



Statens
geotekniska
institut

Transport av suspenderat material i Göta älv

*Gunnel Göransson, Håkan Persson
och Karin Lundström*

GÄU - delrapport 4

Linköping 2011



GÄU
Göta älvutredningen
2009 - 2011



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Göta älvutredningen - delrapport 4

Transport av suspenderat material i Göta älv

Transport of suspended sediments in the Göta river, Sweden

Gunnel Göransson

Håkan Persson

Karin Lundström

**Göta älvutredningen
delrapport 4**

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

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | |
|---|-----------|
| SAMMANFATTNING | 6 |
| 1 BAKGRUND OCH SYFTE | 7 |
| 1.1 Bakgrund | 7 |
| 1.2 Syfte | 7 |
| 1.3 Mål..... | 7 |
| 2 SUSPENDERAT MATERIAL | 8 |
| 2.1 Beskrivning av transport av sediment i vatten..... | 8 |
| 2.2 Definitioner och metoder för mätning av suspenderat material | 8 |
| 2.3 Samband mellan turbiditet, suspenderat material och andra variabler | 9 |
| 3 TIDIGARE UTREDNINGAR | 10 |
| 3.1 Sundborg och Norrman..... | 10 |
| 3.2 Göteborg Vatten och Göta älvs vattenvårdsförbund..... | 10 |
| 3.3 Marin Miljöanalys AB – sedimenttransport vid Marieholm..... | 12 |
| 4 GENOMFÖRANDE | 14 |
| 4.1 Analys av suspensionshalt i tvärsektioner..... | 14 |
| 4.2 Korrelation mellan suspensionshalt och turbiditet..... | 15 |
| 5 RESULTAT | 16 |
| 5.1 Analys av suspensionshalt i tvärsektioner..... | 16 |
| 5.2 Korrelation mellan suspensionshalt och turbiditet..... | 18 |
| 5.3 Osäkerheter | 19 |
| 5.4 Transport av suspenderat material | 19 |
| 6 UTVÄRDERING OCH JÄMFÖRELSE MOT TIDIGARE UTREDNINGAR | 22 |
| 6.1 Turbiditet och provtagning inom föreliggande utredning | 22 |
| 6.2 Analys av provtagning inom det nationella övervakningsprogrammet | 24 |
| 6.3 Sedimentavbördningskurvor | 25 |
| 6.4 Kompletterande analyser av turbiditeten längs Göta älv | 28 |
| 7 DISKUSSION OCH SLUTSATSER | 29 |
| REFERENSER | 33 |
| BILAGA 1 ANALYS AV EXTREM TAPPNING ÅR 2001 | 35 |
| BILAGA 2 ANALYS AV TURBIDITETEN FÖR FYRA FÖRHÅLLANDEN | 41 |

SAMMANFATTNING

Inom Göta älvutredningens deluppdrag Erosion har beräkning av masstransporten av suspenderat material (sediment) i Göta älv gjorts utifrån korrelation mellan turbiditetsdata för fem kontrollstationer längs Göta älv och halt av suspenderat material vid en av dessa. Dygnsmedelvärden för omräknad suspenderad halt och dygnsmedelvärden för flöde vid kraftstationerna och främst för åren 2004-2009 har använts. Därtill har suspenderad mängd beräknats utifrån provtagning av suspenderad halt i tvärsektioner som är gjorda av SMHI inom ramen för Göta älvutredningen. Resultaten har utvärderats och jämförts med varandra. Därtill har jämförelser gjorts med mätningar utförda av Sundborg & Norrman (1963), analyser av torrsubstans som redovisas av Göta älvs vattenvårdsförbund (GÄVVF, 2010) samt mätningar utförda av Marin miljöanalys (Westberg, 2010). Samtliga utredningar kommer till lite olika resultat, vilka delvis kan förklaras och som diskuteras i rapporten.

Utifrån genomförd utredning har följande slutsatser dragits:

- Den totala transporten av suspenderat material för hela Göta älv (utloppet Nordre älv och Göteborgsgrenen) ligger sannolikt över 120 000 ton/år. Ett medeltal på transport av suspenderat material innan förgreningen uppskattas till ca 123 kton/år (varav ca 109 kton/år oorganiskt) och i Göteborgsgrenen till ca 31 kton/år (varav ca 27 kton/år oorganiskt), med stora variationer mellan år.
- Ungefär 70 % av transporten suspenderat material uppströms förgreningen transporteras genom Nordre älv, med en variation mellan 49-85 % för de jämförda åren.
- Ett basflöde av suspenderat material inkommer från Vänern. Detta basflöde varierar i storlek beroende på processer i Vänerens avrinningsområde.
- Stor variation i masstransport mellan olika år, där år med riklig nederbörd ger avtryck i flödet (i älven och i biflödena) och transporten av suspenderat material.
- De stora variationerna i mängden suspenderat material (undantaget skred) är sannolikt ett resultat av variationer i tillförsel från Vänern, av utspolat material från omgivningen och biflödena till följd av nederbörd samt erosion i biflödena, dvs. variationer i mängden suspenderat material är mer nederbördsstyrt än flödesstyrt.
- Generellt tillförs material längs älven men vid vissa tillfällen finns indikation på att det kan avsättas betydande mängder i de södra delarna. Det är dock oklart om det är ett resultat av förändringar i flödesregim, mätstationens placering eller ett kontinuerligt mätfel.
- De processer som verkar i omgivande mark och i biflöden har inverkan på den totala materialtransporten i älven.
- Det sker sannolikt en baserosion i älven men den är inte så stor att den ger ett tydligt avtryck i flödet, dvs. signalen drunknar i det utspolade materialet. Det är dock rimligt att anta att den, tillsammans med fartygsinducerad erosion, har inverkan på släntstabiliteten.

1 BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 Bakgrund

I den skredriskkartering för Göta älv som Statens geotekniska institut genomför i syfte att ge underlag för beslut om strategier för att möta den inverkan på skredrisk som klimatförändringar kan komma att ge, ingår att klargöra förekomsten av erosion i älven och erosionens inverkan på skredrisken. En del i detta deluppdrag har rört att bedöma masstransporten av suspenderat material i älven.

Föreliggande utredning baseras främst på befintligt material och undersökningsresultat, men vissa kompletterande undersökningar har även utförts. De kompletterande undersökningarna har avsett att utnyttja de befintliga data som finns kring grumlighetsmätningar längs älven genom att försöka korrelera grumlighet (turbiditet) till koncentration av suspenderat material. Flödesdata för beräkning av materialflöde har inhämtats från Vattenfalls driftcentral i Bispgården.

1.2 Syfte

Syftet med föreliggande utredning är att försöka utnyttja de långa mätserierna av kontinuerliga grumlighetsmätningar som finns för Göta älv och att utifrån dessa göra en bedömning av flödet av suspenderat material (sediment) i älven. I detta syfte ligger ett antagande om att det finns en stark koppling mellan grumlighet och suspenderade partiklar.

1.3 Mål

Målet med föreliggande undersökning är att den, tillsammans med andra utredningar, ska utgöra underlag för att kunna upprätta en sedimentbudget för Göta älv.

2 SUSPENDERAT MATERIAL

2.1 Beskrivning av transport av sediment i vatten

Transport av sediment i vatten kan delas in i fyra grupper, vilka närmare beskrivs nedan.

Transport av utspolat material (eng. wash load). Materialet utgörs av den andelen suspenderade partiklar som bärs med vattnet på ett sådant sätt att det håller sig kvar nära vattenytan, och beskriver inflödet av fina partiklar (silt- och lerfraktion) i suspension som inte interagerar med botten utan håller sig i suspension (Chanson, 2004b).

Transport av suspenderat material (eng. suspended load). Avser suspenderat material i vattenkolumnen och inkluderar även utspolat material, dock ingår ej bottentransport (Chanson, 2004a). Det suspenderade materialet utgörs av sedimentpartiklar som sedimenterar tillräckligt långsamt för att hållas i rörelse med det rinnande vattnet, både genom att röra vid, inte röra vid eller periodvis röra vid älvbotten/-kanten. Sådant suspenderat material utgörs vanligen av sand, silt eller lera.

Bottentransport (eng. bed load). Material som rör sig längs botten genom saltation, rullning eller att det glider. Materialet utgörs främst av friktionsmaterial.

Transport av lösta ämnen (eng. dissolved load). Avser material som transporteras genom att det är löst i vattnet, t ex joner. Denna del är betydligt mindre än det suspenderade partiklarna, även om det inte alltid är så. Lösta ämnen kan utgöra en betydande andel av den totala fluxen.

I ett vattendrag ingår alla delar men olika mycket, beroende på platsspecifika egenskaper. Generellt transporteras den största mängden fluviala sediment under tillfälliga flödestoppar och är då främst ett resultat av bankerosion (Jansson, 1988; WARMICE, 2003). Studier visar också på tydlig korrelation mellan mängd suspenderat partikulärt material och flöde (Lawler et al., 2006; Vericat and Batalla, 2005; Zonta et al., 2005). Detta förhållande kan dock antas vara annorlunda för ett hårt reglerat vattendrag som Göta älv, som dessutom har sin början i utloppet från ett stort utjämningsmagasin som Vätern utgör.

2.2 Definitioner och metoder för mätning av suspenderat material

Koncentrationen av suspenderat material (SSC – suspended sediment concentration) mäts gravimetriskt och avser främst minerogent material och organiskt material som kan sedimentera. SSC bestäms genom filtrering genom glasfiberfilter. Maskvidden finns inte bestämd i svensk standard men normalt används maskvidd 1,5 eller 1,6 μm . SSC anges i mg/l.

Turbiditet avser grumligheten i vattnet och mätning sker med optisk teknik och baseras på ljusrefraktion. I begreppet turbiditet ingår både minerogent och organiskt material, döda och levande organismer, partiklar, kolloider, mikroorganismer, bakterier och virus. Turbiditet anges vanligen i enheterna FNU, FTU eller NTU. Turbiditet är känslig för de processer som styr sedimenttransport men också för klimatologiska och biologiska faktorer (Håkansson, 2006; Wass et al., 1997). Därtill påverkas turbiditeten bl.a. av partikelstorlek och aggregation, färg, luftbubblor och ljusrefraktion (Pfannkuche and Schmidt, 2003; Wass et al., 1997).

Det är vanligt att turbiditet används som surrogat för koncentration av suspenderat partikulärt material eftersom det är enklare och billigare att mäta turbiditet och att det möjliggör kontinuerlig mätning (Lawler et al., 2006; Lopez-Tarazon et al., 2009). Det finns dock ingen generell formel för att omvandla turbiditetsvärden till halt av suspenderat material eftersom den är plats-specifik.

Torrsubstans (TS) är det material som blir kvar efter indunstning vid 105 °C och inkluderar således även kolloider och lösta joner.

Följande förkortningar används i rapporten:

| | |
|---------------------------|--|
| SSC | Koncentrationen suspenderat material (sediment), eng. suspended sediment concentration. Anges i mg/l |
| SSC_{oorg} | Glödningsrest, dvs. koncentrationen oorganiskt suspenderat material (mg/l) |
| SSC_{tot} | Koncentration oorganiskt och organiskt suspenderat material (mg/l) |
| TSS | Total mängd suspenderat material, eng. total suspended solids (ton/år) |
| TSS_{oorg} | Total mängd oorganiskt suspenderat material (ton/år) |
| TSS_{tot} | Total mängd oorganiskt och organiskt suspenderat material (ton/år) |
| TS | Torrsubstans (mg/l) |
| Q | Flöde (m ³ /s) |
| FNU | Formazin Turbidity Unit |

2.3 Samband mellan turbiditet, suspenderat material och andra variabler

Flera studier har visat på ett starkt linjärt samband mellan turbiditet och suspenderat material (Chanson et al., 2008; Gentile et al., 2010; Holliday et al., 2003; Lenhart et al., 2010; Lin et al., 2011; Oeurng et al., 2010; Old et al., 2003; Pavanelli and Bigi, 2005; Pavanelli and Pagliarani, 2002; Tena et al., 2011; Urich and Bragg, 2003; Wass and Leeks, 1999). Ofta finns variationer i korrelationen mellan olika miljöer och inom olika delar av ett vattendrag, vilket inverkar på styrkan i den totala korrelationen. Bland andra har Wass och Leeks (Wass and Leeks, 1999) utgått från turbiditetsmätningar för att beräkna materialtransport i Humberfloden (UK). I tillägg till faktorer som klimat, markanvändning, avrinningsområde, depositions- och reservoarfallor kunde de uppmätta tydliga säsongsvariationer. Det finns studier som visat på andra samband till turbiditet, exempelvis mellan turbiditet och nederbörd (Lopez-Tarazon et al., 2009) och mellan turbiditet och mikroorganismer som koliforma bakterier (Maillard and Pinheiro Santos, 2008; Åström et al., 2007) och plankton (Néstor et al., 2001). Även ett samband till kväve har påvisats (Maillard and Pinheiro Santos, 2008). Generellt finns också en positiv korrelation mellan turbiditet och temperatur under vår/sommar (Göransson et al., Submitted 2011; Vernile et al., 2009), som kan förklaras av alg tillväxt, men en negativ korrelation under höst/vinter på grund av nedbrytning av växter. Därtill har negativt samband påvisats mellan turbiditet och konduktivitet (Winston and Criss, 2002).

3 TIDIGARE UTREDNINGAR

3.1 Sundborg och Norrman

Den mest heltäckande utredningen avseende erosion och sedimenttransport i Göta älv är den av Sundborg och Norrman år 1963 (Sundborg and Norrman, 1963) med syfte att klarlägga erosionsprocessernas karaktär och omfattning. Utredningen är baserad dels på arkivmaterial, dels på ett omfattande fältarbete med avseende på geologi, morfologi och hydrologi. I syfte att bedöma sedimenttransporten utfördes vattenprovtagning för analys av mängden oorganiskt material. Stickprovsundersökningar gjordes i ett antal tvärsektioner vid Vargön, Hjulksvarn i Trollhättan, Lilla Edet uppströms slussen, landsvägsbron över Nordre älv samt vid råvattenintaget vid Lärjeholm (Alelyckan). Värdena från Nordre älv ansågs dock inte användbara varför värdena från Lärjeholm använts genom att utproportionera sedimenttransporten här på Nordre älv. Vattenprov för beräkning av den totala sedimenttransporten är tagna med 1-liters glasflaska och på nivån 1 meter under vattenytan. Vid analys filtrerades proverna genom 0,5 µm membranfilter varefter materialet glödgades. Delar av resultaten framgår av **Tabell 1** och **Tabell 2**.

Tabell 1. Transport av suspenderat material (oorganiskt) i Göta älv (Sundborg and Norrman, 1963).

| | Vargön | Hjulksvarn | Lilla Edet | Lärjeholm | Nordre älv | Totalt |
|-----------------|--------|------------|------------|-----------|------------|----------|
| Ton/dygn | 125 | 139 | 193 | 142 | 231* | 373* |
| Ton/år | 45 000 | 50 000 | 70 000 | 50 000 | 80 000* | 130 000* |

* Mängd uppskattad utifrån mängd vid Lärjeholm.

Tabell 2. Fördelning koncentration suspenderat material i två sektioner (Sundborg and Norrman, 1963).

| Ca 1,5 km uppströms Slumpåns mynning, aktiv stranderosion | Djup | mg/l | Tösslanda | Djup | mg/l |
|---|------|------|-----------------------|------|------|
| 30 m från V. stranden | 2 | 7,6 | 2 m från V. stranden | ytan | 7,2 |
| Farledens mitt | 1 | 10,0 | 10 m från V. stranden | ytan | 7,2 |
| Farledens mitt | 3 | 5,6 | Farledens mitt | 1 | 7,9 |
| Farledens mitt | 5 | 8,0 | Farledens mitt | 10 | 9,2 |
| Farledens mitt | 7 | 4,8 | 50 m från Ö. stranden | 14 | 14,4 |
| Farledens mitt | 9 | 9,2 | 2 m från Ö. stranden | ytan | 1,2* |
| Farledens mitt | 11 | 6,0 | | | |
| 2 m från Ö. stranden | ytan | 75,2 | | | |

* Möjligen strandnära vatten som ej härrör från älven

3.2 Göteborg Vatten och Göta älvs vattenvårdsförbund

Göta älv utgör råvattentäkt för ett par kommuner längs älven, däribland Göteborgs Stad. Göteborgs Stad / Göteborg Vatten har sju mätstationer (**Figur 1**) längs älven som används för kontroll av vattenkvaliteten längs älven och som utgör ett varningssystem för stängning av råvattenintaget, i det fall kvaliteten avviker betydande från normalt. Råvattenintaget till Alelyckans vattenverk är lokaliserat vid Lärjeholm. Från respektive mätstation fås minutmedelvärden på turbiditet, pH, redox och konduktivitet. Speciellt turbiditeten används som markör för vattenkvaliteten och generellt stängs intaget vid Lärjeholm om turbiditeten överstiger 12 FNU (Formazin Turbidity Unit). Därtill genomförs vecko- och månadsvisa provtagningar längs älven då kemiska parametrar analyseras.



Figur 1. Göta älv nedströms Vänern och Göteborg Vattens mätstationer
(Bild: Göteborg Vatten).

Råvatten för turbiditetsmätning vid Skräcklan tas in ca 1 km ut i en vik, djup troligen 8-10 m (Dahlberg, 2008). Vid Gäddebäck, Älvabo, Surte och Lärjeholm sitter intaget antingen vid en dykdalb eller annan fästanordning nära älvfaran, kanske 10-30 meter ut från strandlinjen, djup ca 3 m. Intagen vid Garn och Södra Nol är fästade vid brygga, kanske 2 m djup. Intaget vid Garn sitter knappt 1 m över botten och enligt Dahlberg syns bogvågorna från fartyg speciellt tydligt vid den stationen. Intaget vid Södra Nol är också lokaliserat knappt 1 m över botten och vid Surte ca 1 m över botten.

Det finns inga kontinuerliga mätningar på suspensionshalten (SSC). Inom det nationella övervakningsprogrammet¹ tas dock vattenprov i Nordre älv och i Göta älvs Göteborgsgren bland annat för bestämning av torrsubstans (TS) och glödningsrest. Dessa resultat redovisas i de årsrapporter som sammanställs av Göta älvs vattenvårdsförbund (GÄVVF). TS är inte direkt jämförbart med SSC eftersom TS innehåller så gott som allt material, även kolloider och lösta joner, medan SSC avser det material som fastnar på filter med maskvidden ca 1,6 µm.

¹ Naturvårdsverket har det övergripande ansvaret för nationell och regional miljöövervakning. Övervakningen genomförs av olika instanser men finansieras av Naturvårdsverket. För Göta älv genomförs provtagningen av Göteborg Vatten som också ingår i Göta älvs vattenvårdsförbund.

Tabell 3. Masstransport baserad på analys av torrsubstans (GÄVVF, 2010).

| | Ormo | Lärje- holm | TOT | | Ormo | Lärje- holm | TOT |
|------------------------------|------|----------------|------|------------------------------|------|----------------|------|
| 2002 | | | | 2006 | | | |
| Qmedel (m3/s) | 357 | 159 | 516 | Qmedel (m3/s) | 381 | 160 | 541 |
| TS (kton/år) | 659 | 345 | 1004 | TS (kton/år) | 1041 | 534 | 1575 |
| Andel | 66% | 34% | | Andel | 66% | 34% | |
| Glödgn.rest (kton/år) | 426 | 229 | 655 | Glödgn.rest (kton/år) | 784 | 404 | 1188 |
| Andel | 65% | 35% | | Andel | 66% | 34% | |
| Andel Glödgn.rest av TS | 65% | 66% | | Andel Glödgn.rest av TS | 75% | 76% | |
| 2003 | | | | 2007 | | | |
| Qmedel (m3/s) | 219 | 145 | 364 | Qmedel (m3/s) | 454 | 178 | 632 |
| TS (kton/år) | 428 | 560 | 988 | TS (kton/år) | 718 | 627 | 1345 |
| Andel | 43% | 57% | | Andel | 53% | 47% | |
| Glödgn.rest (kton/år) | 282 | 437 | 719 | Glödgn.rest (kton/år) | 479 | 461 | 940 |
| Andel | 39% | 61% | | Andel | 51% | 49% | |
| Andel Glödgn.rest av TS | 66% | 78% | | Andel Glödgn.rest av TS | 67% | 74% | |
| 2004 | | | | 2008 | | | |
| Qmedel (m3/s) | 280 | 149 | 429 | Qmedel (m3/s) | 503 | 178 | 681 |
| TS (kton/år) | 830 | 628 | 1458 | TS (kton/år) | 944 | 357 | 1301 |
| Andel | 57% | 43% | | Andel | 73% | 27% | |
| Glödgn.rest (kton/år) | 333 | 269 | 602 | Glödgn.rest (kton/år) | 644 | 243 | 887 |
| Andel | 55% | 45% | | Andel | 73% | 27% | |
| Andel Glödgn.rest av TS | 40% | 43% | | Andel Glödgn.rest av TS | 68% | 68% | |
| 2005 | | | | 2009 | | | |
| Qmedel (m3/s) | 293 | 156 | 449 | Qmedel (m3/s) | 402 | 165 | 567 |
| TS (kton/år) | 498 | 351 | 849 | TS (kton/år) | 902 | 383 | 1285 |
| Andel | 59% | 41% | | Andel | 70% | 30% | |
| Glödgn.rest (kton/år) | 348 | 228 | 576 | Glödgn.rest (kton/år) | 600 | 263 | 863 |
| Andel | 60% | 40% | | Andel | 70% | 30% | |
| Andel Glödgn.rest av TS | 70% | 65% | | Andel Glödgn.rest av TS | 67% | 69% | |

Vattenprov i Nordre älv är tagna från brygga, ca 3 m ut från strandkanten, strax intill järnvägsbron vid Ormo. Vattenproverna är tagna med ruttnerhämtare och på ca 0,5 m djup (Andersson, 2010). Vid Lärjeholm tas prov vid Göteborg Vattens mätstation och analyseras således på samma vatten som också turbiditet mäts på (Andersson, 2010), vilket innebär vattenprov från ca 3 m djup. Dessa provtagningar görs inom ramen för det nationella övervakningsprogrammet och benämns PMK.

Torrsubstans har bestämts genom torkning vid 105 °C. Glödgningsrest motsvarar återstoden då torrsubstansen glödgs i 550 °C (observera att även oorganiska ämnen kan försvinna vid glödning, t.ex. zink). Analys av torrsubstans (suspenderade partiklar så väl som kolloider, organiskt material och mikroorganismer) har visat en variation i masstransport torrsubstans på ca 850-1600 kton/år, varav 345-628 kton/år i Göteborgsgrenen (GÄVVF, 2010) (Tabell 3). Masstransport oorganiskt material (glödgningsrest) har varierat mellan ca 580-1200 kt/ton, dvs. ca 60-30 % av TS (Tabell 3) (GÄVVF, 2010).

3.3 Marin Miljöanalys AB – sedimenttransport vid Marieholm

År 2010 genomförde Marin Miljöanalys AB en undersökning av sedimenttransport vid Marieholm som underlag för utformning av den planerade Marieholmsstunneln. Enligt denna beräknades bottentransporten vid Marieholm (Göteborgsgrenen, ner mot Göteborgs Stad) till 150-6 000 ton/år (Westberg, 2010). Det bottentransporterade materialet består här mestadels av sand. I

samma studie visade analys av suspenderat material i en av punkterna en variation mellan 6-15 mg/l (0,5-8 m djup) med högst halt närmast botten. I en annan punkt varierade koncentrationen mellan ca 5,7-8,3 mg/l (1-6 m djup) med högst halt kring 4 m djup. Korrelation mellan koncentration av suspenderat material och turbiditet (portabel turbiditetsmätare, enhet NTU: Nephelometric Turbidity Units) visade en regressionskoefficient på $r^2 = 0,99$ (Westberg, 2010). Vattenprov för bestämning av SSC i djupprofil gjordes i två punkter, dock har resultaten härav inte använts för beräkning av sedimenttransport.

4 GENOMFÖRANDE

4.1 Analys av suspensionshalt i tvärsektioner

Analys av suspensionshalt genomfördes i ett par tvärsektioner i syftet att dels få en uppfattning om variation i suspensionshalten både längs älven och i tvärsektion, dels bedöma hur representativa grumlighetsmätningarna är i förhållande till hur de är placerade.

På uppdrag av SGI genomförde SMHI i augusti 2010 vattenprovtagning i två sektioner längs Göta älv för analys av suspenderat material. Sektionerna valdes ut utifrån resultaten av SGI:s bottenundersökning längs Göta och Nordre älv i början av samma sommar. Den ena sektionen (sektion 17200) är belägen strax nedströms Trollhättan och den andra (sektion 65000) är belägen vid Kungälv, strax uppströms förgreningen mellan Göta och Nordre älv. I november 2010 gjordes provtagningen om och kompletterades med en sektion i Göta älvs Göteborgsgren, råvat-tenintaget vid Lärjeholm, och en sektion i Nordre älv, Ormo. Vid den senare provtagningen valdes fler nivåer och specifikt 0,5 m under vattenytan och 0,5 m över botten, därtill analyserades också glödningsrest. Samtliga analyserna är utförda av SMHI:s oceanografiska laboratorium och enligt SS-EN 872:2005.



Figur 2. Foton sektion 17200 (SGI, 2010). Rött streck (mittenbilden) visar bottenytan.



Figur 3. Foto sektion 64300, intill 65000 (SGI, 2010). Rött streck visar bottenytan.

Vid sektion 17200 (Figur 2) är älven ganska smal, ca 80 m bred. Vattendjupet är ca 12 m som djupast. Strandlinjen är brant och omgivningen kuperad (formad av erosion). Erosionsskydd ligger utlagt på båda sidor. Sedimenten i älven utgörs av fast lera på sidorna (främst glacial lera). I mitten av fåran påträffades grovsand på bottenytan. En å rinner ut strax norr om sektionen, på den västra sidan. Vid sektion 65000 (Figur 3) är älven ca 140 m bred. Vattendjupet är som mest drygt 10 m. Strandlinjen är flack med vida vassruggar ut i älven och omgivningen är flack (postglacial miljö) fram till berg. Sedimenten i älven utgörs generellt av mjuk, siltig lera med inslag av gyttja överst (postglaciala sediment).

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