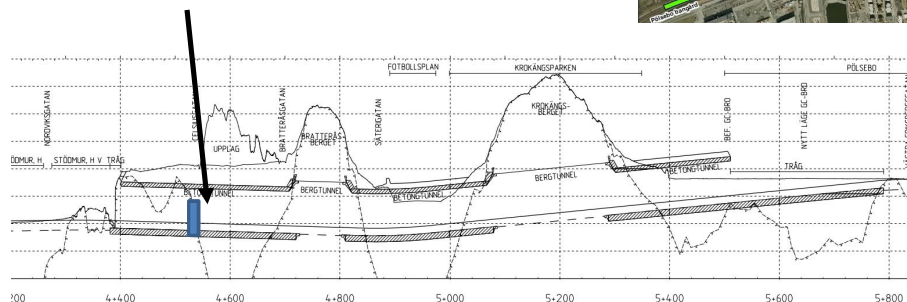
- Betongtunnlar tätas mot berg
 - Förhindra betydande inläckage från jordlager



6

Byggskede/driftskede, bergschakt i öster

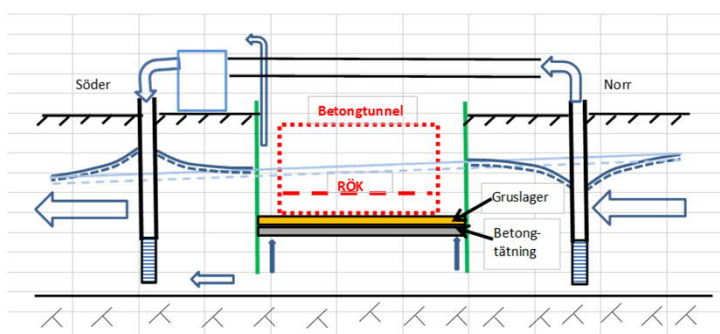
- Betongtunnel tätas mot berg
 - Förhindra betydande läckage från jordlager öster om Bratteråsberget via bergschakt mot Nordviksgatan



7

Byggskede, betongstunnlar/tråg– skyddsåtgärder

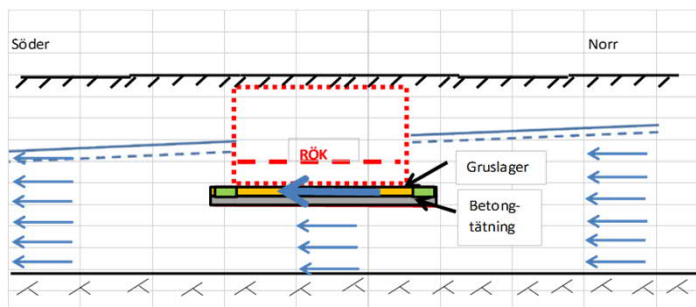
- Schematisk figur. Åtgärder för att bibehålla ostörd grundvattennivå.
 - Jordschakt inom spont med tätkaka (grå),
 - Pumpbrunnar och infiltrationsbrunnar
- Ostörd grundvattennivå (ljusblå) och grundvattennivå under byggfas (mörkblå).
- Tunneln grundläggs på packad fyllning, vilket är det samma som ett gruslager (orange) med högre permeabilitet än omgivningen, för att undvika dämning under driftskedet.



8

Driftskede, betongstunnlar/tråg– skyddsåtgärder

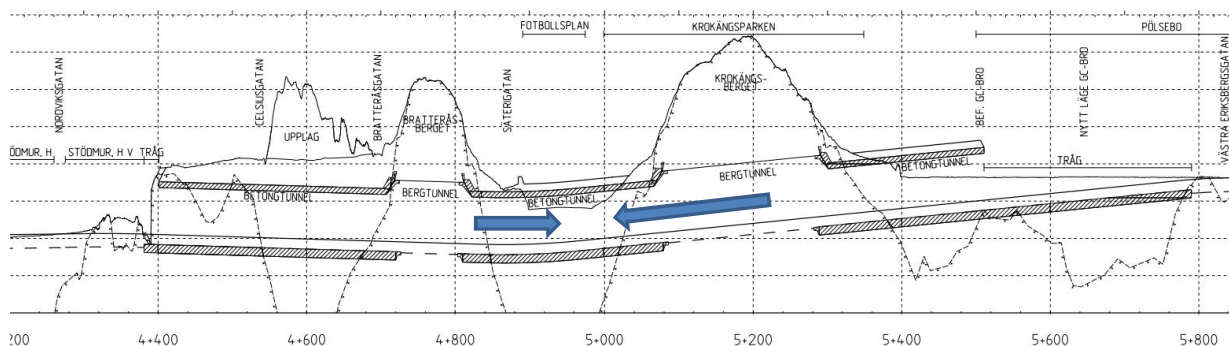
- Schematisk figur
 - Betongtunnel under driftskede.
- Under tunnel läggs packad fyllning, vilket är det samma som ett gruslager (orange) med högre permeabilitet än omgivningen, för att uppnå krav för driftskede,
- med övergång med ett materialavskiljande lager (grön) mot naturlig mark
- och med underliggande tätkaka (grå).



9

Driftskede, berg och betongstunnlar

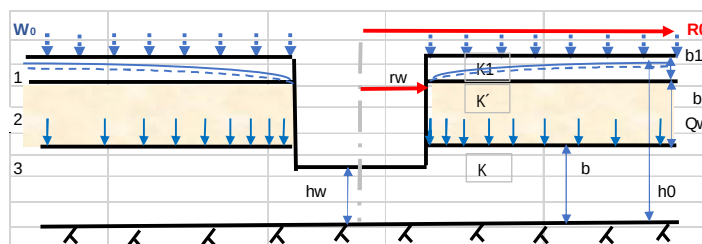
- Betongtunnlar är täta
- Inläckande vatten från bergtunnlar leds till lågpunkt varifrån vattnet pumpas ut



10

Beräkning av trycksänkning i lera och undre akvifer vid pumpning.
Temporära sänkningar för att ta bort block (Underlag till
sättningsberäkningar)

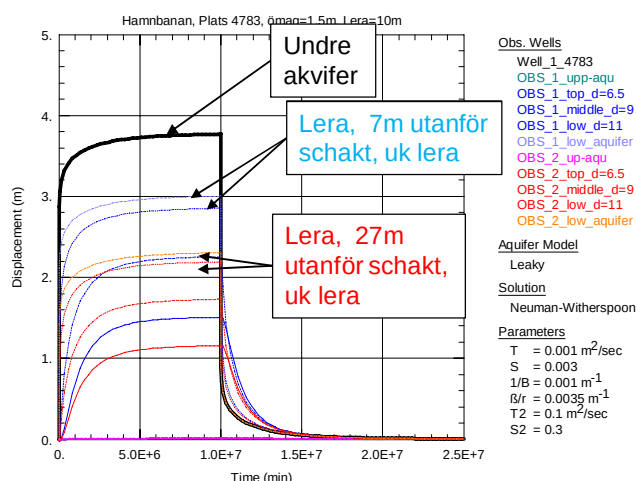
- **Exempel.**
- **Avsänkning ca. 4 m**
- Schakt radie : 3 m
- $K'(Lera) = 1E-10$ till $1E-9$ m/s,
- $b' = 10$ m
- $K = 1E-4$ m/s
- $b = 10$ m
- h_0 (U.mag)=10 m
- $hw = 6$ m



11

Beräkning av trycksänkning i lera och undre akvifer vid pumpning.
Temporära sänkningar för att ta bort block (Underlag till
sättningsberäkningar)

- **Exempel.**
- **Avsänkning ca. 4 m**
- Schakt radie : 3 m
- $K'(Lera) = 1E-10$ till $1E-9$ m/s,
- $b' = 10$ m
- $K = 1E-4$ m/s
- $b = 10$ m
- h_0 (U.mag)=10 m
- $hw = 6$ m
- Pumpstopp efter $1e7$ min, dvs ca 230 dagar.
- Återhämtning av tryckprofil tämligen snabb

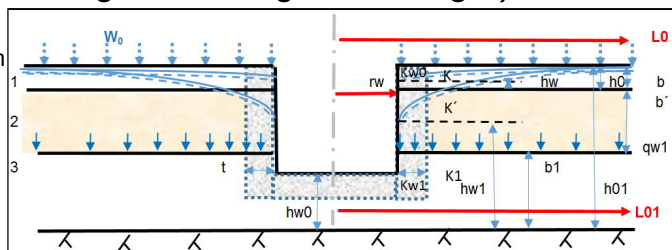


12

Beräkning av trycksänkning i lera och undre akvifer. Exempel. Avsänkning under byggskede (Underlag till sättningsberäkningar)

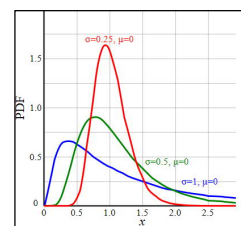
- **Avsänkning ca. 1 m nära schakt**
- Övre grundvattenmagasin: Mäktighet ca 1.5 m
- Lera: Mäktighet ca 10m
- U.mag: friktionsmaterial , hög transmissivitet
- (Schakt bredd: 20 m)

- Stationärt (efter mycket lång tid).
- **Stokastisk modellering av avsänkning i undre akvifer**
- $K'(Lera) = 1E-10$ till $1E-9$ m/s,
- $b' = 10$ m
- $K = 1E-4$
- $b = 10$ m
- h_0 (Undre grundvattenmagasin) = 10 m
- $hw = 9$ m



Stokastiskmodellering:

- Egenskaper varierar enligt en statistisk funktion (fördelningsfunktion)
- Stort antal beräkningar genomförs
- Statistik på beräkningsresultat visar förväntat värde ("medel") och resultat för att bedöma osäkerhet.)



13

Byggskede. Inflöde och påverkansområde

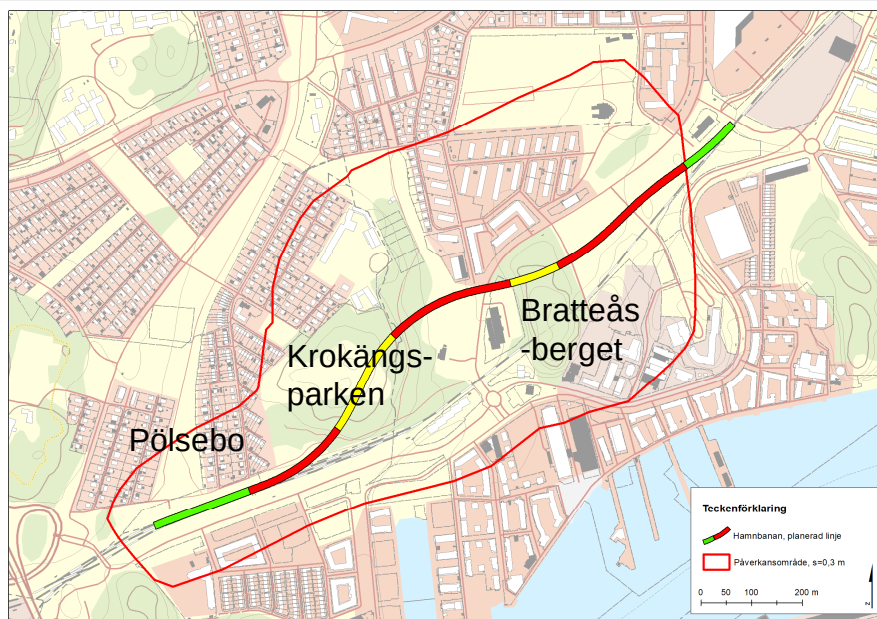
- Beräkning av hydrauliskt påverkansområde och flöde mot schakter under byggskedet
- Antagande om avsänkningen utanför spont på 1 m, för sektioner med betongtunnel/tråg,
- samt med hänsyn till att skyddsåtgärder har utförts

Sektion med betong-tunnel/tråg	Längd (m)	Totalt flöde, Q (L/min)	Hydrauliskt påverkansområde r_p (m)
Öster om Bratteråsberget	170	60-420	100-300
Bratteråsberget-Krokängsparken	270	60-360	150-400
Pölsebo, betongtunnel	220	6-30	70-200
Pölsebo, tråg	280	6-30	80-200

14

Byggskede. Bedömt område för grundvatten- påverkan

- Påverkansområde:
Avsänkning 0,3 m.



15

Byggskede Inflöde

Beräkning av inläckande
grundvatten till

- schakt för betongtunnel/tråg,
- bergtunnel
- samt beräknad mängd
processvatten för
byggproduktion av schakt och
bergtunnel.
- Beräknat inläckage av
grundvatten bygger på att de
åtgärder som minskar
inläckaget har genomförts

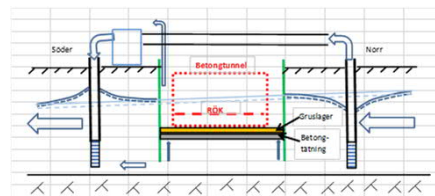
Geografiskt läge	Konstruktionstyp	Längd (m)	Beräknat inläckage (L/min)	Process- vatten (L/min)	Byggfas tot (L/min)
Eriksberg	Spår på mark	180	0	0	0
Väst Nordviksgatan	Stöd-konstruktioner /Tråg	120	0	0	0
Väst Nordviksgatan – Celsius gatan	Betongtunnel i bergschakt	150	60	38	98
Celsiusgatan - Bratteråsberget	Betongtunnel	170	73	0	73
Bratteråsberget	Bergtunnel Arbetstunnel	90 100	12 3	10 11	22 14
Bratteråsberget - Krokängsberget	Betongtunnel	270	36	0	36
Krokängsberget	Bergtunnel	210	16	23	39
Väst Krokängsberget/ Pölsebo	Betongtunnel	220	99	0	99
Pölsebo	Tråg	280	42	0	42
Summa bergtunnel=			31	44	75
Summa bergschakt=			60	38	98
Summa jordschakt=			250	0	250

16

Villkor, byggskede

2. Under byggskedet får inflödet av grundvatten i bergschakt och bergtunnlar inte överstiga nedan angivna mängder. Värdena ska beräknas som riktvärde och månadsmedelvärde.

Sträcka (enligt bilaga 1)	Ingående delar	L/min
4+400 – 4+550	Bergschakt, väst Nordviksgatan – Celsiusgatan	60
4+720 – 4+810	Tunnel Bratteråsberget + arbetstunnel	15
5+080 – 5+290	Tunnel Krokängsberget	16



3. Bortledning av grundvatten från norra sidan (uppströms) utanför schakt i jord för betongtunnlar och betongtråg i byggskedet får ske i den mängd som krävs för att undvika höjda grundvattennivåer. Motsvarande mängd vatten får infiltreras på södra sidan (nedströms) av schakten.

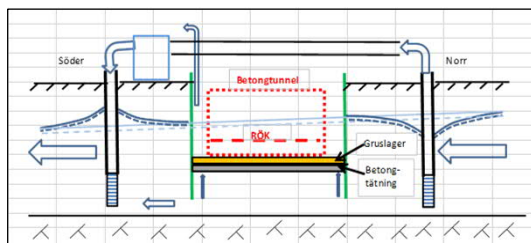
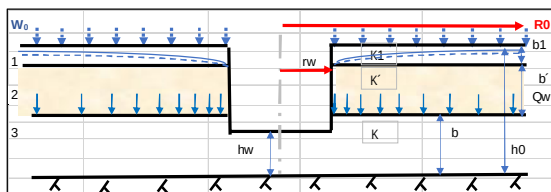
4. Bortledning av grundvatten avseende schakt i jord får inte medföra att grundvattennivån sänks mer än 1 m, som riktvärde under medelnivån för uppmätta värden under förskedets referensmätningar, i mätpunkter inom 100 m från schakt.

17

Villkor, byggskede

5. Lokalt nära schakt får grundvattennivån i byggskedet för en kortare period än fyra veckor, oaktat villkor 4, sänkas till erforderlig nivå för att ta bort hinder (exempelvis större block) för att slå spont.

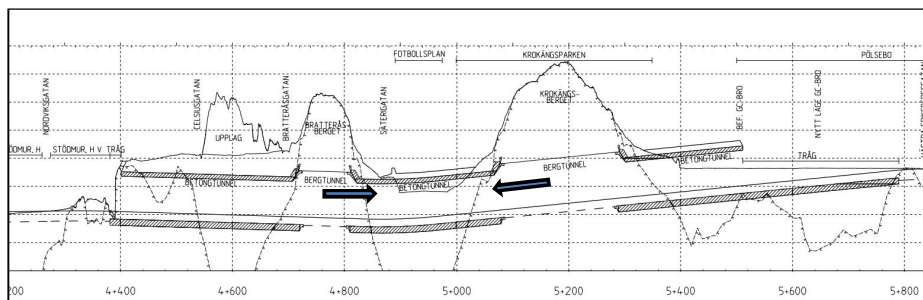
7. Under bygg- och driftskedet ska vid behov infiltration eller pumpning utföras där kontroll visar att sådana åtgärder är nödvändiga för att motverka skadlig grundvattenpåverkan till följd av verksamheten.



18

Villkor, driftskede

6. Efter byggskedet får inläckage av grundvatten till tunnlar i berg och betong mellan 4+400 och 5+510 inte överstiga 31 L/min sett som begränsningsvärde och medelvärde över fyra månader. Lågpunkt med pumpstation kommer att finnas i sektion 4+880 mellan Krokängsberget och Bratteråsberget.



19

 TRAFIKVERKET

Kontrollprogram - översikt

- Grundvattennivåer i jord och berg
- Porttrycksnivåer
- Pumpade flöden (från tunnlar, schakt, brunnar), infiltrerade flöden
- Nederbörd och lufttemperatur
- Rörelsemätning (sättningar)
- Vattenkvalitet på vatten till recipient
- Naturmiljö
- Buller
- Vibrationsmätningar, stomljudsmätningar



20

 TRAFIKVERKET

Kontroll av vattenverksamhet

- Utpekade skyddsobjekt är
 - Byggnader som påverkas av grundvattennivåer
 - Naturmiljö som påverkas av grundvattennivåer (ex träd)
 - Bergvärmeanläggningar som påverkas av grundvattennivåer
 - Göta Älv kan påverkas av förorenat länshållningsvatten
- Kontrollprogram omfattar förskede, byggskede och driftskede.



21

 TRAFIKVERKET

Villkor, kontroll och uppföljning

13. Trafikverket ska ta fram ett kontrollprogram för verksamheten och senast 3 månader innan verksamheten påbörjas lämna det till tillsynsmyndigheten. Kontrollprogrammet ska hållas aktuellt och får efter samråd med tillsynsmyndigheten justeras. Kontrollprogrammet ska startas i god tid före det att arbetena påbörjas och pågå under hela byggskedet och under driftskedet fram till dess att stabila förhållanden uppnåtts. Tidpunkten för när kontrollprogrammet kan avslutas beslutas efter samråd med respektive tillsynsmyndighet.



22

 TRAFIKVERKET

Kontroll och uppföljning

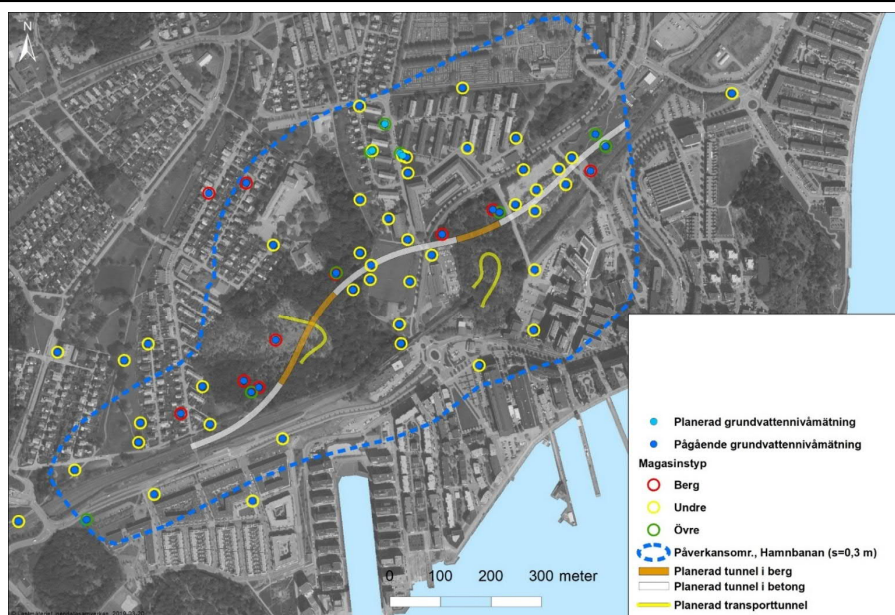
Grundvattennivåer

Pågående och planerade:

Jord: (6+1 övre akv.,
33+4 undre akv.

Berg: 7

Energibrunnar (berg): 3



23

Kontroll och uppföljning, grundvattennivåer

Förskede:

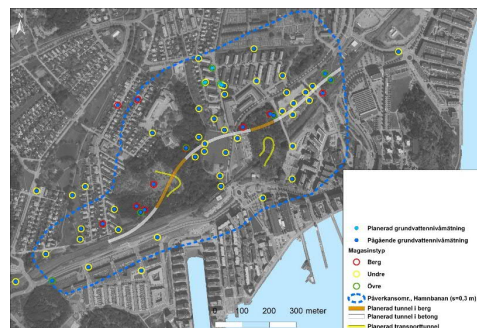
- Referensmätningar
- Mätningar med dataloggers och manuella kontroller (i allmänhet 1 gång/h -1 gång/dygn)

Driftskede:

- Mätningar i punkter som beslutas efter samråd med tillsynsmyndighet

Byggskede:

- Mätningar med dataloggers
- Mätningar med dataloggers och manuella kontroller (preliminärt 1 gång/h respektive 1 gång/månad)
- Mätfrekvens anpassas efter bedömda behov (Vid kritiska moment kan mätfrekvens ökas)



24

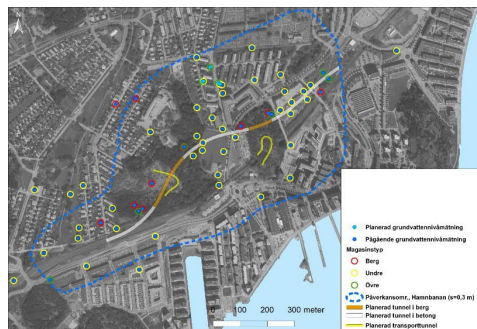
Kontroll och uppföljning, grundvattennivåer

Åtgärder (exempel):

I kontrollprogrammet tas fram åtgärdsnivå 1 och åtgärdsnivå 2 för ett urval av grundvattennivåobservationspunkter. Åtgärdsnivå 1 och åtgärdsnivå 2 baseras på mätserier som insamlats innan byggskede, de så kallade referensmätningarna.

Om uppmätta grundvattennivåer överskrider eller underskrider åtgärdsnivåer angivna i kontrollprogrammet **analyseras** grundvattennivådata och uppmätta flöden för inläckage för att **bedöma orsaker** till uppmätta grundvattennivåer.

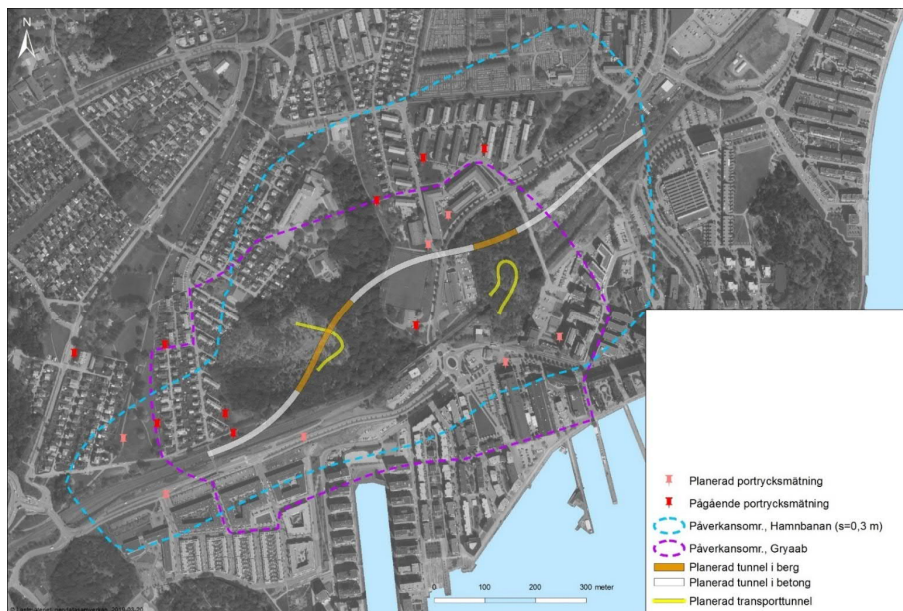
Relevanta åtgärder kan vara ytterligare tätning av tunnel eller schakt, men även att använda pump- och infiltrationsbrunnar för att reglera grundvattennivån till önskvärt intervall.



25

Kontroll och uppföljning

- Portryck
Pågående och planerade:
- 16 platser



26

Kontroll och uppföljning, porttrycksnivåer

Förskede:

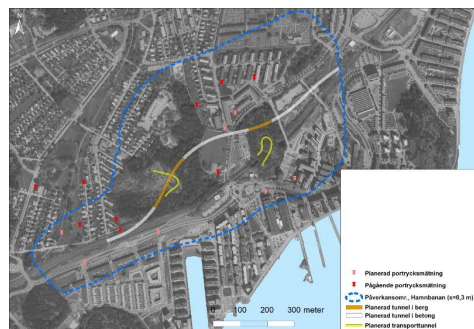
- Referensmätningar
- 1 gång/2 mån

Driftskede:

- Mätningar i punkter som beslutas efter samråd med tillsynsmyndighet

Byggskede:

- 1 gång/2 mån
- Vissa punkter med datalogger



27

Kontroll och uppföljning, flöde

Byggskede, bergtunnlar:

- Flödesmätning utförs 1 gång/vecka,
- Ingående processvatten mäts med summerande flödesmätare och utpumpat länshållningsvatten med mätöverfall.
- Mätfrekvens anpassas efter bedömda behov. Under kritiska moment kan mätfrekvens ökas.

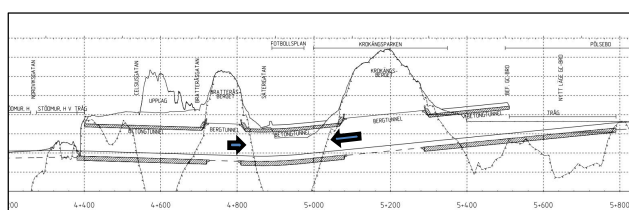


28

Kontroll och uppföljning, flöde

Driftskede bergtunnlar:

- Flödet av utpumpat vatten mäts från pumpgrop i tunnelns lågpunkt, nära Bratteråsberget.
- Flödesmätning utförs var fjärde månad.
- Utpumpat länshållningsvatten mäts med summerande flödesmätare.



29

Kontroll och uppföljning, pump- och infiltrationsflöden från/till anlagda brunnar

Byggskede,

- För varje jordschaktområde mäts flödet från pumpbrunnar och flödet till infiltrationsbrunnar separat.
- Avläsning av flödesmätare sker 1 gång/vecka vid tidpunkt som anges av kontrollprogrammet, eller oftare enligt behov som resultat av att skyddsåtgärd utförs.
- Flödena mäts med summerande flödesmätare.

Driftskede,

- Om pump-och infiltrationsbrunnar anläggs för driftskedet, mäts flödet en gång per månad under första året varefter mätintervall justeras efter samråd med tillsynsmyndighet.



30

Kontroll och uppföljning, flöde

Byggskede, jord- och bergschakt:

- Flödesmätning utförs 1 gång/vecka,
- Ingående processvatten mäts med summerande flödesmätare och utpumpat länshållningsvatten med mätöverfall.
- Mätfrekvens anpassas efter bedömda behov. Vid kritiska moment kan mätfrekvens ökas.
- Flödet av ingående processvatten och utpumpat länshållningsvatten (inläckande grundvatten+ processvatten+nederbörd) mäts separat för varje schaktdel i jord.



31

Samlad bedömning grundvattenpåverkan

Med det omfattande underlag och den kunskap som Trafikverket inhämtat under projekteringen, och med de föreslagna åtgärderna samt kontrollerna som planeras bedömer Trafikverket att det är inte sannolikt att skada uppkommer på grund av projektets grundvattenpåverkan.

32