



Statens
geotekniska
institut

Metodik konsekvensbedömning

– Sjöfart

Ramona Bergman

GÄU - delrapport 16

Linköping 2011



GÄU
Göta älvtredningen
2009 - 2011



**STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE**

Göta älvutredningen - delrapport 16

Metodik konsekvensbedömning – Sjöfart

*Consequences of landslides in the Göta river valley
– Shipping*

Ramona Bergman

**Göta älvutredningen
delrapport 16**

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

1001-0043

14101

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 grundvat-tensituationen i området, utveckla metodiker för kartläggning och hantering av högsensi-tiv lera (kwicklera) 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.

Konsekvensbedömning

För att värdera de konsekvenser som ett skred kan ge upphov till initierades ett särskilt deluppdrag, Metodik konsekvensbedömning, i syfte att uppdatera, vidareutveckla och använda den modell som tidigare använts för skredriskanalyser. Arbetet har omfattat att bedöma och visualisera konsekvenser av potentiella skred i Göta älv-dalen. Resultaten har tillsammans med övriga analyser utgjort grund för bedömning av risker och åtgärds-behov. Metodiken presenteras i flera delrapporter och innefattar följande huvudpunkter;

- identifiering av konsekvenser,
- val av konsekvenser som beaktas,
- hur dessa konsekvenser skall värderas/bedömas i monetära termer samt
- en översiktlig grafisk visualisering av värdet av konsekvenserna under dagens befintliga förhållanden samt vid förändrat klimat.

I föreliggande rapport redovisas identifiering, inventering och metod för värdering inom konsekvensområdet Sjöfart.

Uppdragsledare har varit Yvonne Andersson-Sköld. Det arbete som presenteras i denna rapport har utförts av Ramona Bergman, Gunnel Göransson, Yvonne Andersson-Sköld och Tonje Grahn. Texten i rapporten har skrivits av Ramona Bergman och granskats av Tage Edvardsson (Sjöfartsverket), Gunnel Göransson och Yvonne Andersson-Sköld. Författarna till denna rapport vill också tacka alla som medverkat med underlag och expertkunskap hos kommuner, myndigheter och andra organisationer.

Linköping 2011

Marius Tremblay
Uppdragsledare, Göta älvutredningen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING.....	5
1 KONSEKVENSBOMRÅDET - BAKGRUND OCH SYFTE.....	5
1.1 Identifiering av konsekvenser.....	6
2 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING.....	8
3 METOD FÖR INVENTERING	8
4 RESULTAT AV INVENTERING.....	9
4.1 Sjöfarten längs Göta älv.....	9
4.1.1 Rederier och destinationer	9
4.1.2 Omledningsmöjligheter.....	9
4.1.3 Trafikflöde och godsslag	10
4.2 Konsekvensers omfattning och sannolikhet.....	10
4.2.1 Sannolikhet	10
4.2.2 Omfattning av finansiella konsekvenser.....	11
4.3 Potentiella kostnadsposter	12
4.3.1 Förstärkningsåtgärder för att förebygga skred	12
4.3.2 Muddringskostnad.....	12
4.3.3 Deponikostnad.....	13
4.3.4 Fartygskostnad.....	13
5 METOD FÖR VÄRDERING SAMT BERÄKNING PER HEKTAR	15
5.1 Fartygskostnader.....	15
5.1.1 Indata	15
5.1.2 Metod	16
5.1.3 Beräkning per hektar.....	16
5.1.4 Beräkning för fallstudie.....	16
5.2 Muddringskostnad.....	17
5.2.1 Indata	17
5.2.2 Metod	18
5.2.3 Beräkning	19
5.3 Deponeringskostnad	20
5.3.1 Beräkning	20
5.4 Förstärknings- och återställningskostnad.....	20
5.4.1 Indata	20
5.4.2 Beräkning per hektar.....	21
6 RESULTAT AV VÄRDERING.....	22
7 DISKUSSION.....	23
8 SLUTSATS	24
9 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	25
10 REFERENSER.....	26

BILAGOR

Bilaga 1 - Göta älvutredningen Fallstudie Sjöfart

SAMMANFATTNING

Utifrån inventering av möjliga scenarier i händelse av skred i Göta älvdalen har konsekvenser identifierats. De mest betydande konsekvenserna inom sjöfartssektorn i ett samhällsekonomiskt perspektiv är de kostnader som uppstår då farleden måste förstärkas och muddras samt en mindre kostnad för de fartyg som blir fast i Vänern. Hela kostnaden för att återställa skredområdet och förebygga framtida skred i området har inkluderats som kostnad i denna rapport.

Identifierad metod att använda för att beräkna kostnader inom Sjöfart har sammanfattats genom insamling av bedömda kostnader från berörda aktörer och ett flertal rapporter. Bedömda kostnader för fartygen har samlats in från rederier och kostnadsuppgifter för att muddra har inkommit från bl.a. Sjöfartsverket.

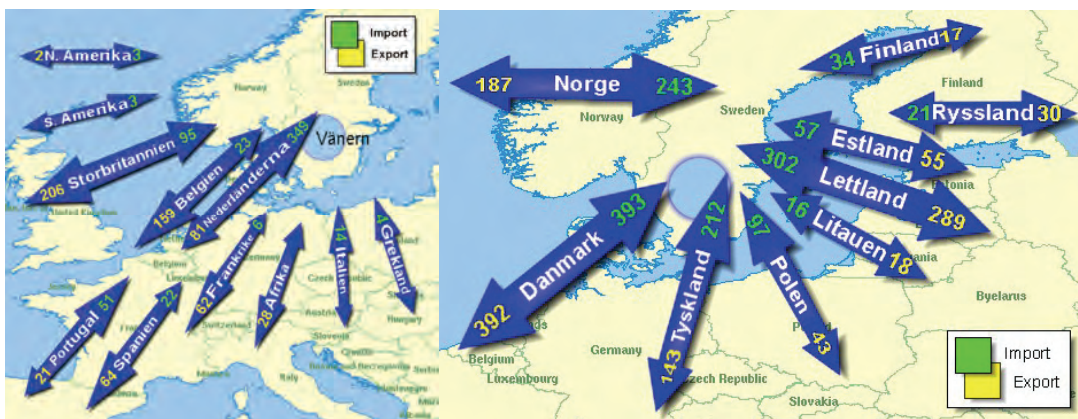
Beroende på var längs älven skredet går, om massorna är förorenade eller inte samt beroende av volym massa som åker ut i älven och hur mycket som naturligt förs bort av strömmar kan tiden för muddring samt kostnaden för muddring variera markant. Även tillgängligheten på deponier och muddringsutrustning spelar roll för storleken av kostnad. Beräkningar har gjorts utifrån två typfall av skred, ett mindre och ett större skred i kvicklera. Den kostnad som beräknats för ett skred på en hektar (1-100 m från älvkanalen) ligger på 55 MSEK. För en hektar på mer än 100 m avstånd från älven har en kostnad på 6 MSEK beräknats som inkluderar muddringskostnad, deponeringskostnad och fartygskostnad. För fallstudien med ett större skred (400x400x10 m³) ligger möjlig total kostnad på ca 270-300 MSEK. De extra kostnaderna för att hantera förorenade massor inkluderas inte i beräkningen av sjöfartsektorns kostnader, (dvs. ingår inte i uppgifterna ovan). Sektorsområdet Miljöfarlig verksamhet inkluderar de extra kostnaderna för att hantera förorenade muddermassor.

1 KONSEKVENSONOMRÅDET - BAKGRUND OCH SYFTE

Metodikerna för konsekvensanalys är omfattande och redovisas i detalj i följande rapporter: **Metodik Konsekvensbedömning-**

- *Val av konsekvenser som beaktas*, GÄU delrapport 12
- *Sammanställning av resultat*, GÄU delrapport 13
- *Bebyggelse*, GÄU delrapport 14
- *Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv*, GÄU delrapport 15
- *Sjöfart*, GÄU delrapport 16
- *Väg*, GÄU delrapport 17
- *Järnväg*, GÄU delrapport 18
- *Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden*, GÄU delrapport 19
- *Naturmiljö*, GÄU delrapport 20
- *Energi*, GÄU delrapport 21
- *VA-system*, GÄU delrapport 22
- *Näringsliv*, GÄU delrapport 23
- *Kulturarv*, GÄU delrapport 24
- *Känslighetsanalys*, GÄU delrapport 25
- *Framtagande av underlag för bebyggelse och liv*, GÄU delrapport 26

Vänern med Göta älv är en betydande transportled för import och export av varor till/från olika delar av Europa och världen (Figur 1) och totalt hanteras drygt 2,4 miljoner ton gods per år (Vänerregionens näringslivsråd, VNR). Fartygen kan maximalt lasta 4000 ton vilket styrs av fartygens storlek som begränsas av slussarna i Trollhättan (Vänerregionens näringslivsråd). Ca 2700 lastfartyg passerar in/ut i Vänern varje år och det uppskattas till ca 5-7 fartyg per dygn på älven. För sjöfarten i Vänern finns Vänerhamn AB som är ett bolag som kom till som ett samarbete mellan kommuner för att förbättra transportmöjligheter och logistik (Vänerrådet, 2002). I bolaget ingår sex hamnar: Karlstad, Kristinehamn, Otterbäck, Lidköping, Trollhättan och Vänersborg. Utöver dem finns ytterligare några hamnar, av vilka några är direkt kopplade till industrier, exempel Gruvön som är kopplad till Billerud AB och Skoghäll till Stora Enso.



Figur 1. Import och export via Vänern (Källa: Vänerrådet, 2002).

1.1 Identifiering av konsekvenser

Denna delrapport hanterar konsekvenser till följd av skred som rör sjöfart. Syftet med rapporten är att:

- Identifiera och beskriva konsekvenser
- Testa värderingsmetod med hjälp av fallstudie
- Ange ett monetärt värde för de mest sannolika konsekvenserna då sjöfarten drabbas av skred längs Göta älv

Konsekvenserna för sjöfarten kan bli ett flertal av olika storlek. För övriga transportslag som ingår i det pågående utredningsuppdraget (väg och järnväg) har konsekvenser delats in i följande grupper utifrån Trafikverkets modell (Vägverket, 2005):

- Miljö (ev. utsläpp)
- Person (skada/dödsfall)
- Egendom (ex. fartyg går sönder)
- Finans
- Immateriellt

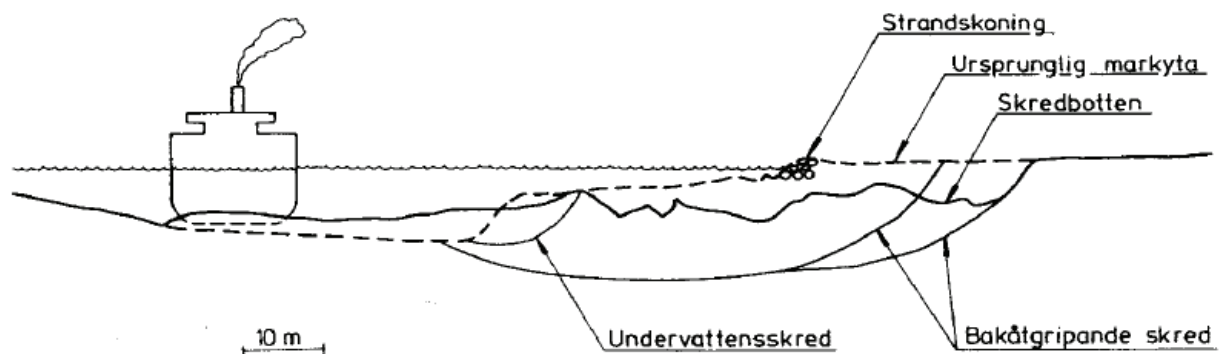
Det är finansdelen som inkluderas i denna studie och omfattar tre konsekvensområden:

- Kostnad för rederier
- Kostnad för att muddra
- Kostnad för att deponera
- Kostnad i samband med åtgärder för förstärkning och förebyggande (bl.a. akuta åtgärder)

De aktörer inom sjöfartssektorn som eventuellt kan drabbas i samband med ett skred:

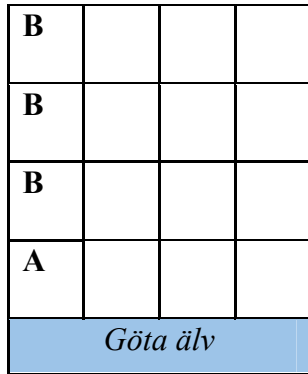
- Sjöfartsverket, Vattenfall (muddring)
- Rederier (fartygskostnader)
- Industrier (produktionsbortfall)
- Försäkringsbolag (utbetalningar för fartygskostnader)
- Staten (akuta åtgärder)

Om ett skred går längs älven kan skredmassorna åka ut i älvfåran och antingen täppa till helt eller delvis, eller grunda upp. Beroende på om det är ett smalt eller brett parti längs älven och om massorna utgörs av kvicklera (mycket flyktig massa, ofta i stor volym) eller en mer sammanhållen massa kan proppen i älven bli mer eller mindre påtaglig. Vi utgår från att skred sannolikt kommer att leda till ett tillfälligt stopp i sjöfarten, mer osäkert är tiden för avstängning (baseras på tidigare händelser). Fartyg som ligger söder om skredet kan ev. lämna sin last i annan hamn och därifrån fraktas med lastbil eller tåg. Fartygen söder om skredet kan sedan nyttjas för annan trafik och därmed inte stå stilla. De fartyg som är norr om skredet kan bli fast i Vänern. De kan inte nyttjas utan får invänta tills farleden åter är farbar. Att ha fartyg stillastående i hamn innebär vissa kostnader. I samband med ett litet skred på en hektar kan troligtvis fartygstrafiken passera i sänkt hastighet redan efter ett par dagar efter olyckan. I samband med ett stort skred i kvicklera tar det tid att få undan de skredade massorna och fartygstrafiken är troligen stoppad i flera veckor, eventuellt månader (SOU 1962:48; MSB 2011). Utöver fartygskostnaderna så blir det kostnader för att få bort massorna från älvfåran. Det är troligtvis Sjöfartverket (ev. även Vattenfall) som ansvarar för muddringen och förstärkning av älvkanten. Akuta åtgärder är troligen statens ansvar och inkluderas även i denna rapport.



Figur 2. Skiss över förmodat skredförlopp vid Agnesbergsskredet 1993 (SGI, 1994).

För Göta älvutredningen presenteras resultaten per rutenhet (100x100 m²) i en GIS-karta. Konsekvenserna anges alltså i monetära värden per ruta. Inom Sjöfartssektorn har beräkningarna delats upp för två typer av rutor. Den ena gäller en rutenhet närmast älven, för denna ingår en total kostnad av både muddringsarbete och förstärkning av älvkanten (A). För rutenheter mer än 100 m från älvkanten gäller beräkningarna enbart kostnader för att muddra (B) (figur 3).



Figur 3 Bilden visar ett skredområde uppdelat i 100x100 m² rutor. I denna rapport görs det skillnad mellan kostnad för område närmast älven (ruta A) samt övriga områden > 100 m från älven (ruta B).

2 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING

Analys och beräkningar för sjöfarten har avgränsats till:

- Farled i Göta älv (från Göteborg till Vänern) samt inverkan på hamnar i Vänern
- Trafikflödet idag (2010)
- Endast svenska aktörer
- Finansiella konsekvenser (inte person-, miljö- egendomsskada eller immateriella konsekvenser).
- Scenariot att handelsfartyg hindras att färdas på Göta älv

Så långt som möjligt har prisbasår 2009 använts. För de referenser där år tydligt finns angivet är det skrivet i texten vilket basår som använts. Om det inte finns någon sådan hänvisning gäller året före (rapport/prislista etc.) kom i tryck som basår. För telefonsamtal och intervjuer ansätter vi att det är 2009 som gäller (såvida vi inte fått någon annan mer riktig information).

3 METOD FÖR INVENTERING

Information om riskvärdering, riskanalys, riskbedömning, kostnadsuppskattning osv. söks i litteraturen, i det öppna nätet och genom kontakt med rederier, hamnar och sjöfartsverket. Som fallstudieområde har en hamn i Vänern som regelbundet utnyttjar älven för import/export valts.

För indata om trafikflödet har SIKA använts:

http://www.sika-institute.se/Doclib/2009/Statistik/ss_2009_7.pdf

4 RESULTAT AV INVENTERING

4.1 Sjöfarten längs Göta älv

4.1.1 Rederier och destinationer

Det finns 8 större hamnar i Vänern. De fem hamnarna som ingår i Vänerhamn AB är Karlstad, Kristinehamn, Otterbäck, Lidköping och Vänersborg. Utöver dem finns fler hamnar, ex. Gruvön, Skoghall och Hönsäter. Godset importeras/exporteras bl.a. mellan Vänern och Göteborg, Malmö, Norge, Storbritannien, Spanien, Holland, Frankrike m.fl. (VNR)

De rederier som regelbundet trafikerar Vänern är (VNR):

- **Ahlmark Lines AB:** Rederiet har huvudkontor i Karlstad och vissa av fartygen går i linjetrafik mellan Vänern, Norra Europa och Storbritannien.
- **Bresline:** Rederi i Faaborg, Danmark, som trafikerar rutten Karlstad - Spanien / Marocko / Kanarieöarna.
- **Erik Thun AB (Thunbolaget):** Har huvudkontor i Lidköping. Vänerfartygen går huvudsakligen med bulklast till och från hamnar i Nordsjön, Norge och västra Medelhavet.
- **OP Svenssons Skeppsmäkleri:** Rederi i Göteborg som regelbundet trafikerar Vänern.
- **Stoc Tankers:** Rederi i Stockholm som huvudsakligen transporterar olja.
- **Wijnne & Barends:** Holländskt rederi som fraktar trävaror från Gruvön, väster om Karlstad, till Holland och Frankrike.

4.1.2 Omledningsmöjligheter

Om fartygstrafiken är avstängd i Göta älv kan omlastning eventuellt göras i Göteborg. Fartyg kan även gå till Uddevalla för avlastning om det är stopp i älven. Där kan godset eventuellt lagras eller skickas vidare med annan transport. Fartyg som inte kommer in i Vänern på grund av stopp i älven kan i vissa fall skicka godset till en annan mottagare och alla fartyg utanför Vänern kan användas till andra transporter medan Göta älv inte är farbar. Ytterligare en hamn som kan användas för att ersätta Vänertrafiken är Norrköping (Sjöfartsverket, 2009a).

4.1.3 Trafikflöde och godsslag

- Antal fartyg/dygn (genomsnitt trafiktäthet): ca 4-5/dygn (Edvardsson, 2010)
- Antal fritidsbåtar: 3500-4000 (juni-augusti) (Sjöfartsverket, 2009b)
- Ty av gods (VNR):
 - Massaved
 - Sågat virke
 - Petroleumprodukter
 - Salt
 - Zinkslig
 - Massa och papper
 - Kol och koks
 - Fodervaror
 - Gödning
 - Ferrolegeringar
 - Övrigt
- Mellan 1 600 – 2 700 ton per fartyg (Sjöfartsverket, 2009a)
- Total godsvolym år 2008 var ca 2 300 000 ton till hamnar i Vänern (SIKA, 2010)

Slussarna i Trollhättekanal kommer eventuellt att byggas ut för att kunna hantera en ökad transportmängd. Om slussar inte byggs ut i Göta älv visar ett scenario i Sjöfartsverkets rapport (Sjöfartsverket, 2009a) att totala transportererna till/från Vänern kommer att minska till nästan 300 000 ton år 2030 (jämför dagens 2 300 000 ton). Hamnar som troligtvis kommer att nyttjas istället är Göteborg, Uddevalla och Norrköping. Scenariot med utbyggda slussar visar att det kommer att ske en liten nedgång i godstransporter (till ca 2 000 000 ton/år) för att sedan efter år 2030 hålla sig konstant. Ett maxscenario (maximalt godsflöde) med utbyggda slussar visar på en mindre transportökning från år 2020 till år 2050, då ca 3 000 000 ton/år kan transporteras. Beslut kring utbyggnad eller ej kommer fattas vid senare tidpunkt.

4.2 Konsekvensers omfattning och sannolikhet

4.2.1 Sannolikhet

Sannolikheten för att skred överhuvudtaget ska ske diskuteras och analyseras inte i denna rapport. Sannolikhet för omfattningen av skredet inkluderas inte heller i denna rapport.

Sannolikheten för att människor och båtar/fartyg direkt ska drabbas i skredet antas vara liten och det finns ingen information som vi hittat som säger annat.

Den omgivande miljön kan dock påverkas i samband med ett skred, mycket beroende på om massorna är förorenade. Omfattning och analys av detta har inte inkluderats i denna rapport.

Den stora konsekvensen inom sjöfartssektorn blir finans. Sannolikheten att samhället drabbas av en mer eller mindre finansiell konsekvens är hög i samband med ett skred.

När det gäller den finansiella kostnaden har tre områden identifierats inom denna rapport:

- Älvkanten måste förstärkas akut och förebyggande åtgärder sätts in
- Farleden måste muddras/återställas
- Rederiernas kostnader för sina fartyg

Immateriella konsekvenser kan även drabba samhället. En immateriell konsekvens kan vara att förtroendet för sjöfarten som transportmedel sjunker och företag väljer andra sätt att transportera sitt gods, vilket kan leda till att vissa företag får färre kunder och eventuellt går i konkurs. Samhällsekonomiskt kan det dock innebära en oförändrad effekt då ett annat företag gynnas istället. Denna del är dock mycket svår att bedöma och inkluderas inte i analysen.

Industriens påverkan kommer att analyseras och beräknas inom sektorsområdet *Näringsliv*. De konsekvenser som kommer att behandlas inom denna rapport är förstärkningsåtgärder, muddring, deponering av icke förorenade massor samt fartygskostnader. Sjöfartsverket är de som normalt ansvarar för att muddra älven så att den är farbar, men i samband med skred kan eventuellt även Vattenfall inkluderas (Edvardsson, 2010). För rederierna blir det direkta extra/oplanerade kostnader med att sköta om fartyg som står stilla.

4.2.2 Omfattning av finansiella konsekvenser

Omfattningen av de finansiella konsekvenserna kan bero på flera faktorer. Främst är det mängden material som kan leda till propp eller dämning som påverkar utfallet, dvs. om det är ett mindre eller ett större skred. Med ett större skred ökar sannolikheten att muddringsarbete kommer behövas. Troligt är dock att bara en mindre del av den totala massan som skredar kommer att hamna i farleden. Innan man kan muddra och även efter behöver älvkanterna stabiliseras. Enligt rapport om Agnesbergsskredet 1994 fick Sjöfartsverket/Vattenfall ta 70 % av kostnaderna för att återställa och förebygga (SGI, 1994). Konsekvenserna påverkas också av var längs Göta älv skredet inträffar, dvs. om det är en smal eller bred passage. Informationen från lotsarna säger att ett skred skulle ge värst utfall för sjöfarten om det inträffar mellan Lärje och Jordfallet. Även skred vid Smörkullen (norr om Lilla Edet) skulle eventuellt kunna innebära större problem (Månsdahl, 2010). Beroende på mängden material som skredar och som ligger kvar kommer tiden för muddringsarbetet att påverkas och därmed även fartygskostnaderna för de fartyg som blir fast norr om skredet. För ett större skred i kvicklera kan det ta ca 1 vecka att muddra så att farleden är fri (Edvardsson, 2010). Tillgången på utrustning inverkar också på konsekvensens omfattning. Det kan eventuellt finnas muddringskapacitet i Göteborg, men om inte måste större företag i Europa kontaktas. Antingen kan ett



Figur 4. Smala partier i älven där eventuellt ett skred kan ge en större dämningseffekt. (Kartbild: SGI)

sugmudderverk eller skopmudderverk användas. Skopor används om det är förorenade massor och att utföra det tar längre tid än med sugmudderverk (Edvardsson, 2010). Det kan alltså ta tid att komma igång med själva muddringen, beroende på tillgång till rätt utrustning samt för att materialet kan vara förorenat och måste undersökas innan upptagning. Akuta åtgärder för att förhindra fortsatt skredutveckling måste även utföras. Det kan således ta upp till en månad innan muddringsarbetet kommer igång. För ett större kvicklera skred (ca 400x400 m²) är det troligt att fartygen inte kan passera på älven under 1-2 månader. För ett mindre skred på ca en hektar kan fartygen troligtvis inte passera under de första dagarna på grund av de första undersökningar som måste göras.

4.3 Potentiella kostnadsposter

Utifrån inventering har relevanta kostnadsposter identifierats. De har identifierats inom ramen för de finansiella konsekvenserna.

- Kostnad för sjöfartsverket att muddra samt andra åtgärder för att återställa älvfåran och återskapa farleden
- Kostnader i samband med deponering av muddermassorna (ej förorenat sediment)
- Kostnader för akuta åtgärder för att förhindra fortsatt skredutveckling samt förebyggande åtgärder för att förhindra nya skred i närområdet (SGI, 1994)
- Kostnad för rederierna att sköta om fartyg
 - Dygnskostnader för fartyg

4.3.1 Förstärkningsåtgärder för att förebygga skred

I det akuta skedet måste området säkerställas för att förhindra fortsatt direkt skredutveckling. Detta måste även göras så att man får möjlighet att muddra och utföra andra åtgärder för återställning av älvfåran. Området måste sedan stabiliseras och förebyggande åtgärder sättas in så att framtida skred undviks. Alla dessa kostnader inkluderas i en summa som är tagen ur rapport om Agnesbergsskredet (SGI, 1994). Summan räknas om till att gälla 100 m av älvkanten samt till dagens prisnivå. Denna kostnad kan användas för 100x100 m² rutor längs älvkanten. Att uppmärksamma är att även muddringskostnad ingår i beräkningarna som gäller de yttre kartrutorna, dvs. 0-100 m från älven.

4.3.2 Muddringskostnad

Kostnad för att muddra icke förorenade massor är i storleksordningen 100 kr/m³ (Edvardsson, 2010). Beroende på om muddrutrustning finns nära tillgängligt eller inte så kan kostnaden komma att ändras. En muddringskostnad identifieras för studien och används som komplement för den totala kostnad som nämns ovan i del 4.3.1. Muddringskostnaden används för rutenheter inåt land, det vill säga för ett område på mer än 100 m inåt land.

Tabell 1. Uppgifter från rapporten *Miljöfarlig verksamhet och Förorenade områden där muddringskostnad per m³ sammanställts för olika muddringsprojekt (Helgesson et al., 2011).*

Projekt	Volym (m ³)	Kostnad (kr/m ³)
Stockholms hamn (normal muddring)	850 000	50
Svartsjöarna	260 000	600-800
Örserumsviken	160 000	720
Bohus varv	35 000	1300
Stocka	16 000	1650
Hammarby sjöstad	1 700	2800

4.3.3 Deponikostnad

Utöver upptagandet av massorna måste de deponeras på godkänt område. Kostnaden för detta kan vara ca 100 kr/m³ (SGI, 2006).

4.3.4 Fartygskostnad

Dygnskostnader kan vara bemanningskostnader, försäkring, mat (proportionerliga mot fartygets storlek), se Diagram 1 med storlek och kostnad. Exempelvis har ett fartyg på 3000 DWT en dygnskostnad på ca 38 000 kr per dygn (Sjöfartsverket, 2009a).

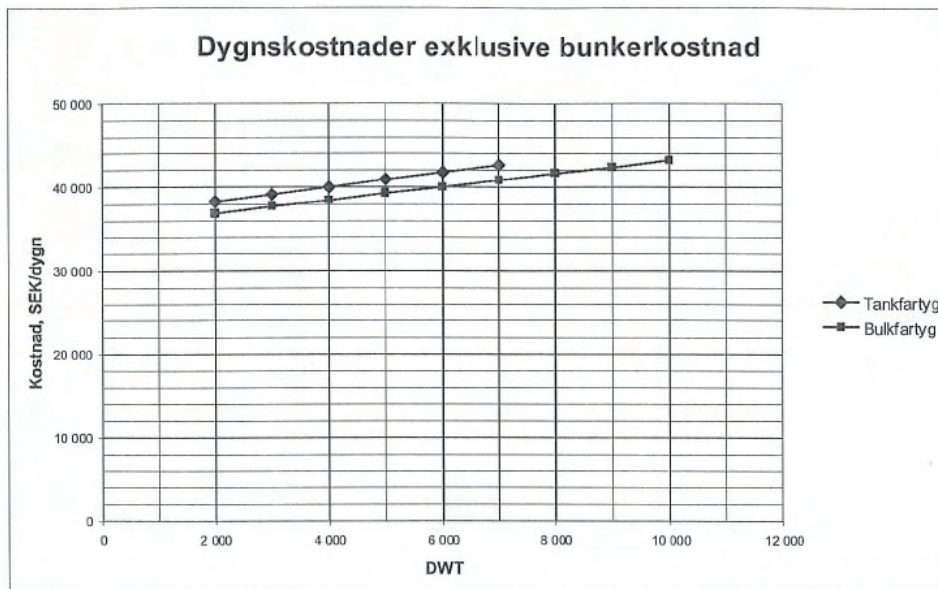


Diagram 1. Dygnskostnader per fartyg. (Sweco, 2009).

Tabell 2. Medelstorlek per fartyg för olika hamnar i Vänern. (Sjöfartsverket, 2009a).

Hamn	Medelstorlek, dwt
Karlstad	3 660
Kristinehamn	3 080
Otterbäcken	3 870
Lidköping	2 770
Vänernborg	3 150
Gruvön	3 000
Skoghall	3 030
Hönsäter	2 070
Medel	3 190

Kostnadsuppgifter från rederier:

Thunbolaget AB (Thun Ship Management)

Enligt rederiet Thunbolaget AB ligger de totala dygnskostnaderna (eller intäktsbortfallen) samt fasta kostnader (kapitalkostnader) på 38 000 kr + 26 000 kr = 64 000 kr/dygn och fartyg (Gustafsson, 2010). Men kapitalkostnaderna ingår inte i denna analys då det inte är nytillkomna/extra utgifter. Enligt Thunbolaget AB är det i huvudsak dygnskostnaderna och kapitalkostnaderna som blir en ekonomisk skillnad i samband med ett skred.

OP Svensson Shipping AB

De kan ha ca 2-5 fartyg fast i Vänern och de kostar i snitt 25 000- 50 000 kr per dygn, men troligast ca 30 000 – 35 000 kr (inklusive löner, ränta, kapital, försäkring) (Loebbert, 2010).

Ahlmark Lines AB

De kan ha ca 2-4 fartyg uppe i Vänern per vecka. Dygnskostnaden per fartyg kan ligga mellan 25 000-35 000 kr (inklusive kapital, ränta, bemanning) (Frisk, 2010).

Utifrån rederiernas uppgifter och Sjöfartsverkets rapport (Sjöfartsverket, 2009a) sammanställs följande kostnadsschabloner:

Tabell 3. Fartygs dygnskostnader.

	<i>Dygnskostnad per fartyg</i>
Thunbolaget AB (Thun Ship Management)	38 000 kr
OP Svensson Shipping AB	25 000-50 000 kr
Ahlmark Lines AB	25 000-35 000 kr
Rapport Sjöfartsverket, 2009a	38 000 kr
Min/Max	25 000 – 50 000 kr

5 METOD FÖR VÄRDERING SAMT BERÄKNING PER HEKTAR

5.1 Fartygskostnader

Kostnadsuppgifter från berörda aktörer har sammanställts tillsammans med indata om trafikflöde. Enklare ekvationer har tagits fram för metodisk beräkning av sjöfartsektorns samhällsekonomiska kostnader.

5.1.1 Indata

För de beräkningar som presenteras här har antagits att det tar mellan 2-4 dagar innan farleden är öppen för begränsad genomfart efter ett litet skred (100x100x10 m³). För ett stort skred i kvicklera (400x400x10 m³) har det antagits att det tar mellan 1-2 månader innan farleden är öppen (SOU 1962:48; MSB 2011). Beroende på den specifika situationen och platsen längs Göta älv kan tiden för avstängning variera.

Schablon för antal fartyg fast i Vänern vid skred:

Tabell 4 Sannolikt antal fartyg fast i Vänern efter skred.

<i>Referens</i>	<i>Antal fartyg fast i Vänern</i>
Sjöfartsverket, Joakim Amoenus	4-5
Sjöfartsverket, Tage Edvardsson	1-10 möjligt, mest troligt är ca 5
Rederiet OP Svensson AB	3000/år blir 8 per dygn
Min/Max	1-10 st

Fartygens dygnskostnad: 25 000 – 50 000 kr (se inventeringen 4.3.4)

5.1.2 Metod

Kostnad per dygn:

- $f1$ = antal fartyg, min = 1 st.
- $f2$ = antal fartyg, max = 10 st.
- $k1$ = dygnskostnad, min = 0,025 MSEK
- $k2$ = dygnskostnad, max = 0,050 MSEK

Ekvation 1 (dygnskostnad, min) = $f1 \times k1 = 0,025$ MSEK

Ekvation 2 (dygnskostnad, max) = $f2 \times k2 = 0,50$ MSEK

Kostnadsintervall, per dygn: Ekvation 1 (E1) – Ekvation 2 (E2) = 0,025-0,50 MSEK

Kostnad över en period av dygn:

- $d1$ = antal dygn, min
- $d2$ = antal dygn, max

Ekvation 3 (fartygens totalkostnad, min) = $E1 \times d1$

Ekvation 4 (fartygens totalkostnad, max) = $E2 \times d2$

5.1.3 Beräkning per hektar

- $d1$ = antal dygn, min = 2 dygn
- $d2$ = antal dygn, max = 4 dygn

Ekvation 3 (fartygens totalkostnad, min) = $E1 \times d1 = 0,025$ MSEK \times 2 dygn = 0,05 MSEK

Ekvation 4 (fartygens totalkostnad, max) = $E2 \times d2 = 0,5$ MSEK \times 4 dygn = 2 MSEK

Kostnadsintervall, fartygens totalkostnad över perioden 2-4 dygn: 0,05 – 0,2 MSEK

5.1.4 Beräkning för fallstudie

Stort skred i kvicklera (400x400 m²).

- $d1$ = antal dygn, min = 30 dygn
- $d2$ = antal dygn, max = 60 dygn

Ekvation 3 (fartygens totalkostnad, min) = $E1 \times d1 = 0,025$ MSEK \times 30 dygn = 0,75 MSEK

Ekvation 4 (fartygens totalkostnad, max) = $E2 \times d2 = 0,5$ MSEK \times 60 dygn = 30 MSEK

Kostnadsintervall, fartygens totalkostnad över perioden 30-60 dygn: 0,75-30 MSEK

5.2 Muddringskostnad

5.2.1 Indata

För beräkning av muddringskostnaden görs flera antaganden.

Av de massor som skredar kan det vara allt från 0 % (dvs allt åker ut i älven) till 100 % som stannar kvar på land (Elliot, 2010; Svahn, 2011), varför vi i föreliggande studie ansätter att 50 % av skredmassorna stannar kvar på land.

Av de 50 % som skredar ut i vattnet antas att ca 50 % stannar kvar på plats i älven, det vill säga 25 % av de totalt skredade massorna måste muddras bort. Även 20 – 80 % av de skredade massorna kan åka bort för ett skred i kvicklera, dvs. massorna utgörs av såväl kvicklera som annat material (Göransson, 2011). För ren kvicklera kan exempelvis 10 % av skredmassorna ligga kvar och som maxvärde för skred kan uppgifter från Götaskredet användas där 1 000 000 m³ muddrades när 370 000 m³ skredade (faktor 10/3,7). Spannet för total muddervolym kan alltså variera stort och bör ingå i känslighetsanalys. I studien har det dock räknats med 25 % för samtliga skred. Uppgifter om muddervolym och muddringskostnad gäller de kartrutor som ligger innanför kusten (100 m och längre inåt land).

Muddervolym = 25 % av skredmassorna

Schablon för storlek på skred och muddermassa:

Tabell 5. Antagande om storlek på skred och om andel som kan behöva muddras, Det stora skredet antas enbart bestå av kvicklera (dvs. det mesta av de massor som hamnat i älven sköljs med nedströms).

	<i>Litet skred (inte kvickt)</i>	<i>Stort skred (kvikklera)</i>
¹ Volym som skredar, m ³ (bredd x längd x djup) ²	100x100x10	400x400x10
³ Andel av skredade massor som behöver muddras (min, max)	25-70 % ¹	10-90 % ⁴
Volym som behöver muddras, m ³	25 000-70 000	160 000-1 440 000
	Min – Max	Min - Max

¹ Referens: Elliot, SGI (2010)

² Här avses Bredd: längs med älven, Längd: avstånd inåt land, Djup: höjddled

³ En uppskattad andel. Det kan variera mycket från fall till fall.

⁴ Referens: Göransson, 2011; Hultén 2011

Schablon för kostnaden att muddra:

Tabell 6. Schabloner med kostnaden för att muddra.

Kostnad (y)	
⁵ 100 kr/m ³	⁶ (>300 kr/m ³)
Min	Max

I tabell 1 har den minsta kostnaden angetts vara ca 50 kr/m³, men det är oftast för en välplanerad större muddring. I det fall som utreds inom denna studie är inte muddringen planerad och volymen av massorna kan variera. Utifrån det och genom kontakt med Sjöfartverket har vi valt att räkna med 100 kr/m³.

I 100 kr/m³ värdet ingår enbart kostnad för muddringsarbetet (upptagande av massorna). I > 300 kr/m³ ingår hantering av förorenade muddermassor där deponikostnad eller annan hantering inkluderas. Denna kostnad för förorenade massor tas dock med i rapporten Miljöfarlig verksamhet och Förorenade områden (Helgesson et al., 2011) och räknas alltså inte med inom denna rapport. I denna rapport behandlas enbart kostnad som hör till muddring av icke förorenat sediment.

5.2.2 Metod

Muddringskostnad:

Litet skred/Stort skred

- X1 = muddringsvolym, min
- X2 = muddringsvolym, max
- Y = muddringskostnad

Ej förorenade massor:

Ekvation 5 (kostnad med muddringsvolym, min) = X1 x Y

Ekvation 6 (kostnad med muddringsvolym, max) = X2 x Y

Muddringskostnad (kostnadsintervall): Ekvation 5 – Ekvation 6

⁵ Referens: Edvardsson, Sjöfartsverket (2010)

⁶ Referens: Edvardsson, Sjöfartsverket (2010) och Wallenberg et al., (2008)

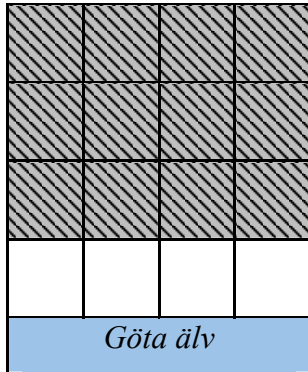
5.2.3 Beräkning

Fallstudie

Muddringsvolym för de 12 bakomliggande rutorna $(400 \times 300 \times 10 \times 0,25) = 300\,000 \text{ m}^3$

Muddringskostnad = 100 kr /m³

Muddringskostnad för fallstudie = 30 MSEK



Figur 5. Bilden visar de rutenheter som enbart muddringskostnad beräknas för. Det vill säga ruteneheter > 100 m från älven.

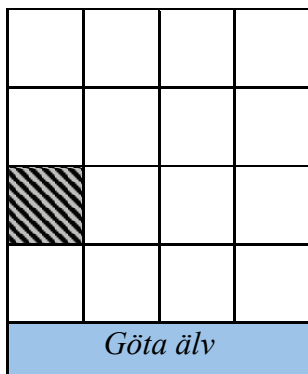
Per hektar

Muddringsvolym $(100 \times 100 \times 10 \times 0,25) = 25\,000 \text{ m}^3$

Muddringskostnad = 100 kr /m³

Muddringskostnad för fallstudie = 2,5 MSEK

Exemplaruta (inte längs med Göta älvs strand):



Figur 6. Bilden visar en rutenhet = en hektar.

Per hektar med ytterligheterna av muddringsvolym

Antar här att minimum- och maximumvärdet av vad som behöver muddras av de skredade massorna är 10-90 %.

10 % av de skredade massorna behöver muddras:

$$\text{Muddringsvolym (100x100x10x0,10)} = 10\,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Muddringskostnad} = 100 \text{ kr /m}^3$$

$$\text{Muddringskostnad för fallstudie} = 1 \text{ MSEK}$$

90 % av de skredade massorna behöver muddras:

$$\text{Muddringsvolym (100x100x10x0,90)} = 90\,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Muddringskostnad} = 100 \text{ kr /m}^3$$

$$\text{Muddringskostnad för fallstudie} = 9 \text{ MSEK}$$

5.3 Deponeringskostnad

5.3.1 Beräkning

Fallstudie

$$\text{Deponeringsvolym för 16 hektar (400x400x10x0,25)} = 400\,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Deponeringskostnad} = 100 \text{ kr /m}^3$$

$$\text{Deponeringskostnad för fallstudie} = 40 \text{ MSEK}$$

Per hektar

$$\text{Deponeringsvolym för 1 hektar (100x100x10x0,25)} = 25\,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Deponeringskostnad} = 100 \text{ kr /m}^3$$

$$\text{Deponeringskostnad för fallstudie} = 2,5 \text{ MSEK}$$

5.4 Förstärknings- och återställningskostnad

5.4.1 Indata

Den totala kostnaden i rapport om Agnesbergsskredet omräknas till att gälla 100 m samt till dagens prisnivå.

Prisnivå

Agnesbergsskredets totala kostnader ligger på 34 MSEK och omfattar (SGI, 1994):

- Akuta åtgärder (9,6 MSEK)
- Återställningsåtgärder (15,4 MSEK)
- Förebyggande åtgärder (9 MSEK)

Enligt konsumentprisindex ligger omräkningsfaktorn mellan 1994 och 2009 på 1,20 (SCB, 2011). Således blir 1994 års pris på 34 MSEK omvandlat till 2009 års pris på 41 MSEK (34 MSEK x 1,20).

5.4.2 Beräkning per hektar

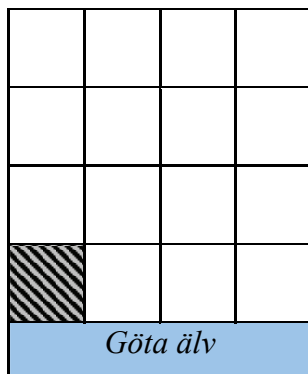
Agnesbergsskredet omfattade ett område på 80 m längs älven och 30 m inåt land (SGI, 1994).

Kostnaden omräknas till att gälla 100 m längs älvkanten istället för 80 m:

$$\text{Kostnad Agnesberg} \times (100/80) = 41 \text{ MSEK} \times (100/80) = \mathbf{51 \text{ MSEK}}$$

Kostnaden antas kunna användas per 100 m längs älvkanten.

Exempelruta (längs med Göta älvs strand):



Figur 7. Bilden visar en rutenhet som ligger nära älven, < 100 m från älvkanten. För en sådan rutenhet beräknas förstärknings- och återställningskostnaden samt muddring. Samtliga kostnader ingår i det värde som används från Agnesbergsrapporten.

6 RESULTAT AV VÄRDERING

Här presenteras en sammanfattning av resultatet per hektar samt för fallstudie. I total kostnad per hektar har max och min värde av möjlig muddervolym beaktats, dvs. att 10-90 % av de totala skredade massorna måste muddras (Göransson, 2011; Hultén 2011). Utifrån det har en kostnad ansatts som används i kommande beräkningar och resultat.

Tabell 7 Sammanfattande tabell med resultat från beräkningarna.

	Total kostnad per hektar (min – max) ¹ (MSEK)	Ansatt kost- nad per hektar (för beräkning hela älven) (MSEK)	Total kostnad, fall- studie skred (MSEK) ⁷
Kostnad för akut insats, återställande av farled (muddring), förstärknings- åtgärder (gäller rutenhet < 100 m från älven) (A)	20-100 (Agnesberg 51)	51	51 x 4 = 204
Muddring (rutor > 100 m från älven) (B)	1-9	2,5	12 x 2,5 = 30
Deponering av ej förorenat sediment (C)	2,5	2,5	162,5 = 40
Fartyg (D)	0,05-2	1	15
Totalt för fallstudien			289
Rutenheter närmast äl- ven (A+C+D)	22-105	55	
Rutenheter > 100 m från älven (B+C+D)	4-14	6	

¹ Värden anger minimum och maximum av muddringskostnaden då 10 % eller 90 % av skredmassorna behöver muddras.

Beräkningen har gjorts både för ett mindre skred och för ett större skred i kvicklera. Det större skredet har antagits vara på 400x400x10 m³ och det mindre på 100x100x10 m³ där 25 % antas behöva muddras i båda fallen.

⁷ För detaljerad beräkning av fallstudien se bilaga 1.

7 DISKUSSION

Kostnaderna för muddring och deponering är relativt stora jämfört med fartygskostnaderna. Beroende på storleken på skredet kan kostnaden variera stort. Utöver återställande av farleden som innebär muddring med mera tillkommer förstärkningsåtgärder längs älven för att förebygga skred i samband med muddring och säkra för framtiden. Den kostnaden är större än både muddring och fartygskostnad.

För beräkningarna har det antagits att 25 % av de totala skredade massorna behöver muddras. I verkligheten är det mycket svårt att veta en exakt siffra på hur mycket som behöver muddras. Muddervolymen beror bland annat på andelen kvicklera i de skredade massorna. Kvicklera är mer flyktigt och kan lättare transporteras bort av älven. Procentvärdet är även beroende av hur mycket av de skredade massorna som faktiskt transporteras och hamnar i älven. Vi har antagit 50 %, men det kan skilja mycket från fall till fall. Därav kan ett möjligt värde för den andel som behöver muddras ligga mellan 10-90 %. Detta max- och minvärde har beaktats i det ansatta värdet per hektar i resultat delen.

Tiden att muddra har utifrån uppgifter antagits vara ca 1 vecka, det kan dock ta ca 1 månad innan själva muddringsarbetet kommer igång. Enligt uppgifter så brukar normalt sett fartyg kunna passera i begränsad hastighet några dagar efter ett litet skred. I samband med ett stort skred kan det däremot ta 1-2 månader innan farleden öppnas för trafik. Ett mindre antal fartyg blir sannolikt stillastående i Vänern i väntan på att farleden ska öppna och drar kostnad i underhåll av att bara stå stilla. Under ca 1 vecka kan större industrier i Vänern eventuellt klara sig på det material som de har lagrat. Skulle det dra ut på tiden kan det ge konsekvenser för industrierna.

En faktor som inte har beräknats är den immateriella konsekvensen av förtroendebortfall. Om industrier får problem att leverera och producera kan de själva, liksom kunder till dem, välja annat transportsätt eller leverantör. Det påverkar sannolikt behovet av fartygstrafik i ett längre perspektiv och därmed de rederier som handhar fartyg för Vänertrafik. Ett samhälle beroende av sjöfarten till Vänern kan således drabbas på längre sikt. Dock har effekterna av förtroendebortfall inte utretts i denna studie.

8 SLUTSATS

Om det går ett stort (kvikklera) skred kan sjöfartssektorn drabbas av en kostnad på ca 270-300 MSEK, dvs. för ett skred av storlek $400 \times 400 \times 10 \text{ m}^3$ där 25 % antas behöva muddras. Enbart muddringskostnad per hektar ligger på 2,5 MSEK. Detta värde tillsammans med deponerings- och fartygskostnader blir 6 MSEK och gäller områden längre in än 100 m från älvkanten. För ett mindre skred vid älvkanten på ca en hektar är kostnaderna ca 55 MSEK. För dessa områden, mellan 0-100 m från älven, måste övriga kostnader (förstärknings- och förebyggandekostnader) inkluderas. Den största kostnaden inom sjöfartssektorn är förstärkningsåtgärderna och förebyggande åtgärder, följt av muddrings och deponeringskostnader. Därefter har det räknats på kostnader för rederier att sköta om stillastående fartyg. Den kostnaden är något lägre än övriga kostnader inom sjöfartssektorn.

Många antaganden har gjorts och utfallet av kostnaden beror av flera variabler. Det som kan påverka utfallet är:

- storlek på skred
- hur mycket material som hamnar i älven
- hur mycket material som naturligt transporteras bort av älven
- bredd på älven där skredet sker påverkar om fartyg kan ta sig förbi
- antal fartyg som fastnar norr om skredet i Vänern
- tillgång på muddringsmaskiner
- om massorna är förorenade avgör hur lång tid det tar att muddra och påverkar tiden fartyg sitter fast i Vänern

En viktig konsekvens som är svår att uppskatta och förutsäga är den immateriella konsekvensen av förtroendebortfall. Det kan leda till allvarlig påverkan för industrier i Vänern och därmed även hela sjöfarten längs Göta älv.

9 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE

- Flera antaganden har gjorts som påverkar resultatet. En känslighetsanalys bör genomföras för att fastställa de betydande variablerna i beräkningen. Det är ett pågående arbete under våren 2011.
- En studie av de immateriella konsekvenserna. Kan ett skred eller kanske flera skred nära inpå i tid leda till att industrier tappar kunder eller väljer andra leverantörer? Eller läggs industrier kring Vänern ner? Hur kan den immateriella effekten av förtroendebortfall påverka samhället kring Vänern som är beroende av sjöfarten? Frågor av speciellt intresse för sjöfarten är även hur planerna blir för slussarnas utbyggnad.
- Studie på olika scenarier där man kan få fram resultat om andel material av ett skred som hamnar i älven och hur mycket av detta som transporteras bort naturligt. Dessa uppgifter har stor betydelse för kostnadsutfallet och uppgifter om det skulle minska kostnadsintervallet och osäkerheterna.

10 REFERENSER

- Edvardsson Tage (2010). Sjöfartsverket. Personlig kommunikation,, 2010-03-11.
- Elliot AnnLouise (2010). Statens geotekniska institut, SGI. Personlig kommunikation, 2010-12.
- Frisk Anders (2010). Ahlmark Lines AB. Personlig kommunikation, 2010-11-01.
- Gustafsson Olle (2010). Thunbolaget (Thun Ship Management AB). Personlig kommunikation, 2010-03-15.
- Göransson Gunnel (2011). Statens geotekniska institut, SGI. Personlig kommunikation, 2011-04-20.
- Helgesson, H, Haglund, K, Rihm, T, Göransson, G, Andersson-Sköld, Y (2011). Göta älvutredningen – Konsekvensbedömning, Miljöfarlig verksamhet och Förorenade områden. Statens geotekniska institut.
- Hultén Carina (2011). Statens geotekniska institut, SGI. Personlig kommunikation.
- Loebbert Greger (2010). OP Svensson Shipping AB. Personlig kommunikation, 2010-11-01.
- MSB (2011). Naturolycksdatabasen, Surte, <http://ndb.msb.se/> .
- Månsdahl Björn, (2010). Sjöfartsverket Trollhättan. Personlig kommunikation, 2010-09-06
- SCB (2011). Konsumentprisindex, KPI, http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____272151.aspx
- SGI (2006). Geotekniska förutsättningar för ökad tappning från Väneren till Göta älv. Statens geotekniska institut, SGI, Varia 565. Linköping.
- SGI (1994). Agnesbergsskredet. Skredförebyggande åtgärder. Sandebring, H, Ottosson, E. Statens geotekniska institut, SGI, Rapport 45. Linköping.
- Sjöfartsverket (2009b). Risk- och sårbarhetsanalys för sjöfartssektorn 2009.
- SIKA (2010). Internet, statistik, http://www.sika-institute.se/Doclib/2009/Statistik/Sjötrafik%202008_ny.xls , 2010-03-15
- SOU 1962:48. Rasriskerna i Götaälvdalen. Betänkande avgivet av Götaälvskommittén. Statens Offentliga Utredningar. Stockholm, 1962.
- Svahn Victoria (2011). Statens geotekniska institut, SGI. Personlig kommunikation, 2011-04-20.

Sweco (2009). Utbyggnad av slussar i Trollhätte kanal. Sjötransporter, godsvolymer, fartygsstorlekar, laster och scenarion. Mattsson, A. Sweco Infrastructure AB.

Vägverket (2005). Fördjupning. Riskanalys vald vägsträcka. Publikation 2005:55.

Vänerregionens näringslivsråd (år saknas), VNR. Sjöfart på Vänern. Fakta om Sveriges största vatten.

Vänerrådet (2002). Sjöfartens Analys Institut samt MariTerm AB. Sjöburna godstransport på Vänern. Kartläggning och analys av framtida potential.

<http://www.vnr.se/files/64.pdf>

Wallenberg, P, Persson, T, Belhaj, M, Olshammar, M, Ek, M (2008). Uppföljning förstudie åtgärds kostnad för Vattenmyndigheten. IVL Svenska Miljöinstitutet, IVL U2321.

Bilaga 1 Göta älvutredningen Fallstudie Sjöfart

Innehållsförteckning

1	Syfte	2
2	Avgränsningar	2
3	Scenario	2
4	Val av fallstudieområde	2
4.1	Gruvöns hamn	2
4.2	Rederier	3
4.3	Muddring	3
4.4	Förstärknings- och återställningskostnad	3
5	Metod	3
6	Resultat	4
6.1	Gruvöns hamn	4
6.2	Rederier	4
6.2.1	Fartygskostnad per dygn	4
6.2.2	Fartygskostnad, skred i kvicklera	4
6.3	Muddring	5
6.4	Deponering	5
6.5	Förstärknings- och återställningskostnad	5
6.6	Totalt	5
6.6.1	Skred i kvicklera	5
7	Diskussion	6
8	Slutsatser	6
9	Referenser	7

1 Syfte

Syftet med fallstudien är att testa en metod för att beräkna de samhällsekonomiska konsekvenserna för sjöfartssektorn i det fall det sker ett skred längs Göta älv. Det resultat som fås fram i beräkningarna kommer att användas i huvudrapporten för Sjöfart.

2 Avgränsningar

Fallstudien gäller sjöfartssektorn. Den är avgränsad till en hamn i Vänern samt till Sjöfartsverket som berörs kring att återställa farleden. Kostnadsposter som inkluderas är fartygskostnader, muddringskostnader, deponeringskostnader och förstärkningskostnader. De kostnader som drabbar industrier pga. produktionsbortfall beräknas i gruppen för *Näringsliv*.

3 Scenario

I fallstudien räknas det på konsekvenser av ett större skred. Beräkningarna för ett större (kvecklara) skred baseras på ett antaget skred på ca 400x400x10 m³. För området 100 m från älven inkluderas även förstärknings- och återställningskostnad. För övriga rutenheter, > 100 m från älven beräknas enbart kostnad för att muddra 25 % av det som skredar (se huvudrapport sektion 5.2). Det antas att det tar ca 1-2 månader att få farleden farbar för fartygen.

4 Val av fallstudieområde

För fallstudien har vi valt att diskutera konsekvenser för en specifik hamn i Vänern och att se på helheten av rederiers kostnader i Vänertrafik samt Sjöfartsverkets kostnad för muddring.

4.1 Gruvöns hamn

Gruvön och Skoghäll är direkt kopplade till varsin industri. Gruvön är den hamn som har störst godsvolym per år av hamnarna i Vänern. Dessa båda hamnarna har mestadels import, Gruvön mest av massaved och Skoghäll av salt/magnetit.

Störst godsvolym per år (Sjöfartsverket, 2009):

- Gruvön, 546 800 ton varav 77 % är import. (Ingår dock inte Vänerhamn AB).
- Lidköping, 468 400 ton varav 90 % är import.
- Karlstad, 358 000 ton varav 57 % är export.
- Otterbäcken, 346 500 ton varav 86 % är export

Enligt SIKAs statistik är det mestadels rundvirke (kvistade, kapade och barkade trädstammar) samt jord, sten, grus och sand som transporteras till/från Vänern (SIKA, 2010).

Gruvöns hamn är den tonnagemässigt största hamnen i Vänern och hör till Gruvöns bruk (ett pappersbruk som etablerades 1931 och ägs av Billerud AB). Utöver Gruvöns hamn går det lastbilar från Gruvöns bruk till Karlstad för att lastas på fartyg även där. På Gruvöns pappersbruk finns 1 140 anställda och är den största privata arbetsplatsen i Värmland.

Verksamhetens drift pågår dygnet runt över hela året och har en årsomsättning på ca 7 miljarder. Utöver Gruvöns bruk har Billerud produktion i Karlsborg, Skärblacka samt brittiska Bettham (Wikipedia, Gruvöns bruk).

Rederier knutna till Gruvön är (Billerud AB, 2010a): Ahlmark Lines AB¹, Thunbolaget², Wijne & Barends³ samt Nielsen & Bresling⁴.

4.2 Rederier

Det finns ett flertal rederier som har trafik till Vänern. Det har uppskattats att det kan gå i genomsnitt 4-5 fartyg per dag till/från Vänern (Edvardsson, 2010) Det kan även variera så mycket som mellan 1-10 fartyg som kan befinna sig i Vänern.

Fullkomlig sammanställning av indata finns i huvudrapporten för Sjöfart.

4.3 Muddring

Det är främst Sjöfartsverket som ansvarar för muddringen av Göta älv. Eventuellt kan även Vattenfall involveras för att muddra efter ett skred. Mudderkostnaderna kan variera bl.a. beroende på om massorna är förorenade och om det finns utrustning nära tillgängligt. Inom denna analys använder vi en schablon för beräkning av icke förorenade massor, (100 kr/m³).

4.4 Förstärknings- och återställningskostnad

I samband med Agnesbergsskredet fick Sjöfartsverket och Vattenfall kostnader för återställningsåtgärder på 15,4 miljoner (SGI, 1994). Storleken på det skredet var 80 x 30 m stort. I dessa åtgärder ingick att återställa älvfåran för sjöfart. De akuta åtgärderna för att förhindra fortsatt skredutveckling samt förebyggande åtgärder för att förhindra nya skred i framtiden ingick alltså inte Sjöfartsverkets och Vattenfalls kostnader. Kostnaderna för förebyggande åtgärder och förstärkningsarbete i det skredade området inkluderas dock i den totala beräkningen inom Sjöfartssektorn för Göta älvutredningens konsekvensdel.

5 Metod

Det finns ingen befintlig metod för värdering av den totala kostnaden för sjöfarten. Den metod som används här baseras således på en inventering av tänkbara kostnader där ett antal rapporter och telefonsamtal med berörda parter har gett oss schabloner dels för fartyg men också för muddring.

För muddring har två olika värden på kostnader erhållits från två olika håll (Sjöfartsverket, 2009; Edvardsson, 2010; Wallenberg et al., 2008). Dock används den lägre siffran från Sjöfartsverket som enbart inkluderar muddring av icke förorenat sediment.

¹ <http://www.ahlmark-lines.se/linjenat.asp?parent=34>

² <http://www.shipgaz.se/fartygspositionerna/#7894>

³ <http://www.vgregion.se/Pages/167194/faktavanersjofartsv.pdf>

⁴ <http://www.bresline.dk/default.html>

För att inkludera förstärknings- och återställningskostnad har information från rapport om Agnesbersskredet använts (SGI, 1994). Värdena i den rapporten har prisjusterats till år 2009, se metodbeskrivning Sjöfartens huvudrapport.

Kostnadskonsekvenser för industrier kommer att tas fram av delgruppen *Näringsliv*. Det är möjligt att det t ex går att få fram kostnadsuppskattning för en industri kring Vänern från en tidigare strejk. Utifrån dessa uppgifter kan man då få en uppfattning om produktionsbortfall per dag. Detta kan dock inte göras generellt för samtliga industrier som drabbas i samband med stopp i sjöfarten p.g.a. av skred.

Enklare ekvationer har satts samman och utgör den metod som används i beräkningarna. Metodbeskrivningen finns i huvudrapporten för Sjöfart.

6 Resultat

6.1 Gruvöns hamn

Hamnen i sig tros inte påverkas i särskilt stor omfattning pga. stopp i trafiken ca en vecka. Inte heller Billerud AB tros påverkas pga. ett stopp på ca en vecka. Skulle muddrararbetet dra ut på tiden kan industrin bli påverkad då lagret av varor kan ta slut (Billerud AB, 2010b).

6.2 Rederier

6.2.1 Fartygskostnad per dygn

- f_1 = antal fartyg, minimum = 1
- f_2 = antal fartyg, maximum = 10
- k_1 = dygnskostnad, minimum = 25 000 kr
- k_2 = dygnskostnad, maximum = 50 000 kr

Ekvation 1 (minimum dygnskostnad, 1 fartyg) = $f_1 \times k_1 = 1 \times 25\,000$ kr = 0,025 MSEK

Ekvation 2 (maximum dygnskostnad, 10 fartyg) = $f_2 \times k_2 = 10 \times 50\,000$ kr = 0,5 MSEK

Kostnadsintervall, per dygn: 0,025 - 0,5 MSEK

6.2.2 Fartygskostnad, skred i kvicklera

- d_1 = antal dygn, min = 30 dygn
- d_2 = antal dygn, max = 60 dygn

Ekvation 3 (fartygens totalkostnad, min) = $E_1 \times d_1 = 0,025$ MSEK \times 30 dygn = 0,75 MSEK

Ekvation 4 (fartygens totalkostnad, max) = $E_2 \times d_2 = 0,5$ MSEK \times 60 dygn = 30 MSEK

Kostnadsintervall (skred i kvicklera), fartygens totalkostnad över perioden: Ekvation 3 – Ekvation 4:

0,75– 30 MSEK

6.3 Muddring

Muddringskostnaden beräknas för det område som ligger mer än 100 m från älvkanten. För det stora skredet på 400x400 m² beräknas mudderkostnad således för ett område motsvarande 300x400 m² med djup 10 m. Av detta antas att 25 % måste muddras.

$$300 \times 400 \times 10 \times 0,25 = 300\,000 \text{ m}^3$$

- X = muddringsvolym, min = 300 000

- Y = muddringskostnad, min = 100 kr/m³

Ekvation 5 (muddringsvolym, min) = X x Y

$$\text{Ekvation 5 (muddringsvolym, min)} = 300\,000 \text{ m}^3 \times 100 \text{ kr/m}^3 = 30 \text{ MSEK}$$

Kostnad: 30 MSEK

6.4 Deponering

$$\text{Deponeringsvolym för 16 hektar (400x400x10x0,25)} = 400\,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Deponeringskostnad} = 100 \text{ kr /m}^3$$

$$\text{Deponeringskostnad för fallstudie} = 40 \text{ MSEK}$$

6.5 Förstärknings- och återställningskostnad

För att beräkna förstärknings- och återställningskostnad för det område som ligger 0-100 m från älven används uppgifter från Agnesbergsskredet, se huvudrapport sektion 5.3.

Per hektar: 51 MSEK

För fallstudie området som har 4 hektar närmast älven blir kostnaden:

$$4 \times 51 = 204 \text{ MSEK}$$

6.6 Totalt

6.6.1 Skred i kvicklera

Fartygens sammanlagda dygnskostnad över 30-60 dygn: 0,75 – 30 MSEK

Muddringskostnad för 300 00 m³ massa: 30 MSEK

Deponeringskostnad för 300 00 m³ massa: 40 MSEK

Förstärknings-, återställnings- samt mudderkostnad närmast älven: 204 MSEK

Total samhällskostnad för ett stort skred i kvicklera (exklusive hantering av förorenade massor):

≈ 275-304 MSEK

7 Diskussion

Av ovanstående framgår att den största kostnaden gäller förstärknings- och återställningskostnaden. Utifrån uppgifter i rapport Näringsliv framkommer att industrier troligtvis inte drabbas avsevärt under första veckans stopp i sjöfarten. Detta är troligtvis inte en betydande faktor i samband med ett skred då muddringen kan utföras relativt snabbt. Vid ett längre avbrott i fartygstrafiken i farleden som ett stort skred i kvicklera innebär kan industrierna påverkas negativt.

Ett skred kan påverka i olika omfattning beroende på vart längs Göta älv det sker. Om det sker vid en bred passage kan ev. fartyg ta sig förbi i lägre hastighet. Sker ett skred vid en smal passage kan det vara svårt för fartyg att komma förbi, men där kan eventuellt strömmen vara så stark att material snabbare eroderas och sprids ut nedströms vilket rimligtvis borde minska muddringsinsatsen.

Den metod som vi har använt, dvs. att kontakta rederier för information om dygnskostnaderna och att kontakta Sjöfartsverket för information om muddringskostnader är förhållandevis enkel och ger ett aktuellt värde. Utöver detta har rapporter studerats för att samla in data och fakta om verksamheter inom sjöfartssektorn, om tidigare skred och om muddring, för att på så sätt inventera vilka kostnadskonsekvenser som kan beröras. Utifrån uppgifterna har ekvationer satts upp för att beräkna fartygs- och muddringskostnader.

8 Slutsatser

Förstärknings- och återställningskostnaderna är den stora kostnaden, följt av muddrings- och deponeringskostnaderna samt av kostnader för stillastående fartyg. Till den totala kostnadsuppskattningen för sjöfartssektorn bör även den immateriella konsekvensen av förtroendebortfall inkluderas. De indata och de ekvationer som ställts samman och använts i fallstudien bör vara en fungerande metod.

9 Referenser

Billerud AB (2010a). Gruvöns bruk, Björn Fredriksson, Johan Severs. Personlig kommunikation, 2010-05-21.

Billerud AB (2010b). Gruvöns bruk, Mats Ganrot.

Edvardsson Tage (2010). Sjöfartsverket. Personlig kommunikation, 2010-03-11.

Elliot AnnLouise (2010). Statens geotekniska institut, SGI. Personlig kommunikation 2010-12.

SGI (1994). Agnesbergsskredet. Skredförebyggande åtgärder. Sandebring, H, Ottosson, E. Statens geotekniska institut, SGI, Rapport 45, Linköping.

SIKA (2010). Internet, statistik, http://www.sika-institute.se/Doclib/2009/Statistik/Sjötrafik%202008_ny.xls , 2010-03-15

Sjöfartsverket (2009). Utbyggnad av slussar i Trollhätte kanal. Sjötransporter godsvolymer, farttygsstorlekar, laster och scenarion. Mattsson, A Sweco Infrastructure AB

SOU 1962:48. Rasriskerna i Götaälvdalen. Betänkande avgivet av Götaälvskommittén. Statens Offentliga Utredningar. Stockholm, 1962.

Thunbolaget (2010). Thun Ship Management AB, Olle Gustafsson. Personlig kommunikation, 2010-03-15.

Wallenberg, P, Persson, T, Belhaj, M, Olshammar, M, Ek, M. (2008). Uppföljning förstudie åtgärds kostnad för Vattenmyndigheten. IVL Svenska Miljöinstitutet, IVL U2321.

Vänerregionens näringslivsråd, VNR (årtal saknas). Sjöfart på Vänern. Fakta om Sveriges största vatten.

Vänerrådet (2002). Sjöburna godstransporter på Vänern. Kartläggning och analys av framtida potential. Sjöfartens Analys Institut samt MariTerm AB.
<http://www.vnr.se/files/64.pdf>

Wikipedia, Gruvöns bruk, 2010-05-21

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