

Injekteringssimulator

– Ett virtuellt verktyg för praktisk utbildning

Detta projekt avsåg att vidareutveckla och testa injekteringssimulatore Inlabb™. Simulatorns grundsyfte var att man skulle kunna göra injekteringsdesigner genom att simulera injektering, utifrån den forskning som har bedrivits i Sverige under lång tid. Vidareutvecklingen avsåg främst att få simulatore att bli ett pedagogiskt utbildningsverktyg som skulle kunna användas för att öka förståelse för berginjektering för att på sikt bidra till ett signifikant bättre resursanvändande vid injektering, och uppnå högre säkerhet vid och efter tunnelbyggande. Projektet hade även i syfte att skapa en utbildning som innefattar teori och simulatorpraktik med injekteringssimulatore.

Bakgrund

När tunnlar och berggrum byggs förändras grundvattenförhållanden som kan ha varit nästan helt statiska i hundratals miljoner år vilket kan resultera i grundvattensänkning som kan ge sättningsskador i ovanliggande jordlager och skador på byggnadsverk. Tidigare stillastående grundvatten kan bli mer rörligt, och resultera i förändrad grundvattenkemi genom urlakning av mineraler i bergmassan, eller i värsta fall förorsaka spridning av gifter från äldre deponier och från använda injekteringsmedel. Inläckage av vatten i tunnlar och berggrum förkortar även beständighet och ökar underhållskostnader.

Svensk forskning på området berginjektering har under de senaste decennierna varit mycket framgångsrik och många anser att svensk injekteringsteknik är bland de ledande i världen. Ett stort antal forskningsprojekt har ökat förståelsen på flera områden:

- (i) Grundvattenströmning och förändringar efter berguttag
- (ii) Sprickgeometri och sprickviddsfördelning
- (iii) Mekanismer som styr fyllning av spalter med injekteringsbruk
- (iv) Egenskaper hos cementbruk
- (v) Alternativa injekteringsmedel och dess användningsområden,
- (vi) Injekteringsmetodik.

Detta projekt avsåg att vidareutveckla och testa injekteringssimulatore Inlabb™, som utvecklats av bolaget Edvirt AB. Vidareutvecklingen avsåg att få simulatore att bli ett pedagogiskt utbildningsverktyg som skulle kunna användas för att öka förståelse för berginjektering för att på sikt bidra till ett signifikant bättre resursanvändande vid injektering, och uppnå högre säkerhet vid och efter tunnelbyggande. För att kunna testa simulatore som utbildningsverktyg gick även projektet ut på att anordna utbildningar inom berginjektering, där simulatore skulle vara en väsentlig del av kursprogrammet.



Foto 1. Från genomgång med Inlabb™. Simulatore visar ett scenario med injekteringskärm, tunnel, borrhål och sprickor där man kan analysera brukets spridning från olika vyer.



Foto 2. Från teoretisk genomgång på en kurs där deltagarna får information om brukspenetration genom demonstrationer med simulatore.

Syfte och genomförande

Projektet syftade till att:

- 1) Tekniskt vidareutveckla visualiseringsverktyget/mjukvaran för verklighetsbaserade träningsscenarion
- 2) Utveckla en utbildning som innefattar teori och simulatorpraktik.

Projektet har innefattat en förstudie, mjukvaruutveckling, administrativ utformning av utbildning, och praktiskt genomförande av kurs som innehöll teoretisk genomgång, praktiska laborationer och virtuell träning med simulator. Projektgruppen har bestått av olika mindre grupper som har delegerats arbete.

Resultat

Projektgruppen kunde själva se att man uppnått goda resultat under den första delen av projektet som bestod av förstudier och vidareutveckling av mjukvaran, då man utifrån projektplanen hade utfört det man skulle. Dock var det inte förrän man faktiskt genomförde utbildningarna som man kunde få en objektiv syn på resultatet.

Från januari till maj 2017 genomfördes fyra utbildningar. Under dessa deltog 13 olika företag och 67 anställda från dessa företag. Deltagarna på kursen representerade både utförande entreprenörer, konsulter och bygglidare från Trafikverket.

Varje kurstillfälle pågick i 23 timmar, fördelat på tre dagar.

Utbildningar har utformats efter Trafikverkets utbildningsplan för certifieringskurser som leder till certifieringen "Berginjektering inom Trafikverket". Denna utbildningsplan har stora likheter med utbildningsplanen för injekteringsutbildningarna som genomfördes i Stiftelsen bergteknisk forsknings (BEFO) regi under 2014 och 2015.

Slutsatser

Projektet har lett till att en utbildning har skapats som uppfyller kraven ställda av Trafikverket och deras certifiering "Berginjektering inom Trafikverket". Utöver det kravställda innehållet så innehåller kursen även helt unika interaktiva simulatorövningar. Mjukvaran Inlabb™ har utvecklats till ett program som kan användas för att ta fram injekteringsdesign, men nu också som verktyg vid utbildningar. Kursen har besökts av 67 deltagare under våren 2017. Detta är en hög siffra då berginjektering är ett specialområde inom bygg och anläggningsbranschen. Dessa deltagare gav kursen ett bra helhetsbetyg och hela 90 procent skulle rekommendera kursen till en kollega.

Utbildningen som togs fram är nu godkänd enligt standard i Sverige. Projektgruppen tror dock att det finns ett stort intresse internationellt för att etablera kursen eller delar av dess innehåll i olika länder. Om så blir fallet, kan projektet medföra att svensk kunskap och forskning sprids både genom utbildningar, men även genom användande av mjukvaran Inlabb™.



Foto 3. Från laborationer på en kurs.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Eric Odkrans, Edvirt AB, tel 031-47 77 47,
e-post: info@edvirt.com, www.edvirt.com

Litteratur:

- Injekteringssimulator Inlabb™ - Ett virtuellt verktyg för praktisk utbildning. (SBUF, Projekt 13267, av Eric Odkrans och Tommy Ellison, 11 sidor) kan beställas från www.sbuf.se – Projekt 13267