



Statens
geotekniska
institut

Ytgeologisk undersökning med backscatter

– Analys för Göta älv och Nordre älv

Marin Miljöanalys AB

GÄU - delrapport 5

Linköping 2011



GÄU

Göta älvutredningen
2009 - 2011



**STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE**

Göta älvutredningen - delrapport 5

Ytgeologisk undersökning med backscatter
– Analys för Göta älv och Nordre älv

*Surficial geology survey by backscatter analysis of
Göta river and Nordre river*

Marin Miljöanalys AB

**Göta älvutredningen
delrapport 5**

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

6-1001-0033

14091

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.

Ytgeologisk undersökning med backscatter

På uppdrag av SGI har Marin Miljöanalys AB (MMA) utfört en ytgeologisk klassificering i Göta älv och Nordre älv med avsikt att skapa ett underlag för bottenerosionsanalyser. Ytsedimenten är klassificerade utifrån backscatterdata från den heltäckande multibeamekolodning som utfördes av MMA i Göta älv och Nordre älv 2009 och verifierad med hjälp av bottenprover tagna av SGI, MMA och SGU. Till denna rapport hör digitala data redovisade i GIS-format för hela älven.

Arbete som ligger till grund för denna rapport har ingått i ett deluppdrag om erosion med Bengt Rydell, SGI, som deluppdragsledare.

Linköping 2011

Marius Tremblay

Uppdragsledare, Göta älvutredningen



MARIN MILJÖANALYS AB

Varbergsgatan 12B
412 65 GÖTEBORG
Tel 031-7046525
Fax 031-7237399

YTGEOLOGISK UNDERSÖKNING MED BACKSCATTER-ANALYS FÖR GÖTA
ÄLV OCH NORDRE ÄLV

Kund: SGI

**YTGEOLOGISK UNDERSÖKNING
MED BACKSCATTER-ANALYS FÖR
GÖTA ÄLV OCH NORDRE ÄLV**

**SURFICIAL GEOLOGY SURVEY BY
BACKSCATTER ANALYSIS OF GÖTA
RIVER AND NORDRE RIVER**

Statens geotekniska institut

U304-0909

**Göteborg 2010-11-12
Marin Miljöanalys AB**

Sändlista:

SGI

RAPPORT YTGEOLOGI Göta älv, Nordre älv

1. Allmänt

På uppdrag av SGI har Marin Miljöanalys AB utfört en ytgeologisk klassificering med 100 % täckning i Göta älv och Nordre älv med avsikt att skapa ett underlag för bottenerosionsanalyser. Ytsedimenten är klassificerade utifrån backscatterdata från den heltäckande multibeamekolodning som utfördes av Marin Miljöanalys i Göta älv och Nordre älv 2009 och verifierad med hjälp av bottenprover tagna av SGI, MMA och SGU.

2. Koordinatsystem

Koordinatsystem för gällande arbete är Sweref 99 TM. Sjömätningen utfördes i WGS84

3. Tider

Multibeamekolodningen utfördes av MMA 091002 – 091104

Provtagning: SGI 100621–100623, MMA 090311 – 090401, SGU 2000-2001

4. Leverans

Heltäckande klassad xyz data med 1 meters grid, där z definerar klass (1-5)

Surfer clr fil för färgkodning av klasserna

Reviderad ascii med backscatterdata delsträcka 2, kompletterad med Lilla Edet 2010-06

5. Metod

Den ytgeologiska klassificeringen är baserad på backscatterdata från ett Kongsberg EM 3002D multibeamekolod med frekvensen 300 kHz. Backscatterdata har medelvärdesbildats och griddats med 1m upplösning i Caris Hips and Sips. Data har sedan analyserats med hjälp av de provtagningar som utförts i älven för att dela in backscatterdata i 3-5 ytgeologiska klasser. Resultatet av klassificeringsarbetet har verifierats med hjälp av tidigare utförda backscatterkarteringar utförda av Marin Miljöanalys i Göteborgs Hamn, Stockholm stad, Bråviken m.fl.

Backscatter

Amplituddata (s.k. backscatterdata) från multibeamekolodet visar hur väl bottenytan reflekterar ljud. Enkelt sammanfattat ger en hård yta ett starkt eko och en mjuk yta ett svagare eko. Backscatterdata från ett högfrekvent ekolod penetrerar ytterst lite (0-2 cm) ner i hårdare material som sand och grus och ger en bild av bottenytan.

Bottenverifiering

De prover som användes för att verifiera backscatterdata utfördes av SGI, SGU samt MMA. SGI:s provserie består av 47 prover tagna med hjälp av Ekmanprovtagare och Beekerprovtagare. SGU:s provserie består av 32 prover tagna med hjälp av stor gripskopa, kolvlod och stötlod. MMA:s provserie består av 3 prover inom mätområdet samt ytterligare 34 prover i Göteborg Hamn som användes för resultatverifiering.

Proverna är tagna med Van Veen hämtare. Provtagningarna från MMA är utplacerade specifikt för backscatterdataklassificering, provtagningarna från SGI och SGU är utplacerade efter andra kriterier.

6. Resultat klassindelning

Den ytgeologiska klassindelningen av Göta älv och Nordre älv avser bottenytans översta ytskikt 0-3 cm. Klassindelningen har utförts för att på bästa sätt representera bottensedimenten utifrån backscatterdata och befintliga provtagningar.

Klass 1 Lergyttja, gyttjelera - mycket lösa sediment. Trolig sedimentationsbotten.
Klass 2 Lera, gyttja, silt, växtdelar - lösa sediment. Trolig sedimentationsbotten.
Klass 3 Finsand, silt, hård lera, växtdelar. Troligtvis en blandning av sedimentation och erosion/transportbotten.
Klass 4* Mellandsand - grovsand. Trolig erosion/transportbotten.
Klass 5* Grusig sand, grus, sten. Trolig erosion/transportbotten.

* Både klass 4 och 5 kan innehålla berg och block. Backscattervärdet för berg och block varierar beroende på materialets struktur samt påväxt av alger och indikeras ofta av ett spräckligt utseende i uppritad data då värdena varierar mellan klass 4 och 5 (områden med endast klass 4 data innehåller troligtvis ej berg eller block). För att bättre identifiera berg och block kan man kombinera backscatterdata med högupplöst batymetri och/eller sidescandata.

7. Analys verifieringsdata

Klass 1

Antal prover i Göta älv och Nordre älv inom klass 1: 4

Antal användbara prover: 4

Sammanfattning provresultat: Postglacial finlera samt gyttjig lera.

Extern validering klass 1: Analys av data och prover från Göteborgs hamn visar ett homogent resultat med mycket lösa sediment med gyttjelera och lergyttja. Klass 1 är den dominerande bottentypen i hamnen.

Klass 2

Antal prover i Göta älv och Nordre älv inom klass 2: 22

Antal användbara prover: 16

Sammanfattning provresultat: Proverna visar ofta på blandade mjuka finkorniga sediment exempelvis siltig gyttja med växtdelar, Gyttjig siltig lera, lerig silt, gyttjig finsandig silt med växtdelar

Extern validering klass 2: Analys av data och prover från Göteborgs hamn visar ett blandat resultat med prover innehållande hög andel växtdelar (pinnar, blad, bark) och prover med lera och siltig lera

Klass 3

Antal prover i Göta älv och Nordre älv inom klass 3: 28

Antal användbara prover: 9

Sammanfattning provresultat: Proverna visar mestadels finsand, 1 prov indikerar hård lera. Många prover har blivit uteslutna då de har för stor osäkerhet för området där provet är taget (en komplex botten ger högre krav på positionering).

Extern validering klass 3: Analys av data och prover från Göteborgs hamn visar ett relativt homogent resultat med hård kompakt lera. Denna lera förekommer framförallt där fartyg och ström har eroderat bottensedimenten.

Klass 4

Antal prover i Göta älv och Nordre älv inom klass 4: 24

Antal användbara prover: 12

Sammanfattning provresultat: Det dominerande provresultatet är mellansand, ett prov visar på finsand med träbitar och några prover visar sand och grovsand. Många prover har blivit uteslutna då de har för stor osäkerhet för området där provet är taget (en komplex botten ger högre krav på positionering).

Extern validering klass 4: Analys av data och ett fåtal prover från Göteborgs hamn visar sandig lera med skal, ren sandbotten förekommer ej i provresultaten, troligtvis för att botten i hamnen är av annan karaktär.

Klass 5

Antal prover i Göta älv och Nordre älv inom klass 5: 5

Antal användbara prover: 5

Sammanfattning provresultat: Det dominerande provresultatet är grusig sand, ett prov visar sten. Trots att detta är en dominerande botten typ i många delar av älven finns få prover. Vid ett fåtal lokaler beror detta på att botten har varit för hård för aktuell provtagningsmetod (enligt SGI kommentar från misslyckad provtagning där data visar klass 5 botten).

Extern validering klass 5: Analys av data och prover från Göteborgs hamn, samt tidigare erfarenheter visar att denna klass innehåller grövre sediment såsom skalgrus, grus, sten och hårda antropogena material.

8. Felkällor och diskussion

Klassindelning utifrån medelvärdesbildad backscatterdata

Klassificerad medelvärdesbildad backscatterdata beskriver väl dominerande kornstorlek och densitet/hårdhet i bottenmaterialet, men vid komplexa blandningar av material (som kan vara vanligt förekommande i bottenytans översta lager) blir det svårare att skilja ett blandmaterial, exempelvis grusig sandig gyttjelera med växtdelar, med exempelvis en väl sorterad sandbotten. Backscatterdata kan även

innehålla spår av de mätlinjer som datainsamlingen baseras på, då backscatterdata påverkas av mätvinkel mot bottenytan och förluster i vattenfasen. Detta är kompenserat i befintligt dataset men kan ändå påverka resultatet.

Provtagning för verifiering

Många av de befintliga proverna från älven har för dålig positioneringsnoggrannhet för att med säkerhet kunna relateras till backscatterdatan där provet togs. Bilaga 1 visar ett exempel på hur positioneringsosäkerhet och placering kan påverka resultatet, samtliga prover ligger i områden där ytsedimenten varierar med 3-4 klasser inom +/- 10 meter från provtagningsplatsen. Prov 2 i bilden är tagen på lerbotten medan data visar sandbotten, vilket troligtvis beror på att positioneringen är något felaktig eller att sedimenten har flyttat på sig. Om man planerar provtagningen utifrån backscatterdata och batymetri så kan känsligheten för positioneringsfel minskas genom provtagning på mer homogena bottenytor. Genom att sprida proverna inom samtliga identifierade bottentyper så får man ett säkrare statistiskt underlag för alla klasser. I särskilt komplexa områden kan provtätheten ökas och i homogena områden kan provtätheten minskas. För att få en säkrare statistisk parameter att relatera backscatterdata till ytsediment så behövs kornstorleksanalys av bottenproverna. I de befintliga proverna är sedimenten manuellt bedömda i fält och lab vilket gör det svårt att jämföra proverna och få säker data med medelkornstorlek och varians i provet.

Bristerna till trots så har den stora mängden prover, tillsammans med tidigare erfarenhet, gjort att en samlad bedömning har kunnat göras och det slutgiltiga resultatet bedöms vara av god kvalitet. Med provtagningsdata anpassad för backscatteranalys hade man förmodligen kunnat ta fram fler klasser (framförallt klass 5 hade troligtvis kunnat delas upp i 2 klasser) samt haft möjlighet att förfina klassbeskrivningarna.

Ytsedimentförändringar över tid

För att undersöka hur tiden mellan sjömätning och provtagning kan ha påverkat resultatet jämfördes överlappande multibeamdata från samma ekolod från mars 2009 (MMA Göteborgs Hamn) och oktober 2009 (MMA Göta älv). Det överlappande området startar vid Marieholmbron och sträcker sig ca 5 km upp i älven, se bilaga 2. Resultatet av jämförelsen visar att sedimenten har flyttat på sig en del under tidsperioden, men de generella stråken med sand och grus i mitten av älven och mjukare lera på sidan av älven är kvar. Resultatet visar att det finns möjlighet att analysera hur botten ytsediment förändras sig över tid genom att jämföra data från överlappande mätningar från olika tidsperioder. Eftersom sedimenten flyttar på sig är det till fördel om man kan ta verifieringsprover i direkt anslutning till mättillfället.

9. Möjligheter för vidare analyser

Tolkning

I denna undersökning har botten ytsediment delats in i 5 klasser utifrån framtagna backscatterintervall. Denna data går att förfinas genom tolkning. När man tolkar data kan man ta hänsyn till lokala variationer i ytgeologin som indikeras av provtagningsdata, samt även väva in högupplöst batymetri och sidescandata i tolkningen. När man tolkar manuellt har man även möjlighet att utesluta eventuella linjeeffekter genom att studera de mätlinjer som tolkningen bygger på. Då älven stundtals har en mycket komplex ytgeologi lämpar sig manuell tolkning med hög upplösning framförallt mindre områden där resultatet är av extra vikt. En tidsbesparande möjlighet till förbättring är att endast tolka berg och block i älven och sedan komplettera med klassad backscatterdata från denna undersökning.

Högupplöst data

Man kan få ytterligare upplösning i klassad data genom att använda alla insamlade datapunkter. Upplösningen blir då ca 20 cm. Man kan även ta fram en typ av sidescandata från multibeam rådata vilka ger ytterligare detaljrikedom. Denna data kan exempelvis användas för att detektera bergstrukturer och skapa högupplösta mosaiker.

Statistisk analys

Som beskrivet i del 2 i offerten så kan man utföra automatiserad statistisk tolkning av data med hjälp av särskild mjukvara. Detta kan vara en bra metod för att identifiera fler klasser och göra en förfinad tolkning av hela älvens ytsediment, utan att behöva utföra en tidsödande manuell tolkning av älven. Dock behövs sannolikt utökad provtagning för att kunna verifiera de nya klasserna om detta ska fungera med gott resultat.

Utökad provtagning med fler parametrar

Om man gör nya provtagningar där exempelvis kornstorlek och kritisk skjuvspänning i ytskiktet mäts så skulle man kunna relatera dessa data direkt till insamlad backscatterdata alternativt till statistiskt analyserad data (offert del 2).

10. Bilagor

1. Backscatter tolkningsunderlag
2. Ytsedimentens förändring över tid

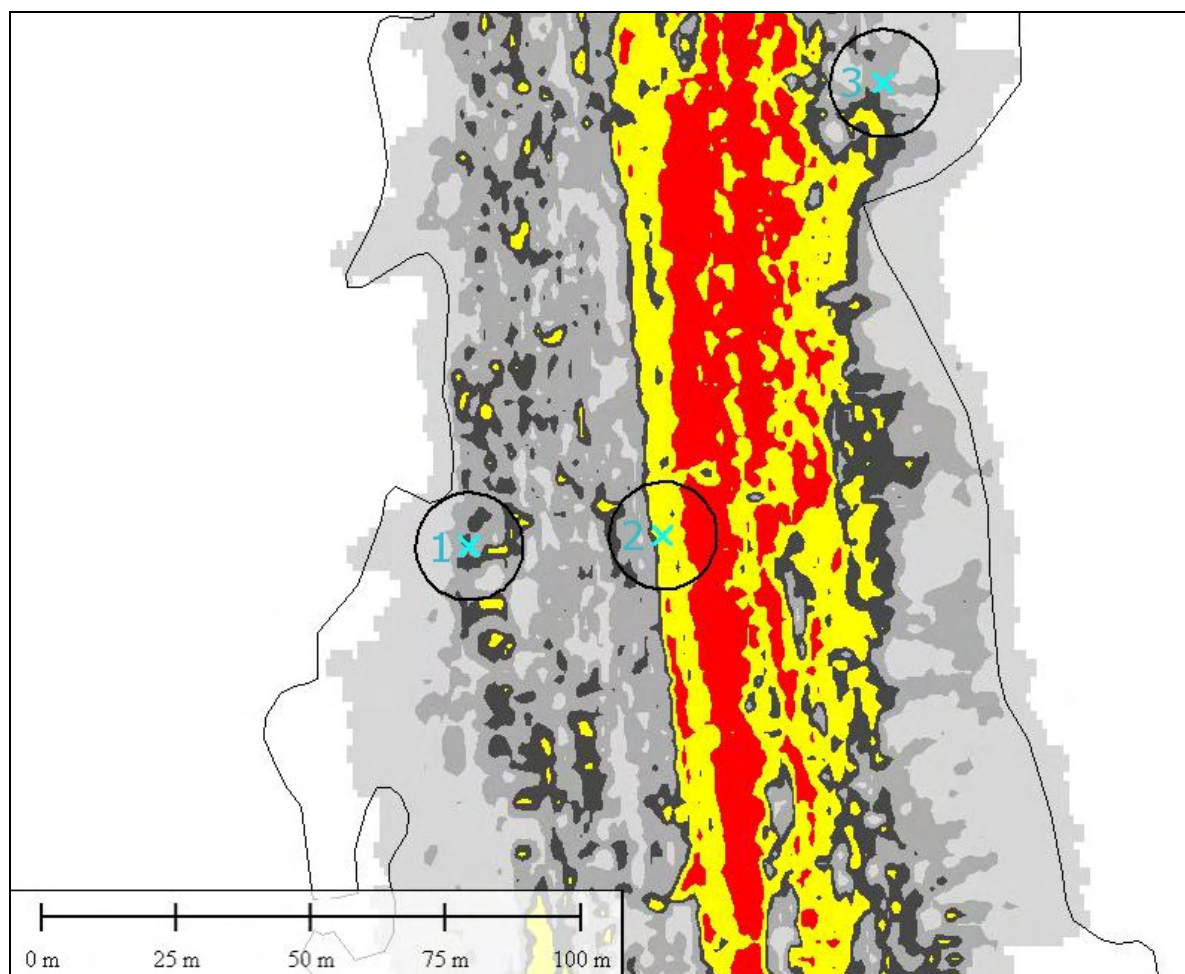
Göteborg 2011-06-27

Marin Miljöanalys AB

Gustav Kågesten

BILAGA 1. BACKSCATTER TOLKNINGUNDERLAG

Backscatterdata från nedre delen av Göta älv med 3 prover utförd av SGI. De runda cirklarna har radien 10 m och indikerar positioneringsosäkerheten i provtagningen. Färgkodning enligt befintlig klassindelning.



BILAGA 2. YTSEDIMENTENS FÖRÄNDRING ÖVER TID

Backscatterdata, Marieholmsbron, Göta älv. Jämförelse av backscatterdata från Marin miljöanalys insurvey-mätning för Göteborgs hamn mars 2009 med mätningen för SGI oktober 2009. Bilderna indikerar att de generella mönstren med transport/erosionsbotten i mitten och depositionsboten på sidorna är samma mellan mätningarna, men att sedimenten hela tiden flyttar på sig. Färgkodning enligt befintlig klassindelning.



Bild A. Ekolodning mars 2009

Bild B. Ekolodning oktober 2009

Flygbilder: © Stadsbyggnadskontoret, Göteborg

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 älv dalen 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 älv dalen
- 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 älv dalen
- 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 "blockprovtagare" - 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