

Excel-program för utvärdering av kvickleraförekomst från sonderingsresultat av CPT- och (total)trycksondering med registrerat totalt neddrivningsmotstånd.

Bakgrund

Bedömning av förekomst av kvicklera utifrån olika typer av sonderingar har undersökts av bl.a. Möller et.al., 1982 och Rankka et.al., 2004. I dessa konstaterades att ett samband finns mellan lutningen på kurvan för matningskraft mot djup för olika typer av sonderingar, men kan förväntas vara beroende av faktorer som dimensionen på stängerna, formen på spetsen, diametern på spetsen i förhållande till den på stängerna mm.

För att kunna bedöma förekomsten av kvicklera behöver det totala neddrivningsmotståndet vid CPT-sondering och totaltrycksondering mätas. Det uppmätta neddrivningsmotståndet kompletterat med tyngden av stängerna och, för CPT-sonderingen, reducerat med spetskraften, motsvarar mantelfriktionen längs stängerna (i kN). Denna mantelfriktion jämförs sedan med en mantelfriktion av 1 kPa/m längs med stängerna (Larsson, 2009). I de fall mantelfriktionens ökning mot djupet är mindre än lutningen på kurvan för 1 kPa/m mantelfriktion, klassas leran som kvicklera.

Inom Göta älv uppdraget togs ett Excel-program fram för bedömning av kvicklera utifrån registrerat totalt neddrivningsmotstånd vid CPT-sondering och trycksondering (Löfroth, 2011). Metoden som används för bedömning av kvickleraförekomst är framtagen för de förhållanden som råder i Göta älvdalen, dvs. inga eller endast mindre mäktiga lager av grövre sediment överlagrar leran. I områden där större mäktigheter av friktionsjord överlagrar leran bedöms inte metoden vara tillämplig. Det kan i dessa fall bli en stor friktion längs stängerna av det överlagrande friktionslagret som i så fall inverkar på utvärderingen.

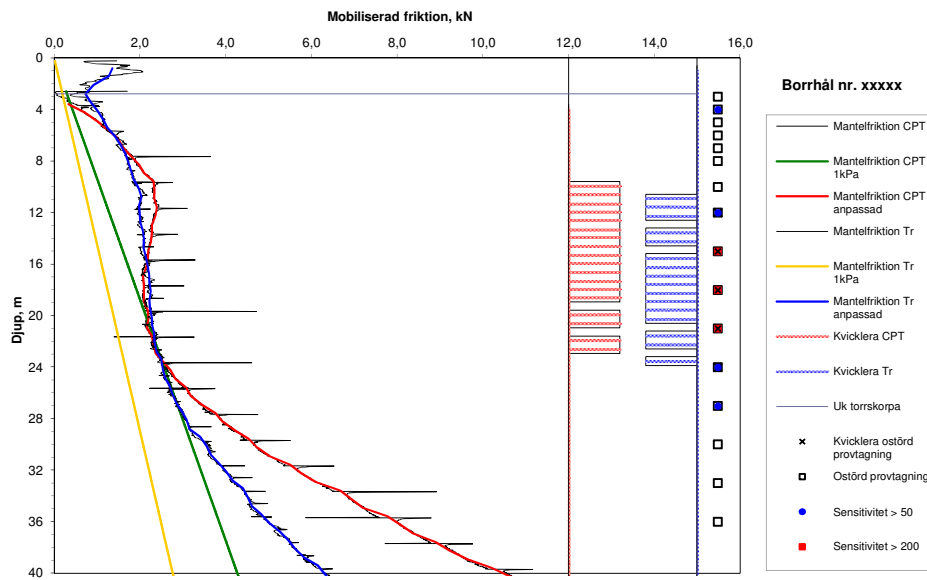
Exempel på sonderingsresultat och utvärdering

I figur 1 visas ett exempel från en sondering med resultat från CPT- och trycksondering med utvärderad kvicklera, samt utvärdering från kolvprovtagning. De delar av profilen som programmet har utvärderat som kvicklera, visas som en skrafferad yta till höger i diagrammet, se figur 1. En ingenjörsmässig bedömning av djupet för kvicklera måste sedan göras utifrån denna utvärdering. När bestämning av sensitivitet och omrörd skjuvhållfasthet från ostörd provtagning finns tillgänglig skall även detta redovisas i diagrammet. De fall som redovisas är; då sensitiviteten $St > 50$ och den omrörda skjuvhållfastheten $\tau_R > 0,4$ kPa, då sensitiviteten $St > 50$ och den omrörda skjuvhållfastheten $\tau_R < 0,4$ kPa, dvs kvicklera, och kvicklera där sensitiviteten $St > 200$, se figur 1 och 2 nedan.

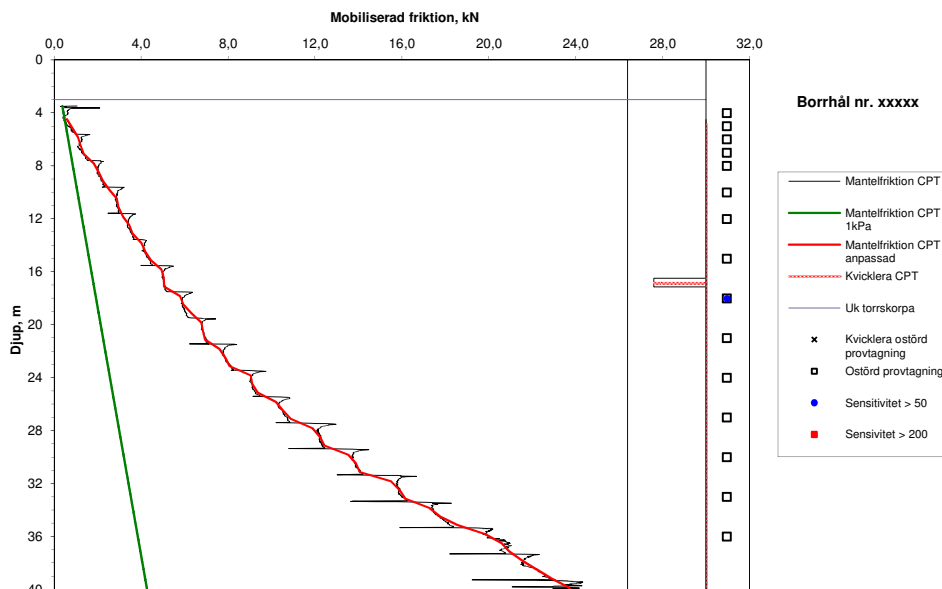
För att utvärdera träffsäkerheten i framtaget utvärderingsprogram har ett antal jämförelser mellan kvicklera utvärderad från totaltrycksondering och CPT, och kvicklera bestämd med fallkonförsök i laboratoriet genomförts på undersökningspunkter utförda i Göta älvdalen och längs Norsälven. Dessa jämförelser indikerar att utvärdering från CPT-sondering och totaltrycksondering leder till att något fler nivåer klassificeras som kvicklera än vid

bestämning från fallkonförsök. CPT-sonderingen ger då den bästa överensstämmelsen med fallkonförsöken.

I figur 2 visas resultatet från en CPT sondering och på kurvan syns ”pikar” med jämna intervall Dessa ”pikar” kan förklaras av att stängerna ”växer fast” i leran vid skarvning, Detta kan i vissa fall innebära att lutningen på kurvan närmast under skarven blir mindre än 1 kPa/m, vilket kan leda till att programmet felaktigt tolkar delar av profilen som kvicklera. För att undvika detta problem krävs att en ingenjörsmässig bedömning görs av resultaten från utvärderingen. En vägledning med praktiska råd för användning av programmet ges nedan.



Figur 1: Resultat från CPT- och trycksondering med utvärderad kvicklera, samt utvärdering från kolvprovtagning.



Figur 2: Resultat från CPT-sondering med tydliga ”pikar”

Vägledning med praktiska råd för användning av excel-programmet

Detta dokument är en hjälp och en vägledning för hur excel-programmet ska användas. Dokumentet innefattar också en beskrivning av vilka förberedelser som behöver göras i Conrad för att kunna exportera nödvändiga data.

De indata som behövs för att programmet ska kunna utvärdera kvicklera från sonderingarna är följande;

- för **CPT**; djup, nettospetstryck (qt) och matningskraft
- för **trycksondering (Tr)**; djup och matningskraft.

Förberedelser i Conrad

För att underlätta hanteringen av data kan nödvändiga CPT-resultat exporteras från Conrad och sparas i en text-fil (.txt). För att möjliggöra denna exportering krävs ändringar i programmets lokala inställningar. Följande ändringar krävs.

- Öppna Conrad
- Välj *Inställning* och *Parametrar*. Klicka på fliken *Egna kanaler*
- Fyll i första tomma raden: Parameter: **Matningskraft**, Enhet: **kN**, ID: **A** och Offset: **0**. Stäng rutan.
- Öppna en sondering välj *Redigera*, *Mätdata* och säkerställ att det finns en kolumn längst till höger som heter **Matningskraft**. Om datavärdet i kolumnen visar 9999 betyder det att ingen registrering av matningskraften har skett under sonderingen.
- Välj *Arkiv* och *Exportera*. Markera exempel och välj *definiera*. Välj datakälla *Rådata* och markera med ett kryss i kolumnen *Sparas* vid djup, spetstryck qt och matningskraft och tryck på *Ok*. Markera exempel och tryck på *Ok*, spara filen i formatet .txt.

Användning av programmet i Excel

- Öppna programmet och spara en kopia av arbetsboken.
- **Flik CPT-Data:** Indata som behövs för att skapa trendkurvorna importeras till kolumnerna B, C och D. För att underlätta kopieringen finns det 3 hjälpkolumner (O-Q) som kan användas.
 - Öppna txt-filen (exporten från Conrad) och kopiera in data i hjälpkolumnerna. (Om all data hamnar i samma kolumn följ anvisningarna på samma sätt som för Tr nedan).
 - När data ligger i separata kolumner kopiera värdena till kolumn B-D.
- **Flik Tr-Data:** Indata som behövs för att skapa trendkurvorna importeras till kolumnerna B och C. För att underlätta kopieringen finns det 3 hjälpkolumner (M-O) som kan användas.
 - Öppna SND-filen med Tr-sonderingen från Autograf. Välj att öppna den med ex "Notepad".
 - Kopiera data från SND-filen och klistra in i hjälpkolumnerna i Tr-Data-fliken.
 - Om all data hamnar i samma kolumn (vilket den troligtvis gör): Markera infogad data och välj *Data, Text till kolumner*. Steg 1 av 3 kryssa i *Med fast bredd* och sedan *Nästa*. Steg 2 av 3: skapa en ny kolumnbrytning (pil) så nära

intill det går bakom den andra datakolumnen (mätvärdet) *Nästa*. Steg 3 av 3 klicka på *Avancerat* och sedan *Decimaltecken* och ändra från komma till punkt. Markera den tomma kolumnen och välj *Kolumndataformat* till *Importera inte denna kolumn* och sedan *Slutför*.

- Kopiera nu värdena från hjälpkolumnerna och klistra in den i kolumn B-C.
- **Flik Lab-data:** fyll i eventuella värden från laboratorieundersökningar.
- **Flik CPT-data:** mata in djupet för underkant torrskorpa.
- I de 3 sista flikarna visas nu diagram med de inmatade värdena, se vidare nedan.
- Byt alla fliknamn till exempelvis CPT-data 01001 och diagramrubrikerna till 01001.

OBS! Det är viktigt att inga ändringar görs i områden med färgad bakgrund.

Under fliken Utvärdering kvicklera så redovisas trendlinjen för respektive sondering. I diagrammet visas också gränsvärdeslinjen för kvicklera 1 kPa och en skraffering som visar de delar av profilen som programmet har utvärderat som kvicklera (CPT röd och Tr blå). Det är möjligt att flytta utvärdering längs x-axeln om graferna hamnar utanför diagrammet. Funktionen återfinns under fliken CPT-data högst upp.

I programmet ska underkant torrskorpa matas in för att ge utvärderingen en startpunkt i profilen där förekomsten av kvicklera kan förkomma. När sensitivitet och omrörd skjuvhållfasthet från ostörd provtagning är införd i lab-fliken redovisas det i diagrammen som en kvadrat med tilläggsymboler. Symbolerna är indelade i 3 kategorier,

- Blå prick, sensitiviteten $St > 50$ och den omrörda skjuvhållfastheten $\tau_{R} > 0,4$ och lerans klassas inte som kvicklera.
- Svart kryss, sensitiviteten $St > 50$ och den omrörda skjuvhållfastheten $\tau_{R} < 0,4$ och leran klassas som kvicklera.
- Röd kvadrat med ett Svart kryss, $St > 200$ och den omrörda skjuvhållfastheten $\tau_{R} < 0,4$ och leran klassas som kvicklera.

Utvärderingen av eventuell förekomst av kvicklera genomförs med en kontroll mellan lutningen på trendkurvan och gränsvärdeslinjen 1 kPa (Rankka et al., 2004 (sid 68), Larsson, 2009). Om lutningen på trendkurvan är brantare än 1 kPa/m utvärderar programmet det som kvicklera och vise versa.

Referenser

Larsson, R. (2009). Personlig kommunikation.

Löfroth, H. (2011). Kartering av kvicklereförekomst för skredriskanalyser inom Göta älv utredningen - Utvärdering av föreslagen metod samt preliminära riktlinjer. Statens geotekniska institut, SGI. Göta älvutredningen. GÄU. Delrapport 29. Linköping.

Möller, B, and Bergdahl, U. (1982). Estimation of the sensitivity of soft clays from static and weight sounding tests. European symposium on penetration testing, 2, ESOPT, Amsterdam. Proceedings, Vol. 1 s 291-295.

Rankka, K, Andersson-Sköld, Y, Hultén, C, Larsson, R, Leroux, V, Dahlin, T. (2004). Quick clay in Sweden. Statens geotekniska institut, SGI, Rapport 65. Linköping.