

Utvärdering av CPT-resultat i anrikningssand

Examensarbetare: Ebba Silfver

Gruvdammar byggs upp för att lagra anrikningssand, som är en restprodukt vid utvinning av mineraler. Beroende på hur gruvdammen byggs upp kan anrikningssanden bli en del av konstruktionen, och behöver då bära last. Om en gruvdamm går till brott kan detta resultera i ofantliga konsekvenser, både ekonomiskt och miljömässigt, men även att människoliv går till spillo. I Brumandino i Brasilien skedde ett gruvdammsbrott 2019, där minst 259 personer dödades. Det är därför av yttersta vikt att kunna analysera de tekniska egenskaperna i anrikningssanden och gruvdammens stabilitet.

En egenskap som påverkar hållfastheten i anrikningssanden är dilatansen, det vill säga volymförändringen i jorden vid skjuvning. Anrikningssanden är kontraktant om en volymminskning sker i samband med skjuvning, och är dilatant om en volymökning sker. Om anrikningssanden är kontraktant kan detta resultera i att anrikningssanden tappar en stor del av sin hållfasthet om odränerade förhållande råder, det vill säga när vattnet inte tillåts lämna jordvolymen. Om anrikningssanden är kontraktant eller dilatant styr därmed vilka beräkningsmetoder som används för hållfastheten i sand.



Figur 1 Utvärderad gruvdamm i Svappavaara

Analys av anrikningssand kan göras med hjälp av laboratorieundersökningar och med in-situ undersökningar, så som CPT-sondering. Laboratiemätningar gör det möjligt att direkt mäta de efterfrågade egenskaperna, men spänningsförhållanden i samband med test motsvarar inte rådande förhållanden i marken eftersom dessa påverkas då sanden tas upp och

transporteras till laboratoriet. I laboratorieundersökningar är det även svårt att hitta svaga lager längs djupet i anrikningssanden.

CPT-sonderingar är smidiga att använda då analys av jorden kan göras för de spänningsförhållanden som råder i jorden och data fås för hela djupet. Dock mäter CPT-sonderingar inte direkt de egenskaper som efterfrågas vid hållfasthets- och stabilitetsberäkningar av jorden. Beräkningsmodeller används därför för att översätta CPT-resultat till anrikningssandens dilatans. I samband med att en beräkningsmodell tas fram krävs antaganden kring jordens egenskaper. Denna studie har undersökt hur beroende ett par av dessa beräkningsmodeller är av ingående antaganden. De beräkningsmodeller som undersökts är *state parameter* enligt Plewes beräkningsmodell och $Q_{tn,cs}$ enligt Robertsons beräkningsmodell.

Detta har undersökts genom en parameterstudie på LKABs gruvdamm i Svappavaara.

Resultaten visar att ingen av beräkningsmodellerna konsekvent visar en mer kontraktant jord än den andra. Båda modellerna ger en mer dilatant jord när den beräknade effektiva vertikalspänningen sänks. De antaganden som påverkar effektiv vertikalspänning är tungheten på anrikningssanden, om hänsyn tas till kapillär stighöjd, och var grundvattenytan förväntas vara. Om tungheten i jorden antas vara låg ger de analyserade beräkningsmodellerna att jorden är mer dilatant än om en högre tunghet hade antagits. Ett visst motstånd vid sondering tolkas i modellerna som att packningsgraden är högre, om lägre tunghet anges. Eftersom hög

packningsgrad är korrelerat med dilatans (volymökning) fås då i större utsträckning dilatant jord enligt modellerna. Spridningen på förändringen, som utläses vid ändrade antaganden, är större i anrikningssand som klassificeras som lera än den som klassificeras som mer grovkornigt material. Resultaten

påvisar också att Robertsons beräkningsmodell ger större förändring ju djupare mätpunkterna ligger, medan Plewes beräkningsmodell ger större förändring vid finkorniga jordar. Detta hade dock behövt verifieras med mätdata ifrån fler sonderingspunkter för att säkerhetsställa resultatet.