© 2026 Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors.

DRÄNER I TUNNLAR UR ETT PRODUKTIONSPERSPEKTIV – PROJEKTERING, UTFÖRANDE, UNDERHÅLL

DRAINAGE SYSTEMS IN TUNNELS: DESIGN, PRODUCTION, MAINTENANCE.

Johanna Holmsten, NCC Sverige AB

Cecilia Montelius, NCC Sverige AB

Sammanfattning

Vatten i en bergmassa finns i sprickor och spricksystem och för att undvika inläckage i tunnlar injekteras bergmassan. Det vatten som läcker in avleds. Avledningen sker genom olika system för vatten- och frostsäkring och flertalet studier har utförts inom detta område. Produktionsperspektivet samt hur avledningen löses på plats påverkar underhållet saknas dock i studierna. Drändesignen tas fram i ett bygghandlingsskede och är anpassad efter förutsättningar som är teoretiska, exempelvis en slät och jämn teoretisk bergkontur och antagna geologiska förutsättningar. Verkligheten ser alltid annorlunda ut och modifieringar, anpassningar och ändringar är ofta komplicerade att göra eller inte tidsmässigt möjliga att utföra. Senare, i drift- och underhållskedet, är det kostsamt och tidskrävande att göra anpassningar och åtgärder.
Dräner kommer alltid att vara ”plåstret”, en sista utväg för att skydda installationer och trafik, men vi behöver kunna plåstra rätt lösning och kunna planera för den.
Dräners täthet, skarvning av dräner, flacka tak, inspektionsmöjligheter och genomföringar är utmaningar som flertalet bergentreprenader ställs inför. Varför blir de inte bra? Hur svårt kan det vara? Det ska ju bara bli tätt!?
För att öka förståelsen och möjligheten att ta fram fungerande lösningar belyser vi utmaningarna som produktionen hela tiden ställs inför vid dränsättning.

Nyckelord: drändesign; vattentätt; produktion; drift- och underhåll

Summary

Water present within a rock mass is contained in discrete fractures and fracture networks. To mitigate water ingress into underground excavations, pre-grouting of the rock mass is performed. Residual inflow is subsequently managed through engineered drainage and water-control systems. Numerous studies have addressed water and frost protection in tunnelling; however, they often lack a production-oriented perspective and do not adequately assess how drainage solutions are executed on site, nor how these choices influence long-term maintainability.
Drainage designs are typically developed during the construction design phase and are based on theoretical boundary conditions—such as idealized, smooth rock profiles and assumed geological scenarios. Actual excavation conditions invariably deviate from these

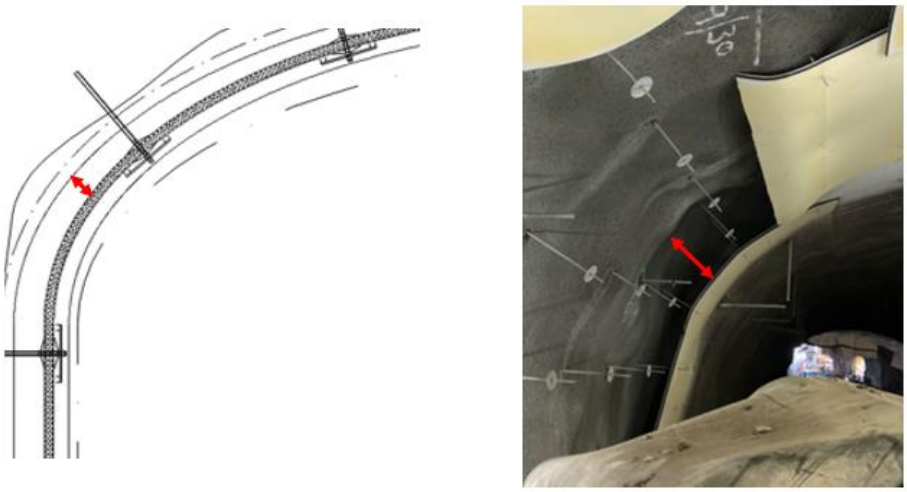
assumptions, and field modifications, geometric adjustments, and design alterations are often complex to implement or infeasible within the available production schedule. In the operational and maintenance phases, changes and adjustments become both time-consuming and cost intensive.
Drainage systems effectively function as a “last-line mitigation measure” to protect technical installations and traffic areas. However, optimizing performance requires selecting the appropriate drainage concept and integrating it into the planning process from the start.
Typical challenges encountered in rock engineering projects include achieving adequate drainage system tightness, ensuring reliable joint sealing between drainage elements, managing flat or low-gradient tunnel crowns, providing sufficient inspection and access points, and coordinating penetrations through the drainage layer. Persistent issues raise the question: why do these systems so often underperform, despite the seemingly straightforward requirement of achieving watertightness?
To improve system performance and facilitate the development of robust, production-adapted solutions, this work highlights the recurring technical and logistical challenges that construction teams face during the installation of tunnel drainage systems.

Keyword: drainage design; water tightness; production; operational and maintenance

1 Bakgrund

De flesta bergtunnlar och bergrum i Sverige har någon typ av dränlösning i varierad omfattning. Dränerna avleder det vatten som läcker in för att skydda exempelvis installationer och verksamhet. I en del fall behöver avledningen även isolera mot frost som annars kan medföra problem med isbildning.
I en del av tunnlarna och bergrummen tampas förvaltaren med frost, dropp, otäta skarvar och svårigheter med inspektionen av det bakomliggande bärande huvudsystemet.

Flera studier har gjorts inom detta område och det finns flertalet rapporter vilka beskriver exempelvis utmaningar kring olika dräntyper, underhållsinsatser och kostnader samt vattenproblematik i driftskedet och behov av underhåll. Dock saknas produktionsperspektivet i de studier som är utförda hittills och hur behovet av LPP ”löses på plats” påverkar det framtida underhållet.
De lösningar som beskrivs i förfrågningsunderlag och i bygghandlingar är ofta förenklade och redovisade för en teoretisk sektion, se *Figur 1*. Lösningarna är också anpassade efter förutsättningar som är teoretiska och inte efter ett verkligt produktionsresultat i en bergtunnel.
Det saknas ett genomgående strategi från projektering, via produktion och vidare till förvaltning för att en så lämplig lösning som möjligt kan tas fram och sättas upp.



Figur 1. Skillnad i avstånd mellan bergkontur och drän i design skedet och i verkligt produktionsresultat. Dränerna redovisas tätt anslutande mot förstärkt kontur i design skedet. Verkligheten ser annorlunda ut med ett betydligt större avstånd mellan förstärkt kontur och drän.

Idag tas tekniska lösningar avseende vatten- och frostsäkring fram i ett tidigt designskede och bygghandlingsskede. Det är i undantagsfall som entreprenören och förvaltningen är vidtalad då. Typlösningar projekteras i detta skede med en standardiserad tunnelsektion men hur lösningen ska fungera i exempelvis en tunnelkorsning är inte framtaget och tas aldrig fram. Tätning, skarvning och

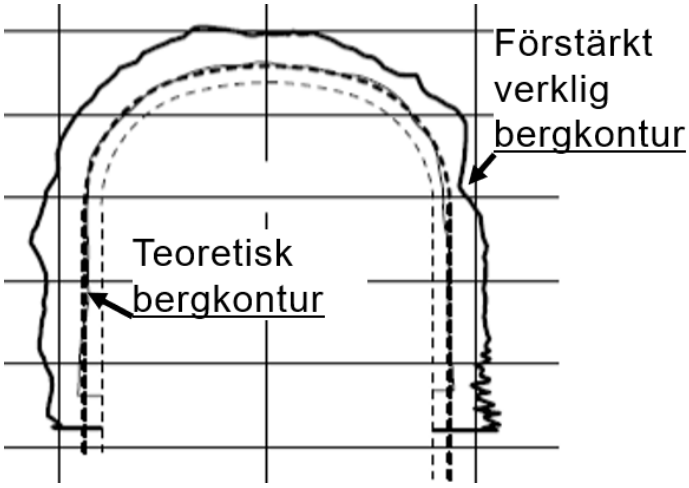
avrinningsmöjligheter vid exempelvis flacka tak, se *Figur 2*, är ett exempel på utmaningar i produktionsskedet. Ett sådant exempel förutsätts lösas av entreprenören inom redan fastlagda tids- och framdriftsplaner.

Vilka utmaningar finns mellan teknisk lösning och verklighet? Det finns behov av att belysa dessa och skapa en ökad förståelse för skillnaden.

Figur 2. Möjlighet till avrinning försvåras när taket är flackt.

Tekniska lösningar som medför läckande dränmattskanter, fogar och skarvar eller inspektionsluckor är inget som är önskvärt för en tunnelförvaltare.
När dränernas funktion är bristfällig kan detta medföra skador på bergförstärkning, skador på installationer och i förlängningen kostsamma driftstopp och trafikstopp.

Beroende på skillnaden mellan design, teoretiskt underlag, och verkligt utförandet i den utsprängda bergtunneln, se exempel i *Figur 3*, finns alltid behov av problemlösning i byggskedet när tidplanen redan är forcerad och budget bestämd.
Projekterad vattenavledningslösning kan ha begränsningar vid montering och möjlighet till nytänkande är liten i byggskedet.



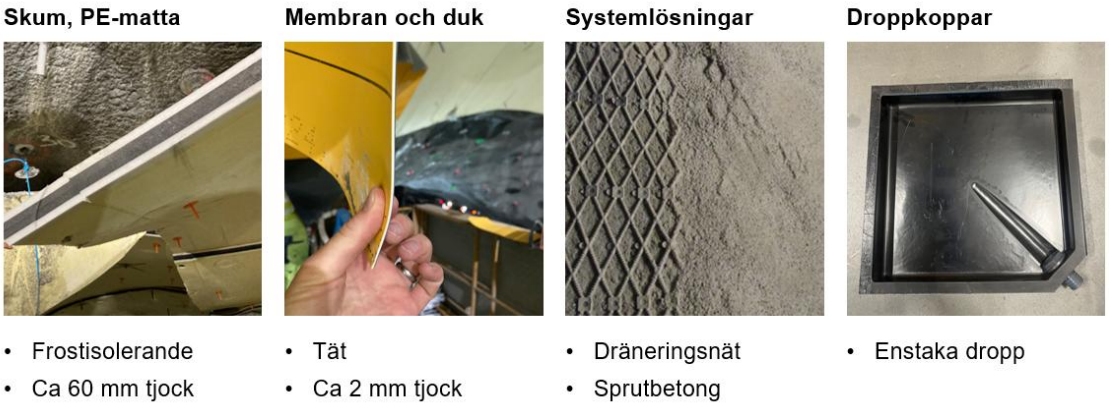
Figur 3. Jämn teoretisk kontur och verklig förstärkt bergkontur. Den teoretiska bergkonturen jämfört med en verklig bergkontur efter schaktning, skrotning (bergrensning) och förstärkning.

Det finns krav att det ska vara möjligt att inspektera bergförstärkning och berg bakom dräner. Olika dränlösningar medger dessvärre i varierande grad möjlighet till inspektion vilket ställer till det i underhållsskedet.

2 Olika dränlösningar

Det finns olika typer av dränlösningar, några exempel visas i *Figur **4***. De har olika egenskaper; frostisolerande egenskaper, brandegenskaper egenskaper och varierande montagemöjligheter. Vilken som ska användas beror på de förutsättningar som gäller i det specifika projektet. De som är vanligast förekommande är skum, vilket är en frostisolerande PE-matta, olika typer av membran och duk samt droppkoppar. Det finns även olika systemlösningar.

Skummattan påminner om ett kraftigt liggunderlag, den är frostisolerande och finns i varierande tjocklek beroende på behov. Den är dock inte tät och den vattenavledande funktionen är mycket beroende på att avrinningen fungerar samt att vatten bakom dränen kan rinna i avsedda spår.
Membran och duk ger en tät drän, både vid fogar och genomföringar, men den skyddar inte mot frost.
För att användas i ex trafikmiljöer behöver dessa lösningar brandskyddas och detta görs med sprutbetong med inblandning av PP-fiber.



Figur 4. Exempel på olika dränlösningar.

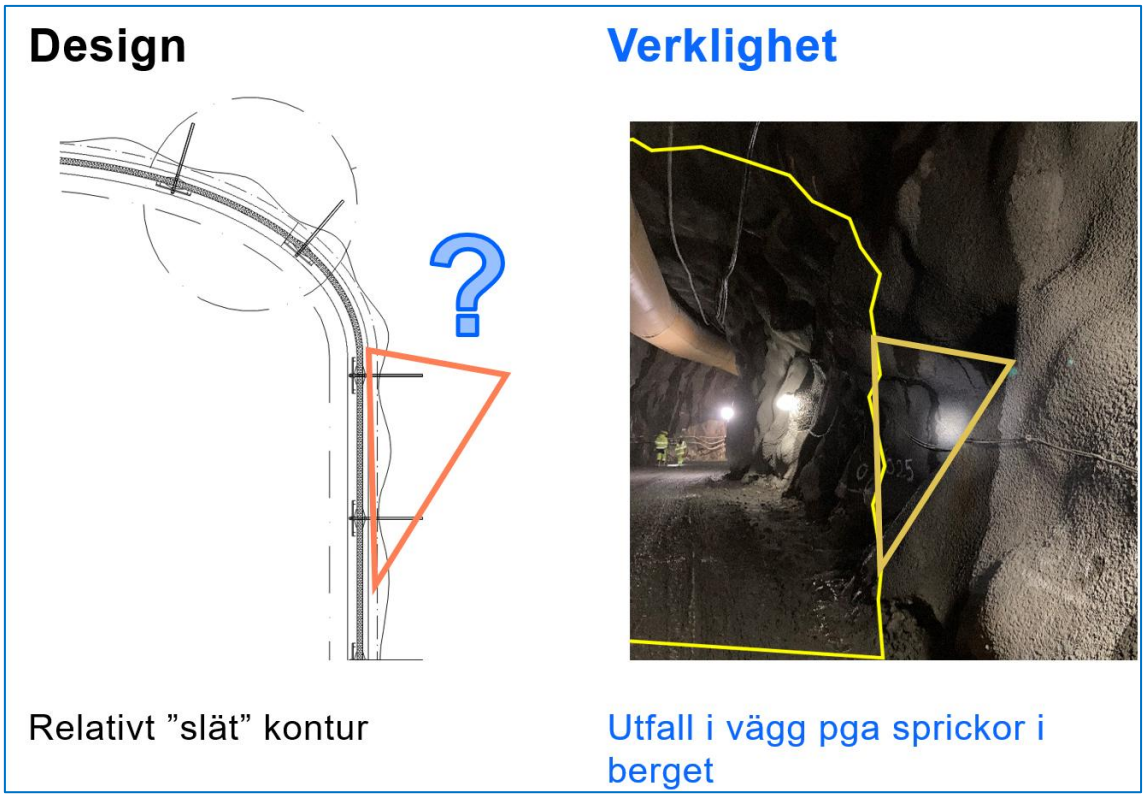
3 Utmaningar

Vilka är utmaningarna? I flertalet projekt uppkommer det problem i övergången till underhållsskedet. Entreprenören har följt designen från bygghandling men av olika anledningar har svårigheter uppstått.
Exempel på utmaningar

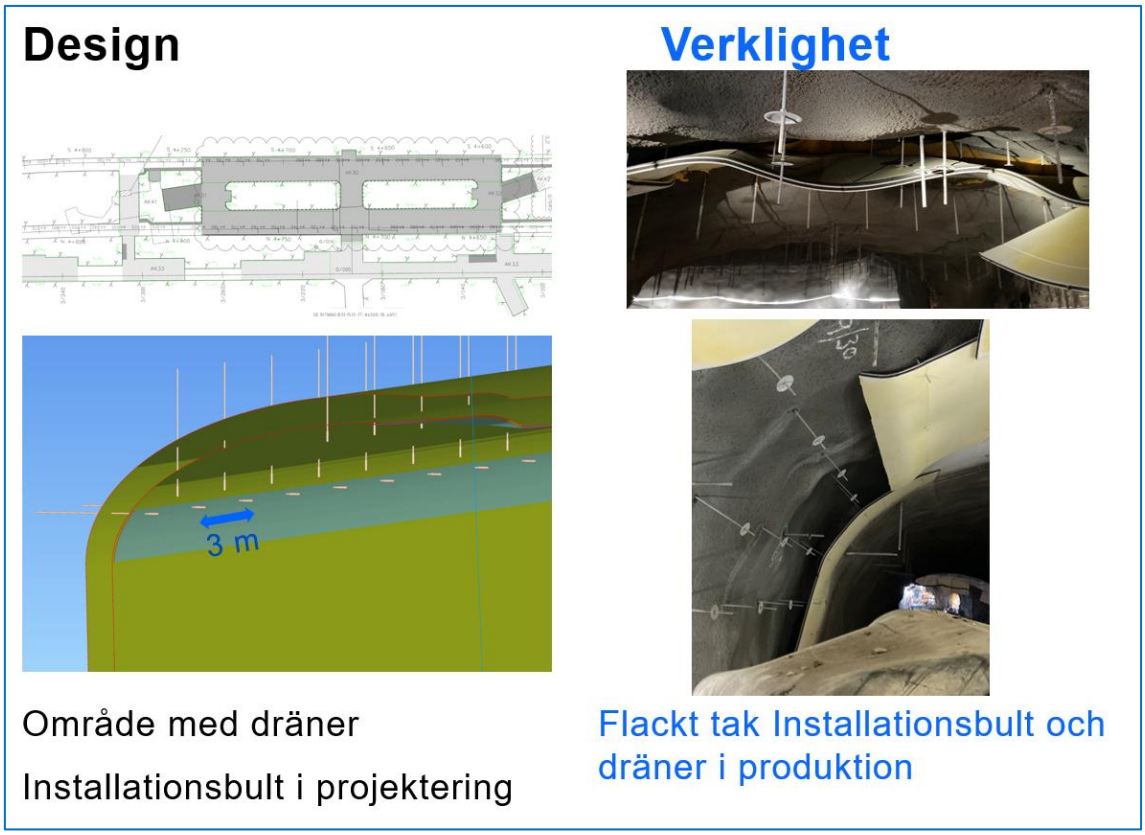
- Avrinning – för att det ska bli tätt behöver avrinningen fungera. Vattnet behöver stoppas från att nå fogen, då finns det spår, se *Figur 5*.
- Flacka tak – Vid flacka tak blir det mer komplicerat att få till möjlighet till avrinning och avrinning är viktig, det ska inte stå vatten mellan drän och bergyta, se *Figur 6*.
- Teoretisk och jämn/slät bergkontur redovisas i handlingarna men ofta ser den verkliga bergkonturen annorlunda ut, se *Figur 7*.
- Läge, längdmätning eller liknande, där dräner ska installeras finns tydligt beskrivet men möjlighet till genomförande är inte genomarbetat. Exempelvis är det inte framtaget hur avledning ska hanteras vid tunnelkorsningar, se *Figur 8* och *Figur 9*.

Figur 5. Utmaningar med avrinning. Det finns två spår där vattnet ska rinna så att det inte tar sig till skarven. Men är det mycket vatten så räcker det inte om avrinningen går åt fel håll. I ett sådan fall når vattnet skarven mellan dränerna och skarven är inte tät.

Figur 6. Utmaningar med flacka tak. På denna bild går det också att se alla installationsbultar som behöver gå genom dränmattan.



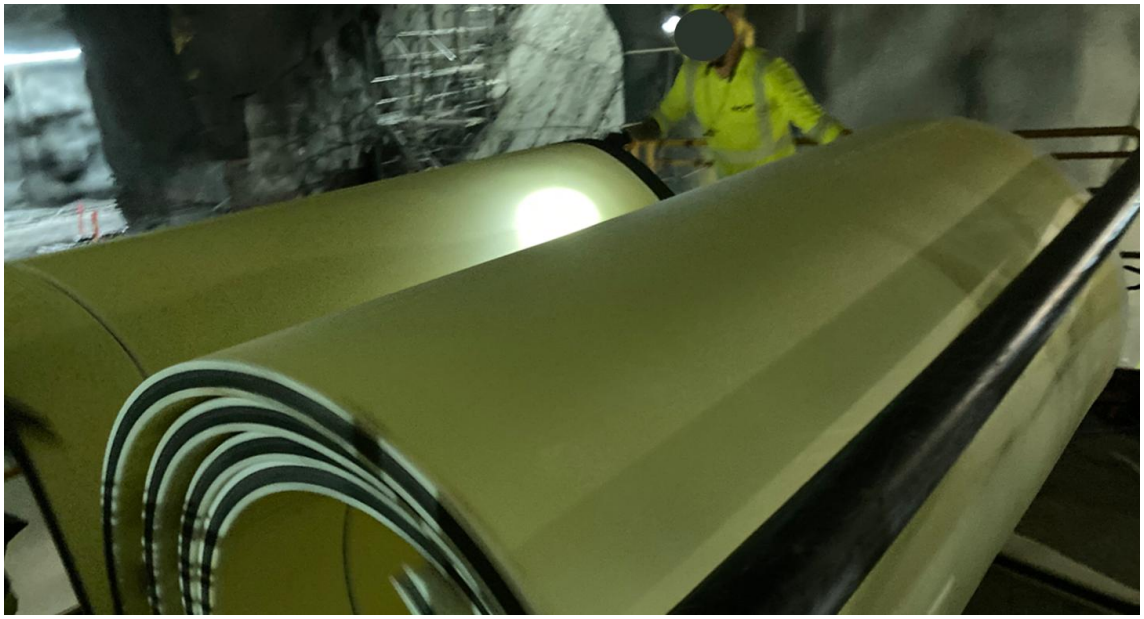
Figur 7. En teoretisk jämn och slät bergkontur går inte att få fram om den inte sågas (och inte heller detta blir garanterat slätt). Projektinstruktioner, sprickor och/eller svagheter i berget, produktionsresultat påverkar bergytans kontur.



Figur 8. Var det ska installeras dräner är redovisat men hur det ska kunna utföras och innehålla ställda krav är utmaning.

Figur 9. Tunnelkorsning, utklipp från 3D-modell. Det är sällan det finns lösning hur dräner ska installeras vid dessa lägen.

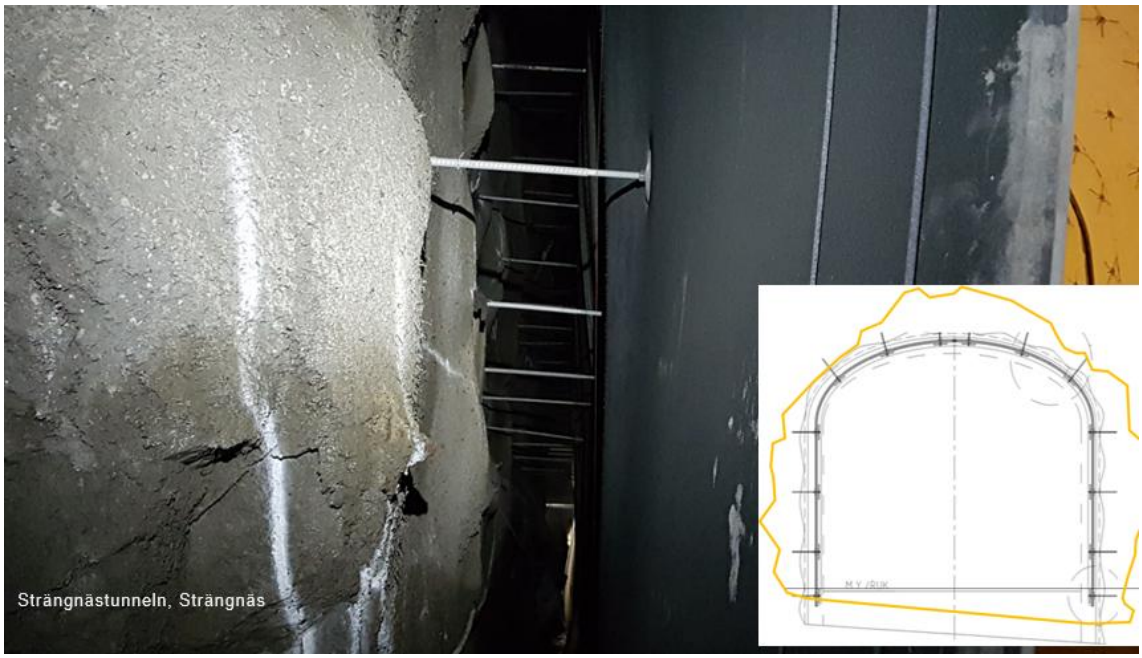
Ytterligare bilder som visar på utmaningar, exempelvis hanteringen av skum-mattorna och en lösning på hur det kan gå till för att få det både tätt och isolerat mot frost visas i *Figur 10*, *Figur 11*, *Figur 12*, *Figur 13* och *Figur 14*.



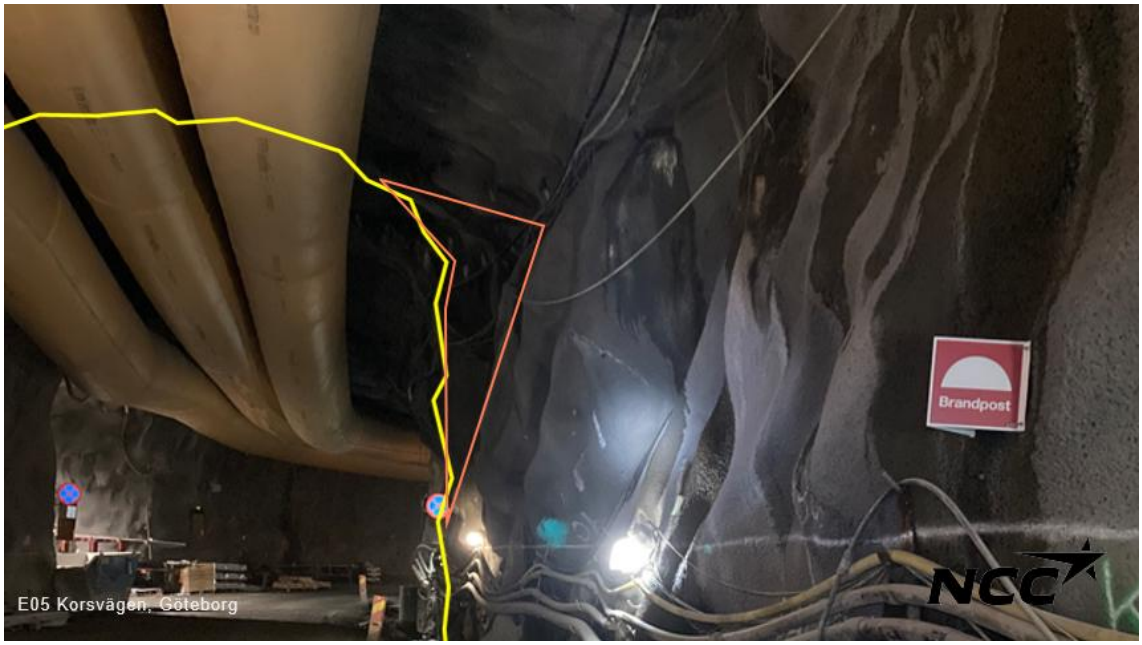
Figur 10. Ihoprullad skummatta. Mattorna är otympliga och svåra att hantera när dom är kalla men de får inte lagras i tunneln eftersom de kan bidra till rökutveckling, de ska alltid förvaras ovan jord.

Figur 11. Membran i kombination med skummatta för att öka möjligheten att det ska bli tätt och samtidigt isolerat mot frost.

Figur 12. Exempel på utsikten från arbetsplattformen vid tunneltaket.



Figur 13. Större avstånd mellan förstärkt bergyta och drän än planerat medför utmaningar med inspekterbarheten.



Figur 14. Geologiskt utfall i tak/anfang medför utmaningar med krav på ”tätt anslutande”, avrinning och inspekterbarhet.

4 Inför underhållsskedet

En utmaning vid överlämning till underhållsskedet är hur berget ska kunna inspekteras bakom dränen. Bergförstärkning och det bärande huvudsystemet behöver inspekteras med jämna mellanrum. I design skedet antas dränen sitta tätt anslutande men av olika anledningar ser det annorlunda ut.
En lösning är inspektionsluckor men denna lösning har flera begränsningar i underhållsskedet. Exempelvis ska luckorna klara miljön i tunneln och det krävs många anpassningar. Installation av luckor medför att en genomföring ska göras i dränen. Det har förekommit att utrymmet bakom en lucka har varit helt igenfryst, se *Figur 15*.

Figur 15. Exempel på luckor för inspektion bakom drän.

Sammanfattningsvis angående utmaningar så är den stora utmaningen att hantera skillnaden mellan teori och praktisk verklighet.

5 Framtiden

Det finns mycket att vinna på att öka kunskapen och medvetenheten inom området vatten- och frostisolering av bergtunnlar.

- Färre LPP-lösningar i byggskedet ger lägre kostnader för förvaltning och bättre arbetsmiljö vid inspektioner och underhåll.
- Om det finns en större kunskap och förståelse för vilka konsekvenser som beslut tagna i tidiga skeden och i byggskedet medför för kommande förvaltning och drift- och underhåll, så kanske det går att undvika onödiga kostnader.
- Mer genomtänkt design och utförande kommer tveklöst bidra till en bättre och mer hållbar slutprodukt, även ur miljö- och hållbarhetssynpunkt.
- Att förvaltningsorganisationen finns med i ett tidigt skede är också något som bidrar till en bättre slutprodukt.

Sammanfattningsvis så behövs ett bransch-gemensamt arbete för att förbättra resultatet i alla skeden i hela cykeln.
Det borde finnas lösningar som fungerar bra. Ingen vet allt men tillsammans kanske vi kan finna en lösning!