

Grundvattenkemisk påverkan från undermarksanläggningar

Resultatet av detta projekt visar en sammanfattning av två fältstudier som bedrivits inom projektet "Vattenkemins påverkan på undermarksanläggningar".

Bakgrund

Grundvattenkemisk påverkan har observerats vid ett flertal tunnelprojekt. I förekommande fall har dessa förändringar inneburit att vattnet periodvis fått nya kemiska egenskaper som har större potential att bryta ner stål- och cementbaserade konstruktionsmaterial. De grundvattenkemiska förändringarna drivs av att det sker inläckage i undermarksanläggningar. Dessa läckage innebär en ökad grundvattenströmning, något som bland annat medför att vatten med nya egenskaper strömmar mot platsen för anläggningen. Som regel innebär detta också att grundvattenbildningen ökar på bekostnad av bildningen av vatten tillgängligt för ytvrinning och för vegetation. Dessa ändrade hydrogeologiska förhållanden möjliggör också för grundvattenkemiska processer att ske på ett annat sätt än tidigare.

Den ökade grundvattenbildningen och det ökade flödet mot den läckande undermarksanläggningen gör att omsättnings- och uppehållstider för grundvattnet minskar. En viktig förändring orsakad av detta är att grundvattnet vanligen blir mer syresatt. Vid opåverkade förhållanden är omsättningstiden för berggrundvatten långa, ibland tusentals år. Detta innebär att processer som är långsamma kan ha större betydelse vid opåverkade tillstånd, men bli irrelevanta vid snabba flöden till följd av påverkan av en undermarksanläggning. I svensk kristallin berggrund är ofta silikatvittring av betydelse för att ge grundvattnet ett relativt högt pH och god buffringskapacitet mot försurning (hög alkalinitet). Genom att skapa snabba flödesvägar får denna process mindre betydelse och grundvattnet får därför ofta ett lägre pH och en lägre alkalinitet.

Syfte

Projektet syftar till att skapa förutsättningar för att göra kostnads-effektivare materialval i undermarksanläggningar. Rapporten sammanfattar två genomförda fältstudier av järnvägstunnlar i Sverige; Hallandsås och Kattleberg. Syftet med fältstudierna var att skapa ett underlag för att kunna förutse grundvattenkemiska förändringar vid tunnlar utförande- och driftskeden baserat på

information som insamlats under planeringsskedet. Dataserierna avses utgöra en grund för att skapa konceptuella modeller likvärdiga som indata till datorbaserade numeriska modelleringar.

Genomförande

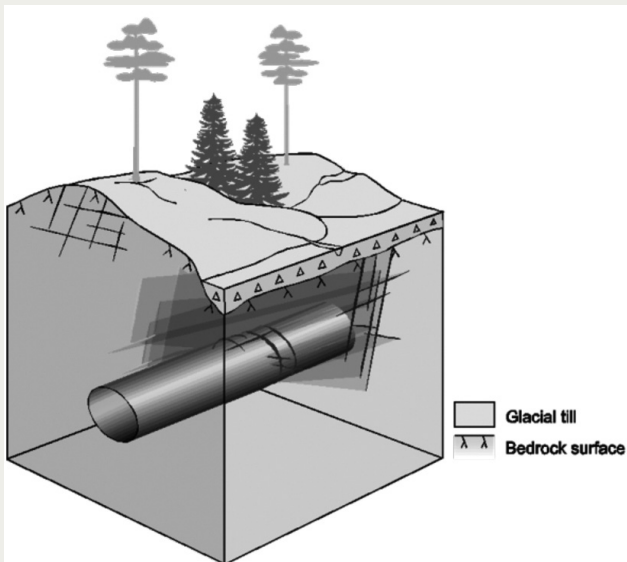
I rapporten presenteras en sammanfattning av två fältstudier i Kattleberg och Hallandsås som genomförts vid järnvägstunnlar under utförandeskedet. Den studerade järnvägstunneln i Kattleberg utgör en del av BanaVäg i Väst. Tunneln, som är belägen mellan Älvängen och Alvhem i Ale kommun, är 1.8 km lång och är byggd för dubbelspårig trafik med en parallell servicetunnel längs en delsträcka. Inom föreliggande projekt har ett delområde på norra delen av Kattleberg studerats.

Tunnlarna genom Hallandsås utgör en del av Västkostbanan som är en järnvägsförbindelse mellan Göteborg och Lund. Tunnlarna är 8.6 km långa och består av två parallella huvudtunnlar där varje tunnel är avsedd för enkelspårig järnväg. Studieområdet ligger i södra delen av Hallandsås och utgör en del av tunnelsträckningen, beläget vid Flintalycke.

De två studierna bedrevs genom regelbunden provtagning av grund- och ytvatten för kemisk analys, grundvattennivåmätningar och vattenkemisk borrhålsloggning. Mätningar pågick vid Kattleberg från oktober 2010 till juni 2012, medan mätningar i Hallandsås bedrevs från februari 2011 till juni 2012. I Kattleberg övervakades avrinningsvatten, fem filterbrunnar och tre bergborrhål (varav två var borrade inifrån tunnelvägg). I Hallandsås övervakades tre bergborrhål (borrade från markytan), en filterbrunn och ett flertal ytvattenpunkter. Båda undersökningarna genomfördes i samråd med Trafikverket. Vid Hallandsås bedrevs undersökningarna som ett samarbetsprojekt med Trafikverket Hallandsås.

Resultat

Resultaten från de två studierna bekräftar att de geologiska förhållandena är avgörande för vilka hydrologiska och vattenkemiska förändringar som sker. De två studieobjekten är belägna över (Hallandsås) respektive under (Kattleberg) högsta kustlinjen efter senaste istiden. Denna skillnad har medfört att de jordartsgeologiska förhållandena skiljer sig åt. Figur 1 visar en schematisk bild över de jordartsgeologiska förhållandena i en del av studieområdet på Hallandsås.

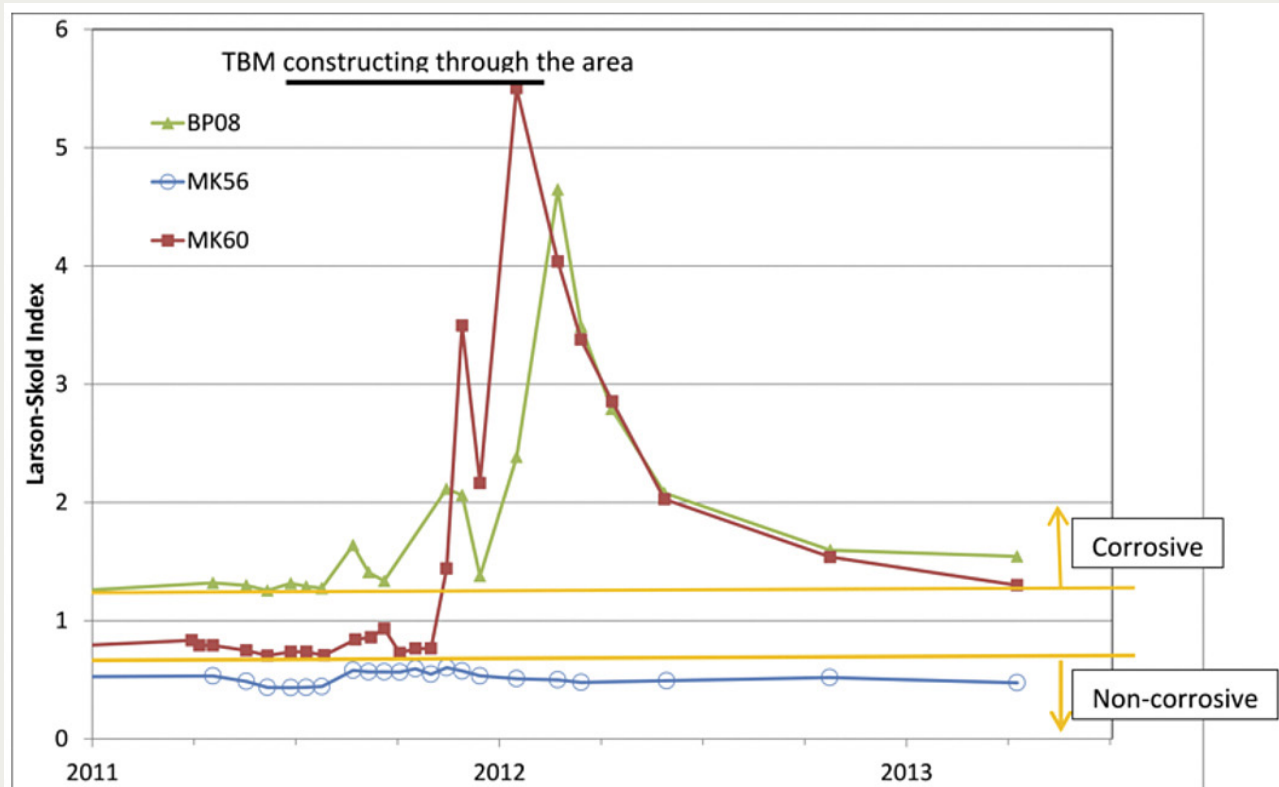


Figur 1. Geologisk modell av ett område med grundvattenbildning såsom i en del av studieområdet på Hallandsås (vid borrhål MK56).

Vid Kattleberg begränsade ett lerlager (avsatt i havsvatten) den hydrauliska kontakten mellan en våtmark och berggrundvatten/tunnel. Detta begränsade också den vattenkemiska påverkan. Däremot konstaterades att heterogeniteten i berggrunden skapar olika vattenkemiska förhållanden i tunnelns närhet. I ett av borrhålen som gjorts i tunnelvägg hade vattnet stark påverkan från injekteringsmedel, medan ett annat borrhål från tunnelvägg uppvisade berggrundvattenkaraktär.

Korrosionsindex (Larson-Skold Index) beräknades för berggrundvattnet för att bedöma dess aggressivitet mot stålbaseerade konstruktionsmaterial. Detta index beräknar en kvot mellan sulfat- och kloridkoncentrationer och alkalinitet. På Hallandsås observerades stora rumsliga skillnader samt tidsskillnader i berggrundvattnets korrosionsindex (se figur 2). I ett av bergborrhålen (MK56) sågs enbart mindre förändringar över tid. I de två andra borrhålen (BP08 och MK60) blev miljön tydligt mer aggressiv ("corrosive") mot cement- och stålbaseerade material. Tunneldrivningen orsakade den aggressivare miljön. Oxidation av pyrit, både som sprickmineral och förekommande i våtmarker, bedöms vara en viktig orsak till höga sulfatkoncentrationer, pH-sänkning och minskad alkalinitet i grundvattnet. Detta gör att grundvattnets korrosionsindex ökar.

Vid båda studieobjekten påverkade ändrade redoxförhållanden till följd av tunneldrivningen lösligheten för järn och mangan. Vid Hallandsås medförde den ökade grundvattenbildningen att lösligheten för järn och mangan minskade, vilket resulterade i att utfällningar av dessa ämnen bildades i berggrunden. Vid Kattleberg orsakade cementinjekteringen i ett av två undersökta borrhål i tunnelväggen en alkalisk miljö där järn och mangan troligen bildade fällningar i berget i tunnelns närhet. I det andra borrhålet förekom järn och mangan i lös form. Järn och mangan är av betydelse då utfällningar av dessa som uppstår i dränerings-system orsakar igensättning med stora underhållskostnader som följd. De redoxkänsliga ämnena järn och mangan återhämtade sig snabbt till ursprungliga förhållanden när grundvattennivåerna steg efter påverkansperioden från tunneldrivningen vid Hallandsås. De vattenkemiska förändringarna med sulfatpulser och pH-sänkning återhämtade sig däremot långsammare till ursprungliga förhål-



Figur 2. Korrosionsindex för grundvatten i de tre övervakade bergborrhålen på Hallandsås (BP08, MK56, MK60).

landen. Vid ett återställande av grundvattennivåer bedöms denna process pågå under några år.

Vid Kattleberg utfördes entreprenadarbeten inom försöksområdet vilket påverkade de vattenkemiska förhållandena. Arbetena omfattade anläggande av vägar, men framförallt ett upplag av sprängsten från ett parallellt pågående vägbygge. Upplaget placerades delvis på de marina lerorna i våtmarken. Arbetena resulterade i förhöjda kloridkoncentrationer (från cirka 10 mg/l till cirka 200 mg/l) i ytvattnet. Arbetena ledde också till en sulfatpuls och en tillfällig pH-sänkning i grundvattnet.

Undersökningarna bekräftar resultat från tidigare studier att plats-specifika geologiska förhållanden är avgörande för den vattenkemiska påverkan från ett undermarksprojekt. Följande resultat från de genomförda fältförsöken vid Kattleberg och Hallandsås bör dock lyftas fram:

- Vattenkemiska förhållanden i närheten av en tunnel kan variera betydligt lokalt beroende på heterogenitet i geologiska förhållanden.
- Finsediment under våtmarken i studieområdet på Kattleberg bidrog till att begränsa kommunikation mellan ytliga system och berggrundvatten.
- Oxidation av mineralet pyrit (järnsulfid, både som sprickmineral och i våtmark) hade en avgörande påverkan på vattenkemiska förhållanden vid Hallandsås. Vattnet blev mer aggressivt mot både cement- och stålaserade material i två av borrhålen.
- Uppehållstiderna för grundvatten minskade. Detta har betydelse för långsamma vattenkemiska processer under opåverkade förhållanden. Silikatvittring är i kristallin berggrund ofta den viktigaste processen för att skapa ett välbuffrat vatten med relativt högt pH. Denna process får minskad betydelse vid korta uppehållstider, vilket bidrar till att berggrundvattnets buffrande egenskaper (mot försurning) försämras.

Avsikten är nu att genomföra en kopplad hydrokemisk numerisk modellering. Syftet är att med modelleringsresultaten som grund bättre kunna förutse nedbrytning på förstärkningsmaterial och installationer i tunnlar.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Fredrik Mossmark, tel 010-484 55 85,
e-post: fredrik.mossmark@chalmers.se

Litteratur:

- Grundvattenkemisk interaktion med undermarksanläggningar. Mossmark F, Ericsson L, Norin M (2013). Chalmers, Avd. för geologi och geoteknik, Bygg- och Miljöteknik.