

Replik på debattartikel från Göran Sällfors, Clas Alén och Steinar Nordal – ”Småröd – Vikten av noggrannhet och eftertanke i hela problemlösningssprocessen”

Sammanfattningsvis innehåller min artikel inte sådana tveksamma eller felaktiga antaganden som Sällfors, Alén och Nordal gör gällande. Däremot innefattar artikeln naturligtvis indirekt kritik mot det arbete som utförts av Vägverkets utredningsgrupp i vilken Sällfors et al. ingick; eftersom denna grupp inte utför den typ av analyser som min artikel handlar om. Efter att ha läst deras replik, vilken jag uppfattar som ett försök till försvar av utredningsgruppens arbete, kan därför tilläggas att resultatet av gruppens arbete även hade blivit annorlunda om utredningen inte axiomatiskt hade utgått från felaktiga antaganden om höjden på uppfyllningen eller, i vart fall, tveksamma antaganden om var skredet startade.

Sällfors et al. drar slutsatsen att tre antaganden i min artikel är felaktiga. Nedan kommenterar jag dessa.

1. Antagande om hållfasthetstillväxt hos leran under fyllningen i norra delen av området

Formen på utfyllnaden som använts vid stabilitetsberäkningarna i rapporten från Vägverkets utredningsgrupp stämmer inte. På sid. 59 i rapporten framgår utfyllnadens form enligt vittnesuppgifterna från Vägverkets byggledning, vilket väl samstämmer med vittnesmålen från Peabs platsledning.

Sällfors et al. påstår att jag har modellerat skikt av sand i det övre lerlagret, beläget mellan tryckbanksfyllningen och underlagrande friktionsjord, genom att ansätta en permeabilitet i horisontalled som är 100 gånger större än permeabiliteten i vertikalled. Detta är ett felaktigt påstående. Av deras referens (3) till mitt föredrag på Zsoil Day 2009 framgår att för leran under fyllningen i norra delen av området så har jag använt samma permeabilitet i både horisontell och vertikal riktning. Permeabiliteten har konservativt ansatts till $5 \cdot 10^{-10}$ m/s. Den tidsberoende effektivspänningsförändringen har i artikelns figur visats för det övre lerlagrets centrala del under både tryckbanksfyllning och matjordsupplag, där konsolideringsförloppet tar längst tid.

Sällfors et al. har rätt i att lerans odränerade skjuvhållfasthet inte ökar om effektivspänningsförändringen är så pass liten att den resulterar i effektiva vertikalspänningar som är mindre än lerans förkonsolideringstryck. Det är också riktigt att jag har valt ett värde på lerans överkonsolideringsgrad (1,15) som är betydligt mindre än vad som uppmätts och redovisats i VV:s rapport. Jag har valt detta låga värde på överkonsolideringsgraden för att beräkna ett konservativt undre gränsvärde på säkerhetsfaktorn för det odränerade belastningsfallet av fyllningsmassor i norra delen av skredområdet. Skulle jag istället ansätta en överkonsolideringsgrad på 1,4 eller mer som Sällfors et al. anger i sin artikel hade FEM analysen visat att förkonsolideringstrycket och därmed heller inte hållfastheten i leran ökat i någon högre grad. Trots detta hade den FEM-beräknade säkerhetsfaktorn ökat och blivit betydligt större än 1,12, som jag redovisat i artikeln för det odränerade belastningsfallet. Orsaken till detta är att med en överkonsolideringsgrad på 1,4 eller mer är den odränerade insitu skjuvhållfastheten mer än 20 % större än då överkonsolideringsgraden är 1,15.

I Sällfors et al. artikel, referens (3), visar jag att simulering av ett aktivt odränerat triaxialförsök med FEM, då den s.k. "cap modellen" används, resulterar i en beräknad odränerad skjuvhållfasthet som överensstämmer med den uppmätta från laboratorieförsök. Jag har vid denna validering av den valda materialmodellen naturligtvis använt mig av den uppmätta överkonsolideringsgraden (1,69).

2. Rådande och maximala värden på grundvattentrycken och därmed inverkan på jordens dränerade hållfasthet

Den geohydrologiska utvärdering som VV:s utredningsgrupp gjort är koncentrerat till den norra delen av skredområdet. Orsaken anges till "Anledningen till detta är att utifrån intervjuer med i skredet inblandade bilförare och tolkning av bilder från skredet, det är otvetydigt att skredet börjat i denna del." Sällfors et al. påstående att en geohydrologisk studie utförts inom den södra delen av skredområdet är således inte korrekt. Hade Vägverkets utredningsgrupp inte axiomatiskt utgått från tveksamma antaganden om var skredet startade utan förutsättningslöst utfört en noggrann analys av de geohydrologiska förhållandena även inom det södra området skulle förmodligen utredningsgruppens antagande om var skredet startade blivit annorlunda.

Nivån + 51 är inte en **grundvattennivå** utan en **bräddningsnivå**. I min artikel står det "Leran i dalgången i Småröd underlagras av ett tjockt friktionsjordlager, som utgör ett stort grundvattenmagasin, akvifer, och som fylls på med vatten från de kringliggande bergssidorna och bräddas där friktionsjorden går i dagen vid dessa." Detta avviker inte från vad VV framfört. VV har i utredningens bilaga 4 redovisat de geometrier vilka utgör underlag i deras stabilitetsanalyser med Slope/W. Av dessa framgår det tydligt vid vilka nivåer som friktionsjorden går i dagen och som utgör bräddningsnivåer. I sektion 7/230 är bräddningsnivån +51 på den västra sidan och + 34 på den östra sidan. I sektion 7/460 är bräddningsnivån + 50 på den västra sidan. Det framgår dock inte av denna sektion var östra sidans bräddningsnivå är belägen.

Hur portrycken fortplantas i leran då dämning sker i friktionsjorden på västra sidan är beroende både av storleken på strömningsmotståndet (permeabiliteten) i friktionsjorden och leran samt lerans deformationsmodul. Eftersom lerans avlastningsmodul för små töjningar är stor går portrycksutjämnningen i lerlagren snabbt och i princip så följs vattentrycksförändringarna i lera och friktionsjord åt. Detta kan även visas genom mätningar av portryck i fält. Håkan Persson redovisar sådana mätningar i sin artikel i Samhällsbyggaren nr 4, 2009.

Ett förtydligande avseende hur portrycksfördelningen beräknats och hur beräkningsresultaten kan avläsas i artikelns figurer.

Följande kan konstateras efter jämförelse mellan beräknade grundvattentryck som redovisas i min artikel och bedömda grundvattentryck vid skredtillfället som redovisas i VV:s utredning bilaga 3 – geohydrologiska analyser:

- Beräknad grundvattennivå för stationära förhållanden är belägen ca 1,5 meter under marknivån. --- I VV:s utredning bilaga 3 kan man läsa "Enligt projektörens beräknings-PM har därvid ansatts ett hydrostatiskt portryck från underkant torrskorpa, ca 1,5 m under markyta".
 - Ingen avvikelse föreligger.

- Då skred inträffar i det södra området sektion 7/230 invid sedimentationsbassängen är beräknad glidyta belägen på djupet ca 11,5 meter. --- I VV:s utredning anges att skredets glidyta är belägen ca 10 – 15 m under markytan.
 - Ingen avvikelse föreligger.

- Då skred inträffar i det södra området sektion 7/230 invid sedimentationsbassängen är beräknad trycknivå vid glidytan belägen ca 3 meter över ursprunglig markyta. --- I VV:s utredning bilaga 3 anges ”Tryckmätningar såväl före som efter skredet visar på tryckhöjder i den undre akvifären mellan noll till tre meter över markytan i dalgångens mitt”.
 - Ingen avvikelse föreligger. Beräknad tryckhöjd vid glidytan då skred inträffar kan uppkomma.

- Den beräknade trycknivån vid glidytan då skred inträffar i sektion 7/230, det södra området (B), är ca +39,5. Dämningsnivån i friktionsjorden på den västra sidan är +51,0 och bräddningsnivån på den östra sidan är +34,0. --- I VV:s utredning bilaga 3 anges ”Sammantaget görs en bästa uppskattning av grundvattentrycket i skredområdets norra del vid skredtillfället enligt: Dalgång väster/vägmitt +41 möh; Min +39 möh (Taske å); Dalgång öster + 40 möh”.
 - Ingen avvikelse synes föreligga. Beräknad trycknivå vid glidytan då skred inträffar är + 39,5 vilket skall jämföras med de troliga högsta grundvattentrycken +39 till +41 enligt Sällfors et al..

Det framgår av jämförelsen att de beräknade och redovisade grundvattentrycken som krävs för att utlösa ett skred inom det södra området benämnt (B) är av samma storleksordning som de grundvattentryck som kan uppträda enligt Vägverkets utredningsgrupp. Säkerhetsfaktorn mot skred inom område B var således mindre än 1,0 för de grundvattentryck som bedömts vara troliga vid skredtillfället.

3. Analys av skredförlopp – överensstämmelse mellan observerad (geometri, bilars placering och ögonvittnesberättelser) och beräknad skredutveckling

Den expertis och forskning som finns beträffande skred vittnar om svårigheten att i efterhand exakt rekonstruera förloppet i så komplexa skred som i Småröd. Olika skredhastigheter och inbromsningsförlopp, skjuvkrafter mellan olika delar av skredet och stor förekomst av kvicklera gör det således svårt att fastställa vad som har hänt.

Vittnesmålen och bilarnas lägen ger bra information om skredets fortsatta förlopp men, av nyss angivna skäl, inte tillräckligt med information för att fastställa hur det utlöstes.

Ett skred som startar inom det södra området B istället för det norra benämnt (A) medför skjuvsprickor i skjuvzonen mellan område A och B. Skjuvsprickornas riktning sammanfaller då med riktningen på största huvudspänning. Sådana sprickor tycks framgå av flygfotot som är taget efter det att skredet ägde rum.

Skjuvkraften längs med kontaktytan mellan de två områdena förorsakar att stabiliteten för A reduceras och att A förskjuts mot Taske Å. Förskjutningen av område A reducerar skjuvmotståndet längs brottytan under A. Peakvärdet överskrids, varvid skredhastigheten för A ökar markant i förhållande till B. Reduktionen av skjuvhållfastheten för A kan vara stor på grund av lerans höga sensitivitet.

Skredmassorna i A bromsas sedan upp fortare än skredmassorna i område B.

Ett skred som startar i B stämmer således, tvärtemot vad Sällfors et al. påstår, väl med både vittnesmål och bilarnas lägen.

Läs mer på Internet

http://www.zace.com/Z_SOIL_DAY_2009/10_Landslide.pdf

Författare

Ulf Ekdahl, civ ing SVR, L78, Arbetar med avancerad geoteknik och konstruktionsteknik i PEAB sedan 1987. ulf.ekdahl@peab.se

