

Studie av portryckens påverkan från nederbörd och vattenståndsvariation i tre slänter längs Göta älv

Linda Blied

GÄU - delrapport 10

Linköping 2011





STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Göta älvutredningen - delrapport 10

Studie av portryckens påverkan från nederbörd och
vattenståndsvariation i tre slänter längs Göta älv

*A study of the impact on pore pressures from precipitation and river
level changes in three slopes along the Göta river*

Linda Blied

**Göta älvutredningen
delrapport 10**

Beställning

Dnr SGI

Uppdragsnr SGI

Statens geotekniska institut (SGI)
581 93 Linköping

SGI
Informationstjänsten
Tel: 013-20 18 04
Fax: 013-20 19 14
E-post: info@swedgeo.se
www.swedgeo.se

6-1001-0037

14095

FÖRORD

Göta älvutredningen (GÄU)

För att möta ett förändrat klimat och hantera ökade flöden genom Göta älv har Regeringen gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att under en treårsperiod (2009-2011) genomföra en kartläggning av stabiliteten och skredriskerna längs hela Göta älv-dalen inklusive del av Nordre älv. Tidigare utförda geotekniska undersökningar har sammanställts och nya undersökningar har utförts längs hela älven. Metoderna för analys och kartering av skredrisker har förbättrats. Nya och utvecklade metoder har tagits fram för att förbättra skredriskanalyser och stabilitetsberäkningar, förbättra kunskapen om erosionsprocesserna längs Göta älv, bedöma effekten av en ökad nederbörd på grundvattensituationen i området, utveckla metodiker för kartläggning och hantering av högsensitiv lera (kvicklera) samt utveckla metodik för konsekvensbedömning. Utredningen har genomförts i samverkan med myndigheter, forskningsinstitutioner samt nationella och internationella organisationer.

Denna delrapport är en del i SGI:s redovisning till Regeringen.

Studie av porttryckens påverkan från nederbörd och vattenståndsvariation i tre slänter längs Göta älv

Rapporten innehåller sammanställning och analys av uppmätt porttryck, nederbörd samt vattennivå i Göta älv. Bakgrunden till denna studie var önskemål om ökad kunskap rörande porttryck i ytliga lerlager, och kanske främst vad som orsakar variationerna i dessa ytliga lager.

Författare till rapporten är Linda Blied på SGI. Värdefulla kommentarer på innehåll och utformning har lämnats av Håkan Persson och Karin Lundström på SGI.

Linköping 2011

Marius Tremblay

Uppdragsledare, Göta älvutredningen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	6
1 SYFTE.....	7
2 NEDERBÖRD	7
3 VATTENSTÅND.....	7
4 ANALYSERADE MÄTPUNKTER	8
4.1 Bakgrund	8
4.2 Beskrivning av valda sektioner.....	8
4.2.1 Sektion V25900	8
4.2.2 Sektion E26360	8
4.2.3 Sektion V29570	8
5 RESULTAT	9
5.1 Portryckets korrelation mot nederbörd.....	9
5.2 Portryckets korrelation mot vattenstånd	10
5.3 Det ytliga portryckets variation inom en sektion	11
5.4 Uppmätta trycknivåer	12
6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER	13
7 REFERENSER.....	15

SAMMANFATTNING

I rapporten har portrycken i tre slänter mellan Trollhättan och Lilla Edet analyserats. De aktuella slänterna har valts eftersom det där finns ett flertal portrycksmätare och portrycksprofilerna har konstaterats avvika från hydrostatiska.

Studierna visar att portrycken sjunker långsamt under 1-2 månader i början av mätperioden i samtliga mätpunkter och att den nederbörd som faller inte ger något utslag på portrycken. Denna period ligger under försommaren, och därmed kan hög avdunstning och omättade förhållanden vara en förklaring till de sjunkande portrycken.

Under den senare delen av perioden, vilken motsvarar sensommaren och början på hösten, uppstår fluktuationer av de ytliga portrycken samtidigt som nederbörden blir mer intensiv. Portrycksvariationen i de ytliga lagren tycks här vara väl sammankopplad med den nederbörd som faller. De portrycksspetsar som är monterade djupare än 10 m ger dock inget utslag på nederbörden, åtminstone inte under denna relativt korta mätperiod.

De tre sektionerna ger ingen entydig bild av hur långt ner i jordprofilen och under vilka perioder som portrycksprofilen är hydrostatisk. Värt att notera är att portrycket periodvis är hydrostatiskt mellan djupen 3 och 8 m under markytan för områden där det på större djup är såväl uppåt- som nedåtriktad gradient.

Den maximala nolltrycksnivån ligger på ca 0,5-1 m under markytan i de båda nordliga sektionerna och ungefär i markytan i den sydligaste. Den lägsta nolltrycksnivån ligger på ca 1-2 m under markytan.

1 SYFTE

Syftet med denna rapport är att utifrån fältmätningar av porttryck längs Göta älv bedöma följande för sektioner med olika porttrycksprofiler:

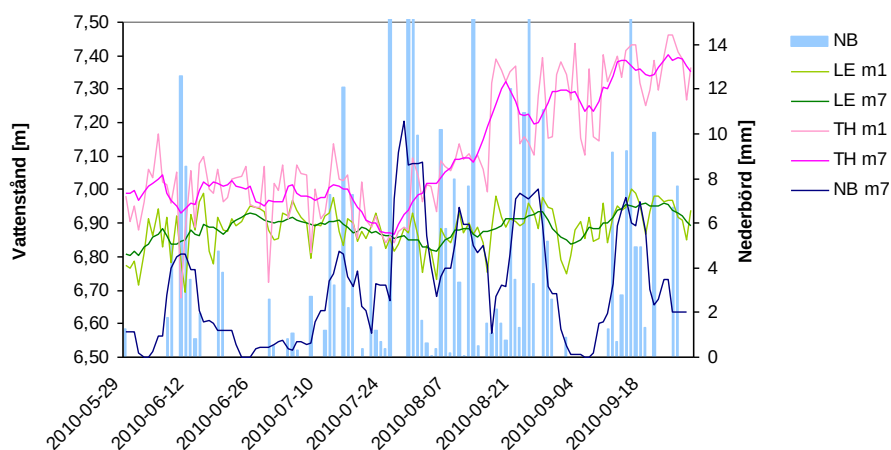
- Hur det ytliga porttrycket beror av nederbörd
- Hur det ytliga porttrycket beror av vattenståndet i Göta älv
- Hur trycknivån ser ut genom jordprofilen
- Hur djupt nolltrycksnivån ligger

2 NEDERBÖRD

Baserat på tillgängliga nederbördsstationer gör SMHI en interpolation av dygnsvärden av nederbörd till ett 4 x 4 km rutnät som täcker hela landet, se Johansson (2002). Interpolerat nederbördsdata i denna utredning har hämtats från det aktuella området (ruta med koordinaterna 47,115) och redovisas i *Figur 3-1*. Medelvärdet för perioden april till september är 2,5 mm/dag.

3 VATTENSTÅND

Vattenståndet i Göta älv mäts kontinuerligt (varje heltimme) nedanför kraftverket i Trollhättan samt ovanför kraftverket i Lilla Edet. Resultatet visas för perioden juni-september 2010 i *Figur 3-1* som dagsvärden och veckomedelvärden.



Figur 3-1 Nederbörd (NB) samt vattenstånd i Göta älv under perioden juni till september 2010. TH och LE anger vattenståndsmätning nedanför Trollhättans kraftverk respektive ovanför Lilla Edets kraftverk. Medelvärdesbildning över en dag uttrycks som m1 och över sju dagar som m7.

4 ANALYSERADE MÄTPUNKTER

4.1 Bakgrund

I samband med fältundersökningarna inom Göta älvutredningen har ett stort antal portrycksmätare installerats i närheten av älven. Mellan Trollhättan och Lilla Edet, inom delområde 5 och 7, har automatiska portrycksmätare monterats i sammanlagt 45 punkter och inom varje punkt vanligtvis på fyra nivåer, mellan ca 3 och 35 m under markytan. Mätserierna sträcker sig från maj till september 2010.

Inom denna utvärdering har tre sektioner valts ut: V25900 och V29570 på älvens västra sida (delområde 5) samt E26360 på älvens östra sida (delområde 7). Bakom urvalet fanns en önskan om att studera sektioner med olika gradienter och som ej är konstant hydrostatiska.

I de analyser där portrycket jämförs med nederbörd används den punkt i sektionen som ligger längst från Göta älv. När portrycket jämförs med älvens vattenstånd används däremot den punkt som ligger närmast älven.

4.2 Beskrivning av valda sektioner

Nedan följer en kortfattad beskrivning av de tre studerade sektionerna. Älvens nivå inom området ligger på ca +7. Samtliga höjder anges i RH2000.

4.2.1 Sektion V25900

Sektion V25900 är belägen nordost om Hjärtum, strax söder om Sollumsåns mynning i Göta älv, se *Figur 4-1*. Inom sektionen har mätning av portrycket utförts i punkterna U05155 och U05156. Området sluttar relativt brant ner mot älven: U05155 ligger på nivån ca +15 medan U05156, som ligger 30 m närmare älven, ligger på nivån ca +10,5.

I båda punkterna utgörs jorden, under ett ytskikt av organiskt material och silt, av gyttjig lera som på ett djup av ca 13 m under markytan övergår i lera.

4.2.2 Sektion E26360

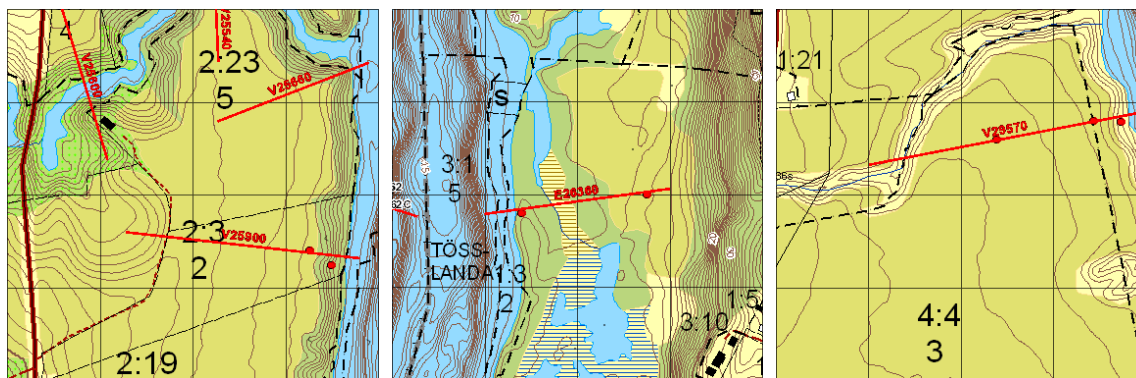
Sektion E26360 är belägen öster om Hjärtum men på motsatt sida av älven, strax intill Småkulla, se *Figur 4-1*. Inom sektionen har mätning av portrycket utförts i punkterna U07081 och U07083. U07081 ligger på en lägre ås på nivån ca +8 medan U07083, som ligger 30 m längre från älven, ligger i en slänt på nivån ca +10.

I båda punkterna utgörs jorden av gyttjig och siltig lera som på ett djup av ca 8 m under markytan övergår i lera.

4.2.3 Sektion V29570

Sektion V29570 är belägen vid Bonde-Ström, ca 2 km norr om Lilla Edet, se *Figur 4-1*. Inom sektionen har mätning av portrycket utförts i punkterna U05199, U05201 och U05202. Området sluttar ner mot älven: U05199 ligger på nivån ca +15, U05201 på nivån ca +13 och U05202 på nivån ca +10,5.

I alla punkterna utgörs jorden, under ett ytlager av organiskt material och silt, av delvis gyttjig lera som på ett djup av ca 8-13 m under markytan övergår i lera.



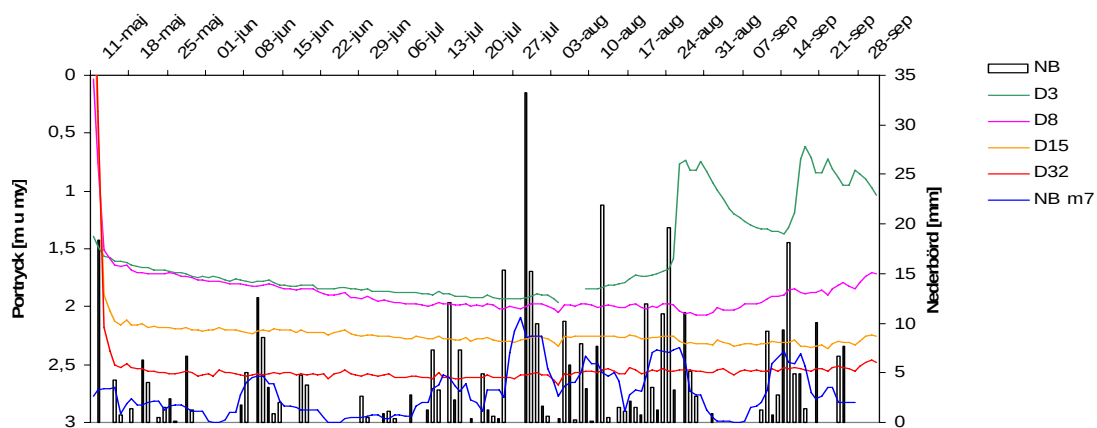
Figur 4-1 Översiktlig bild av området kring sektion V25900, E26360 och V29570

© Lantmäteriet MS2009/09509

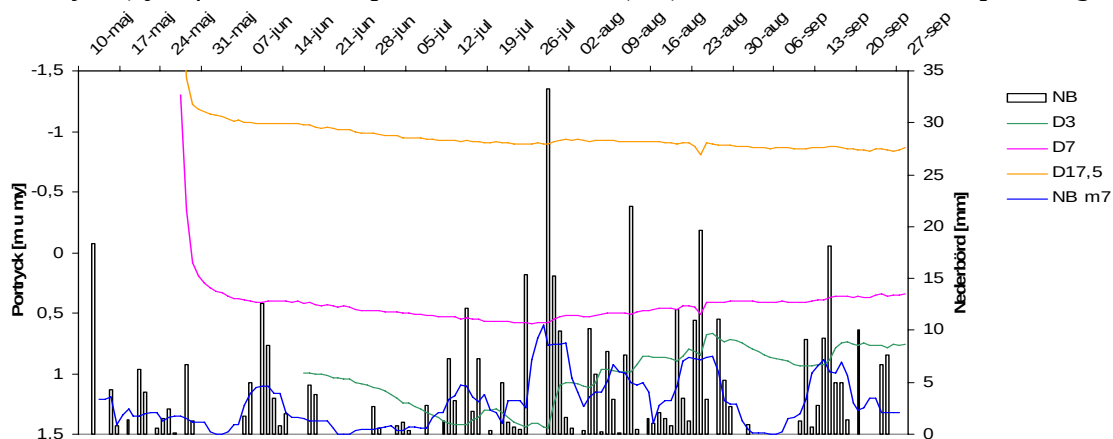
5 RESULTAT

5.1 Porttryckets korrelation mot nederbörd

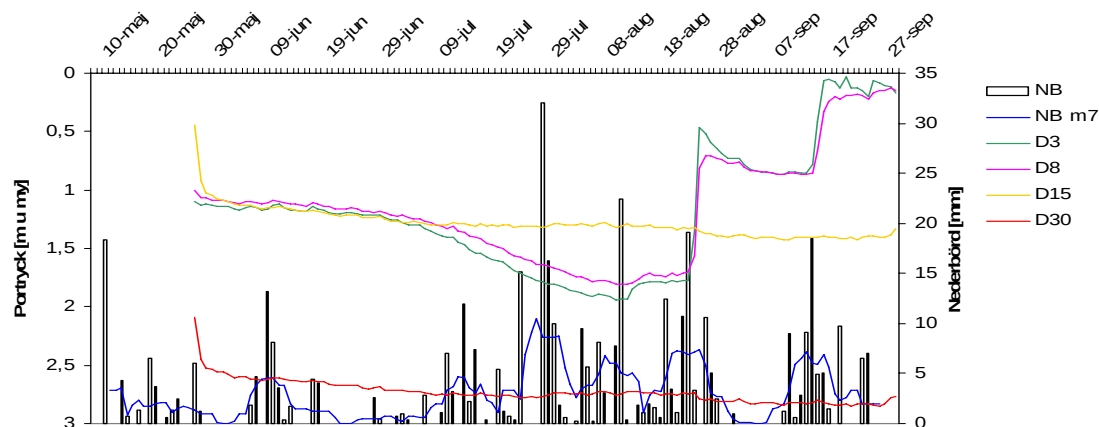
Uppmätta porttryck för den punkt i varje sektion som ligger längst från älven redovisas i *Figur 5-1*, *Figur 5-2* och *Figur 5-3* i syfte att försöka bedöma till vilket djup porttrycket svarar på nederbörden.



Figur 5-1 Porttryck i mätpunkt U05155 (D3-D32 anger spets på nivå 3-32 m under markytan) jämfört med interpolerad nederbörd (NB). m7 avser medelvärde på 7 dagar.



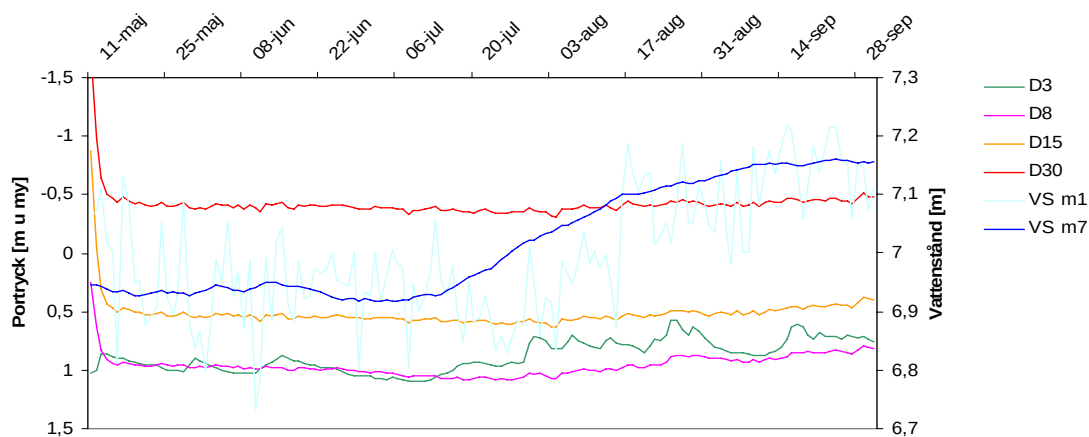
Figur 5-2 Porttryck i mätpunkt U07083 (D3-D30 anger spets på nivå 3-30 m under markytan) jämfört med interpolerad nederbörd (NB). m7 avser medelvärde på 7 dagar.



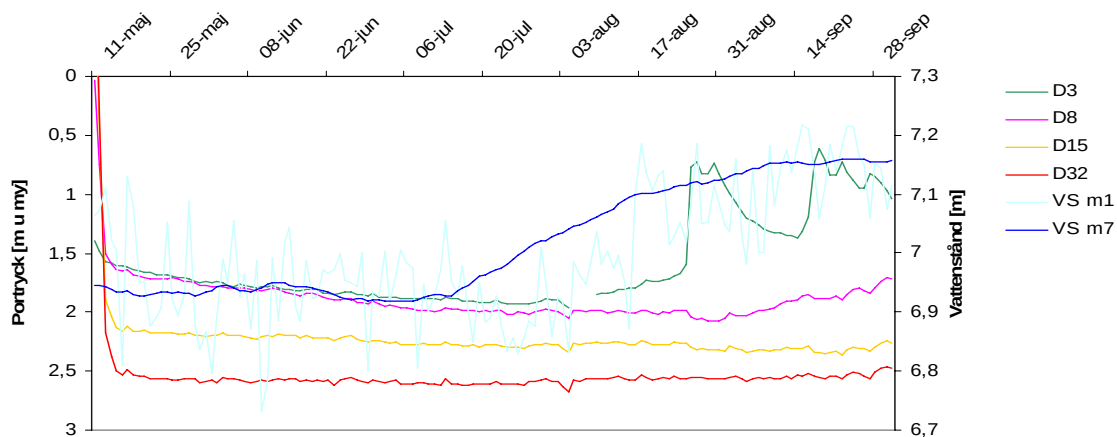
Figur 5-3 Portryck i mätpunkt U05199 (D3-D30 anger spets på nivå 3-30 m under markytan) jämfört med interpolerad nederbörd (NB). m7 avser medelvärde på 7 dagar.

5.2 Portryckets korrelation mot vattenstånd

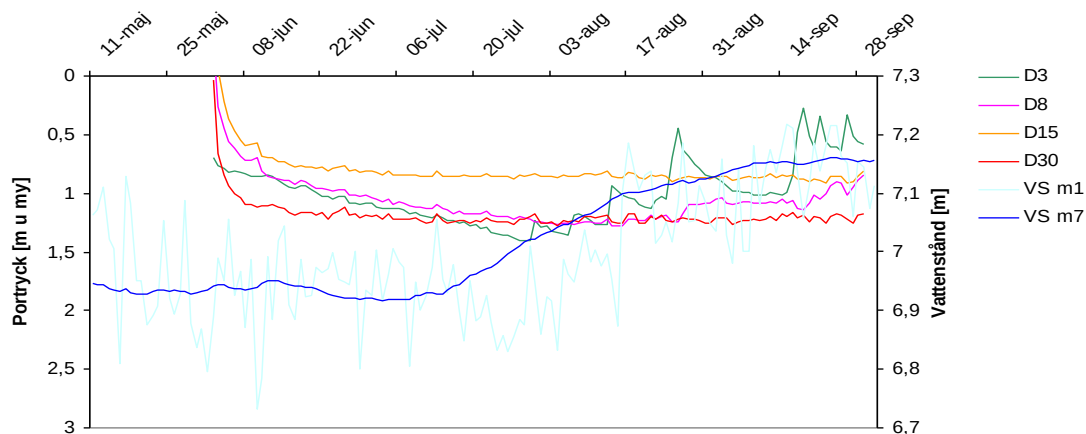
Det uppmätta portrycket har i de mätpunkter som är närmast älven jämförts med vattenståndet i Göta älv, se Figur 5-4, Figur 5-5 och Figur 5-6. Vattenståndet är här ett medelvärde mellan nivån nedanför kraftverket i Trollhättan respektive nivån ovanför kraftverket i Lilla Edet (se Figur 3-1).



Figur 5-4 Uppmätt portryck i mätpunkt U05156 jämfört med vattenståndet i Göta älv.



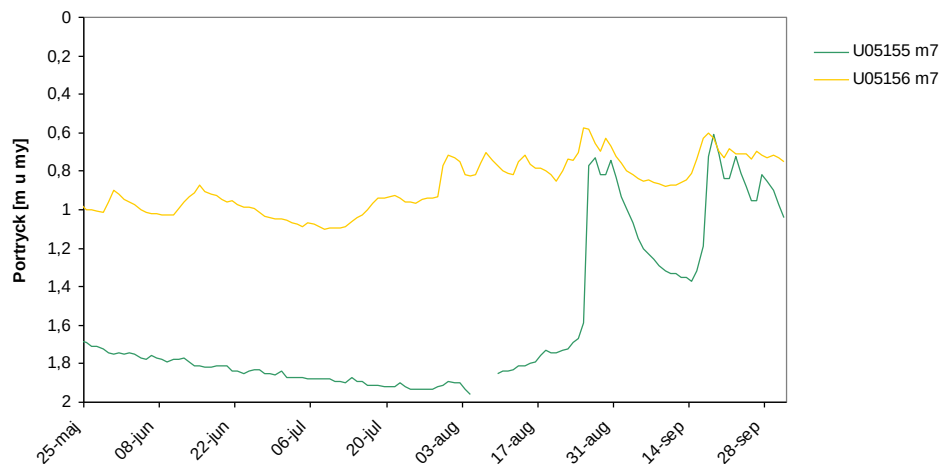
Figur 5-5 Uppmätt portryck i mätpunkt U07081 jämfört med vattenståndet i Göta älv.



Figur 5-6 Uppmätt portryck i mätpunkt U05202 jämfört med vattenståndet i Göta älv.

5.3 Det ytliga portryckets variation inom en sektion

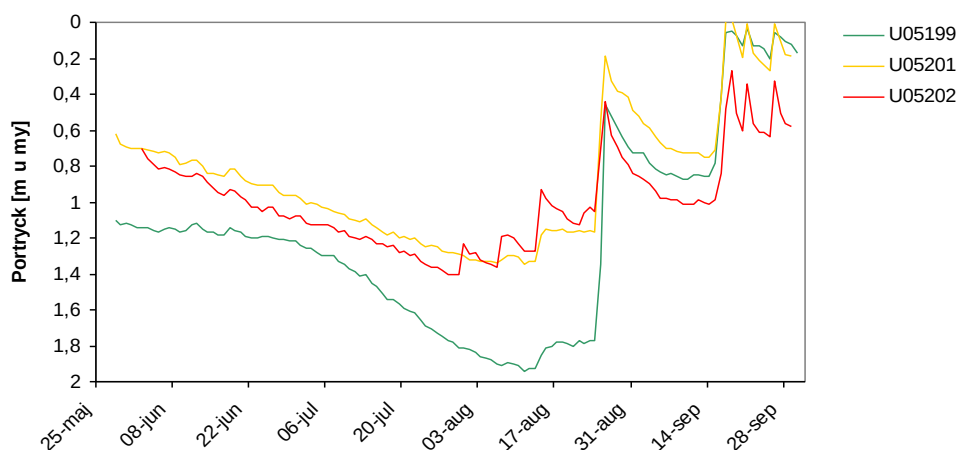
Figur 5-7, Figur 5-8, och Figur 5-9 visar portrycket på djupet 3 m i samtliga mätpunkter i de tre sektionerna.



Figur 5-7 Registrerat portryck på djupet 3 m genom hela sektion V25900. Mätpunkt U05156 ligger närmast älven.



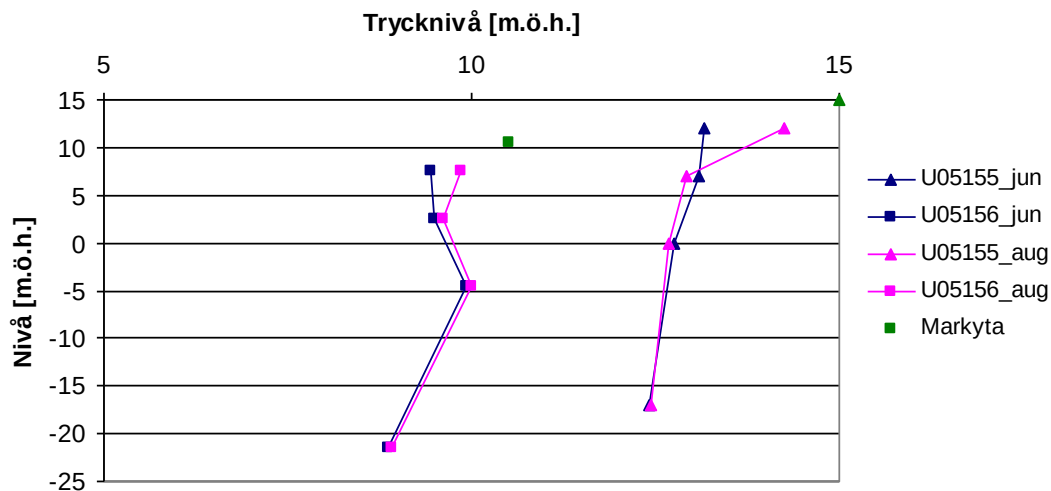
Figur 5-8 Registrerat portryck på djupet 3 m genom hela sektion E26360. Mätpunkt U07081 ligger närmast älven.



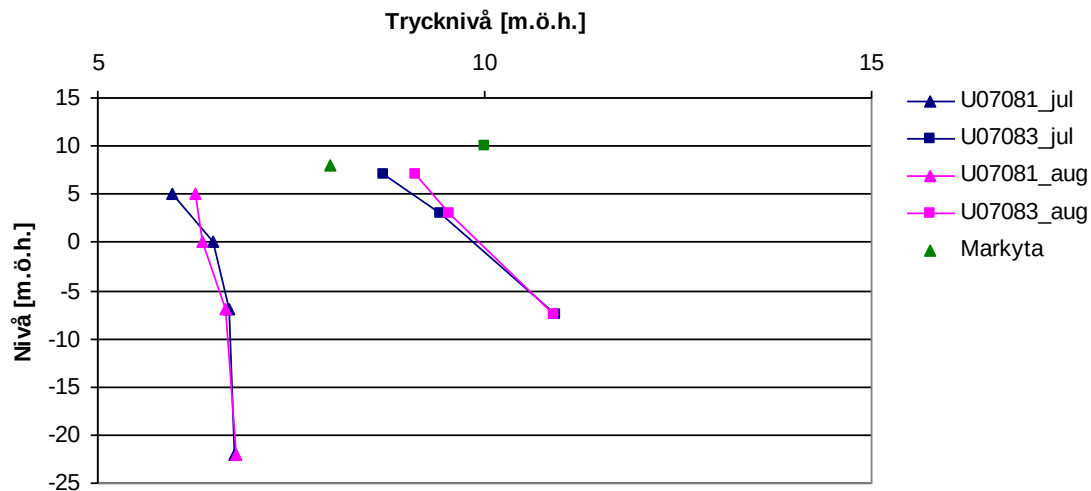
Figur 5-9 Registrerat porttryck på djupet 3 m genom hela sektion V29570). Mät punkt U05202 ligger närmast Göta älv.

5.4 Uppmätta trycknivåer

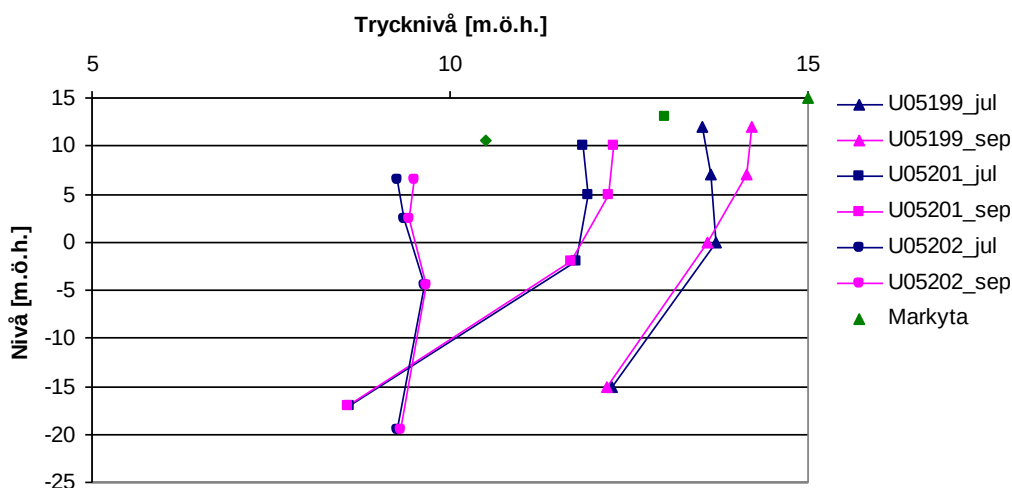
De uppmätta trycknivåerna har i samtliga tre sektioner jämförts mellan två olika datum, valda för att få en differens på porttrycket, åtminstone i de övre nivåerna. Resultatet redovisas i Figur 5-10, Figur 5-11 och Figur 5-12.



Figur 5-10 Uppmätt trycknivå i sektion V25900 i juni respektive augusti 2010.



Figur 5-11 Uppmätt trycknivå i sektion E26360 i juli respektive augusti 2010.



Figur 5-12 Uppmätt trycknivå i sektion V29570 i juli respektive september 2010.

6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

I början av mätperioden, 1-2 månader, sjunker porttrycket långsamt i samtliga mätpunkter och den nederbörd som faller (som mest ca 13 mm/dygn) ger inget utslag. Orsaken till detta är oklar: det kan bero på en högre avdunstning och/eller mindre mängd ackumulerad nederbörd under perioden i kombination med en intensiv växtsäsong som minskar grundvattenbildningen. Andra tänkbara orsaker kan vara fel i mätutrustningen.

Under den senare delen av perioden uppstår fluktuationer i det ytliga porttrycket (på 3 och 8 m djup) samtidigt som nederbörden blir mer intensiv, både i mängd och frekvens. Variationen i porttryck tycks vara sammankopplad med den nederbörd som faller: vid en mer intensiv nederbördsperiod (nederbörden medelvärdesbildad över 7 dagar) dröjer det ca 3-7 dagar innan svaret kommer i form av ökat porttryck på djupet 3 m under markytan. På djupet 8 m följer tryckförändringarna efter ytterligare ca 2 dagar i U05199, annars dröjer det ca 10 dagar och responsen är då mycket otydlig.

De porttrycksspetsar som är monterade djupare än 10 m ger inget utslag på nederbörden, åtminstone inte under denna relativt korta mätperiod. Den korta mätperioden gör det inte heller möjligt att bedöma om nederbördens intensitet eller varaktighet har störst påverkan på porttrycket.

Göta älv har Sveriges största avrinningsområde och är därtill starkt reglerad. Detta medför en väldigt långsam koppling mot nederbörd även om den långsiktiga trenden tyder på att vattenståndet höjs i början av augusti. På samma sätt kan svaga kopplingar mellan porttryck och vattenstånd ses, kopplingar som kanske snarare är direkt anknutna till nederbörden (enligt ovan). I två av de tre undersökta sektionerna (V25900 och V29570) uppvisar den mätpunkt som ligger närmast älven långsammare variationer i porttrycket vilket kan tyda på att vattenståndet i älven utgör bestämmande faktor.

De tre sektionerna ger ingen entydig bild av hur långt ner i jordprofilen och under vilka perioder som det är hydrostatiskt. Generellt kan sägas att från maj till slutet av juli är porttrycket på mellan 3 och 8 m djup hydrostatiskt eller uppåtriktat, därefter omväxlande hydrostatiskt och nedåtriktat (till följd av den ökade nederbörden under augusti och september). Värt att notera är att porttrycket periodvis är hydrostatiskt mellan djupen 3 och 8 m under markytan för områden med såväl uppåt- som nedåtriktad gradient.

Mätpunkter inom samma sektion tycks följa samma trender i portrycksförändring och det ytliga portrycket påverkas av nederbörd och/eller vattenståndsförändring oavsett om gradienten på större djup är uppåt- eller nedåtriktad.

Den maximala nolltrycksnivån ligger på ca 0,5-1 m under markytan i de båda nordliga sektionerna och ungefär i markytan i den sydligaste. Den lägsta nolltrycksnivån ligger på ca 1-2 m under markytan.

Slutligen bör det noteras att ovan dragna slutsatser endast är baserade på portrycksmätningar i sju punkter, fördelade på tre sektioner. Mätperioden är också relativt kort, ca fem månader. Vidare, har det gällande de ytliga portrycksmätarna funnits misstankar om att vatten kan rinna ned till portrycksmätaren längs rör och kablar, och att det därför inte är portrycket i jorden som mäts.

7 REFERENSER

Johansson, B (2002) Estimation of areal precipitation for hydrological modelling in Sweden. Earth Sciences Centre, Department of Physical Geography, Göteborg University, Doctoral Thesis A76

Göta älvutredningen, GÄU delrapporter 1-34

- 1 Erosionsförhållanden i Göta älv
- 2 Fördjupningsstudie om erosion i vattendrag
- 3 Hydrodynamisk modell för Göta älv. Underlag för analys av vattennivåer, strömhastigheter och botten-skjuvspänningar
- 4 Transport av suspenderat material i Göta älv
- 5 Ytgeologisk undersökning med backscatter - Analys för Göta älv och Nordre älv
- 6 Bottenförhållanden i Göta älv
- 7 Bedömning av grundvattenförhållanden för slänter längs Göta älv - Allmän vägledning
- 8 Känslighetsanalys för variationer i grundvattennivå och val av maximala portryck i slänter längs Göta älv – Exempel från en slänt
- 9 Bedömd förändring av maximala grundvattennivåer i Göta älvdalen till följd av förändrat klimat
- 10 Studie av portryckens påverkan från nederbörd och vattenståndsvariation i tre slänter längs Göta älv
- 11 Analys av uppmätta portryck i slänterna vid Äsperöd och Åkerström
- 12 Metodik för inventering och värdering av konsekvenser till följd av skred i Göta älvdalen
- 13 Metodik konsekvensbedömning - Känslighetsanalys, klassindelning och applicering av metodik i hela utredningsområdet
- 14 Metodik konsekvensbedömning - Bebyggelse
- 15 Metodik konsekvensbedömning - Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv
- 16 Metodik konsekvensbedömning - Sjöfart
- 17 Metodik konsekvensbedömning - Väg
- 18 Metodik konsekvensbedömning - Järnväg
- 19 Metodik konsekvensbedömning - Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden
- 20 Metodik konsekvensbedömning - Naturmiljö
- 21 Metodik konsekvensbedömning - Energi och ledningsnät
- 22 Metodik konsekvensbedömning - VA-system
- 23 Metodik konsekvensbedömning - Näringsliv
- 24 Metodik konsekvensbedömning - Kulturarv
- 25 Metodik konsekvensbedömning - Känslighetsanalyser
- 26 Metodik konsekvensbedömning - Bebyggelse och kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv - Fallstudie Ale kommun
- 27 Hydrologiska och meteorologiska förhållanden i Göta älvdalen
- 28 Metodbeskrivning sannolikhet för skred: kvantitativ beräkningsmodell
- 29 Kartering av kvicklereförekomst för skredriskanalyser inom Göta älvutredningen. Utvärdering av föreslagen metod samt preliminära riktlinjer
- 30 Quick clay mapping by resistivity – Surface resistivity, CPTU-R and chemistry to complement other geotechnical sounding and sampling
- 31 Inverkan av förändringar i porvattnets kemi, främst salturlakning, på naturlig leras geotekniska egenskaper – Litteraturstudie
- 32 Hantering av kvicklereförekomst vid stabilitetsbedömning för Göta älv – Riktlinjer
- 33 Metodbeskrivning för SGI:s 200 mm diameter "block-provtagare" - Ostörd provtagning i finkornig jord
- 34 Sjömätning - Göta älv och Nordre älv



Statens geotekniska institut
Swedish Geotechnical Institute
SE-581 93 Linköping, Sweden
Tel: 013-20 18 00, Int + 46 13 201800
Fax: 013-20 19 14, Int + 46 13 201914
E-mail: sgi@swedgeo.se Internet: www.swedgeo.se