

Empirisk och numerisk analys av bergförankring av betongtråg - Jämförelse mellan passiva förankringar och mikropålar

Examensarbetare: Mattias Eriksson och Anton Lundquist

Väst kustbanan, järnväg mellan Malmö och Göteborg, utökas över sin sista sträcka från enkelspår till dubbelspår. Genom Varberg leds järnvägen ner i en bergtunnel under staden med öppna tråg vid respektive tunnelmynning, figur 1. Betongtråg gjuts vid respektive tunnelmynning för att undvika vattenuppträckning samt skapa en naturlig övergång mellan bergtunnel och marknivå. Då dessa öppna betongtråg byggs under grundvattennivån uppstår risker med att tråget lyfter från marken. För att hantera en förhöjd grundvattennivå har entreprenören Implenia diskuterat olika lösningar på hur de öppna betongträgen ska förankras i berggrunden på mest effektiva sätt.



Figur 1. Bild på plats där betongtråg kommer uppföras i södra tunnelmynningen i Varbergstunnelprojektet.

Grundtanken med en förankring och en påle är att hantera stora belastningar eller att stärka den mark eller berggrund som konstruktionen ska byggas på. En litteraturstudie har utförts för att påvisa skillnader mellan förankringar och pålar. Passiva förankringar och mikropålar har legat i fokus, där likheter och skillnader i utformning, beteende och egenskaper är områden som undersökts. Passiva förankringar skiljer sig från mikropålar i utformning, genom hur stor del av förankringen respektive mikropålen som gjuts in i berggrunden. Ett typexempel på hur installation av en passiv förankring utförs visas i figur

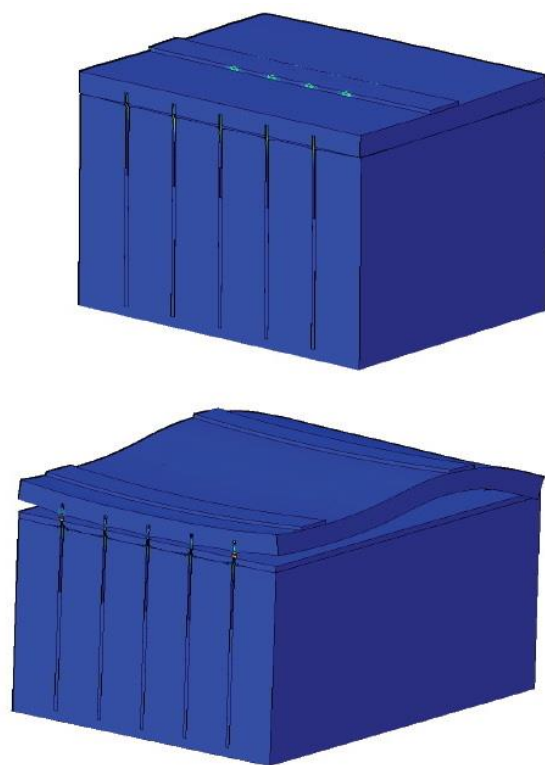


Figur 2. Passiv förankring som är förankrad i berget i Varbergstunnelprojektet.

2. Till skillnad från passiva förankringar gjuts mikropålar längs hela längden, vilket innebär att hela pålen förankras och rörelser i horisontell led förhindras i största möjliga mån.

Om förankringar eller pålar är det bästa alternativet kan vara olika för olika situationer. Förankringar nyttjas främst för att ta hand om en upplyftande last, i denna studie en förhöjd vattennivå som resulterar i ett tryck på betongträget underifrån. Pålar däremot, kan nyttjas i fall som hanterar upplyftning men även i situationer där stora belastningar uppstår i ovankant av konstruktioner ner mot marken. Där nyttjas pålen för att stärka det material som befinner sig under konstruktionen, exempelvis jord eller berggrund.

För att komplettera litteraturstudien har det utförts numeriska modelleringar av två betongtråg, figur 3, ett utformat med passiva förankringar och ett med mikropålar som simulerats i brottgränstillståndet. Med brottgränstillståndet avses när konstruktionen eller en enskild konstruktionsdetalj går sönder under enskilt hög belastning. Simuleringar av modellerna har genomförts i programmet Abaqus där en 3D-modell kan byggas upp i en ambition att efterlikna de verkliga förhållandena. Genom att applicera laster som motsvarar en grundvattenhöjning eller när ett tåg bromsar eller accelererar kan programmet räkna hur det påverkar konstruktionen och var kritiska punkter uppstår.



Figur 3. Illustration av simuleringar i Abaqus.

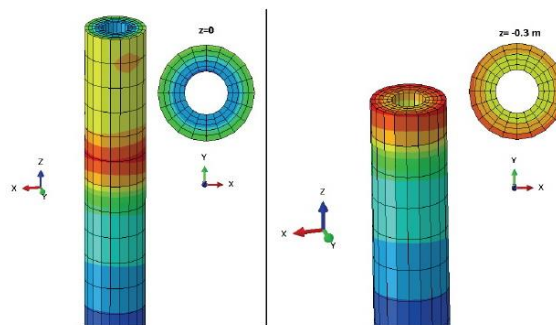
Första fallet som studerats var då grundvattennivån höjs vilket medför att tråget trycks

uppåt av vattnet, med samma effekter som när en båt flyter i havet. Andra lastfallet är då tågtrafiken rullar på spåren och bromsar eller accelererar.

I arbetet har det kontrollerats om det vidhäftande materialet, injekteringsbetongen, riskerar att släppa. Det vidhäftande materialet undersöktes genom att avläsa spänningsfördelningen längs ytan mellan berg och injekteringsbetong, mellan ytan injekteringsbetong och stagen när dessa blir dragna, största värden jämförs mellan modeller och kontrolleras mot när materialet går sönder. För att jämföra passiva förankringar och mikropålars beteende undersöktes även spänningsfördelningen över längden.

Oberoende av lösning, passiva förankringar eller mikropålar, är injekteringsbetongen den komponent som är mest utsatt avseende kraftfördelningar över sin yta, figur 4.

Med givna förutsättningarna kan vi utifrån simuleringsresultat se passiva förankringar som den mest optimala lösningen. Värt att nämna är att i framtida scenarion där bergförankring av tråg ska genomföras i berg med sämre kvalitet, kan mikropålar i kombination med packad fyllning vara det bättre alternativet.



Figur 4. Illustration över höga spänningskoncentrationer som uppstår i injekteringsbetongen. Bild från simuleringar i Abaqus