TRAFIKVERKET

Ansökan om tillstånd för ökad grundvattenbortledning

Varbergstunneln

Västkustbanan, Varberg-Hamra, Varbergs Kommun, Hallands län

Bilaga 6

Teknisk beskrivning

2023-02-28

Trafikverket
Postadress: Baggens gränd 1, 432 45 Varberg

E-post: trafikverket@trafikverket.se
Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Ansökan om tillstånd för ökad grundvattenbortledning Varbergstunneln. Bilaga Teknisk beskrivning

Författare: Tyréns Sverige AB

Dokumentdatum: 2023-02-28
Ärendenummer: TRV 2022/68587
Version: 1.0

Kontaktperson: Jesper Mårtensson, Trafikverket

TMALL 0004 Rapport generell 3.0

Innehåll

1 Inledning 5
1.1. Bakgrund 5
1.2. Syfte och läsanvisning 5

2 Ny anläggning 5
2.1. Översikt 5
2.2. Höjd- och koordinatsystem samt längdmätning 7
2.3. Utformning bergtunnlar 7
2.4. Entreprenadform och planering 9

3 Pågående och planerad vattenverksamhet 10

4 Byggmetoder 10
4.1. Tunneldrivning och bergförstärkning 10
4.2. Planering av tätningsarbeten 11
4.3. Förinjektering 12
4.4. Efterinjektering 15
4.5. Hantering av avloppsvatten 16

5 Kontroll och uppföljning 17
5.1. Pågående kontroll och uppföljning 17
5.2. Kontroll under driftskedet 20

6 Skyddsåtgärder 20
6.1. Infiltration 20

7 Val av bästa möjliga teknik för begränsning av inläckande grundvatten 22
7.1. Förinjektering 22
7.2. Efterinjektering 23
7.3. Vattentät betonginklädnad 24
7.4. Slutsatser för val av metod 29

8 Referenser 30

Bilagor

Ritning Bergteknisk prognos (TEM01-22-632-05-0001)

Ritning Tvärsektion km 79+830 (TEM01-12-370-05-79+830-0701-E2449)

Ritning Tvärsektion km 80+000 (TEM01-12-370-05-80+000-0701-E2449)

1 Inledning

1.1. Bakgrund

Trafikverket bygger ut Västkustbanan i Varberg genom projektet Varbergstunneln. Projektet omfattar dubbelspår på sträckan Varberg-Hamra och inkluderar en tunnel under centrala Varberg. Trafikverket har tillstånd enligt miljöbalken för bortledning av grundvatten från bergtunnel och schakt för tråg och betongtunnel (mål M 465-17 samt Mål M 12389-18). I tillståndet finns villkor avseende omfattning av grundvattenbortledning för byggskede respektive driftskede. Då förutsättningarna har visats sig avvika från förväntat vad gäller inläckage och möjligheten att begränsa detta föreligger ett behov att utöka tillståndet. Trafikverket ansöker därför om tillstånd för ytterligare grundvattenbortledning från bergtunnlar i driftskedet.

Detta dokument ingår som bilaga till ansökan om tillstånd för bortledning av grundvatten i projekt Varbergstunneln.

1.2. Syfte och läsanvisning

Denna tekniska beskrivning redovisar främst de delar av projekt Varbergstunneln som berörs av tillkommande grundvattenbortledning, det vill säga bergtunnlar bestående av två parallella tunnlar (spårtunnel och servicetunnel) och mellanliggande tvärtunnlar. Här redogörs för planerad anläggning och byggmetoder. Kapitel 5 beskriver omfattning av kontroll och uppföljning och kapitel 6 genomförda skyddsåtgärder. I denna tekniska beskrivning har tätningsåtgärder i form av för- och efterinjektering beskrivits i kapitel 4 om byggmetoder även om tätning även kan betraktas som skyddsåtgärder. I kapitel 7 redogörs för alternativt utförande och konsekvenser för dessa avseende kostnad, reducering av inläckage, tid och klimatpåverkan.

2 Ny anläggning

2.1. Översikt

Projektet Varbergstunneln omfattar en utbyggnad till dubbelspår av Västkustbanan mellan Varberg och Hamra, en sträcka på cirka 7,5 kilometer, se Figur 1. Längst i norr finns en ny godsbangård. Tråget börjar i norr vid cirka km 76+000 och övergår vid ett djup av cirka 10 meter under markytan till en betongtunnel vid cirka km 76+900. Betongtunneln övergår vid ett djup av cirka 15 meter under markytan till en bergtunnel vid längdmätning cirka km 77+250. Bergtunnlarnas golv ligger som djupast cirka 35 meter under markytan. Vid km 80+043 övergår anläggningen till en betongkonstruktion cirka 13 meter under markytan. Söder om cirka km 80+700 ligger dubbelspåret i huvudsak kring markytan. Två vägar passeras med planskilda korsningar. Vid Vareborg ansluter de nya spåren till befintligt dubbelspår.

Resterade delar av denna tekniska beskrivning omfattar endast bergtunneldelar (km 77+250 till km 80+043) då det är denna sträcka som innebär behov av utökat tillstånd för grundvattenbortledning.

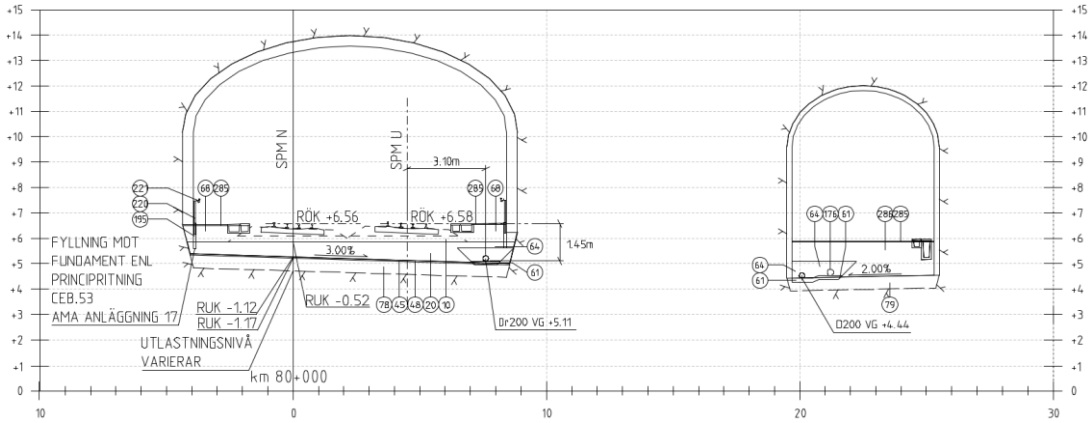
Figur 1. Översiktskarta över projekt Varbergstunneln och dess anläggningsdelar (Trafikverket, 2016).

2.2. Höjd- och koordinatsystem samt längdmätning

I handlingarna avseende aktuell tillståndsansökan anges höjder/plusnivåer enligt RH2000. Tillämpat koordinatsystem i plan är SWEREF 99 12 00. I projektet tillämpas en längdmätning för Västkustbanan som utgår från Göteborg, se Figur 1.

2.3. Utformning bergtunnlar

Bergtunneldelarna består av en dubbelspårstunnel med en tvärsnittsarea om cirka 104 m² och en servicetunnel med tvärsnittsarea cirka 41 m². Servicetunneln ligger parallellt och väster om spårtunneln. Mellan tunnlarna finns en cirka 10 meter bred bergplint. En typisk tunnelsektionen visas i Figur 2 samt i ritningsbilagan (tvärsektion km 80+000). Spårtunneln och servicetunneln förbinds med nio tvärtunnlar. I ritningsbilagan visas tvärsektion med tvärtunnel vid km 79+830. På några ställen, bland annat i anslutning till tvärtunnlarna och för mötesplatser, utformas servicetunneln med större tvärsnitt än normalsektionen. Servicetunneln ansluter i norr och söder från markytan via betongtråg, betongtunnel och en nedfartstunnel i berg. Bergtunneldelarnas lokalisering framgår av Figur 3.



Figur 2. En typisk tunnelsektion med spårtunnel till vänster och servicetunnel till höger.

Tunnlarna har en varierande bergtäckning, från cirka 25 meter där den är som störst till cirka 1,5-3 meter där den är som minst. Den minsta bergtäckningen återfinns i de norra delarna av bergtunnelsträckningen. Tunnlarnas profil i förhållande till markyta och bergets överyta (enligt bergmodell) redovisas i ritningsbilaga.

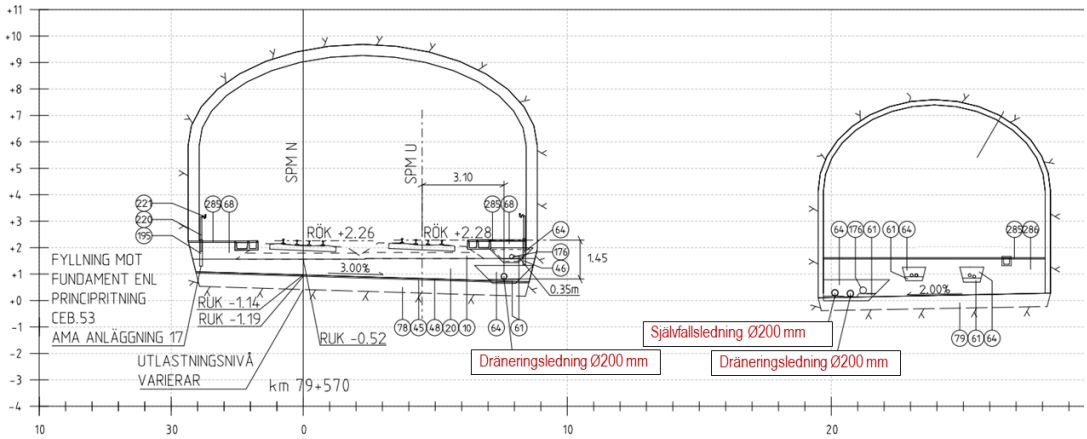
Vid årsskiftet 2022/2023 har hela servicetunneln sprängts färdigt och endast cirka 400 meter återstår att driva i spårtunneln. Samtliga nio tvärtunnlar är utsprängda.

Figur 3. Lokalisering av bergtunnlarnas olika delar.

Längs de delar av tunnlarna där det är störst inläckage behöver vatten som läcker från tak och väggar hindras från att droppa/rinna ner på installationer som exempelvis kontaktledningar. Vattnet leds mot golvet i ett mellanrum mellan berget och en tät och isolerande plastmatta som fästs i tak och på väggar. Plastmattan skyddas av ett lager sprutbetong.

Grundvatten som läcker in i tunnlarna och samlas på botten behöver samlas upp och pumpas ut ur tunnlarna. I varje tunnel ligger en längsgående dräneringsledning (perforerad ledning) där vattnet rinner in, se Figur 4. Dräneringsledningarna i spårtunneln ansluter via

tvärtunnlarna till någon av de två självfallsledningar i servicetunneln som går från respektive tunnelmynning till en pumpstation vid tunnelns lågpunkt. Även dräneringsledningar i servicetunneln ansluter till självfallsledningarna i servicetunneln. Från lågpunkten pumpas dränvattnet (grundvatten som läckt in i tunnlarna och som samlats upp i dräneringsledningarna) i en tryckledning till en fördröjningsdamm utanför den norra tunnelmynningen och därifrån vidare till hamnbassängen. Utloppet från dammen kan stängas om dränvattnet skulle bli förorenat till följd av en olycka eller brand.



Figur 4. Exempel på tunnelsektion där läge och dimension för dräneringsledningar och självfallsledning framgår.

2.4. Entreprenadform och planering

Samtliga arbeten, med undantag av en del förberedande arbeten, är upphandlade i en totalentreprenad med hög samverkan mellan beställare och entreprenör. Trafikverket kallar denna typ av kontrakt tidig entreprenörsmedverkan (TEM). Kontraktsarbetena är uppdelade i två faser. Under fas 1, som pågick mellan juni 2018 och september 2019, planerades arbeten i samverkan mellan Trafikverket och entreprenör. Detta arbete resulterade bland annat i överenskommen produktionstidsplan, teknisk beskrivning och riktpris. Under fas 2, som startade september 2019, utförs detaljprojektering och byggnation som en totalentreprenad. Även bergtunnelarbetena omfattas av denna entreprenadform. Enligt tidplanen ska järnvägen öppna för trafik i december 2024.

3 Pågående och planerad vattenverksamhet

Anläggandet av tunnlar och tråg pågår inom projekt Varbergstunneln sedan 2019. Den i februari 2023 pågående vattenverksamheten (enligt 11 kapitlet miljöbalken) omfattar grundvattenbortledning från bergtunnlarna och från schakter för tråg och betongtunnel norr om bergtunneln. Söder om tunnlarna pågår permanent grundvattenbortledning vid planskilda korsningar vid Österleden och Vareborg. Grundvattenbortledning från schakt för tråg och betongtunnel i söder är avslutad.

Pågående verksamheter omfattar skyddsåtgärder och kontrollprogram i enlighet med befintligt tillstånd. Den pågående fasen benämns byggskede. Grundvattenbortledningen orsakar grundvattensänkning i förekommande grundvattenmagasin i projektets omgivning; i berggrundens spricksystem, i djupa grundvattenmagasin i jord och ytliga grundvatten-magasin i jord.

Tråg och betongtunnlar i norr och söder byggs som i princip täta konstruktioner varför dessa anläggningar inte medför någon betydande påverkan på grundvattennivåerna i driftskedet. Under driftskedet kommer vattenverksamheten att bestå av grundvatten-bortledning från bergtunnlarna samt vägportar vid Österleden och Vareborg. Grundvattnet som samlas upp i tunnlarna släpps ut som dränvatten i hamnbassängen. Att grundvatten läcker in i bergtunnlarna leder till grundvattensänkning i förekommande grundvatten-magasin i bergtunnlarnas omgivning. Tre olika grundvattenmagasin har definierats i området; 1) berggrundens spricksystem, 2) djupa grundvattenmagasin i jord och 3) ytliga grundvattenmagasin i jord. Grundvattensänkningens utbredning redovisas i Bilaga hydrogeologi och sättningar. Inflödet till tunnlarna under driftskedet har beräknats med flera olika metoder inom spannet 300-650 liter per minut. Det uppmätta inläckaget i februari 2023 överskrider 650 liter per minut. Den aktuella ansökan omfattar grundvattenbortledning till bergtunnlarna i driftskedet utöver det befintliga tillståndet som är 180 liter/minut.

4 Byggmetoder

4.1. Tunneldrivning och bergförstärkning

Arbetet utförs med konventionell tunneldrivning, vilket innebär borrning och sprängning, som föregås av systematisk förinjektering av berget med cementbruk, detta i enlighet med det planerade arbetet som beskrivs i teknisk beskrivning (Trafikverket, 2016).

Bergförstärkning genomförs generellt med sprutbetong och bult. På vissa delsträckor används förstärkningsbågar av sprutbetong och armeringsjärn. Förinjektering utförs systematiskt längs hela bergtunneln, se avsnitt 0. Efterinjektering har utförts selektivt, se avsnitt 4.4. Ridåinjektering dvs en injektering som utförs från markytan, ner till tunnelnivå före tunneldrivningen startar, har utförts i anslutning till tunnelpåslag för spårtunnel i norr. Detta beskrivs som ett möjligt utförande i teknisk beskrivning (Trafikverket, 2016).

En större tunnelsektion har tagits fram för spårtunneln på en drygt 200 m lång delsträcka i anslutning till Brunnsparken. Detta gjordes som en förberedelse för en platsgjuten betongkonstruktion, om förinjektering i tunnelns hjässa inte skulle fungera på grund av liten bergtäckning och/eller som en extra förstärkning. Då inläckaget genom tunnelns hjässa i det

aktuella området var måttligt bedömdes det att installation av den platsgjutna betong-konstruktionen inte var motiverad. Ett något högre inläckage i tunnelns botten har tätats genom efterinjektering i det aktuella tunnelavsnittet.

4.2. Planering av tätningsarbeten

Ett injekteringsförsök genomfördes med syfte att ge underlag till hydrogeologiska undersökningar, hydrogeologisk beskrivning och injekteringsdesign med fokus på tätning av tunnlarna och tråg i berg. Injekteringsförsöket genomfördes i Järnvägsparken i ytligt, kristallint berg.

Det ytliga berget är av betydelse för tunnel med låg bergtäckning. Detta är av särskild vikt när de genomsläppliga strukturerna är horisontella och riskerar att följa längs schakt eller tunnel. Med ökande djup kan man i kristallint berg normalt se minskande genomsläppligheter.

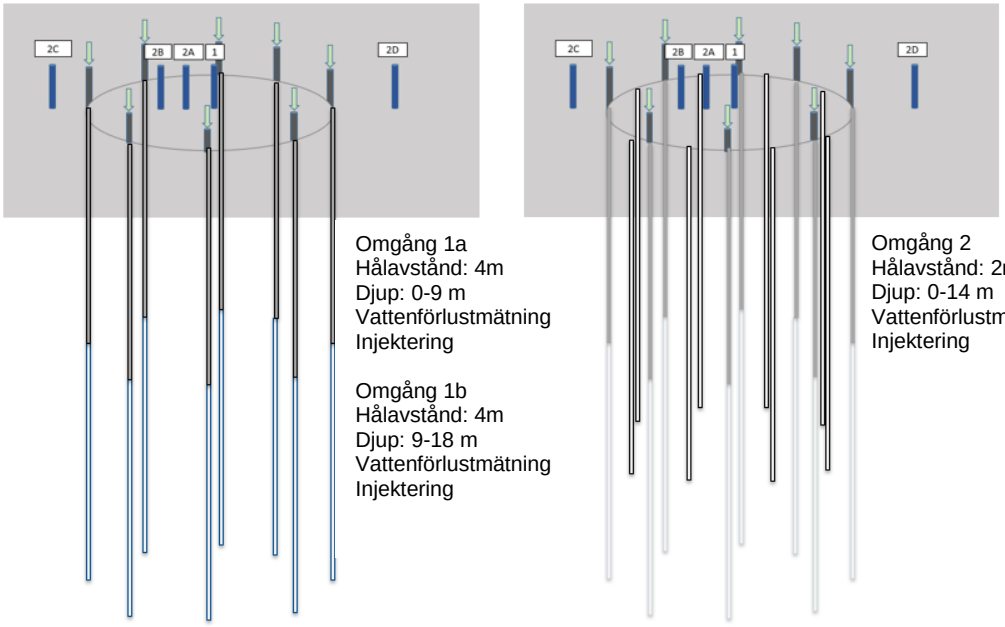
I försöket ingick en hydrogeologisk karakterisering samt framtagande av förslag på principiell injekteringsutformning för cementinjektering. Den tekniska utformningen baserades främst på Gustafson et al. (2013), Fransson et al. (2016) och Funehag och Thörn (2018).

Genomförandet av injekteringsförsöket inkluderade borrning, vattenförlustmätningar, bruksprovning och injektering. Injekteringen utfördes i tre delsteg; omgång 1a i borrhål från 0-9 m, omgång 1b från 9-18 m och omgång 2, i mellanliggande borrhål från 0-14 m, se Figur 5. Avslutningsvis utfördes hydrauliska tester med hög mätnoggrannhet för att undersöka hydraulisk konduktivitet (K-värde) efter injektering. Före injektering bestämdes K-värdet till $3 \cdot 10^{-7}$ m/s. Efter första omgångens injektering genomfördes vattenförlustmätning i de mellanliggande hålen. Då gav 5 av 8 hål ingen mätbar vattenförlust. De tre hålen där vattenförlust kunde uppmätas bestämdes K-värdet till $4 \cdot 10^{-8}$ m/s i två hål men ett hål hade ett K-värde i storleksordning med det ursprungliga K-värdet $3 \cdot 10^{-7}$ m/s.

En av slutsatserna från försöket var att det är möjligt att täta många sprickorna med vald metod med gott resultat (ingen mätbar genomsläpplighet), att vissa sprickor kan uppnå en god reduktion av genomsläppligheten (nästan en tiopotens) men det framkom även en svårighet att träffa alla sprickor med injekteringshålen.

Erfarenheterna från injekteringsförsöket har använts som underlag för fortsatt design, praktiskt utförande, uppföljning och numerisk grundvattenmodellering. Designen baserades på förprovning av injekteringsmaterial med fokus på hydraulisk vidd, injekteringstryck, tid och teoretisk inträngningslängd.

Injekteringsförsöket i Järnvägsparken skapade ett ramverk för fortsatt design av injekteringsskärmarna. Försöket visade att den horisontella genomsläppligheten är större än den vertikala. Försöket bekräftade att den valda cementtypen (Injektering 30) kan täta de förekommande vattenförande sprickorna utifrån sprickvidd. Försöket gav underlag för beräkning av injekteringstryck och injekteringstid för att få en tillräcklig spridning av bruket. Vidare visade försöket på risken att vidga sprickorna om för höga injekteringstryck används.



Figur 5 Injekteringsförsök i Järnvägsparken, sydost om Stationshuset. Inledande undersökningshål identifieras med vita rutor i fotografi och fyllda, blå rutor i skiss (1, 2A – 2D). Längden (i berg) för dessa var 12-14 m. Första omgångens injekteringshål har ett hålavstånd på 4 m (vänster), mellanliggande (omgång 2) är placerade mitt emellan de föregående och resulterar i ett hålavstånd på 2 m (höger).

4.3. Förinjektering

4.3.1. Planerat utförande

Förinjektering innebär att tätning utförs framför drivningsfronten innan aktuell tunneldel sprängs ut.

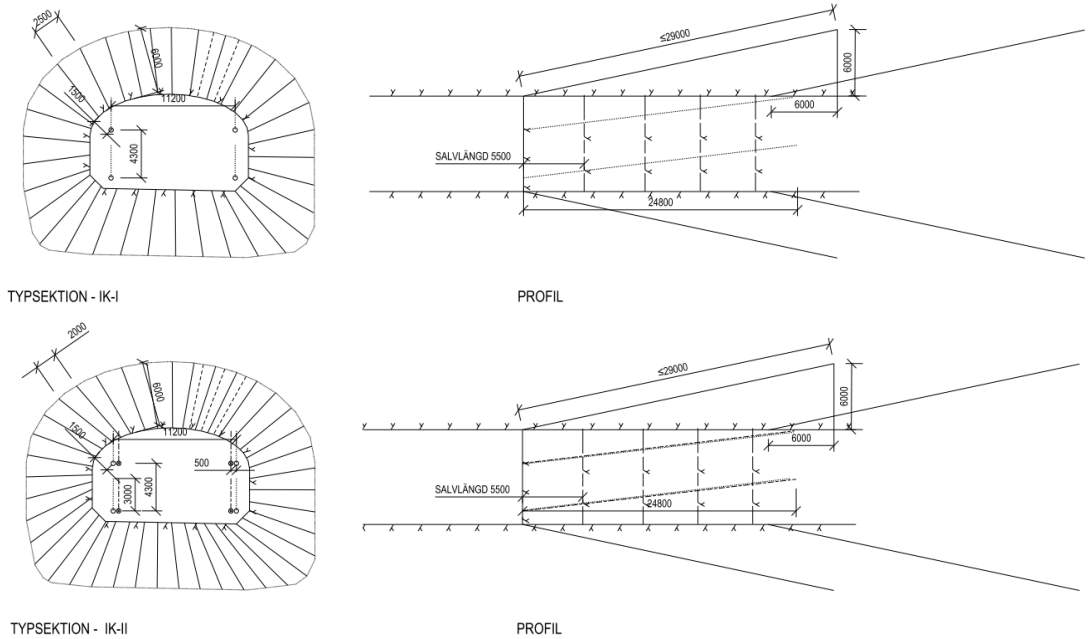
I entreprenadkontraktet förutsattes att förinjektering utförs kontinuerligt med tre olika injekteringsklasser; IK1, IK2 och IK3.

Injekteringsklass 1 (IK1) innebär borrning av 40 – 52 stycken hål per injekteringsskärm. Hålen är 29 meter långa. Överlapp mellan skärmarna planerades till 6 meter. Injektering med injekteringscement med vct[1] 0,8. Denna klass var planerad för 63 % av tunnelsträckan.

Injekteringsklass 2 (IK2) innebär borrning av 44-56 stycken hål per injekteringsskärm. Hålen är 22 – 29 meter långa. Överlapp mellan skärmarna planerades till 6 meter. Injektering med injekteringscement vct 0,8. Denna klass var planerad för 34 % av tunnelsträckan.

Injekteringsklass 3 (IK3) innebär borrning av 84 stycken hål per injekteringsskärm. Hålen är 22 meter långa. Överlapp mellan skärmarna planerades till 8 meter. Injektering med silika sol[2]. Denna klass var planerad för 3 % av tunnelsträckan.

Planerad utformning av injekteringsskärmarna framgår i Figur 6. Skärmgeometrin har varierat baserat på geologin men med utgångspunkt från geometrin i illustrationen. Kortare skärmar, injektering genom att borra två omgångar som för injekteringsförsöket ovan och minskat antal salvor innan borrning av ny skärm utgör några varianter. Figur 6 visar exempel med fyra salvor mellan skärmlägen men i många fall har bara två salvor utförts innan nya injekteringshål har borrats. I Figur 7 och Figur 8 syns en borrigg i färd med att borra hål för injektering. Hålens lägen och numrering är markerade med rosa markeringsfärg på stuffen.



Figur 6. Typsektion och profil för planerade injekteringsklasser IK1 (överst) och IK2 (underst). Hållängd ungefär 29 m, hålspetsavstånd 2.5 m, avstånd från hålspets till tunnelperiferi (stick), 6 m. Berget tas här ut i fyra omgångar (salvor) innan ny skärm borras. (Teknisk beskrivning 2019-08-28, bilaga till entreprenadkontrakt).

[1] vct=vattencementtal. Det anger proportionerna mellan vatten och cement i injekteringsbruket.
[2] silica sol Silica sol är en kolloidal lösning av silikatpartiklar (kisel) i vatten

Figur 7. Borrning av hål för injektering. Flacka strukturer i berget framgår tydligt i stuffen.

Figur 8. Injekteringshål borras i spårtunneln. Utsprängd tunnel är täckt med sprutbetong.

4.3.2. Aktuellt utförande

För utförd tunnelsträcka har förinjektering utökats i förhållande till planerat utförande. Denna utökning består av fler injekteringshål, kortare skärmlängd, injektering i fler omgångar, ökad mängd injekteringscement samt längre överlapp mellan skärmarna. Anpassning av injekteringshålen har även utförts för att åstadkomma en bättre träffbild av de horisontella genomsläppliga strukturerna.

Hur injekteringen har genomförts framgår av Figur 9. Totalt har utförd förinjekteringen utökats med cirka 40 % mot planerad omfattning gällande antal injekteringshål och borrmeter. Förbrukning av injekteringscement har ökat med 100 %.

Figur 9. Omfattning av utförd förinjektering i bergtunnlarna.

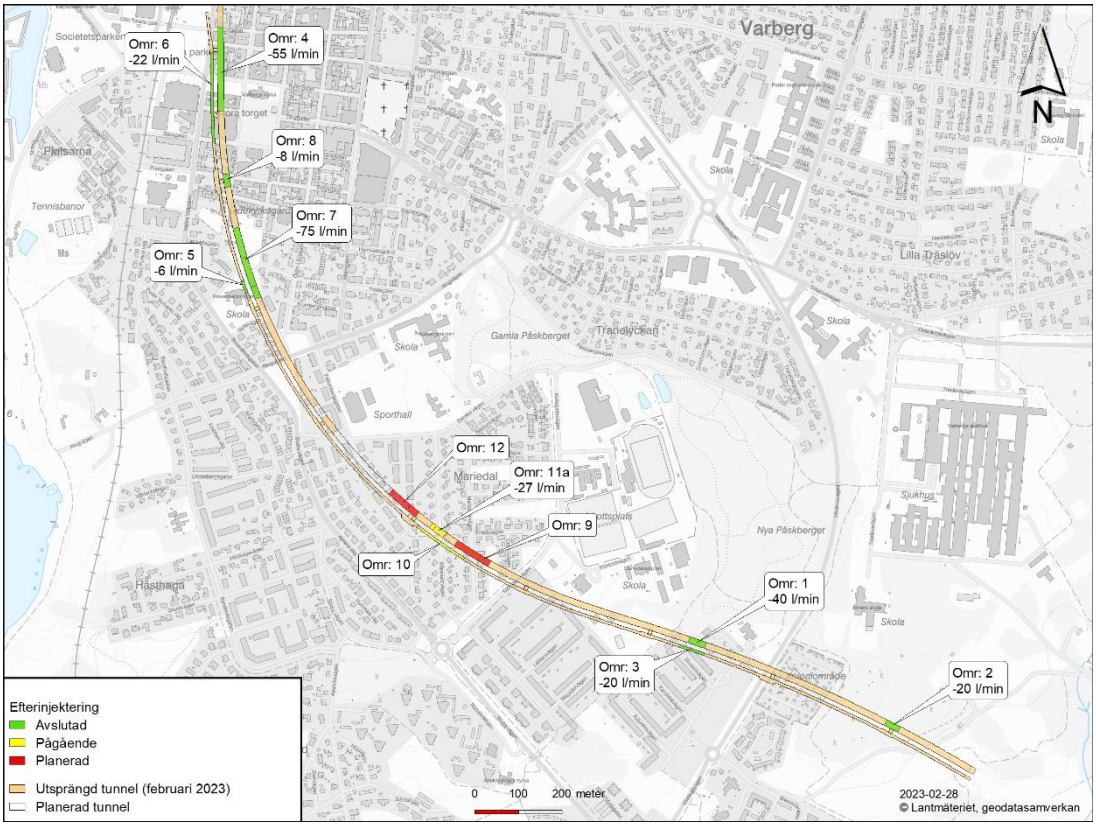
4.4. Efterinjektering

Efter berguttag har efterinjektering (cementbaserat injekteringsmedel och polyuretan) utförts. Efterinjektering innebär, till skillnad mot förinjektering, att tätning utförs bakom drivningsfronten i utsprängda tunneldelar. Metoden har tillämpats selektivt vilket innebär att man har valt ut specifika delsträckor baserat på observerade inläckage och geologiska förutsättningar i tunnel.

Det har visat sig att den mest effektiva metoden är efterinjektering av botten (berget under tunnelns golv) i områden med svaghetszoner. Detta då läckaget visar sig vara störst i botten av olika anledningar. Botten rensas och injekteringshål, med längd cirka 12 meter, borras i botten med cirka 45° lutning. Borrning och injektering görs i två omgångar med primär- och sekundärhål. Sekundärhålen borras som mellanliggande rader mellan primärhålens rader. Hålavståndet blir 2 till 3 meter mellan primär- och sekundärhål.

Injektering utförs i första hand med cement. Polyuretan används när injekteringsbruket tränger in i tunneln istället för ut i bergmassans spricksystem.

Denna metod genomförs på sträckor med större inläckage vid svaghetszoner. Totalt drygt 600 meter har efterinjekterats eller kommer att efterinjekteras, sträckorna framgår av Figur 10. Omfattningen är större än vad som planerades. Av figuren framgår även vilken reduktion av inläckaget som har uppnåtts vid de olika delsträckorna. Reduktionen av inläckage är sammanlagt 280 l/min för de sträckor som utförts.



Figur 10. Omfattning av efterinjektering och reduktion av inläckage.

4.5. Hantering av avloppsvatten

Under byggtiden blandas inläckande grundvatten med processvatten (exempelvis spolvatten från borrning av hål för sprängning och injektering) i tunnlarna. Vattnet pumpas till tunnelmynningarna och vidare till det kommunala spillvattenätet för att renas från kväve i det kommunala avloppsreningsverket.

I driftskedet kommer inläckande grundvatten att samlas upp i tunnlarna enligt beskrivning i avsnitt 2.3. Dränvattnet kommer vara betydligt renare än byggavloppsvattnet då byggverksamheten har upphört och kvävebelastningen från sprängmedel avtar. Föroreningar som förekommer i grundvatten utanför tunnlarna till följd av tidigare verksamheter (exempelvis kemtvättar) kommer att påverka dränvattnet under driftskedet i ungefär samma utsträckning som under byggskedet. Halterna som uppmätts i tunnelvatten och i grundvatten i anslutning till tunnlarna är lägre än de riktvärden för utsläpp till recipient som tillämpas i byggskedet. Dränvattnet förväntas även i övrigt ha en kvalitet som är acceptabel för recipienten. Därmed bedöms det inte föreligga något behov av reningsanläggning för driftskedet.

5 Kontroll och uppföljning

5.1. Pågående kontroll och uppföljning

Kontroller under byggskedet görs för att följa upp att byggnationen av alla ingående arbetsmoment uppfyller villkoren för verksamheten samt att minimera påverkan på människors hälsa och miljö. Två kontrollprogram, verksamhetsutövarens- och entreprenörens kontrollprogram, har upprättats och fastställts av tillsynsmyndigheterna.

I dessa framgår metoder, mätfrekvenser, larm- och stoppvärden. Där finns också mer detaljerad information om hur larm- och stoppvärden tas fram, vad som görs när de överskrids och möjliga åtgärder för att förebygga påverkan på skyddsobjekt. Insamlade resultat samtolkas med resultat från annan övervakning som utförs inom ramen för egenkontroll, bland annat avseende rörelser i byggnader, spår, mark, ledningar och stödkonstruktioner.

Ett miljömöte hålls varje vecka mellan entreprenör och beställare för en genomgång av kontraktsfrågor, pågående och kritiska arbeten, mätdata, överskridanden m.m. För punkter som måste följas upp utses en ansvarig. Veckovisa möten hålls även internt inom respektive organisation för samordning av information, redovisning av mätresultat samt vidtagna åtgärder.

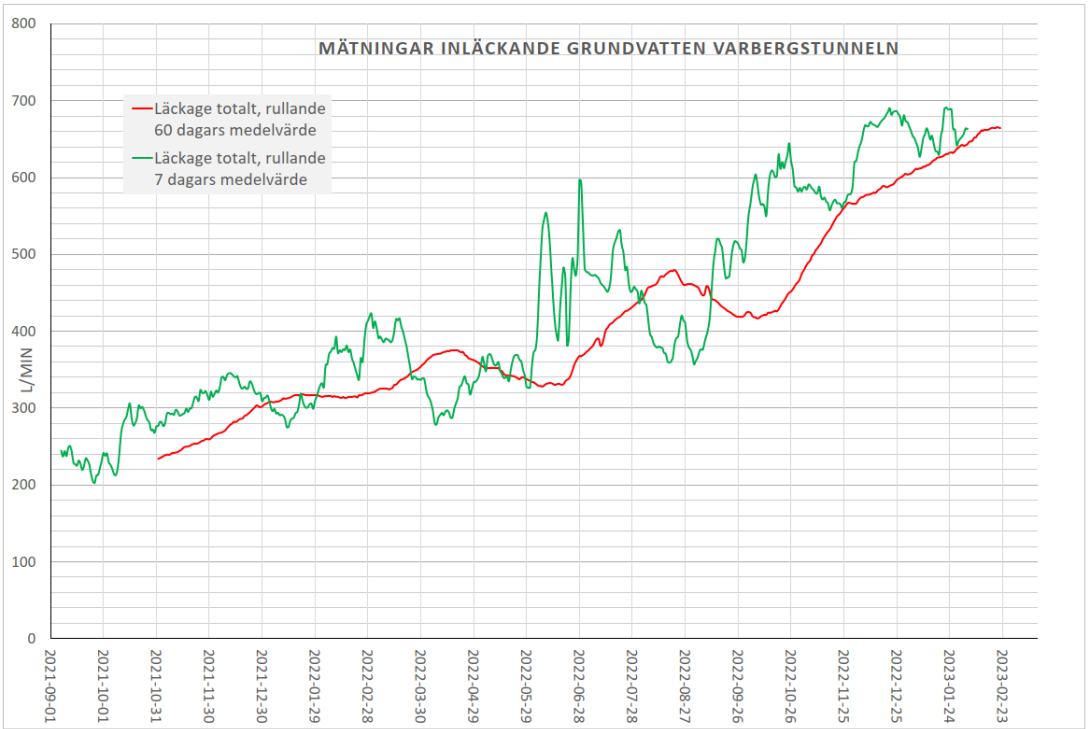
Inför kritiska arbetsmoment utförs en extra kontroll och uppföljning av de parametrar som det kritiska arbetet bedöms påverka. Efter ett sådant arbete genomlyses även arbetet, varvid vunna erfarenheter kan vara till gagn för kommande kritiska arbetsmoment.

Löpande journalföring sker enligt framtagna standarddokument och insamlad mätdata registreras och utvärderas fortlöpande i förhållande till specificerade larm- och stoppvärden. Huvuddelen av resultaten från kontrollen sparas i projektets databas Redbex. Genom denna hålls mätningarna tillgängliga för allmänheten, enskilda särskilt berörda och myndigheterna. Det som inte sparas i Redbex lagras på annat sätt, t.ex. i dagböcker, protokoll och analysrapporter. Allt finns tillgängligt på projektkontoret.

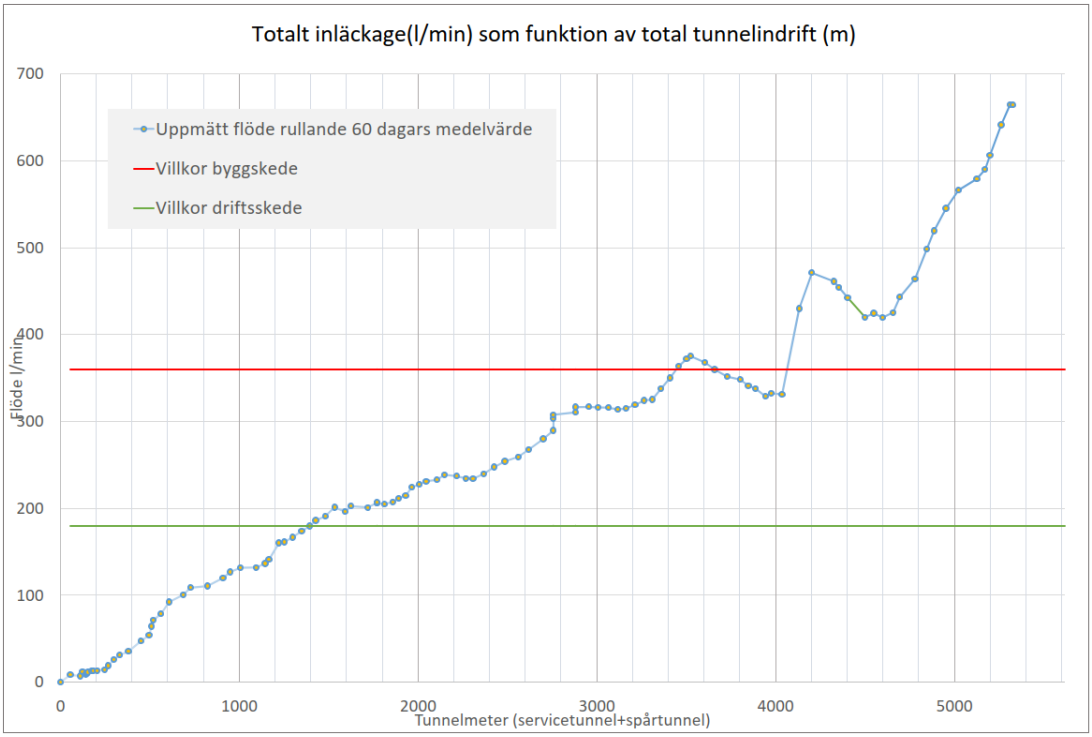
5.1.1. Inläckagemätning

Inläckagemätning för bergtunnel redovisas i Figur 11. Röd heldragen linje visar 60 dagars rullande medelvärde summerat flöde uppmätt vid norra och södra tunnelmynningen. Värdet är korrigerat för tillfört processvatten. Grön linje beskriver 7 dagars rullande medelvärde. Mätningarna i grafen representerar perioden 2021-09-01 till 2023-02-22.

Totalt inläckage till bergtunnel (60 dagars rullande medelvärde) var vid årsskiftet 2022/23 ungefär 600 liter/min (10 l/s). Då återstod cirka 400 meter av den totala längden för bergtunnlar. Enligt villkoret är total tillåten grundvattenbortledning i byggskedet 6 l/s (riktvärde). Totalt tillåten grundvattenbortledning i driftskede är 3 l/s. I Figur 12 visas hur inläckaget har ökat efterhand som mer och mer tunnel har sprängts ut.



Figur 11. Tidsserie för inläckagemätning bergtunnel. 60 dagars respektive 7 dagars rullande medelvärde (totalt inläckage).



Figur 12. Mätt inläckage (rullande 60 dagar) till tunnlar som funktion av utsprängd tunnellängd. Villkoren för byggskede och driftskede är markerade med horisontell röd respektive grön linje.

5.1.2. Grundvattennivåer

Mätningar av grundvattennivå inleddes i större skala 2017. I byggskedet utförs nivåmätningar regelbundet, som utgångspunkt månadsvis men mer frekvent vid påverkande aktiviteter nära skyddsobjekt. Många grundvattenrör är även utrustade med automatiskt registrerade tryckmätare som mäter grundvattentrycket flera gånger i timmen. Utvärdering av mätresultaten görs bland annat genom jämförelse med tidigare mätserie och referensrör på stort avstånd från tunnlarna. Resultaten av mätningarna redogörs för i Bilaga Hydrogeologi och sättningsrisk. Antalet grundvattenrör har utökats i det nya påverkansområdets yttre delar för att kunna följa upp grundvattennivåer i hela området.

5.1.3. Rörelser (vibrationer och sättningar)

Kontrollen av rörelser i byggnader är omfattande i närheten av tunnlarna och består av både automatiska system och manuella mätningar. Byggnader i närheten av tunnlarna har utrustats med dubbar och/eller prismor som mäts in regelbundet med hög precision. Robotiserade totalstationer finns strategiskt utplacerade bland annat på Stora Torget, se Figur 13. Mätresultat avseende sättningar redovisas i Bilaga Hydrogeologi och sättningsrisk. Vibrationer registreras med mätutrustning som flyttas succesivt för att alltid finnas i närheten av drivningsfronterna.

Figur 13. På ett stadigt fundament på Stora Torget i Varberg står en totalstation som automatiskt mäter positionen på ett stort antal prismor som placerats på byggnaderna runt om. Syftet är att registrera och larma om sättningar uppkommer.

5.1.4. Byggavloppsvatten

Uppföljning och kontroll av byggavloppsvattnet sker både avseende kvantitet och kvalitet. Provtagning görs före avledning till avloppsreningsverket av vattnet från tunnlarna samt både före och efter egna reningsanläggningar för byggavloppsvattnet från schakterna. Provtagningsfrekvensen varierar vid olika provtagningspunkter och anpassas efter verksamheten.

5.1.5. Redovisning till tillsynsmyndigheterna

Resultaten av kontrollen redovisas för tillsynsmyndigheterna under tillsynsmöten. Om mötenas frekvens behöver anpassas beroende på verksamheten sker detta i samråd med tillsynsmyndigheterna. Sedan projektstart hålls mötena varje månad. I specifika ärenden har myndigheterna kontaktats eller så har tillsynsmyndigheterna kontaktat Trafikverket.

Kvartalsvis och årligen inlämnas även skriftliga rapporter till tillsynsmyndigheterna. Alla avvikelser mot tillstånd, villkor och beslut rapporteras utan dröjsmål till tillsynsmyndigheterna men sammanfattas även i kvartalsrapporter och årsrapport.

5.2. Kontroll under driftskedet

Kontrollprogrammen har uppdaterats sedan påverkansområdet utökades. Bland annat har nya mätpunkter för grundvattennivå tillkommit. När byggskedet övergår i driftskede kommer vissa delar av kontrollen kunna avslutas. De kontroller som kommer att fortgå är mätning av inläckage i tunnlarna, grundvattennivåmätning, mätningar av sättningsrörelser samt kontroll av vattnet som släpps ut i hamnbassängen. När mätdata visar stabila förhållanden förväntas kontrollerna succesivt kunna minska i omfattning. Dialog med tillsynsmyndigheten kommer genomföras innan omfattningen förändras.

6 Skyddsåtgärder

6.1. Infiltration

För att möjliggöra infiltration har brunnar och grundvattenrör installerats och infiltrationstester utförts vid Stationshuset, kvarteret Renen, Brunnsparken (inklusive den i söder anslutande Torggatan) och vid Varbergs kyrka. Syftet med infiltration är främst att skydda känsliga objekt från att skadas till följd av sättningar som kan uppkomma till följd av grundvattensänkning. Vid kvarteret Renen är syftet istället att förhindra oönskad spridning av förorening.

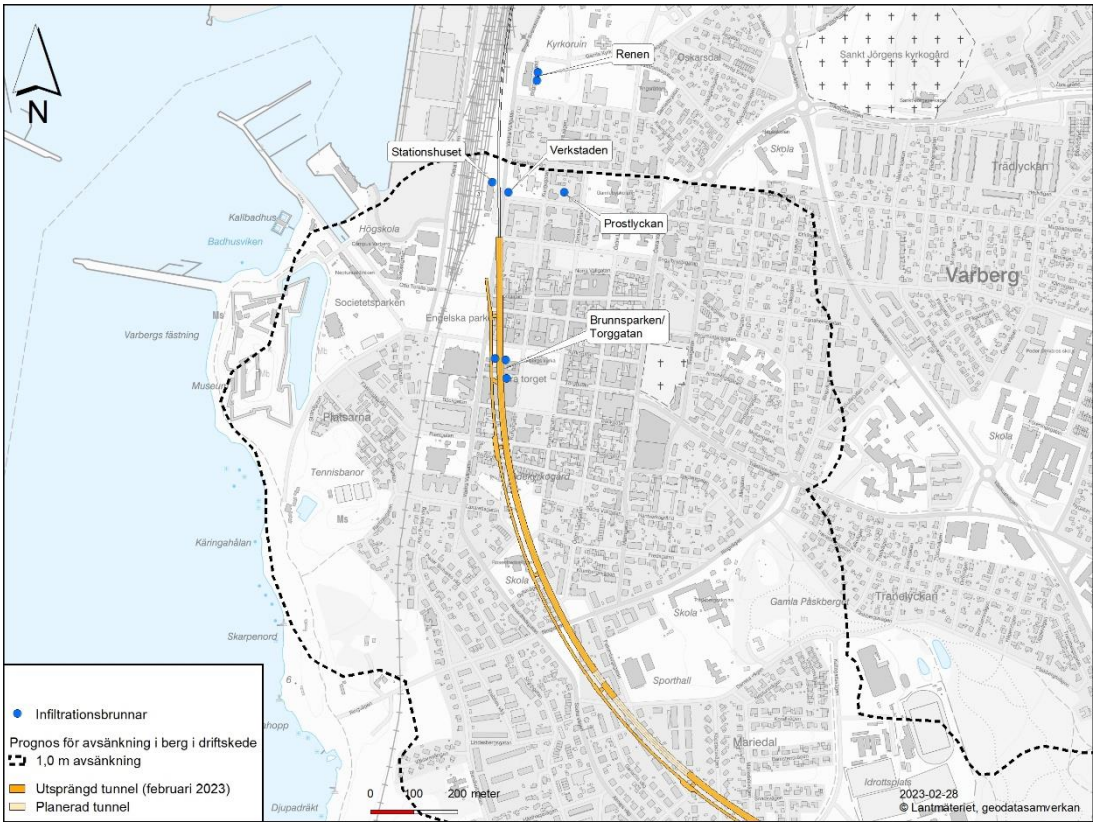
Infiltration pågår vid kvarteret Renen (brunnsgalleri), kvarteret Verkstaden, kvarteret Prostlyckan, Stationshuset samt Brunnsparken och Torggatan. Infiltrationen utförs i samtliga fall i undre grundvattenmagasin i jord.

Brunnsgalleriet, vid kvarteret Renen och öster om tråg, består av fem brunnar och sju observationsrör. Brunnsgalleriet har som syfte att vid eventuell avsänkning kunna höja grundvattennivåerna (infiltration) alternativt sänka vid dämning (pumpning). Detta för att motverka spridning av förorening i grundvattnet från kvarteret Renen. Infiltration pågår i två av brunnarna. Vidare pågår infiltration i ett rör norr om Stationshuset. Infiltration vid Stationshuset och kvarteret Renen sker i anslutning till schakt för tråg och betongtunnel och kommer att kunna avslutas när dessa delar är färdiga och schakterna återfyllda samt grundförstärkning av Stationshuset genomförts. Prostlyckan och Verkstaden är påverkade av grundvattensänkning orsakad både av trågschakten och av bergtunnlarna. Baserat på kunskapen om sprickzoner som sträcker sig genom schakten i riktning mot Prostlyckan och

Verkstaden så bedöms det vara sannolikt att infiltrationen där kan avslutas efter att betongtunnel och tråg har färdigställts och enbart påverkan från bergtunnlarna kvarstår.

Vid Brunnsparken och Torggatan har flera rör installerats i relativt heterogena lager. Efter utvärdering valdes tre av dessa ut för infiltration. Infiltration utfördes när inläckaget i berörd tunnelsträcka var stort men är nu avslutad .

Vid Varbergs kyrka och vid kvarteret Gästgivaren har förberedelser för infiltration gjorts genom installation av brunnar men ingen infiltration har utförts.



Figur 14. Lokalisering av infiltrationsbrunnar.

7 Val av bästa möjliga teknik för begränsning av inläckande grundvatten

Detta avsnitt beskriver vilka möjliga tekniker som funnits att tillgå för att uppnå ökad täthet och vilka konsekvenser de olika teknikerna ger gällande kostnad, tid och klimatpåverkan.

De tekniker som beskrivs är:

- Förinjektering.
- Efterinjektering.
- Vattentät betonginklädnad

Framtagna konsekvenser bygger på erfarenheter från projekt Varbergstunneln och projekt Hallandsås. Bedömning av reduktionsnivåer för inläckage med de olika teknikerna bygger på erfarenhet från projekt Varbergstunneln samt andra projekt. Klimatpåverkan genom tillkommande koldioxidekvivalenter[3] (CO2e) bygger på värden från Trafikverkets modell för klimatkalkyl.

7.1. Förinjektering

Det planerade utförandet och det aktuella utförandet har beskrivits i avsnitt 0. Här beskrivs vad ytterligare utökning av förinjektering innebär.

7.1.1. Utökat utförande

En ännu större utökning av förinjekteringen har övervägts under arbetets gång. Utökning i form av fler injekteringshål, kortare skärmlängd, injektering i fler omgångar, ökad mängd injekteringscement samt längre överlapp mellan skärmarna.

Dessa åtgärder påverkar genomförandetiden för tunnlarna då dessa arbeten är tidskritiska. En ytterligare utökning av förinjektering mot nuvarande utformning skulle påverka sluttiden för projektet.

7.1.2. Möjliga tätningseffekter

Täthetseffekten av en utökad utformning är svårbedömd. Det är rimligt att anta att det går att få en högre täthet i vissa svaghetszoner men inte för övriga tunnelsträckor. Den möjliga reduceringen av det totala läckaget med utökad förinjektering har bedömts bli i storleksordning 20 – 40 l/min. för utökning med i storleksordning 1 400 ton ytterligare cementinjektering.

7.1.3. Konsekvenser kostnad, tid och klimatpåverkan

Ovan beskriven utökning innebär en utökning av projekttiden med minst ett år.

Den stora kostnaden är en konsekvens av att projektets sluttid inte innehålls. Beslut om inkoppling av ny järnvägssträcka måste göras två år i förväg då trafikoperatörerna måste ges tid att planera körtider och tillse att de har tågtyper och tåglängder som krävs. Innehålls inte projektets sluttid kommer det att ta minst ett år, kanske upp till två år att få ny möjlighet att koppla in och öppna för trafik. Projektet har gjort en analys av den påverkan det innebär att flytta öppning för trafik (ÖFT) från 2024 till 2025:

[3] *Koldioxidekvivalent är ett mått som används för att kunna jämföra hur mycket olika växthusgaser bidrar till förstärkt växthuseffekt. När man anger klimatpåverkan som koldioxidekvivalenter har man beräknat hur mycket koldioxid (eller andra växthusgaser med motsvarande effekt på klimatet) som bildats vid tillverkning/användning. En vanlig förkortning för koldioxidekvivalent är CO2e.*

- Bibehålla organisationer hos både beställare och entreprenör, kostnadsökning cirka 200 MSEK.
- Produktion måste avbrytas vilket innebär ineffektivitet och kompetenstapp, kostnadsökning med cirka 30 – 60 MSEK.
- Tillfälliga nyttjanderätter enligt järnvägsplan riskerar att löpa ut, i dag oöverskådliga kostnader.
- Påverkan hos projektets medfinansiärer (Varbergs kommun, Jernhusen AB och region Halland) då deras angränsande utvecklingsprojekt blir försenade.
- Enskilda fastighetsägare, näringsidkare och 3:e man påverkas negativt då arbetena kommer pågå under längre tid med störningar och minskad tillgänglighet.
- Nationella intressen, gällande järnvägstrafik, påverkas då hela Västkustbanans planerade kapacitetshöjning försenas. Den gamla anläggningen måste underhållas längre tid.

Tillkommande kostnad blir i storleksordning 300 – 400 MSEK, exklusive de oskattade kostnaderna, för en minskning av läckaget med 20 – 40 l/min. Alternativet innebär att villkor för inläckage enligt nuvarande miljötillstånd inte kan innehållas.

Planerad förbrukning av injekteringscement var cirka 1 400 ton. Verkligt utfall med nuvarande injekteringsstrategi blir ungefär det dubbla, cirka 2 800 ton. En ytterligare utökning med 1 400 ton innebär en ökad klimatpåverkan med ytterligare 1 218 ton CO2e (baserat på 0,87 kg CO2e/kg x 1 400 000 kg).

7.2. Efterinjektering

Metoden är beskriven i avsnitt 4.4.

7.2.1. Möjliga tätningseffekter

Metoden med systematisk efterinjektering i botten bedöms kunna ge effekt i sprickzoner med högt inläckage. I Tabell 1 redovisas en bedömning av möjliga reduktioner för de olika delsträckorna. Denna bedömning bygger på erfarenheter av efterinjektering i projekt Varbergstunneln och projekt Hallandsås.

Efterinjektering bedöms inte vara effektivt för delsträckor med gnejs och charnokit där kvarvarande läckage efter förinjektering är mindre per tunnelmeter och diffusare.

Tabell 1. Möjlig reduktion av inläckage för olika delsträckor med systematisk efterinjektering.

Delsträckor	Längd m	Bedömt läckage l/min	Reduktions-faktor systematisk efterinjektering	Möjlig minskning av läckage l/min
Låg bergtäckning spårtunnel	110	33	50 % - 70 %	15 - 25
Svaghetszoner servicetunnel	275	210	50 % - 70 %	100-145
Svaghetszoner spårtunnel	225	170	50 % - 70 %	85-120
Charnokit servicetunnel	657	62	0 %	0
Charnokit spårtunnel	728	68	0 %	0
Gnejs servicetunnel	1792	140	0 %	0
Gnejs spårtunnel	1730	135	0 %	0
Totalt	5517	820		200-290

7.2.2. Konsekvenser kostnad, tid och klimatpåverkan

Erfarenheter med systematisk efterinjektering visar på följande kostnader och tider:

Kostnad 14 000 SEK per meter tunnel

Kapacitet 12 meter tunnel per vecka.

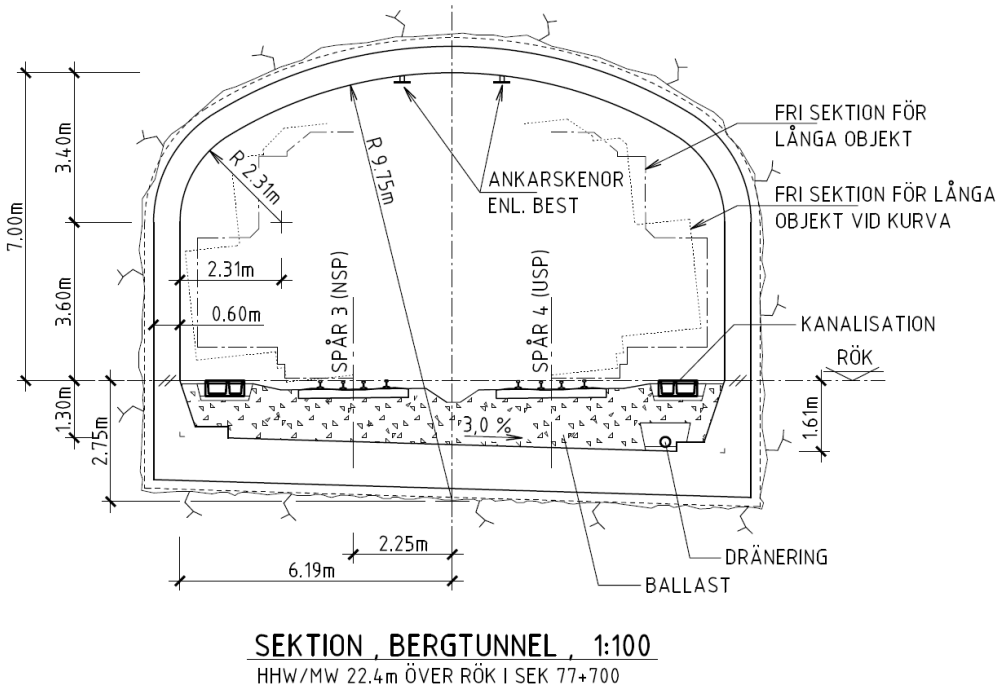
Systematisk efterinjektering av svaghetszonerna och område med låg bergtäckning, totalt 610 meter, skulle innebära en reduktion av inläckage med mellan 200-290 liter per minut. Alternativet innebär att villkor för inläckage enligt nuvarande miljötillstånd inte kan innehållas. Kostnaden för detta skulle då uppgå till cirka 7 - 10 MSEK och utförandetiden uppgå till cirka 25 veckor om två arbetslag med borriggar kan arbeta parallellt. Utförandetiden ryms inom projektets tidplan. Alternativet innebär att villkor för inläckage enligt nuvarande miljötillstånd inte kan innehållas.

Verklig förbrukning av injekteringscement var cirka 10 ton för den först utförda tunnelsträckan på 60 m. Om systematisk efterinjektering utförs för aktuella delsträckor, 610 meter, kommer cementförbrukningen att öka med cirka 100 ton. Detta innebär en ytterligare klimatpåverkan med 87 ton CO2e (0,87 kg CO2e/kg x 100 000 kg).

7.3. Vattentät betonginklädnad

7.3.1. Beskrivning

Projektet har tagit fram en möjlig utformning av en vattentät betonginklädnad för spårtunneln, se Figur 15. Principen för denna inklädnad är att berglasterna tas upp av bakomliggande bergförstärkning och inklädnaden enbart bär det vattentryck som uppstår. Ett vattentätt plastmembran installeras mellan bergförstärkning och betonginklädnad. För att undvika ett längsgående vattenflöde utförs inklädnadens ändar som motgjutna utan membran.



Figur 15. Möjlig utformning av vattentät betonginklädnad av spårtunnel.

Utförandet av betonginklädnad i bergtunnlarna utförs i följande steg:

1. Utökning av tunnelsektionen för att ge utrymme för betonginklädnad (strossning). Detta utförs genom att borra kompletterande kranshål som laddas och sprängs.
2. Installation av ny bergförstärkning samt utjämningssprutning med sprutbetong.
3. Rensning av botten samt avjämningsgjutning.
4. Installation av vattentätt plastmembran.
5. Armering och gjutning av inklädnadens bottendel i 10 m långa monoliter.
6. Armering och gjutning av inklädnadens väggar och tak i 10 m långa monoliter.

7.3.2. Möjliga tätningseffekter av betonginklädnad

I Varbergstunneln kan vattentät betonginklädnad utföras i följande prioriteringsordning efter tätningseffekt och delsträckor:

1. Delsträcka spårtunnel med låg bergtäckning, 110 m. Bedömt inläckage för denna del är cirka 33 l/min. Möjlig reduktion av inläckage genom betonginklädnad bedöms till cirka 75 %. Detta då grundvattentrycket kommer att öka mot den parallella servicetunneln där betonginklädnad inte har installerats i denna fas.
2. Delsträcka servicetunnel med svaghetszoner, 275 m. Bedömt inläckage för denna del blir cirka 210 l/min. Möjlig reduktion av inläckage genom betonginklädnad bedöms till cirka 75 % då betonginklädnad inte har installerats i den parallella spårtunneln i denna fas.
3. Delsträcka spårtunnel med svaghetszoner, 225 m. Bedömt inläckage för denna del blir cirka 170 l/min. Möjlig reduktion av inläckage genom betonginklädnad

bedöms till cirka 90 % då betonginklädnad har installerats i den parallella servicetunneln i denna fas.

4. Delsträcka servicetunnel med bergarten charnokit, 657 m. Bedömt inläckage för denna del blir cirka 62 l/min. Möjlig reduktion av inläckage genom betonginklädnad bedöms till cirka 75 % då betonginklädnad inte har installerats i den parallella spårtunneln i denna fas.
5. Delsträcka spårtunnel med bergarten charnokit, 728 m. Bedömt inläckage för denna del blir cirka 68 l/min. Möjlig reduktion av inläckage genom betonginklädnad bedöms till cirka 90 % då betonginklädnad har installerats i den parallella servicetunneln i denna fas.
6. Delsträcka servicetunnel med bergarten gnejs, 1792 m. Bedömt inläckage för denna del blir cirka 140 l/min. Möjlig reduktion av inläckage genom betonginklädnad bedöms till cirka 75 % då betonginklädnad inte har installerats i den parallella spårtunneln i denna fas.
7. Delsträcka spårtunnel med bergarten gnejs, 1730 m. Bedömt inläckage för denna del blir cirka 135 l/min. Möjlig reduktion av inläckage genom betonginklädnad bedöms till cirka 95 % då betonginklädnad har installerats i den parallella servicetunneln i denna fas.

Ovanstående siffror är sammanfattande i Tabell 2. Ett problem med att utföra betonginklädnad är att det kan bli en tillfällig ökning av inläckaget på delsträckan efter strossning eftersom man då tagit bort en del av den redan injekterade zonen runt tunneln.

Tabell 2. Möjlig reduktion av inläckage för olika delsträckor med betonginklädnad.

Betonginklädda delsträckor	**Längd m**	**Bedömt läckage l/min**	**Reduktions-faktor**	**Möjlig minskning av läckage l/min**
1 Låg bergtäckning spårtunnel	110	33	75 %	25
2 Svaghetszoner servicetunnel	275	210	75 %	160
3 Svaghetszoner spårtunnel	225	170	90 %	150
4 Charnokit servicetunnel	657	62	75 %	46
5 Charnokit spårtunnel	728	68	90 %	61
6 Gnejs servicetunnel	1792	140	75 %	110
7 Gnejs Spårtunnel	1730	135	95 %	130
Totalt	**5517**	**820**		**680**

7.3.3. Konsekvenser kostnad, tid och klimatpåverkan

För beräkning av kostnader och tider har följande värden används i beräkningarna:

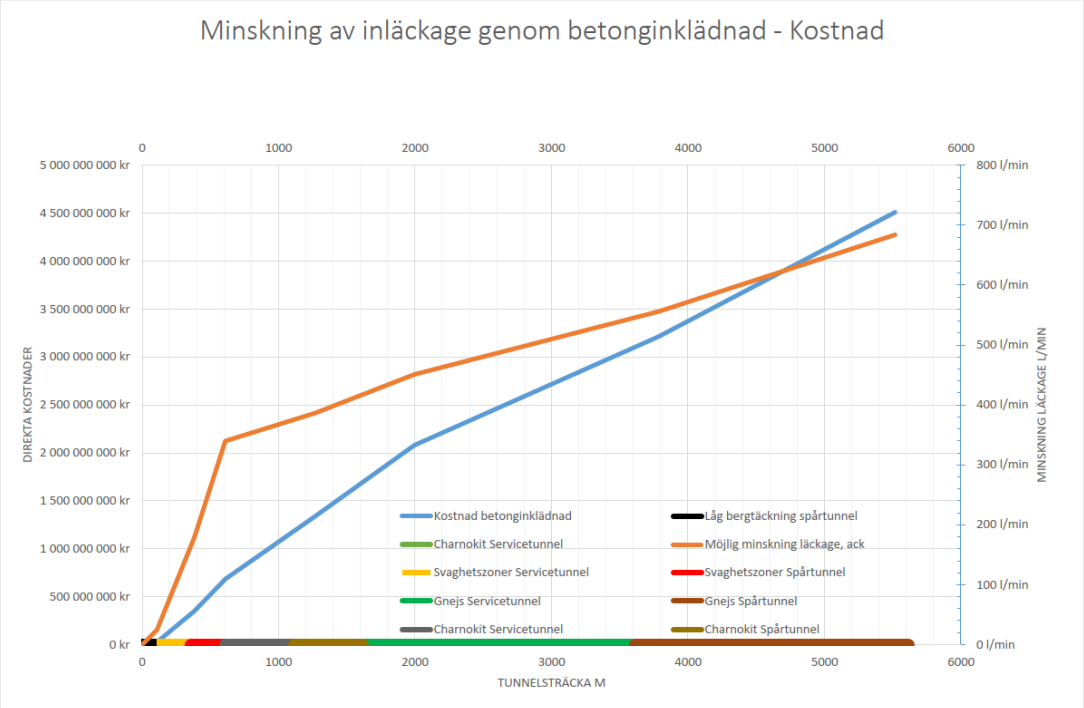
Kostnad etablering formutrustning	2 600 000 SEK
Kostnad inköp formutrustning	3 700 000 SEK per formutrustning
Betonginklädnad spårtunnel	195 000 SEK per meter
Betonginklädnad servicetunnel	130 000 SEK per meter
Strossning spårtunnel	75 000 SEK per meter
Strossning servicetunnel	50 000 SEK per meter
Bergförstärkning spårtunnel	25 000 – 50 0000 SEK per meter
Bergförstärkning servicetunnel	15 000 – 30 000 SEK per meter
Kapacitet för strossning och bergförstärkning	1,22 meter per dygn
Kapacitet betonginklädnad	1,43 meter per dygn

Kostnader för förlängd projekttid beskrivs under kapitel 3.4.

Konsekvenser av betonginklädnad för de olika delsträckorna redovisas i Tabell 3. Diagram i Figur 16 visar kostnaden som funktion av betonginklädd tunnellängd tillsammans med möjlig reduktion av inläckande grundvatten.

Tabell 3. Kostnad, tid och klimatpåverkan betonginklädnad

Betonginklädd delsträcka	**Kostnad MSEK**	**Tid Dygn**	**CO2e Ton**	**Kostnad för förlängd projekttid MSEK**
Låg bergtäckning spårtunnel	30	120	2 200	
Svaghetszoner Servicetunnel	320	270	3 600	260
Svaghetszoner Spårtunnel	330	230	4 500	260
Charnokit Servicetunnel	650	580	8 600	520
Charnokit Spårtunnel	740	640	14 500	520
Gnejs Servicetunnel	1 140	1 510	23 500	780
Gnejs Spårtunnel	1 300	1 460	34 400	780
Totalt	**4 510**	**1060**	**91 200**	



Figur 16. Diagram visar kostnad för betonginklädnad och motsvarande reducering av inläckage till tunnlarna. I diagrammet visas den ackumulerade rörliga kostnaden enligt Tabell 3 men inte kostnader till följd av förlängd projekttid.

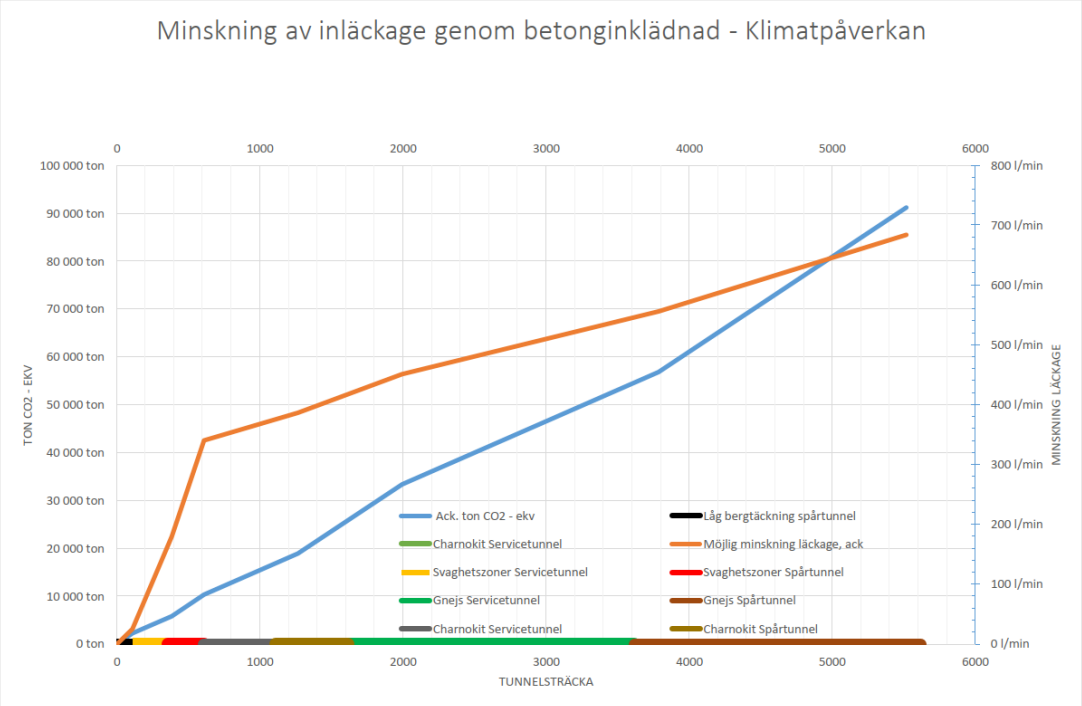
I Tabell 3 anges den ackumulerade utförandetiden för betonginklädnad av de olika delsträckorna i tunnlarna. I denna bedömning används som mest fyra formutrustningar som bedöms kunna arbeta samtidigt i tunnlarna. En tidförlängning om 1060 dygn behövs för att genomföra betonginklädnad av hela tunneln. Alternativet innebär att villkor för inläckage enligt nuvarande miljötillstånd kan innehållas.

För beräkning av klimatpåverkan har följande värden använts i beräkningarna:

Betong	415,07 kg CO_2e per m^3 betong
Armeringsstål	0,70 kg CO_2e per kg armeringsstål

Dessa värden används i Tabell 3 och redovisas i Figur 17.

Om hela tunnelsträckan förses med betonginklädnad innebär det en tillkommande klimat-påverkan med över 90 000 ton CO_2e. Detta ska ställas i relation till projektets totala beräknade bidrag på 126 000 ton utan betonginklädnad.



Figur 17. Diagramvisar klimatpåverkan uttryckt som koldioxidekvivalenter av betonginklädnad och motsvarande reducering av inläckage till tunnlarna.

7.4. Slutsatser för val av metod

De tre olika alternativen innebär olika tidförlängning, tillkommande kostnad och tillkommande klimatpåverkan. Möjligheten att reducera inläckaget är olika. Vid en jämförelse mellan metoderna är det tydligt att efterinjektering är den effektivaste metoden för att begränsa inläckaget till bergtunnlarna, se Tabell 4. Alternativet med utökad efterinjektering innebär en relativt sett liten tillkommande klimatpåverkan men innebär stora kostnader och förlängd projekttid. Trafikverket har valt att tillämpa metoden efterinjektering som den bästa möjliga tekniken för att begränsa inläckande grundvatten med hänsyn till tid, kostnad och klimatpåverkan. Det är inte tekniskt möjligt att uppnå villkoret för inläckage i driftskede med metoderna utökad förinjektering eller utökad efterinjektering. Med metoden betonginklädnad kan villkoret för inläckage i driftskedeuppfyllas men till en orimlig kostnad. Alternativet skulle innebära försenad trafikstarten med cirka tre år.

Tabell 4. Jämförelse mellan de studerade alternativen avseende kostnad, klimatpåverkan och reduktion av inläckage.

Alternativ	Kostnad (MSEK)	Klimat-påverkan (CO2e)	Reduktion av inläckage (liter/min)	Kostnad per liter minskat inläckage (MSEK/liter)	Tidsför-längning
Utökad förinjektering	300-400	1 218	20-40	8-20	Cirka 1 år
Efterinjektering	7-10	87	200-290	0,02-0,05	ingen
Betonginklädnad	4 500	91 200	680	6,1	Cirka 3 år

8 Referenser

Fransson, Å., Funehag, J., & Thörn, J. (2016). Swedish grouting design: hydraulic testing and grout selection. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Ground Improvement, 169(4), 275-285. https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/jgrim.15.00020

Funehag, J., & Thörn, J. (2018). Radial penetration of cementitious grout–Laboratory verification of grout spread in a fracture model. Tunnelling and Underground Space Technology, 72, 228-232.

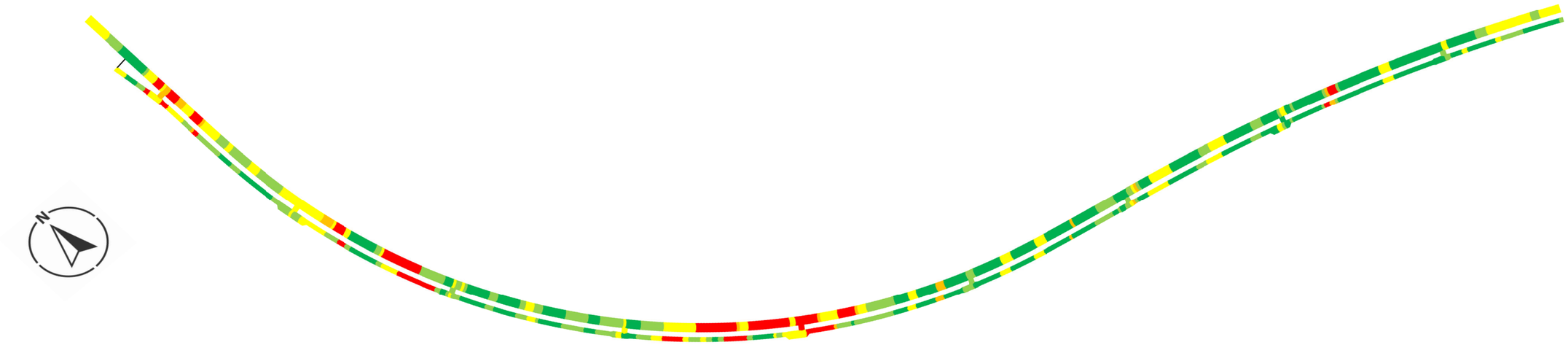
Gustafson, G., Claesson, J., & Fransson, Å. (2013). Steering parameters for rock grouting. Journal of Applied Mathematics, 2013. http://downloads.hindawi.com/journals/jam/2013/269594.pdf

Trafikverket (2016). Teknisk Beskrivning, Tillstånd för vattenverksamhet och arbeten i anslutning till Natura 2000-område, Ansökan, projektnummer: 101107, 2016-12-23

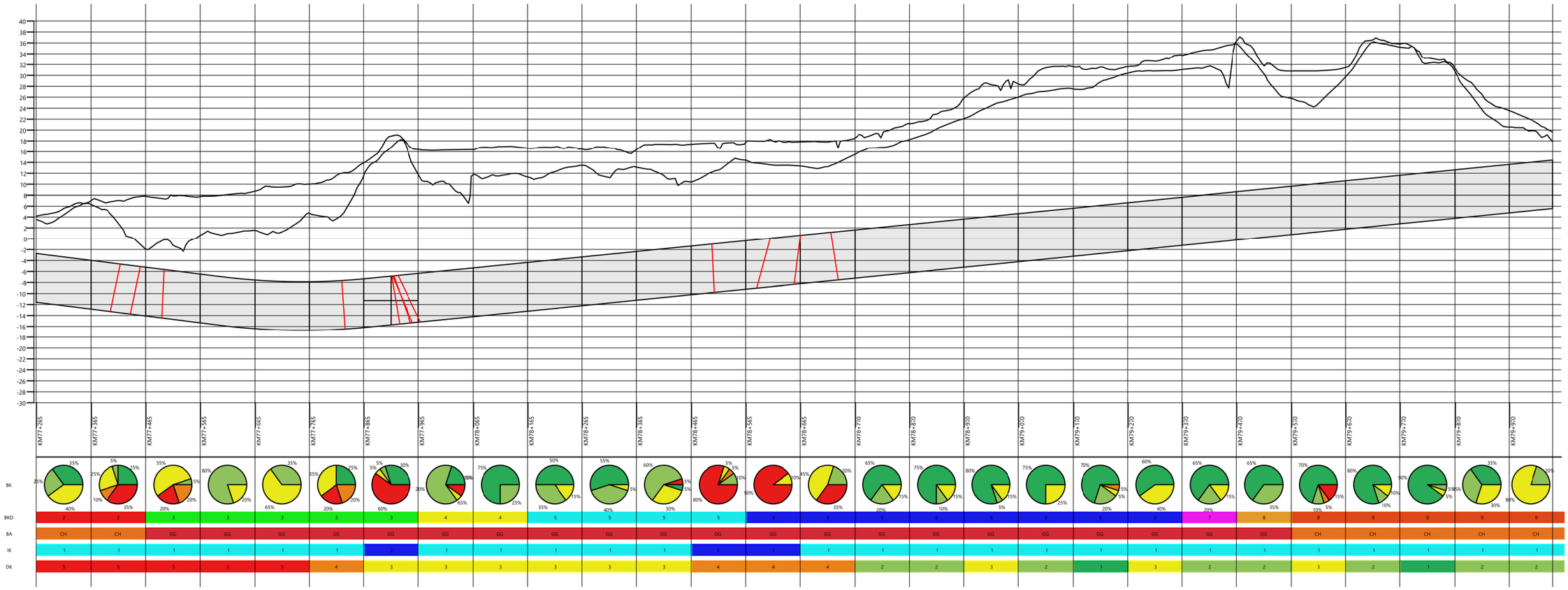
TRAFIKVERKET

Trafikverket, Baggens gränd 1, 432 45 Varberg.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

trafikverket.se



SPÅR TUNNELN PLAN



SPÅR TUNNELN PROFIL

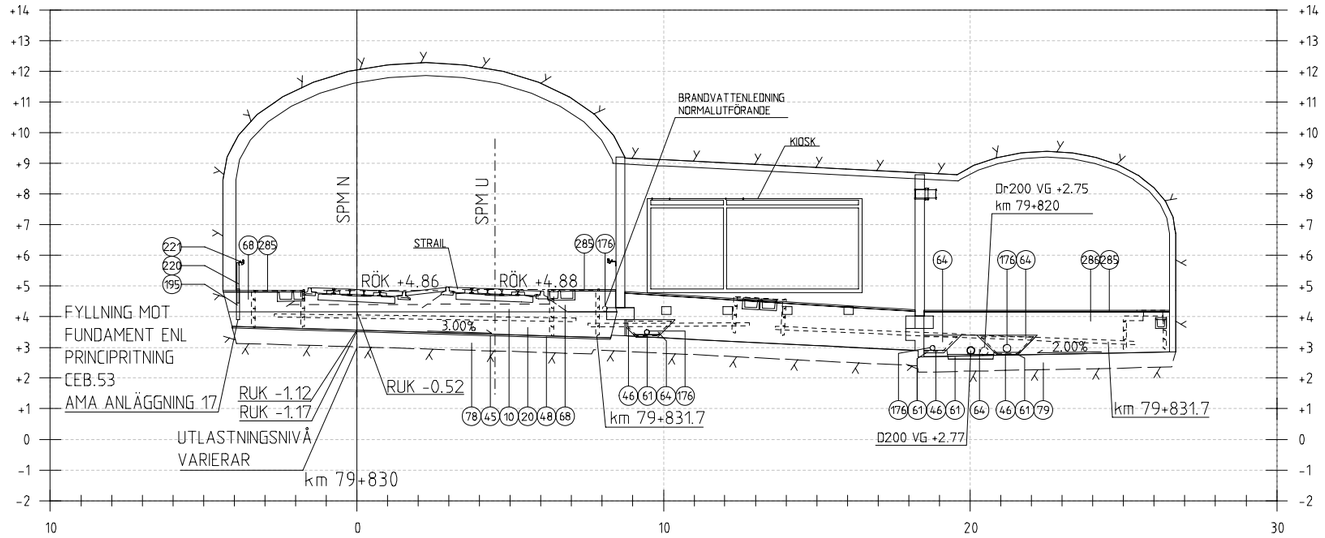
LEGEND

JORD-MYLLA
BERGMODELL 2019
TUNNELTAK OCH BOTTEN KROSSZON
BK= BERGKLASS
BKD = BERGKVALITETSDOMÄN (1 - 7)

BA= BERGART
Ch
GG
DK= DRIVNINGSKLASS
1
2
3
4
5
IK= INJEKTERINGSKLASS
1
2

FK= FÖRSTÄRKNINGSKLASS

LEVERANTÖR: Implenia, GOLDER	AVDELNING	LEVERANS/ÄNDRINGS-PM	TEKNIKOMRÅDE: BERGTEKNIK
	UPPDRAGSNUMMER: 18104081	KONSTRUKTIONSNUMMER	GRNSKNINGSSTATUE / SYFTE: FÖR BYGGHANDLING
TRAFIKVERKET	VARBERGSTUNNELN VARBERG - HAMRA BERGTEKNISK PROGNOS		HANDLINGSTYP
			ANLÄGGNINGSTYP
SKAPAD AV: GOLDER/J. POMERY			KILOMETER+METER / BANDEL
GRANSKAD AV: GOLDER/D. KHATIBI			RITNINGSNUMMER PROJEKT: BILAGA 1-TEM01-22-632-05-0001
GODKÄND AV: GOLDER/UH / DATUM: 2020-06-05	SKALA: NTS / FORMAT: A0	RITNINGSNUMMER FÖRVAKTNING	BLAD / NÄSTA BLAD / ÄNDR



MATERIALTABELL

Utförande enligt följande koder i AMA Anläggning 17

NR	BENÄMNING	AMA-KOD
10	BALLAST	DCH.311
20	UNDERBALLAST	DCH.15
45	TÄTNING OCH AVJÄMNING	CEE.123
46	MATERIALSKILJANDE LAGER	DBB.31213
48	BALLASTMATTA	DEN.12
61	LEDNINGSBÄDD FÖR RÖRLEDNING	CEC.2114
64	KRINGFYLLNING FÖR RÖRLEDNING	CEC.3114
68	KRINGFYLLNING FÖR KABELRÄNNA	CEC.32
76	KRINGFYLLNING FÖR EL-OCH TELEKABEL	CEC.32
77	LEDNINGSBÄDD FÖR EL-OCH TELEKABEL	CEC.22
78	FYLLNING UNDER UNDERBALLAST	CEB.31
79	FYLLNING UNDER FÖRSTÄRKNINGSLAGER	CEB.1113
176	TRYCKLEDNING (BRANDVATTEN)	
195	PLATSGJUTET FUNDAMENT	EBE.21539
220	STOLPE TILL LEDSTÅNG	DEF.19
221	LEDSTÅNG	NBK.32
281	FÖRSTÄRKNINGSLAGER	DCB.212
282	OBUNDET BÄRLAGER	DCB.312
283	SÄTTLAGER	DCG.21
284	BETONGMARKPLATTA	DCG.21
285	OBUNDET SLITLAGER	DCB.412
286	FÖRSTÄRKNINGSLAGER SERVICETUNNEL	DCB.233

0 1 2 4 6 8 10
SKALA 1:100

ÄNDR	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	ÄNDR. DATUM
A	REVIDERING ENLIGT FÖLJEBREV	AAD	2022-12-21

LEVERANTÖR: TYRÉNS Implenia
AVDELNING: JÄRNVÄG
LEVERANS/ÄNDRINGS-PM:
TEKNIKOMRÅDE: BANUNDERBYGGNAD
UPPDRAGSNUMMER: 165433
KONSTRUKTIONSNUMMER:
GRANSKNINGSSTATUS / SYFTE: GODKÄND

TRAFIKVERKET

VARBERGSTUNNELN

VARBERG-HAMRA

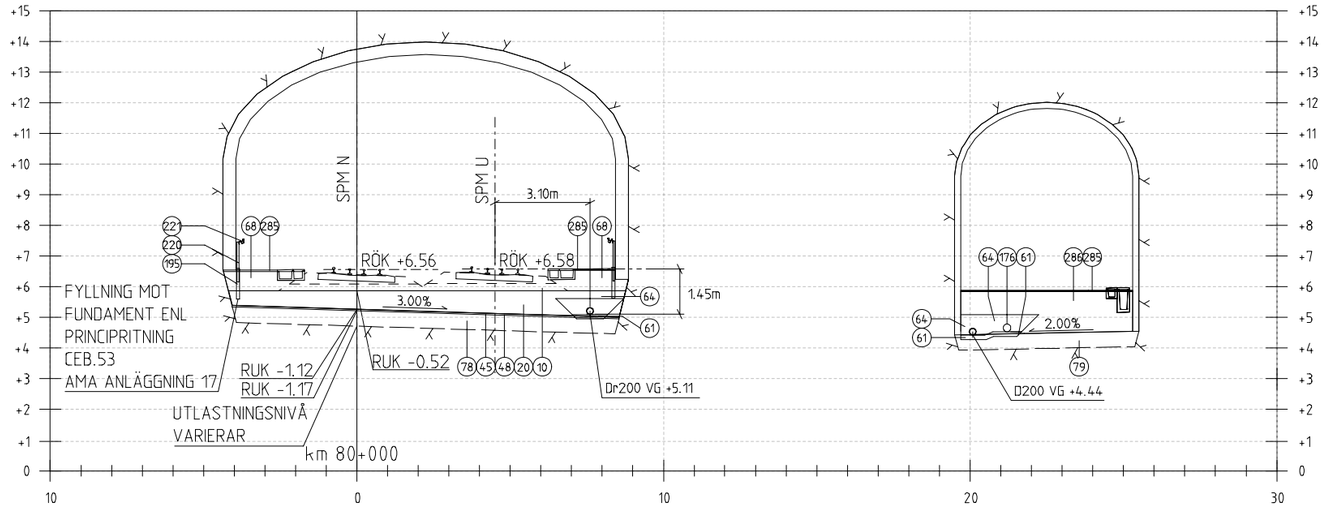
TVÄRSEKTION

HANDLINGSTYP: BYGGHANDLING
ANLÄGGNINGSTYP: MARK
SKAPAD AV: TYRÉNS/H HUA
GRANSKAD AV: TYRÉNS/A ÅSWÄRDH
KILOMETER-METER: 79+830
BANDEL: 627
RITNINGSNUMMER PROJEKT: TEM01-12-370-05-79+830-0701-E2449
GODKÄND AV: TYRÉNS/N LISS
DATUM: 2022-12-01
SKALA: 1:100
FORMAT: A1
RITNINGSNUMMER FÖRVALTNING:
BLAD: -
NÄSTA BLAD: -
ÄNDR.: A

D:\BOR\32161\LP\Mark\Ritning\Tvärsektioner\Sydtunnel\TEM01-12-370-05-79+830-0701-E2449.dgn 2022-12-21 Tyrens_mark

Denna ritning är Trafikverkets egendom. Allt nyttande/ändringar begränsande av rättigheten tillvarata enligt lag.
TRAFIKVERKET

A3



MATERIALTABELL

Utförande enligt följande koder i AMA Anläggning 17

NR	BENÄMNING	AMA-KOD
10	BALLAST	DCH.311
20	UNDERBALLAST	DCH.15
45	TÄTNING OCH AVJÄMNING	CEE.123
46	MATERIALSKILJANDE LAGER	DBB.31213
48	BALLASTMATTA	DEN.12
61	LEDNINGSBÄDD FÖR RÖRLEDNING	CEC.2114
64	KRINGFYLLNING FÖR RÖRLEDNING	CEC.3114
68	KRINGFYLLNING FÖR KABELRÄNNA	CEC.32
76	KRINGFYLLNING FÖR EL-OCH TELEKABEL	CEC.32
77	LEDNINGSBÄDD FÖR EL-OCH TELEKABEL	CEC.22
78	FYLLNING UNDER UNDERBALLAST	CEB.31
79	FYLLNING UNDER FÖRSTÄRKNINGSLAGER	CEB.1113
176	TRYCKLEDNING (BRANDVATTEN)	
195	PLATSGJUTET FUNDAMENT	EBE.21539
220	STOLPE TILL LEDSTÅNG	DEF.19
221	LEDSTÅNG	NBK.32
281	FÖRSTÄRKNINGSLAGER	DCB.212
282	OBUNDET BÄRLAGER	DCB.312
283	SÄTTLAGER	DCG.21
284	BETONGMARKPLATTA	DCG.21
285	OBUNDET SLITLAGER	DCB.412
286	FÖRSTÄRKNINGSLAGER SERVICETUNNEL	DCB.233

0 1 2 4 6 8 10
SKALA 1:100

ÄNDR.	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	ÄNDR. DATUM
A	REVIDERING ENLIGT FÖLJEBREV	AAD	2022-12-21

LEVERANTÖR: TYRÉNS Implenia
AVDELNING: JÄRNVÄG
LEVERANS/ÄNDRINGS-PM:
TEKNIKOMRÅDE: BANUNDERBYGGNAD
UPPRÅGSNUMMER: 165433
KONSTRUKTIONSNUMMER:
GRANSKNINGSSTATUS / SYFTE: GODKÄND

TRAFIKVERKET

VARBERGSTUNNELN

VARBERG-HAMRA

TVÄRSEKTION

HANDLINGSTYP: BYGGHANDLING
ANLÄGGNINGSTYP: MARK
SKAPAD AV: TYRÉNS/H HUA
GRANSKAD AV: TYRÉNS/A ÅSWÄRDH
KILOMETER+METER: 80+000
BANDEL: 627
RITNINGSNUMMER PROJEKT: TEM01-12-370-05-80+000-0701-E2449
GODKÄND AV: TYRÉNS/N LISS
DATUM: 2022-12-01
SKALA: 1:100
FORMAT: A1
RITNINGSNUMMER FÖRVALTNING:
BLAD: -
NÄSTA BLAD: -
ÄNDR.: A

D:\BOR\32161\LP\Mark\Ritning\Tvärsektioner\Sydtunnel\TEM01-12-370-05-80-000-0701-E2449.dgn 2022-12-21

Tyrens_mark

Denna ritning är Trafikverkets egendom. Allt obehörigt bejagande av ritningen betyras enligt lag.
TRAFIKVERKET

A3