

# NUMERISK SIMULERING AV SÄTTNINGAR OCH PORTRYCK FÖR EN PROVBANK PÅ SULFIDJORD

*Ibrahim Al-Zubaidi, LTU*

## Sammanfattning

Den finkorniga sulfidjorden som finns längs Norrlandskusten är känd för sin stora sättningsbenägenhet och utgör en potentiell miljörisk genom försurning och urlakning av metaller om den inte hanteras rätt. För att förebygga miljörisker och utveckla jordförstärknings- och grundläggningsmetoder måste en ökad kunskap om sulfidjordar tas fram. I ett pågående forskningsprojekt vid Statens Geotekniska Institut studeras sulfidjords kompressionsegenskaper och rekommendationer ska tas fram avseende underlag för sättningsberäkningar. I projektet omfattas ett antal provbankar där ett av dessa områden, Lampen ligger i Kalix i norra Sverige. I detta examensarbete har det utförts numeriska analyser i finita elementprogrammet PLAXIS 2D av sättningar och portryck under en av provbankarna i Lampen och jämförelser görs med tidigare rapporterade fältmätningar.

Tre olika delar analyseras i FE-programmet PLAXIS 2D. I den första delen, som är huvuddelen, utvärderas materialmodellernas, Soft Soil (SS) respektive Soft Soil Creep (SSC), förmåga att simulera de uppmätta sättningarna och porövertrycken för en period av cirka ett års belastning av provbank. Den andra delen består av en analys av de två deformationstillstånden, axialsymmetriskt och plant. De två deformationstillstånden jämförs med hänsyn till sättningar och portryck. I den tredje delen utvärderas påverkan på simulerade resultat av olika nivåer på grundvattenytan, en variation som har observerats i provområdet i Lampen.

Vid en jämförelse av de konstitutiva modellerna noteras som förväntat större sättningar vid användning av SSC-modellen i jämförelse med SS-modellen. SSC-modellen visar även ett högre porövertryck. Vid jämförelse med i fält uppmätta värden noteras att de mest överensstämmande sättningarna erhålls från SS-modellen medan portrycksutvecklingen simuleras bättre, men ändå långt från bra, med SSC-modellen (för simulering med dubbelsidig dränering).

Vid analys av deformationstillstånd (axialsymmetriskt kontra plant) noteras en jämnare fördelning av deformationer längs banken vid användandet av

axialsymmetriskt tillstånd. Den potentiella brottrörelsen som uppvisas vid släntkrön vid tillämpning av plant deformationstillstånd är inte lika tydlig vid axialsymmetriskt tillstånd. Det axialsymmetriska tillståndet visar även ett lägre porövertryck.

Numeriska simuleringar av den varierande nivån på grundvattenytan som observerats i fältmätningar visar vid fallet en lägre antagen grundvattennivå en marginellt mindre sättning. Potentiella brottrörelser blir inte lika tydliga då den lägre nivån på grundvattenytan simuleras.

## **Summary**

The fine-grained sulphide soil found along the northern parts of Sweden's east coast is known for its large settlements. The sulphide soil is also known for its environmental risk due to acidification and leaching of metals when exposed to oxygen. To prevent these environmental risks and develop foundation and ground improvements, increased research about the sulphide soil is required. In the ongoing research project by the Swedish Geotechnical Institute (SGI), sulphide soil and its compression behaviour is studied, where the results will be used to give recommendations on future settlement calculations. The project includes embankments located in different places in north-east Sweden. One of these test fields is located in the northern parts of Sweden in a small area called Lampen just outside the city of Kalix. This master thesis includes numerical analysis in the finite element software PLAXIS 2D. The study includes analysis of settlements and pore water pressures below one of the embankments situated in the Lampen test field. The results from the numerical analysis are then compared to field measurements.

Three different parts are analysed in the FE-software. The main part of the study includes analysis of the constitutive material models Soft Soil (SS) and Soft Soil Creep (SSC). This part of the study includes the two models ability to simulate field measurements of settlements and excess pore pressures for a measuring period of about one year. The second part of the study includes analysis of the results when comparing the plane strain assumption and the axisymmetric assumption. The third and last part of the study includes evaluation of the results when the ground water table is lowered, this due to the observations made at the test field in Lampen.

The comparison between the two constitutive models shows that using the SSC model will overestimate the settlements when compared to the field measurements (assuming double-sided drainage). The SS model (assuming

double-sided drainage) has a better representation of settlements occurring under the embankment during the one year time of measurement. The numerical analysis of the pore water pressure also indicates that SSC model has a better representation of the pore pressure compared to the SS model.

Analysis of the plane strain and axisymmetric model shows that using the axisymmetric assumption will in this case increase the settlements in the centre of the embankment. The settlements will also have a more even distribution along the centre line of the embankment, meaning also that the potential failure pattern is reduced. The pore pressures are slightly reduced with the axisymmetric assumption. Numerical analysis of the fluctuating groundwater table observed in the field shows that assuming a lower groundwater level will have a minor reduction of the settlements under the embankment. The potential failure pattern is not as clear when using a lower groundwater level.