



Statens  
geotekniska  
institut

# Metodik konsekvensbedömning

– Känslighetsanalyser

*Tonje Grahn*

## *GÄU - delrapport 25*

Linköping 2011



**GÄU**  
Göta älvtredningen  
2009 - 2011





**STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT**  
**SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE**

## **Göta älvutredningen - delrapport 25**

Metodik konsekvensbedömning – Känslighets-  
analyser

*Consequences of landslides in the Göta river valley*  
*– Sensitivity analyses*

Tonje Grahn

**Göta älvutredningen  
delrapport 25**

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](mailto:info@swedgeo.se)  
[www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se)

6-1001-0043

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 grundvattensituationen i området, utveckla metodiker för kartläggning och hantering av högsensitiv lera (kvikclera) 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. I föreliggande rapport redovisas känslighetsanalyser av resultaten från respektive sektorsområde som behandlas inom deluppdraget metodik och konsekvensbedömning. Rapporten arbetades fram under våren 2011. Metoder för att identifiera kostnader var bestämt men komplett kostnadsunderlag saknades vilket begränsade möjligheterna att göra utförliga och övergripande analyser. Arbetet som presenteras i denna rapport har utförts och skrivits av Tonje Grahn. Uppdragsledare samt granskare har varit Yvonne Andersson-Sköld. Analysen baseras på resultat och arbete som presenteras i de underliggande sektorsrapporterna.

Linköping 2011

*Marius Tremblay*

Uppdragsledare, Göta älvutredningen



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING.....</b>	<b>6</b>
1.1	Introduktion.....	6
1.2	Problembeskrivning och syfte.....	6
1.3	Bakgrund och avgränsning.....	7
<b>2</b>	<b>METOD.....</b>	<b>8</b>
2.1	Best case / worst case.....	8
2.2	Partiell känslighetsanalys.....	9
<b>3</b>	<b>ANALYS.....</b>	<b>9</b>
3.1	Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv.....	9
3.2	Fastigheter.....	15
3.3	Vatten- och avlopp.....	18
3.4	Energi och ledningsnät.....	24
3.5	Väg.....	27
3.6	Järnväg.....	32
3.7	Broar.....	36
3.8	Sjöfart.....	36
3.9	Miljöfarliga verksamheter och förorenad mark.....	41
3.10	Näringsliv.....	44
3.11	Sammanfattande resultat.....	46
<b>4</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERENSER.....</b>	<b>49</b>
	<b>BILAGA 1: BERÄKNINGAR PARTIELL KÄNSLIGHETSANALYS.....</b>	<b>53</b>

## 1 INLEDNING

### 1.1 Introduktion

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

Känslighetsanalysen undersöker de resultat som har kommit fram i det arbete som utförts inom Göta älvutredningen inom deluppdraget *Metodik och konsekvensbedömning*. Syftet med det deluppdraget var att utveckla och tillämpa en metod för att bedöma och konsekvenserna av potentiella skred i Göta älvdalen. Det sammanvägda resultatet skall redovisas i konsekvensklasser i kartform i GIS och skall tillsammans med övrigt arbete inom Göta älvuppdraget utgöra en grund för att bedöma de risker, fördjupade undersöknings- och åtgärdsbehov som kan uppstå idag och till följd av ett förändrat klimat. Känslighetsanalyserna som redovisas här innefattar de osäkerheter i värden och ansatser vi kunnat identifiera, exemplifiera och kvantifiera. Känslighetsanalysen innefattar inte osäkerheter som vi inte kunnat identifiera och inte heller dem där vi inte har identifierat värden som kvantitativt beskriver osäkerheten.

Analysen har gjorts genom att, för parametervärden och kostnader där vi har identifierat ett spann, använda dessa för att bedöma betydelsen av denna osäkerhet.

Sannolikheten för att vissa händelser av en viss kostnadsstorlek skall inträffa är varierande och i några fall måste flera extrema situationer ansättas kunna inträffa för att konsekvenserna ska vara av den storleksordning som ansätts. Detta innebär att de ytterligheter som tas fram inom denna rapport beskriver ett möjligt spann men inte ett verkligt spann och måste således användas med försiktighet.

### 1.2 Problembeskrivning och syfte

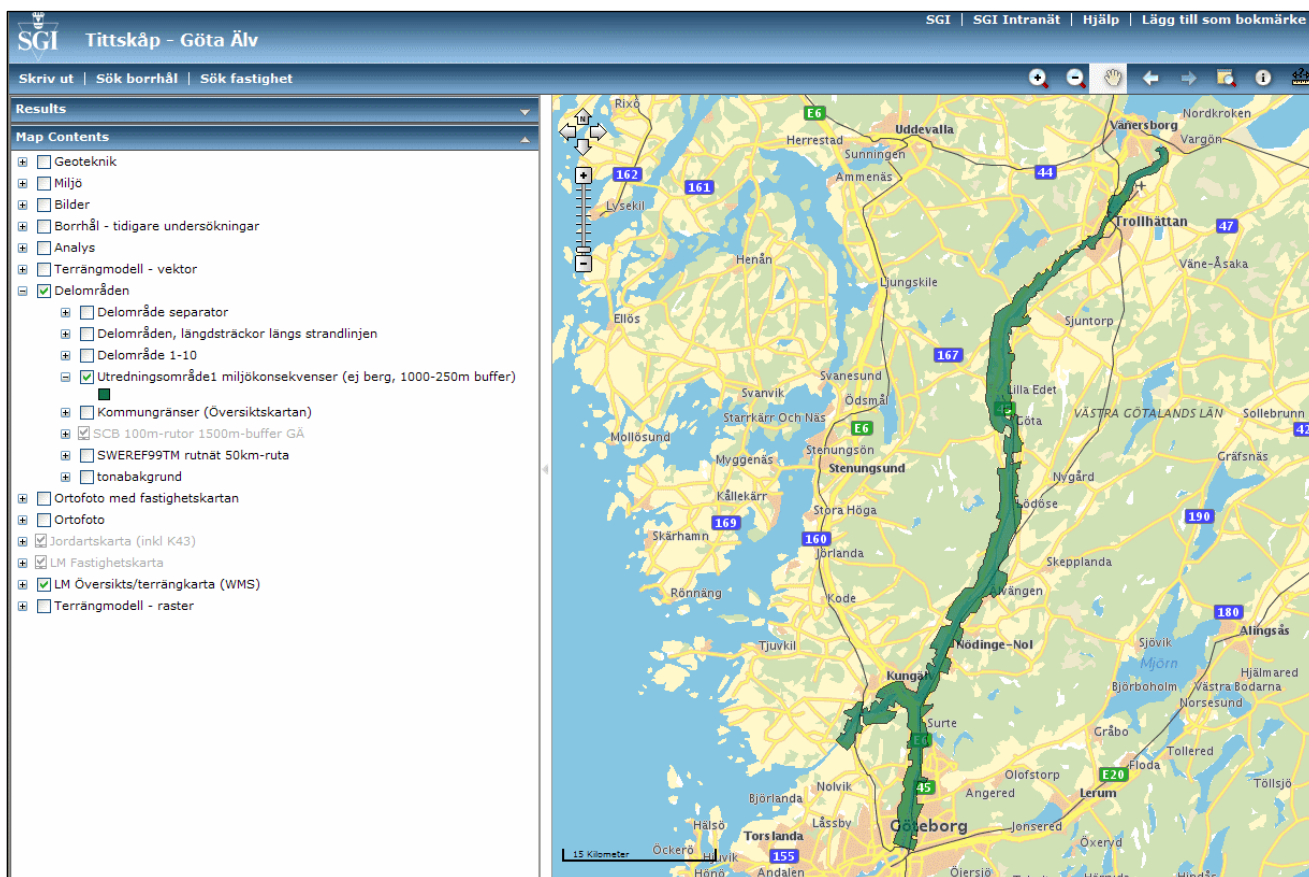
Konsekvensvärderingens resultat beror på valda metoder, ett antal antaganden och tillgång på underlagsmaterial. Att ansatser, antaganden och valda värden för att värdera en konsekvens fullständigt motsvarar den faktiska kostnaden för en konsekvens vore önskvärt, men är inte möjligt. Den valda metoden och värden för konsekvensvärdering-



en som tagits fram inom föreliggande uppdrag kan dock, tillsammans med en tydlig redovisning av osäkerheterna och ett resonemang kring vilka effekter variationer i dessa osäkerhet kan ha, bilda ett bra underlag för beslutstagande. Syftet med denna känslighetsanalys är att systematiskt undersöka kända osäkerheter och i den mån det är möjligt inom ramen för föreliggande projekt även belysa några obesvarade frågor som kommit fram under arbetet med deluppdrag *Metodik och konsekvensbedömning*. Genom att identifiera kända faktorer som bidrar mest till osäkerheten i resultatet kan framtida resurser riktas åt att förbättra kvaliteten i dessa variabler.

### 1.3 Bakgrund och avgränsning

Utredningsområdet sträcker sig från Göta älvs utlopp ur Vänern vid Vargön i nordost, till Marieholmsbron i Göteborg i sydväst. I området ingår även delar av Nordre älv, från Göta älv till och med Ytterby i Kungälv kommun. Utredningsområdet redovisas i Figur 1.



Figur 1 Grön yta markerar utredningsområdet utmed olika delar av älven. Utdrag ur SGI:s databas Tittskåp Göta älv.

Vid beräkning av konsekvensvärdet per ytenhet, kommer det sammanvägda värdet från samtliga sektorer som berörs inom detta område att summeras och kunna presenteras i kartform i GIS i form av konsekvensklasser. Dessa utgörs av fem klasser, där konsekvensklass ett motsvarar inga eller lindriga skador och konsekvensklass fem mycket stora och allvarliga skador. GIS-kartan kommer att utgöras av rutor av 100 m x 100 m.

Denna upplösning beror på det underlagsmaterial som tillhandahållits från Statistiska centralbyrån och de sekretessregler som är kopplade till detta.

Det är viktigt att komma ihåg att varje metod som används för att värdera en specifik konsekvens och det underlag och de data bedömningar har baserats på, med största sannolikhet innehåller flera osäkerhetsfaktorer. I en känslighetsanalys reflekterar man över och dokumenterar vilka kända osäkerheter som finns. Det finns många osäkerheter om yttre faktorer i konsekvensbedömningen. Dessa osäkerheter kan vara; typ av skred, hur stort kan skred tänkas bli, vilken utformning har det, när inträffar det, årstid, när på dygnet, vilket år, befolkningstillväxt, trafikökning, kommer skredet att orsaka översvämningar, kommer skredmassorna skada andra värdefulla områden? För att hantera ovisshet kring ovanstående frågor har förenklande antaganden gjorts. Dessa diskuteras inte i denna känslighetsanalys. Utöver osäkerhet kring hur ett framtida skred kan ske samt när, finns också osäkerheter i de monetära värderingar som gjorts av konsekvenser som kan uppstå till följd av ett skred. Dessa senare aspekter behandlas i föreliggande rapport genom att ändra värdena inom rimliga och kända gränser.

Värdet av en specifik aspekt kan vara mycket varierande beroende på plats, tid och andra specifika omständigheter. Kombinationer av genomsnittskostnader kan dessutom leda till felaktiga kostnadsbedömningar om genomsnittskostnaderna döljer viktiga variationer i totalkostnaden (Naturvårdsverket, 2008). Kostnadsuppgifterna i sektorsrapporterna har olika ursprung. Det kan vara erfarenhetsbaserade uppgifter, skattningar utifrån statistiskt underlag, ansatser i tidigare utredningar eller expertutlåtanden. Spannet vad gäller kostnadernas storleksordning är vad som kommer att analyseras i denna känslighetsanalys.

## **2 METOD**

De metoder och värden som tagits fram och rekommenderas för att värdera konsekvenser som beskrivs i de sektorsvisa underlagsrapporterna utgör bas, också anvisat till som huvudalternativ, och är utgångspunkten för de sektorsvisa känslighetsanalyserna. Efter- som respektive sektorsområde kan vara väldigt olika övriga sektorsområden vad gäller typ av konsekvenser och osäkerhet i de kostnadsuppgifter som har kommit fram, kommer känslighetsanalyserna att göras genom att variera parametrar som är specifika för respektive sektor. Inte alla osäkerhetsfaktorer kommer att analyseras utan endast de som anses ha en betydande inverkan på uppskattade skadekostnader. Två olika tillvägagångssätt används; worst case/best case-scenarios och partiell känslighetsanalys.

I föreliggande rapport redovisas en sektorsbaserad känslighetsanalys och i Andersson-Sköld (2011) redovisas en sammanställning av denna.

### **2.1 Best case / worst case**

I worst case testar man betydelsen av när man ansätter de mest pessimistiska värden och antaganden (men rimliga) man identifierat och i best case testar man betydelsen av de mest förmånliga (men rimliga) antaganden och värden som identifierats. Analyserna ger en uppfattning av värdet för de konsekvenser som identifierats om det värst tänkbara scenario inträffar (Kågebro och Johansson 2008). I en worst/best case-scenario analys

tas inte hänsyn till sannolikheterna för de olika utfallen utan istället redovisas ett intervall för inom vilket skadekostnader antas ligga.

## 2.2 Partiell känslighetsanalys

Partiell känslighetsanalys innebär att man, utifrån ett huvudalternativ, håller alla parametrar under kontroll medan man undersöker betydelsen av identifierad osäkerhet för ett urval enskilda parametrar och variabler. Det vill säga man ändrar en parameter eller variabel medan man håller alla andra konstanta. Detta gör att man kan se hur ändringar i en parameter/variabel påverkar resultatet. Vilka faktorer man väljer att förändra beror av hur stor påverkan man tror denna faktor har och av osäkerheter kring skattning av faktorerna i fråga. Inte heller den partiella känslighetsanalys tar hänsyn till sannolikheterna för de olika utfallen utan istället analyseras de enskilda faktorernas betydelse för resultatet (Matsson 2006).

## 3 ANALYS

I avsnitt 3.1 till 3.10 redovisas de sektorsvisa känslighetsanalyserna där faktorer som bidrar till osäkerheter inom den egna sektorn analyseras.

I Göta älvutredningen presenteras monetära värden av konsekvenser som kan uppkomma vid ett skred i 100 m x 100 m rutor (1 ha). Det antas i det fall ett skred inträffar att allt som befinner sig inom en ruta förstörs. Samma antagande görs i känslighetsanalyserna. I de analyser som redovisas nedan ansätts att ett litet skred är 1 ha och att ett stort skred antas vara 400 m x 400 m (16 ha). För mer detaljer kring ansatta skred se *Metodik Konsekvensbedömning - Metodik för inventering och värdering av konsekvenser ...*” (Andersson-Sköld, 2011a).

### 3.1 Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv

Känslighetsanalysen baseras på de resultat, ansatser och antaganden som har framkommit i rapporten för sektorsområdet *Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv* (Falemo, 2011b). Sektorsrapporten redovisar resultat av statistisk information över var människor befinner sig vid olika tidpunkt på dygnet, hur sårbara människor historiskt har varit i samband med inträffade skred och hur man kan använda ett monetärt värde på ett statistiskt liv för att skatta värdet av riskminskning.

#### 3.1.1 Huvudalternativ

Metodik för hur man kan beskriva människors sårbarhet vid skredolyckor har framarbetats och testats genom att utgå från två olika stora men avgränsade geografiska områden, fallstudieområden, i Ale kommun (Falemo m.fl. 2011b,c). Konsekvensvärderingen är baserad på uppgifter om antal boende, antal elever och förvärvsarbetande i området. Informationen har köpts in för hela utredningsområdet inom GÄU som GIS-data från SCB. Detta är den mest högupplösta befolkningsdata som går att köpa in. Antalet elever

på skolor och förskolor i kommunen har inventerats genom kontakt med kommunen. För att beskriva individens tid under risk används begreppet närvarofaktor. Närvarofaktorn uttrycker hur stor del av tiden som en individ spenderar på en viss plats, sett i ett årligt tidsperspektiv. Närvarofaktorn för boende har beräknats utifrån SCB:s resultat från Tidsanvändningsundersökningen år 2000/01 (Falemo 2011b,c, SCB 2003). För arbetsplatser gäller närvarofaktorn  $8/24 \cdot 5/7 = 0,24$  förutsatt 40 timmars arbetsvecka (8 timmar per dygn 5 dagar per vecka). Semester behöver inte tas hänsyn till, förutsatt att semestervikarier anställs för att hålla verksamheten igång. Elever har kortare arbetsperioder och även kortare arbetsdagar. I fallstudien uppskattas elevernas närvarofaktor utifrån 180 skoldagar per år, 7 timmar per dag, vilket ger närvarofaktorn 0,14 (Falemo m. fl. 2010). Sårbarhet för människor som hamnar i skred bedöms genom att utgå från inträffade skred och beräkna kvoten mellan antal dödsfall och antal närvarande för ett stort antal skred. Utredningen rekommenderar faktor 0,16 för betingad sårbarhet. Detta värde inkluderar vissa antaganden om närvarande vid inträffade skred, vilket resulterar i en viss osäkerhet. Som kalkylvärde för översiktlig riskanalys bedöms dock värdet som förhållandevis välunderbyggt. I beräkningen ingår endast skred som har ett redovisat antal närvarande personer eller där antaganden om antal närvarande har kunnat göras. Skred med uppgift om antal döda men utan uppgift om antal närvarande har uteslutits. Skred där ett antal närvarande personer är registrerade men som ej resulterat i dödsfall ingår i beräkningarna (Falemo 2011b,c).

Ekonomisk värdering av att rädda liv föreslogs först av Schelling (1968). Tanken är inte att värdera förhindrandet av en specifik individs död, utan att värdera en liten förändring i risken för att dö hos en hel population. Värdet av ett statistiskt liv (VSL) kan beskrivas som den summa som en population tillsammans är beredda att betala för att eliminera en risk som dödar en slumpmässigt vald individ ett år (Hammit, 2000). I föreliggande utredning används det värde på statistiskt liv som rekommenderas i ASEK 4 (SIKA 2009). Värdet är justerat till 2009 års prisnivå, 23 534 000 kr (Falemo 2011).

För att testa hur osäkerheter i parametervärden kan påverka monetära värderingar har fallstudieområdet i Falemo m.fl. (2011c) del 2 använts. Fallstudien består av ett 16 hektar stort område i Nol i Ale kommun. Detta område kommer även användas i känslighetsanalyser av delområdena Fastigheter och Näringsliv. Människors sårbarhet vid skred beskrivs i monetära termer med följande funktion:

$$C = (P_p \cdot e_p + P_i \cdot e_i + P_e \cdot e_e) \cdot V \cdot VSL$$

- C:           Konsekvensen uttryckt i svenska kronor;  
 P<sub>p</sub>:       Antalet elever  
 P<sub>i</sub> :       Antalet boende  
 P<sub>e</sub>:       Antalet anställda  
 e<sub>p</sub>:       Elevernas närvarofaktor  
 e<sub>i</sub>:       Boendes närvarofaktor  
 e<sub>e</sub>:       Anställdas närvarofaktor  
 V:         Betingad sårbarhet för samtliga grupper  
 VSL:       Värdet av ett statistiskt liv

Tabell 1: Inventering människor, fallstudieområde Nol

Faktor	Antal
Boende, Pi	250
Anställda, Pe	15
Elever, Pp	250

Tabell 2: Värden som används för beräkning av människors sårbarhet vid skred i Göta älvutredningen

Kategori		Faktor
VSL		23 534 000 kr (2009)
Betingad sårbarhet		0,16
Närvarofaktor	Boende	0,69
	Arbetande	0,24
	Elever	0,14
	Patienter	1,00

### 3.1.2 Osäkerhetsparametrar

De stora osäkerheterna i samband med delområdet; kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv är hur många människor som kommer att befinna sig inom området för ett potentiellt skred och hur många av dessa som kan komma att skadas eller omkomma. Underlag för att beräkna omkomna finns till viss del, dock skulle underlaget behöva utökas för att minska osäkerheten i denna faktor. Underlag för beräkning av hur många som skadas i skred finns däremot inte. Närvarofaktorerna som använts i huvudalternativet är dygnsmedelvärden. I föreliggande analys studeras betydelsen av vilken närvarofaktor som används, dvs om det är av betydelse var människor befinner sig, genom att ansätta framtagna närvarofaktorer för dagtid respektive nattetid.

Faktorn för betingad sårbarhet är en sammanvägning av antalet individer som har omkommit i svenska och norska skred. Faktorn beror också på antaganden om antalet närvarande individer vid tidpunkt för skreden. I följande analys kommer verkningen av denna faktor testas genom att använda det min. värde som tagits fram, baserat på enbart på svenska skred och med högst möjligt antal individer närvarande och genom att använda det max värde som tagits fram, baserat på enbart på norska skred och med lägsta möjliga antal individer närvarande.

I den partiella känslighetsanalysen kommer även effekter av det valda värdet på statistisk liv, VSL, att analyseras. Trafikanalys, TRAFKA (tidigare SIKKA), rekommenderar ett VSL motsvarande 21,1 Mkr i 2006 års penningnivå framtaget av Hultkrantz och Svensson (2008). Naturvårdsverket (2009) anser att detta värde kan användas även utanför transportsektorn och är det värde Göta älvutredningen har valt att använda i konsekvensanalyserna. Johansson och Forslund (2009) diskuterar olika värden på VSL varav det lägsta är 9,5 Mkr (2006 års penningnivå) (Holland och Peyre 2006) och det högsta är 55,8 Mkr (2009 års penningnivå) (USEPA 2009). Dessa värden kommer att testas i den partiella känslighetsanalysen för att se hur val av VSL påverkar de monetära värderingarna av konsekvenser till följd av skred. Alla värden justeras till 2009 års prisnivå med KPI.

Tabell 3: Osäkerhetsparametrar

Kategori		Min	max	rekommenderade
VSL		10,00 Mkr (2009)	55,80 Mkr (2009)	23,534 Mkr (2009)
Betingad sårbarhet		0,01	0,23	0,16
Närvarofaktor	Boende i	0,38 (dag)	1,00 (natt)	0,69
	Arbetande e	0 (natt)	0,48 (dag)	0,24
	Elever p	0 (natt)	0,28 (dag)	0,14
	Patienter	1,00	1,00	1,00

### 3.1.3 Worst/best case-scenario

Fallstudie Nol används i analyserna. Best case-scenariot är ett scenario som ansätter de lägsta värdena som identifierats på närvarofaktorer och betingad sårbarhet. Detta scenario skulle kunna utspela sig t.ex. under en helg då elever och anställda är lediga och då många väljer att tillbringa tid utanför hemmet. Ett scenario med alla de högsta faktorerna för närvaro och betingad sårbarhet anses var så osannolikt att beräkningar med dessa inte genomförs. Värsta fallet anses därför vara om ett skred inträffar i ett bostadsområde nattetid och med högsta faktor för betingad sårbarhet.

#### Best case: Fallstudie Nol

$$C = (250 \cdot 0 + 250 \cdot 0,38 + 15 \cdot 0,0) \cdot 0,01 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 22,4 \text{ Mkr}$$

#### Worst case: Fallstudie Nol

$$C = (250 \cdot 0 + 250 \cdot 1,0 + 15 \cdot 0,0) \cdot 0,23 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 1353 \text{ Mkr}$$

### 3.1.4 Partiell känslighetsanalys

Fallstudie Nol används i beräkningarna. I den partiella känslighetsanalysen ändras värden på en faktor i taget medan andra värden hålls konstanta. Analysen visar att val av faktorer har stor effekt på resultatet av monetära värderingar. Genom att variera faktorer för betingad sårbarhet, närvaro och VSL får man att de skattade värdena för fallstudie Nol ligger i intervallet 50 Mkr-1 885 Mkr. De faktorer som har störst inverkan på resultatet är; betingad sårbarhet, närvarofaktor för boende och VSL. Min. respektive max. värden för betingad sårbarhet ger skadebeloppen 50 Mkr och 1 143 Mkr. Min. respektive max. värden för boendes närvarofaktorer ger skadebeloppen 503 Mkr och 10 867 Mkr. Min. respektive max värden för VSL ger skadebeloppen 338 Mkr och 1 885 Mkr. Fullständiga beräkningar för partiell känslighetsanalys finns i bilaga 1.

Tabell 4: Resultat från partiell känslighetsanalys av fallstudie Nol

Faktor	Mkr
Huvudalternativ	795
Betingad sårbarhet, 0,01	50
Betingad sårbarhet, 0,23	1 143
Närvaro boende 0,38	503
Närvaro boende 1,00	10 867
Närvaro arbetande 0,00	781
Närvaro arbetande 0,48	808
Närvaro elever 0,00	663
Närvaro elever 0,28	927
VSL 10 miljoner	338
VSL 55,8 miljoner	1 885

### 3.1.5 Analys av svårt och lindrigt skadade

Det finns i nuläget inget underlag för att beräkna andel svårt och lindrigt skadade bland närvarande individer i samband med skred. Skadekostnader för skadade individer är därmed inte med i skadekostnadsberäkningarna som Göta älvutredningen har gjort. För att exemplifiera vilka kostnader som kan uppstå i samband med personolyckor som inte leder till döden lånas värden från Trafiksektorn. Detta ”lån” kan inte motiveras och ingen utredning har gjorts avseende överföring av skadefrekvens och skadekostnadsbelopp från trafiksektorn till skredsituationer. Exemplet syftar till att tydliggöra det faktum att inte alla kostnader har beräknats i utredningen och att skapa diskussion kring omfattning av personolyckor till följd av skred. Trafikverket har uppgifter om samband mellan döda, svårt skadade och lindrigt skadade för olika trafikslag och situationer i Effektsamband för vägtransportsystem (Trafikverket 2008). Vad gäller trafikolyckor i

samband med trafikarbete beräknas relationen vara den att för varje bilförare som dödas i trafiken så blir 5,8 bilförare svårt skadade och 13 bilförare lindrigt skadade. Den samhällsekonomiska kostnaden för svårt och lindrigt skadade blir i ASEK 4 (SIKA 2009) omräknat från VSL med Bush-index. Den samhällsekonomiska kostnaden för svårt skadade beräknas till 16,6 procent av VSL och den samhällsekonomiska kostnaden för lindrigt skadade beräknas till 0,04 procent av VSL. Om relationen mellan döda, svårt skadade och lindrigt skadade skulle vara ungefär densamma som för trafikolyckor, så skulle den samlade kostnaden för fallstudie Nol öka med 1 179 Mkr. Detta kan jämföras med tidigare framräknade kostnader för fallstudien (se huvudalternativ, tabell 4). Om samhällsekonomiska kostnader för skadade summeras med tidigare framtagna kostnader för människors sårbarhet i samband med skred så uppgår den samhällsekonomiska kostnaden för fallstudie Nol till 1 974 Mkr.

Beskrivning av skadefunktion:

$$C = (P_p \cdot e_p + P_i \cdot e_i + P_e \cdot e_e) \cdot V \cdot VSL \cdot O \cdot S$$

$O$  = Omräkningsfaktor enligt Bush-index

$S$  = Skalfaktor för omräkning till skadade

Svårt skadade:

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000 \cdot 0,166 \cdot 5,8$$

$$C = 765,3 \text{ Mkr}$$

Lindrigt skadade:

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000 \cdot 0,04 \cdot 13$$

$$C = 413,3 \text{ Mkr}$$

### 3.1.6 Diskussion

Känslighetsanalysen har analyserat faktorer för betingad sårbarhet, närvarofaktorer, värde på statistisk liv och skadade. Långsiktiga fysiska och psykiska skador eller skador till följd av olyckor på järnväg och väg till följd av skred har inte analyserats. Faktorer som har stor inverkan på resultat av skadekostnadsberäkningar är storlek på VSL, betingad sårbarhet och närvarofaktorer för boende. VSL som används inom trafiksektorn är väl underbyggt och Naturvårdsverket har efter analys kommit fram till att det även kan användas i andra sammanhang. Göta älvutredningen ser ingen orsak, trots känslighetsanalys, att använda något annat värde. Rekommendationer kring detta kan dock komma att ändras om nya studier kring Naturkatastrofer och VSL resulterar i ett annat värde för VSL i samband med skred. I detta avsnitt gjordes också en skattning av de samhällsekonomiska kostnaderna av personskador. Exempelberäkningen tyder på att nuvarande beräkningar, som endast inkluderar statistiska förluster av liv, kan resultera i kraftiga underskattningar. Det är dock viktigt att understryka att underlag för beräkning av skadekostnader för personskador i samband med skred inte finns. Det finns heller



inget vetenskapligt stöd för att överföra skalfaktorer för beräkning av antal skadade från trafiksektorn till skredhändelser. För att i framtiden beräkna närvarofaktorer och betingad sårbarhetsfaktorer med högre precision än för nuvarande faktorer behövs bättre underlag. Ett sätt är att skapa ett system för rapportering av närvarande, skadade och omkomna vid skred för att på sikt bättre kunna skatta dessa faktorer.

### 3.2 Fastigheter

Känslighetsanalyser baseras på genomförda fallstudier i rapporter för sektorsområdet *Fastigheter* (Falemo m.fl. 2010). De parametrar som skattats där anses vara väl underbyggda och de förbättringar som kan göras tros vara små och kräva mer än vad förbättringarna tillför. Inte alla fastigheter har varit möjliga att värdera och byggnaders inventarier ingår inte i summering av konsekvenser i delrapporten för fastigheter. Möjlig värdering av kostnader för inventarier och val av metod för värdering av fastigheter diskuteras i detta avsnitt.

#### 3.2.1 Huvudalternativ

Byggnader och mark har inventerats med GSD-fastighetskartan i GIS. Taxeringsvärden har använts tillsammans med köpeskillingskoefficienter för att uppskatta marknadsvärden på fastigheterna i området. I fallstudien används det summerade taxeringsvärdet (mark och byggnadsvärde). Fastigheter utan taxeringsvärde (t.ex. skolor, vårdbyggnader) har undersökts separat och deras värden har skattats med schabloner från Willis AB. Taxeringsvärdena, som har köpts in från SCB, är från olika taxeringsår, mellan 2007 och 2009. För att beräkningen av marknadsvärdet ska bli korrekt måste man använda det taxeringsår som har använts som basår i beräkningen av köpeskillingskoefficienten. Även detta basår är mellan 2007 och 2009 beroende på fastighetstyp. Eftersom de rätta taxeringsvärdena saknas för vissa fastighetstyper så har beräkningen utförts med det tillgängliga taxeringsvärdet och med köpeskillingskoefficienten för år 2009. Detta ger en acceptabel felmarginal; fastighetspriserna för småhus steg ca 5 % mellan 2007 och 2009, 8 % för fritidshus och 7 % för hyreshus. Eftersom en stor del av fastigheterna har taxeringsår 2008 och 2009 så blir det totala felet lägre än så, kanske bara ett par procent (Falemo m.fl. 2010).

#### 3.2.2 Osäkerhetsparametrar

##### Inventarier

Någon metod för hur man ska inkludera byggnaders inventarier har inte framarbetats. Konsekvenser av skada på inventarier har därmed inte värderats i delrapporten om fastigheter. För att göra en grov uppskattning om hur stora värden som riskerar att gå förlorade använder känslighetsanalysen sig av antaganden som gör kraftiga förenklingar av verkligheten. På *Konsumenternas* hemsida<sup>1</sup> kan man få rådgivning om bland annat försäkringar. Där kan man hitta tumregler för värdering av lösöre. Schablonerna är uttryckt i 2010 års prisnivå. De utgår från försäkringsbolagens värderingsregler och avser ett normalt hem utan några extra dyrbarheter. I känslighetsanalysen kommer beräkningar att göras ut-

<sup>1</sup> <http://www.bankforsakring.konsumenternas.se/>

ifrån antaganden om att varje fastighet består av ett kök, ett vardagsrum, tre sovrum och en källare/eller vind och att fastigheterna bebos av två vuxna och ett barn. Detta är som ovan nämnt grovt förenklade antaganden. I verkligheten består fastigheterna av en blandning av byggnadstyper från industribyggnader och affärslokaler till hyreshus, gårdar och villor. Värdena i tabell 5 kommer användas för att exemplifiera kostnader för skador på inventarier. Denna skattning reflekterar inte på något sätt inventarier hos fastigheter avsedd för näringsverksamhet.

Tabell 5: Tumregler för värdering av lösöre

	2010 års priser
<b>Vardagsrum</b>	170 000
<b>Kök</b>	50 000
<b>Sovrum vuxna</b>	35 000
<b>Sovrum barn/tonåring</b>	30 000
<b>Kläder vuxna</b>	45 000
<b>Kläder barn/tonåring</b>	30 000
<b>Källare</b>	35 000
<b>Vind</b>	35 000

### Specialfastigheter

För värdering av specialfastigheter används bruttototalarea (BTA) av byggnaden tillsammans med kvadratmeterpris per BTA. Kvadratmeterpriset används för schablonberäkning av så kallat försäkringsmässigt fullvärde. I fallstudieområdet ingår två specialfastigheter, Nols skola och gamla Folkets hus. Dessa har blivit värderade med uppgifter från försäkringsbranschen. Detta var de enda monetära värderingar som var tillgängliga vad gäller specialfastigheter. Ingen vidare analys kommer att göras på dessa värden inom utredningen.

### Ej värderade fastigheter

Ett fåtal fastigheter har inte blivit värderade inom sektorsområdet fastigheter. Dessa fastigheter som består av bl.a. vägar, järnvägar och anläggningar för VA- och energidistribution har i stort sett blivit värderade inom andra sektorsområden såsom, väg, järnväg, energi- och ledningsnät och VA. Ett fåtal fastigheter faller utanför någon existerande kategori och förbli ovärderade. Det är i detta sammanhanget relativt små värden som har blivit utelämnade. Arbetsgruppen anser att det kräver mer att hitta dessa fastigheters rätta värde, än vad den fördjupade detaljnivån skulle tillföra utredningen.

### 3.2.3 Fallstudie Ale kommun, del 2

Fallstudieområdet är ett 16 hektar stort område i Nol i Ale kommun (Falemo m.fl. 2010). I detta avsnitt kommer värden för inventarier att läggas till på redan presenterade marknadsvärden för fastigheterna inom fallstudieområdet. Vi antar att varje fastighet består av ett kök, ett vardagsrum, tre sovrum och en källare/eller vind. Fastigheterna bebos av två vuxna och ett barn. Totalt ligger 40 fastigheter inom fallstudieområdet. Vi räknar bort två specialfastigheter, Nols skola och Folkets hus (87 Mkr) Med antaganden från avsnitt 3.3.2 är inventarierna per fastighet värda ca 0,5 Mkr. Totalt ger detta skadekostnader för 19 Mkr för fallstudieområdet. Inventarierna motsvarar därmed nästan 20 procent av byggnadsvärdet. Viktigt att nämna är att bland värderade fastigheter ingår även två hyresfastigheter vilket inte har tagits hänsyn till i värderingen av inventarier. De 38 inkluderade fastigheterna antas alla innehålla en villa (enmansbolig).

Tabell 6: Resultat från fallstudieområdet, inklusive inventarier

Kategori	Mkr (2009)
Byggnader	60
Mark	19
Inventarier	19*
<b>Totalt</b>	<b>98</b>

\* 2010 års prisnivå

### 3.2.4 Diskussion

#### Platsspecifika marknadsvärden respektive medelvärden

I Göta älvuppdraget används platsspecifika marknadsvärden. D.v.s. att varje fastighets värde tilldelas det värde den svenska marknaden anser respektive fastighet är värd. Mer attraktiva områden har högre värden och samma gäller för bostäder av hög standard. Det är som oftast den mer välbärgade delen av samhället som kan bo och leva i dessa områden. Detta leder till en diskussion av metoder där marknadsvärden används. Förstörrelse i den mer välbärgade delen av samhället kommer att värderas högre än i den delen av samhället som inte har samma ekonomiska möjligheter. Är de ”rikas” bostadsområden mer skyddsvärda än andra? Detta tillför ett etiskt perspektiv till diskussionen. Det finns de som förespråkar användandet av medelvärden för att släta ut denna klasskillnad. Vi anser fortfarande att valet av metoder för sektorsområdet fastigheter är försvarbart och väl underbyggt. Man ska dock känna till vad skadekostnaderna är baserade på och att det kan finnas andra värden knutna till fastigheter som är värda att skydda.

#### Marknadsvärden respektive värden på inventarier

En sökning på Hemnet<sup>2</sup> visar att ett antal villor är till salu i Lilla Edets kommun i dagsläget. Priserna varierar beroende på husets skick och dess lokalisering. Utgångspriserna sträcker sig från 0,5 Mkr och uppåt. Det är inte ovanligt med villor där utgångspriset ligger kring 0,8-0,9 Mkr. Ett specifikt hus ligger ute för 0,8 Mkr. Det består av 4 sovrum ett kök ett vardagsrum och en källare. Med värden för lösöre från tabell 5 kan följande uppskattning av inventarier göras (vi antar två vuxna och två barn). Inventarier (kläder, möbler, prydnad etc.) = 530 000 kr. Inventarierna skulle enligt schablonvärden i detta fall utgöra drygt 65 procent av marknadspriset. Hos en villa med dubbelt så högt marknadsvärde men med motsvarande många rum och antal inneboende skulle inventariernas värde motsvara drygt 30 procent av marknadsvärdet. Ett andra hus har utgångspriset 0,5 Mkr och består av kök, vardagsrum och fyra sovrum (antag två vuxna och tre barn). Inventarierna skulle här kunna uppgå till 525 000 kronor, dvs. mer än vad bostaden anses vara värd. Detta är något att ha i åtanke. Inventarier ingår inte i de summerade värdena för konsekvenser för fastigheter till följd av skred. De kan dock utgöra stora förluster, inte enbart vad gäller inventariernas monetära värden men också förluster av affektionsvärden.

### **Inventarier**

Inventarier är inte medräknat i den samhällsekonomiska slutredovisningen av skador till följd av skred i Göta älvdalen. I känslighetsanalysen har exempel på dessa kostnader beräknats. Det som inte tas upp här är i hur stor utsträckning inventarier förstörs. En del kan möjligen räddas, även om inte själva huset kan räddas. Det finns exempel där husägare till skreddrabbade hus har fått gå in och hämta sina tillhörigheter. Underlag för att beräkna hur stor andel av inventarier som totalförstörs i skreddrabbade fastigheter finns inte. I Göta älvuppdraget över lag har det antagits att allt som befinner sig inom en ruta totalförstörs. Det är också den ansats som har använts här.

### **3.3 Vatten- och avlopp**

Analyserna i detta avsnitt är baserade på den information från sektorsrapporten va-system (Rihm 2011) och fallstudie Lilla Edet (Haglund och Rihm 2010) Delar av projektets utredningsområde är ej bebyggda områden där det inte finns VA-ledningar i marken eller andra komponenter från ett VA-system. Skred i dessa områden kommer inte innebära någon kostnad för sektorn. Analyserna i detta avsnitt kommer att undersöka kostnader för ett landområde under förutsättning att VA-system blir berörda. Värsta/bästa fallet-scenarion undersöker skadekostnader i samband med ett litet skred respektive ett stort skred. Den partiella känslighetsanalysen undersöker hur kostnader för ett hektar mark påverkas av förändringar i de olika parametervärdena.

---

<sup>2</sup> [www.hemnet.se](http://www.hemnet.se) 2011-06-10

**3.3.1 Huvudalternativ**

Sektorsområdet vatten och avlopp använder området Stommen i Lilla Edet som fallstudieområde. Skadekostnader för VA-system i fallstudieområdet uppskattas till ca 5 Mkr.

*Beskrivning av skadekostnadsfunktion:*

$$C = VAS_1 \cdot X_1 + VAS_2 \cdot X_2 + T \cdot X_3 + P \cdot X_4 + V \cdot X_5 + A \cdot X_6$$

$C$ :	Skadekostnad
$VAS_1$ :	VA-System (ledning (ren, dag, spill), serviser, ventiler nedstigningsbrunnar, brandpost, inkl. projektering)
$VAS_2$ :	VA-System (ledning (ren, dag, spill) serviser, ventiler nedstigningsbrunnar, brandpost, inkl. projektering, tryckavl.200mm, spillvl.500mm)
$T$ :	Tryckstegringsstation
$P$ :	Pumpstation
$V$ :	Vattenverk
$A$ :	Avloppsreningsverk
$X_1$ :	Hektarvärde $VAS_1$
$X_2$ :	Hektarvärde $VAS_2$
$X_3$ :	Kostnad tryckstegringsstation
$X_4$ :	Kostnad pumpstation
$X_5$ :	Kostnad vattenverk
$X_6$ :	Kostnad avloppsreningsverk

*Beräkning huvudalternativ, 7 hektar:*

$$C = VAS_1 \cdot X_1 + VAS_2 \cdot X_2 + T \cdot X_3 + P \cdot X_4 + V \cdot X_5 + A \cdot X_6$$

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 7 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 4,9$$

Tabell 7: Uppskattad kostnad för bostadsområdet Stommen, 2009 års prisnivå

Anläggning	Mängd	Å-pris	Kostnad kkr
Ledningar (ren- dag- och spillvatten)	650 m	2 650	1 770
Serviser	35 st	15 000	525
Nedstigningsbrunnar	10 st	15 000	150
Ventiler	10 st	15 000	150
Brandpost	3 st	20 000	60
<b>Summa Entreprenadkostnad exklusive tryck- och 500 mm ledning</b>			<b>2 650</b>
Tryckavloppsledning 200 mm	75 m	1 200	90
Spillvatten 500 mm.	525	2 400	1 260
<b>Summa entreprenadkostnad inklusive tryckavloppsledning och 500 mm ledning</b>			<b>5 000</b>

Till entreprenadkostnaderna kommer kostnader för projektering, utsättning mm som uppskattas till ca 25 %. Kostnaden blir då ca 5 miljoner kronor för området i helhet och ca 0,7 miljoner kronor per hektar. Kostnaden utan tryckledning och 500 mm ledning blir ca 3,3 miljoner kronor eller 0,475 miljoner kronor per hektar (Rihm, 2011).

### 3.3.2 Osäkerhetsparametrar

I Tabell 8 på nästa sida redovisas identifierade kostnadsintervall och rekommenderade värden för VA-anläggningar.

Tabell 8: Kostnadsintervall och rekommenderad värden för VA-anläggningar

Anläggning	Intervall som framkommit vid fallstudierna (Mkr)	Förslag för värde till schablonkostnad (Mkr)
Vattenverk	100-500	150
Avloppsreningsverk, > 8000 pe	100-500	150
Avloppsreningsverk, 1000< pe<8000 pe	25-100	50
Avloppsreningsverk, <1000 pe	5-25	10
Tryckstegringsstation	0,5-0,6	0,5
Pumpstation	0,5-0,6	0,5
Linjeformiga anläggningar	0,002-0,004 per m	0,003 per m
Ytformiga anläggningar Merkostnader som ej ingår i fastigheternas marknadsvärde	0-0,2 per ha	0,1 per ha

### 3.3.3 Worst/best case-scenario

Värsta och bästa fallet-scenarion undersöker kostnader för VA-system beroende på skredets storlek. Antagandet är att ett litet skred drabbar ett område motsvarande en hektar och att ett stort skred drabbar ett område motsvarande 16 hektar. Ett stort skred kan utöver att skada linjeformiga anläggningar också skada ett antal punktformiga anläggningar. I värsta fallet-scenariot används de högsta kostnaderna i faktorernas kostnadsintervall och i bästa fallet används de lägsta. Det är enbart ett fåtal områden vid Göta älv där ett värsta fallet-scenario har en teoretiskt möjlighet att inträffa. I det fall där det skulle inträffa är det också mindre troligt att alla kostnader då skulle ligga högst i kostnadsintervallen. Att använda dessa högsta och lägsta värden ger dock de yttre gränserna för utfallsrummet för VA-kostnader i samband med skred. Värsta/bästa fallet-scenarion utifrån använda värden ger ett grovt intervall för vad konsekvenserna för VA-system till följd av skred kan komma att kosta. Intervallet sträcker sig från 475 000 kronor för ett litet skred upp till ca 1 miljard kronor för ett stort skred. Det högsta värdet gäller om både ett vattenverk och ett avloppsreningsverk skulle förstöras samtidigt och att de högsta återställningskostnaderna för dessa verk används i beräkningen. Det finns dock stora osäkerheter kring kostnader för att återställa vattenverk/avloppsreningsverk och om de överhuvudtaget kommer att återställas till dess tidigare form. Det anses också vara mindre troligt att både ett vattenverk och ett avloppsreningsverks kommer att drabbas samtidigt av ett och samma skred. Om man fördelar kostnadsintervallet som fås för scenarierna stort respektive litet skred till ett hektarvärde kommer kostnadsintervallet för ett hektar med VA-system ligga mellan 0,475 Mkr och 63 Mkr.

**Best case**

Per hektar, miljoner kronor:

$$C = VAS_1 \cdot X_1$$

$$C = 0,475 \cdot 1$$

$$C = 0,475$$

16 hektar: Ca 7,6 Mkr

**Worst case**

16 hektar, miljoner kronor:

$$C = VAS_1 \cdot X_1 + VAS_2 \cdot X_2 + T \cdot X_3 + P \cdot X_4 + V \cdot X_5 + A \cdot X_6$$

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 16 + 0,6 \cdot 1 + 0,6 \cdot 1 + 500 \cdot 1 + 500 \cdot 1$$

$$C = 1012$$

Per hektar: Ca 63 Mkr

**3.3.4 Partiell känslighetsanalys**

Analysen visar hektarvärde för konsekvenser för VA-system då linjeformade system och ett punktformad objekt drabbas samtidigt. Syftet är att se vilka parametrar som har störst inverkan på kostnader. Nedanstående analys visar att det är vattenverk och avloppsreningsverk som drar upp kostnaderna för VA-system medan andra komponenter som pumpstationer och tryckstäringsstationer inte har samma stora effekt. Då det är endast ett fåtal områden där vattenverk och avloppsreningsverk kan skadas så är det också intressant att ta fram intervall där dessa inte ingår.

$$C = VAS_1 \cdot X_1 + VAS_2 \cdot X_2 + T \cdot X_3 + P \cdot X_4 + V \cdot X_5 + A \cdot X_6$$

Huvudalternativ värde för 1 hektar VA-system (enligt fallstudie Stommen)

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 0,7$$

Kostnadsintervall för konsekvenser VA-system till följd av skred, per hektar med vattenverk eller avloppsreningsverk:

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| a. Med rekommenderade värden | 0,7 msek - 150,7 msek |
| b. Med lägsta värden         | 0,7 msek - 5,7 msek   |
| c. Med högsta värden         | 0,7 msek - 500,7 msek |



Utan vattenverk och avloppsreningsverk:

- a. Med rekommenderade värden 0,7 msek-1,7 msek
- C Med högsta värden 0,7 msek-1,9 msek

Tabell 9: Resultat, partiell känslighetsanalys, Mkr, 2009 års prisnivå

Objekt	Värde	Resultat
Huvudalternativ		0,7
m/ pumpstation eller tryckstägringsstation	0,5	1,2
m/ pumpstation eller tryckstägringsstation	0,6	1,3
m/ pumpstation och tryckstägringsstation	0,5 x 2	1,7
m/ pumpstation och tryckstägringsstation	0,6 x 2	1,9
m/ vattenverk eller avloppsreningsverk	5	5,7
m/ vattenverk eller avloppsreningsverk	25	25,7
m/ vattenverk eller avloppsreningsverk	50	50,7
m/ vattenverk eller avloppsreningsverk	150	150,7
m/ vattenverk eller avloppsreningsverk	500	500,7

### 3.3.5 Förorenat dricksvatten

Sektorsrapporten gör ingen beräkning av konsekvenser till följd av förorenat dricksvatten. Här följer ett exempel på samhällsekonomiska kostnader till följd av vattenburen smitta. I september 2008 drabbades Lilla Edet kommun av ett utbrott av magsjuka (calicivirus). Det var med största sannolikhet förorenat dricksvatten som orsakade utbrottet. En enkätundersökning visade på att ca 2400 personer i kommunen insjuknade under utbrottet (Västra Götalandsregionen 2009). WSP (2010) gjorde under 2010 en kostnadsnyttoanalys av installation av ultrafilter vid Alelyckan och Lackarebäcks vattenverk. Där uppskattades varje sjukdomsfall orsakat av vattenburen smitta uppgå till 12 950 kronor. Med stöd i detta värde skulle den samhällsekonomiska kostnaden till följd av magsjuka utbrottet i Lilla Edet uppgå till ca 31 Mkr. Det finns dock inget underlag för att anta att ett skred kommer orsaka liknande utbrott.

### 3.3.6 Diskussion

I känslighetsanalysen har kostnader för skada på vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstationer, tryckavloppsledning och spillvattensledning analyserats. Ytterligare undersökning av hur dimensionering av ledningar påverkar storleken på skadekostnader har inte genomförts. Antal stängningsdagar på Alelyckan till följd av till exempel grumling har inte analyserats då kostnaden för detta anses ha endast en liten påverkan på de totala skadekostnaderna. De faktorer som har störst påverkan på skadekostnaderna är skador på vattenverk och avloppsreningsverk.

## 3.4 Energi och ledningsnät

Delar av projektets utredningsområde är ej bebyggda områden där mängden distributionskablar är försumbara och därmed inte kommer att innebära någon kostnad för denna sektor. Analyserna i avsnitt 3.4 undersöker kostnader för ett landområde under förutsättning att el- eller fjärrvärmesystem blir berörda. Analys av kostnader för skador på distributionsnät för el och fjärrvärmeledningar är baserad på fallstudien i rapport; Energi och ledningsnät (Frogner-Kockum, 2011). Fallstudieområdet är ett 400 m x 400 m stort område i Lilla Edets tätort.

### 3.4.1 Huvudalternativ

Totalt finns 5414 meter markburen ledning i fallstudieområdet. Fördelningen av markburen elkabel i fallstudieområdet är 65 procent 0,4 kV kabel och 35 procent 10 kV-kabel. Den totala kostnaden för att nyanlägga 5414 m markburna ledningar inom området är ca 3,8 Mkr (0,24 Mkr/ha). Medelkostnaden för såväl 0,4 kV-ledningar som 10 kV-ledningar är 1,9 Mkr inom området. Inom området finns två transformatorstationer. Vi antar att dessa är för matning av villaområdet. Kostnaden för dessa är i storleksordning 0,75 Mkr per styck. Inga stamnätsledningar är med i beräkningen. Fjärrvärmesystemet i fallstudieområdet består totalt av 2280 meter fjärrvärmerör till en kostnad av 5000 kronor per meter. Kostnad för ett skred som drabbar fallstudieområdet där samtliga dessa enheter förstörs uppgår således till 11,4 Mkr eller 0,71 per hektar om de fördelas lika över hela området.

*Beskrivning av skadekostnadsfunktion:*

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$C$ :	Skadekostnad
$L$ :	Elledningsnät, kostnad per ha
$F$ :	Fjärrvärmerör, kostnad per ha
$T$ :	Transformatorstation, kostnad per stk.
$X_{1,2,..}$ :	Antal hektar
$X_3$ :	antal

Beräkning huvudalternativ, miljoner kronor 2009 års priser:

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 2$$

$$C = 5,3 \text{ Mkr}$$

### 3.4.2 Osäkerhetsparametrar

Tabell 10: Schablonkostnad för att anlägga markburna elledningar

Spänning	Uppskattad kostnad i kr per km
12 kV (högspänning)	677 595 (Vattenfall)
10 kV	1 000 000 (Fortum)
400 V (hushållsnät)	500 000 (Fortum)
400 V (lågspänning servis)	668 298 (Vattenfall)
400 V (lågspänning stam)	482 320 (Vattenfall)

Tabell 11: Schablonkostnad för att anlägga transformatorstation, Mkr 2009 års priser

Spänning	Uppskattad kostnad	Medelvärde
Transformatorstation 130 kV	50	50
Transformatorstation 40/10 kV	15-20	17,5
Liten transformatorstation	0,5-1	0,75

Källa: Vattenfall 2011

Tabell 12: Schablonkostnader för att anlägga optisk kabel

	Uppskattad kostnad i kr per m
Materialkostnad (kabel)	50 (Trollhättan Energi)
Anläggnings- och återställningskostnad Landsbygd ( åkermark)	200 (Trollhättan Energi)
Anläggnings- och återställningskostnad Stadsmiljö	1200 (Trollhättan Energi)

Den högre kostnaden i tabell 12, anläggning i stadsmiljö, består till största del av återställningsarbete i samband med nedläggning av kabel. I samband med ett skred beräknas skador på övrig infrastruktur, fastigheter osv. under andra sektorsområden. Detta motiverar användandet av den lägre anläggningskostnaden, anläggning på landsbygd, i beräkningar av skadekostnader av skred i Göta älvdalen.

### 3.4.3 Worst/best case-scenario

Ett bästa fallet-scenario är skred i ett område där det endast finns markburna ledningar. Ett värsta fallet-scenarion är i ett området där det finns både markburna ledningar, fjärrvärmekulvertar och en stor transformatorstation. Bästa fallet ger ett hektarvärde på ca 1 Mkr och värsta fallet ett hektarvärde på 53,8 Mkr. Tillsammans skapar detta ett intervall för energi och ledningsnät där skadekostnader till följd av skred ligger mellan 1 – och 53,8 Mkr per hektar.

#### Best case:

1 hektar

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 0$$

$$C = 0,95 \text{ Mkr}$$

16 hektar: 15 Mkr

#### Worst case:

1 hektar

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1 + 50 \cdot 1$$

$$C = 53,8 \text{ Mkr}$$

16 hektar: 861 Mkr

### 3.4.4 Partiell känslighetsanalys

Den partiella känslighetsanalysen beskriver hur skadekostnaderna beror på vilken typ av transformatorstation som kan komma att drabbas. En liten transformatorstation är för distribution, t.ex. matning av ett kvarter eller ett villaområde. Transformatorstation 40/10 kV kan försörja ett mindre samhälle och transformatorstation 130 kV kan försörja större samhälle eller större industri (typ AKZO Nobel Bohus mm) (Vattenfall 2011).

Tabell 13: Resultat partiell känslighetsanalys, Mkr, 2009 års prisnivå.

Objekt	Kostnad
Huvudalternativ	5,3
Utan transformatorstation*	3,8
m/liten transformatorstation	4,6
m/transformatorstation 40/10 kV	21,3
m/transformatorstation 130 kV*	53,8

\*ger lägst kostnad

\*\*ger högst kostnad

### 3.4.5 Diskussion

Ovanstående beräkningar visar att det som verkligen ökar på skadekostnaderna är om medelstora eller stora transformatorstationer drabbas av skred. Det saknas dock en hel del underlag för att göra utförligare känslighetsanalyser. Information som saknas är uppgifter om mängd luftburna ledningsnät i utredningsområdet. Det kan dock antas att om en luftburen ledning skadas kommer den inte återställas till sitt ursprungliga skick utan läggas ner i marken. För skattning av skadekostnader för luftburet ledningsnät kan därmed kostnad för marburen ledning användas. I fallstudien var fördelning mellan 0,4 kV ledning och 10 kV ledning 65 respektive 35 procent. Om detta är representativt för andra områden i utredningsområdet har ej bekräftats. Fördelningen har dock ingen stor inverkan på storlek vad gäller skadekostnader. Fallstudien rymmer två transformatorstationer, om detta är representativt för flera områden vet vi inte. Information om var i utredningsområdet transformatorstationer är belägna, hur många de är och hur fördelningen ser ut mellan liten-, 40/10 kV- och 130 kV transformatorstation saknas. Dessa obesvarade frågor är i behov av ytterligare utredning för att bättre kunna bestämma skadekostnader för energi och ledningsnät i samband med skred.

## 3.5 Väg

På långa sträckor i utredningsområdet ligger väg och järnväg sida om sida. Drabbas det ena så drabbas antagligen det andra. Konsekvenser i transportsektorn påverkas dessutom av interna beroenden t.ex. organisering av omledning och alternativa transportmedel för resenärer. Resultat från transportsektorerna visar att det är omledning av trafik som är den stora kostnadsposten. Känslighetsanalysen i detta avsnitt är baserat på information från sektorsrapporten *Väg* (Bergman 2011a). Sektorsrapporten är baserat på bland annat den information som kom fram under arbetet med fallstudie N01 som redovisas i samma rapport och analyser genomförda av Sweco på uppdrag av SGI. Delar av projektets utredningsområde består av till exempel betesmark och odlad mark och innehåller därmed inte vägar. Skred i dessa områden kommer inte innebära någon kostnad för vägsektorn. Analyserna i detta avsnitt kommer att undersöka kostnader för ett landområde under den förutsättning att vägar blir berörda. Värsta/bästa fallet-scenarion undersöker skadekostnader i samband med ett litet skred respektive ett stort skred.

### 3.5.1 Huvudalternativ

I GIS-kartan antas en ruta (1hektar) innehålla 100 m Europaväg och 400 m kommunala vägar. Tabellerna 14, 15 och 16 redovisar den kostnadsinformation som har framkommit under arbetet med delområdet *Väg*.

Tabell 14: Kostnad för återställning av kommunal väg, 2009 års priser

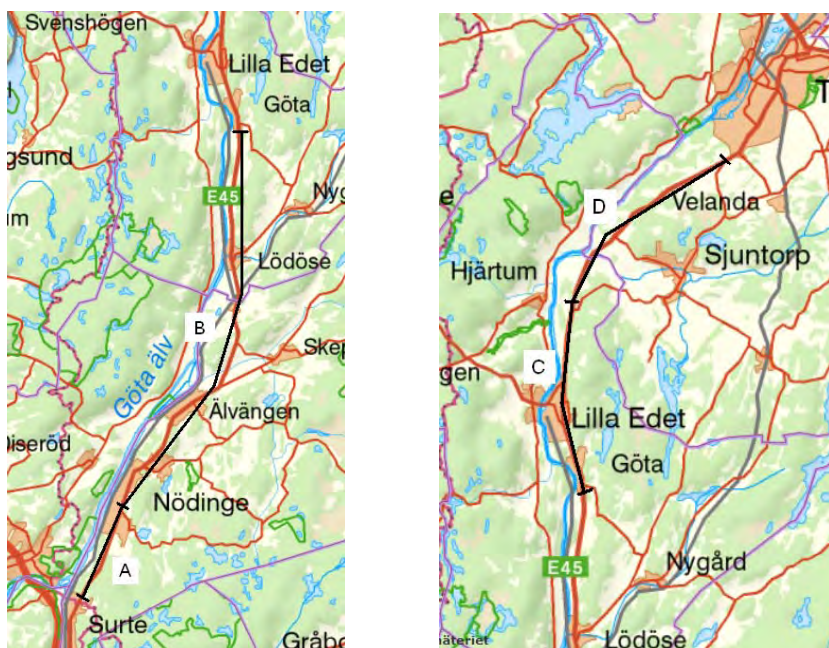
Källa	Kostnad per m <sup>2</sup> (kr):	Kostnad per hektar (kr):	Kostnad för fallstudien (kr):
NCC	1500	4 200 000	16 000 000
Sweco	1000-2000	2 800 000-5 600 000	11 000 000-21 000 000
Skanska	1000-1500	2 800 000-4 200 000	11 000 000-16 000 000

Tabell 15: Kostnad för återställning europaväg, Mkr, 2009 års priser

Källa	Kostnad per 100 m europaväg	Kostnad för fallstudien
Småröd	12	48
BanaVäg i väst	11	44

Tabell 16: Beräkning per hektar, 2009 års priser

	Per hektar (Mkr)
Omledning, europaväg	33-235
Återställande, europaväg	11-12
Kommunal väg (+ väg 625/2025)	2,8-5,6
<b>Totalt</b>	<b>47-253</b>



Figur 2: E45:an är uppdelad i fyra sektioner (A, B, C, D) med olika stora monetära konsekvenser för vägtrafiksystemet i händelse av skred.  
Bakgrundskartor © Lantmäteriet

Figur 2 visar de sträckor Sweco har analyserat. Nedan beräknas kostnader för omledning och återställande för sträckorna. Återställandet förväntas i detta fall ta 33 dygn. Vad gäller kostnader för återställande så används medelvärdet av ovan redovisade uppgifter.

<b>Sträcka A</b> ( Lilla Viken):	235	+	16	=	251	Mkr
<b>Sträcka B</b> (Älvängen):	35	+	16	=	51	Mkr
<b>Sträcka C</b> (Göta):	62	+	16	=	780	Mkr
<b>Sträcka D</b> (Utby-Slumpån):	33	+	16	=	49	Mkr

Tabell 17: Jämförelse av resultat för omledningskostnader 100 dagar, sträcka D

Metod	Mkr
EVA (förenklad) <sup>3</sup>	28
Schablon <sup>4</sup>	20
Fördjupad EVA (Sweco) <sup>5</sup>	94
Samper <sup>6</sup>	45

### 3.5.2 Osäkerhetsparametrar

Sektorområdet; Vägar har utredds noggrant. Både SGI och Sweco har genomfört analyser. Det som kommer att analyseras i känslighetsanalysen är lägsta respektive högsta värden för omledning och återställande och hur längden (tiden) på ett vägavbrott påverkar skadekostnaderna. Resultat från transportsektorerna visar att det är omledning av trafik som är den stora kostnadsposten. Sweco har beräknat omledningskostnader för avbrott på Europaväg 45. Det förväntas ta 100 dygn att återställa 400 m förstörd Europaväg och det förväntas ta 33 dygn att återställa 100 m Europaväg. I vilken mån detta kan beskrivas med en linjär funktion samt dess utseende har inte kunnat fastställas genom dessa diskussioner. För att ta fram hektarvärde för omledningskostnader har dock linjär funktion antagits. Detta kan leda till både underskattning och överskattning av omledningskostnader.

### 3.5.3 Worst/best case scenario

Värsta fallet vad gäller vägsektorn är ett scenario där både Europaväg och kommunala vägar drabbas hårt. Bästa scenariot är ett scenario där inga större eller viktiga framfartsvägar drabbas. Europaväg 45 ligger på östra sidan av älven. Ett skred på västra sidan antas drabba endast kommunala vägar. Omledningskostnader kan där antas bli en mycket lägre än vad de förväntas bli på östra sidan av älven. I känslighetsanalysen väljer vi därmed att göra beräkningar för västra sidan med enbart återställningskostnader för kommunala vägar. Bästa fallet ger då ett intervall där endast kommunal väg drabbas medan värsta fallet ger ett intervall där både Europaväg och kommunala vägar drabbas samtidigt. Tillsammans illustrerar detta potentiella kostnader för ett skred. Detta ger intervallet 2,8-5,6 Mkr för 1 hektar och intervallet 45-90 Mkr för 16 hektar.

<sup>3</sup> 2004 års prisnivå

<sup>4</sup> 2004 års prisnivå

<sup>5</sup> 2006 års prisnivå

<sup>6</sup> 2006 års prisnivå

### Best case

Medelvärde återställande 1 hektar kommunal väg är 4 Mkr. Lägsta värdet 2,8 Mkr. Högsta 5,6 Mkr. Detta är utan omledningskostnader

Per ha: 2,8-5,6 Mkr (medel 4 Mkr)  
16 ha: 45-90 Mkr (medel 67,5 Mkr)

### Worst case

Sannolikheten att 16 rutor (16 hektar) som alla innehåller Europaväg skredar anses vara obefintlig. Som ett absolut värsta scenarion antas 4 hektar innehållande Europaväg och 12 ha innehållande kommunal väg skadas. I denna beräkning används de högsta värdena i kostnadsintervallen för återställande och omledning.

Per ha: 253 Mkr  
16 ha: 1055 Mkr

#### 3.5.4 Analys av tidsåtgång

När Sweco gjorde beräkningar för omledning summerade de konsekvenserna för ett helt år. Vi är intresserade av kortare tidsperioder för återställande. För att skatta omledningskostnader för de perioder vi vill ha, har vi räknat om Swecos resultat till ett dygnsvärde. I följande analys används antaganden från huvudalternativet, dvs. att varje hektar innehåller 100 meter Europaväg och 400 meter kommunal väg. Tabell 18 visar hur omledningskostnader ökar eftersom tid för återställande ökar. För återställandekostnader används medelvärdet, 16 Mkr per hektar. Beräkningarna tydliggör att det är omledningskostnader i samband med tidåtgång för återställande som avgör storlek på skadekostnader i samband med återställande av väg, medan den faktiska kostnaden för återställande (material, maskiner etc.) ökar med max 18 Mkr per hektar.

*Beskrivning av skadekostnadsfunktion*

$$C = O \cdot t + R$$

*C: Skadekostnad*

*O: Omledningskostnad*

*T: Tidsåtgång för återställande*

*R: Återställandekostnad, Europaväg och kommunal väg*



Tabell 18: Kostnad för omledning och återställande (O+R) till följd av brott på sträckorna A-D beroende av tidslängd för avbrott, per hektar, Mkr, 2009 års priser

Antal dygn	Sträcka A (O+R)	Sträcka B (O+R)	Sträcka C (O+R)	Sträcka D (O+R)
1	1,9	0,3	0,5	0,3
30	58	9	15	8
60	116	17	31	16
90	174	26	46	24
120	232	35	61	32
150	290	44	77	41
180	347	52	92	49

### 3.5.5 Diskussion

Känslighetsanalysen har undersökt skadekostnader för ett skredat område med och utan Europaväg. Den tid det tar att återställa vägar har också analyserats. Det har visats att tidsfaktorn är av största betydelse för hur stora skadekostnader för vägar blir i samband med skred. En jämförelse av analysmetoder har också gjorts. I sektorsrapporten; Väg, används tre olika metoder för att uppskatta kostnader för ett avbrott på Europaväg 45: Schablonmetoden, förenklad EVA-modell och fördjupad EVA-modell. Det som skiljer mellan dessa metoder är detaljnivå på inputmaterial och hur många faktorer som inkluderas i analysen. Den metod som ger de lägsta kostnaderna är den simplaste modellen (schablonmetoden) och den som ger de högsta kostnaderna är den mest detaljerade modellen (fördjupad Eva-modell). Ytterligare analyser av vägavbrott har genomförts med Sampersmodellen som ett examensarbete av en student vid Linköpings universitet i samarbete med Sweco och SGI (Röcklinger 2011). Indata till denna modell är mer detaljerade än för fördjupad EVA-modell. Utan slutgiltiga resultat av examensarbetet diskuteras inte val av metod för Göta älvutredningen här utan hänvisar till slutrapport (Andersson-Sköld 2011). En nackdel är dock att fördjupade analyser med EVA och Sampers kräver special kompetens. Sweco gjorde beräkningarna i Göta älvprojektet på uppdrag av SGI. I det fall där resurser inte finns att genomföra en detaljerad analys, kan det fortfarande rekommenderas att använda en av de två andra metoderna. Man ska då vara medveten om vilka antaganden dessa metoder vilar på och att kostnaderna tenderar att bli lägre vid användandet av de enklare metoderna. Sektorsrapporten för väg antyder att en faktor 2-3 möjligen kan kompensera för den lägre detaljnivån i jämförelse med fördjupad EVA-modell. Detta är dock inte vetenskaplig underbyggd och behöver analyseras mer noggrant för att med säkerhet kunna säga att detta gäller vid alla tillfällen. Det som inte har analyserats i känslighetsanalysen är antagande om hur mycket Europaväg och kommunal väg som befinner sig inom ett område på ett hektar. Interna kopplingar mellan transportsektorer har inte heller analyserats. De kostnadsuppgifter som framkommit under Göta älvprojektet visar att kostnader för väg kan variera mycket beroende av vart ett skred inträffar, vilka antaganden som görs avseende tidsåtgång för återställande och vilken analysmodell som används i beräkningar.

### 3.6 Järnväg

Analyserna i detta avsnitt är baserade på information från sektorrapporten *Järnväg* (Bergman 2011b). Järnvägen, Norge/Väner-banan, går längs med älvens östra sida. Söder om Alvhem i Ale kommun ligger i dagsläget ca 30 km räls inom 1 km från älven. Vid Trollhättan tillkommer 2 km i form av en järnvägsbro. I Alvhem leder en andra förgrening ca 13 km in till Lilla Edet. Förgreningen är ett godsspår med lite trafik och påverkar inte persontrafiken. Totalt ligger ca 45 km räls inom uppdragets utredningsområde varav 32 km hanterar både gods- och persontrafik. Det är störningar och avbrott på sistnämnda sträcka som inkluderas vad gäller järnväg i slutresultatet från deluppdraget; Metodik och konsekvensbedömning Järnväg (Bergman 2001b).

#### 3.6.1 Huvudalternativ

I samband med utbyggnad av Norge/Vänerbanan har stabiliseringsåtgärder genomförts. Det antas i fallstudien att scenarion med små skred (1 ha) i stor utsträckning har byggts bort. Mer troligt är att scenarion som bygger på större kvickleraskred kommer att orsaka problem för järnvägen. Resultat av beräkningar till fallstudie Nol (Falemo m.fl 2010) har interpolerats till ett hektarvärde. Ett värde för avbrott (återställande och omledning) motsvarar ca 40 Mkr för sträckan söder om Älvängen och ett värde för avbrott motsvarar ca 26 Mkr för sträckan norr om Älvängen. Skillnader i värden beror på att den norra delen av järnvägen är mindre trafikerad än den södra och omledningskostnader förväntas därmed bli lägre (Bergman 2011b). Åtgärds kostnader är hämtad från tidigare skredad räls och pågående järnvägsbygge. Omledningskostnaderna är framräknade med Bansk av Trafikverket och manuellt med BVH 706 av SGI.

Tabell 19: Sammanställning hektarvärde, 2009 års priser, Mkr

	Skred söder om Älvängen	Skred norr om Älvängen
Omledning	36 (2009)	21
Återställande	5-7	5-7
<b>Totalt</b>	<b>41-43</b>	<b>26-28</b>

*Beskrivning av skadekostnadsfunktion:*

$$C = R \cdot X_1 + O_P \cdot X_2 + O_G \cdot X_3 + B \cdot X_4$$

C:	Skadekostnad
R:	Återställandekostnad
$O_P$ :	Omledningskostnad persontrafik
$O_G$ :	Omledningskostnad godstrafik
B:	Kostnad för återställande av järnvägsbro i Trollhättan
$X_1$ :	Antal meter
$X_2$ :	Antal dygn
$X_3$ :	Antal dygn
$X_4$ :	Drabbas/drabbas inte

### 3.6.2 Osäkerhetsparametrar

Sannolikheten för att ett tåg ska drabbas direkt av ett skred är troligen liten och har inte analyserats. Skulle det trots allt inträffa skulle det kunna få förödande konsekvenser för människor, djur och natur. Den riktigt stora osäkerheten vad gäller konsekvenser för järnväg till följd av ett skred är i hur stor omfattning järnvägen drabbas.

Omledningskostnader i samband med brott på rälsen bidrar mest till de höga kostnaderna. Vilket antagande som görs vad gäller tidsåtgång för återställande av järnvägen är därmed av högsta betydelse. Uppgifter om trafikmängd på spåret finns tillgängliga och anses i sammanhangen vara tillförlitlig information och analys av detta anses inte minska osäkerheten i resultatet. Uppgifter om antal resenärer finns också. Medelvärden för antal resenärer används och detta anses vara korrekt detaljnivå för konsekvensanalysen. För beräkningarna i sektorsrapporten; Järnväg antas godstrafiken kunna ledas om på Bohusbanan nattetid. Förseningar kommer då inträffa i början till följd av omorganisering för att sedan enbart leda till en timmas försening per tåg. Detta resonemang håller då trafikmängd vad gäller godstrafik inte ökar. Ett scenario där godstransporter flyttas från andra trafikslag (väg, sjöfart) och över till järnväg har inte analyserats. Underlag för om och hur mycket som potentiellt skulle behöva flyttas över finns inte. Vid kapacitetsbrist är det troligt att transportörer i stor utsträckning försöker använda sig av vägnätet. Problem kan i så fall uppstå i det fall sjöfarten hindras och vägtransport inte är ett alternativ. Troligt är att järnvägssystemet kan hantera nuvarande godsmängd men ytterligare belastning kan leda till kapacitetsbrist.

### 3.6.3 Analys

#### Persontrafik

Tabellerna 21 och 22 ger en översikt över merkostnader till följd av att bussar behöver sättas in som alternativ till tågresor. Fullständiga beräkningar redovisas i Bergman (2011b) bilaga 1.

Tabell 20: Översikt kostnader för persontrafik, Mkr, 2009 års prisnivå

<b>Söder om Älvängen</b>	<b>1 dygn</b>	<b>30 dygn</b>	<b>60 dygn</b>	<b>100 dygn</b>
Avståndsberoende kostnad	218 000	6 540 000	13 080 000	21 800 000
Tidsberoende kostnad	54 846	1 645 380	3 290 760	5 484 600
Externa effekter	32 543	976 290	1 952 580	3 254 300
Restid/Förseningstid	484 931	14 547 945	29 095 890	48 493 100
<b>Summa (2006 års prisnivå)</b>	<b>790 000</b>	<b>23 700 000</b>	<b>47 400 000</b>	<b>79 000 000</b>
<b>Summa (2009 års prisnivå)</b>	<b>833 000</b>	<b>24 900 000</b>	<b>50 000 000</b>	<b>83 300 000</b>

Tabell 21: Översikt kostnader för persontrafik, Mkr, 2009 års prisnivå

<b>Norr om Älvängen</b>	<b>1 dygn</b>	<b>30 dygn</b>	<b>60 dygn</b>	<b>100 dygn</b>
Avståndsberoende kostnad	161 000	4 830 000	9 660 000	16 100 000
Tidsberoende kostnad	29 590	887 700	1 775 400	2 959 000
Externa effekter	19 793	593 790	1 187 580	1 979 300
Restid/Förseningstid	242 465	7 273 965	14 547 930	24 246 500
<b>Summa (2006 års prisnivå)</b>	<b>450 000</b>	<b>13 600 000</b>	<b>27 000 000</b>	<b>45 000 000</b>
<b>Summa (2009 års prisnivå)</b>	<b>474 000</b>	<b>14 300 000</b>	<b>28 500 000</b>	<b>47 400 000</b>

**Stort skred (400 m x 400 m)**

400 meter järnväg förstörs och måste återställas. Under tiden måste gods omledas via Bohusbanan och persontrafik flyttas över till bussar. För återställande av järnväg används medelvärdet på 6 Mkr och medelvärden för omledning av gods avseende tidsfördröjning. Resultaten visas i Tabell och uttryckt i 2009 års prisnivå. För fullständiga beräkningar se bilaga 1.

Tabell 22: Resultat, tidsanalys, Mkr, 2009 års prisnivå

Tid för återställande	Total kostnad	Kostnad u/ restidsförluster
Skred söder om Älvängen:		
<b>30 dygn</b>	36,6	21,4
<b>60 dygn</b>	67,4	36,7
<b>100 dygn*</b>	108,3	57,2
Skred norr om Älvängen:		
<b>30 dygn**</b>	26	18,3
<b>60 dygn</b>	45,9	30,7
<b>100 dygn</b>	72,4	47,1

\*Värsta fallet

\*\*Bästa fallet

### Godstrafik

Tabell 23: Kostnader för omledning av godstrafik beroende på tid för återställande

Gods, omledning till Bohusbanan	Mkr (2006)	Mkr (2009)
<b>1 t / 30 dagar</b>	3,6	3,8
<b>1t / 60 dagar1</b>	7,2	7,6
<b>t / 100 dagar</b>	12	12,7
<b>2 t / 30 dagar</b>	7,2	7,6
<b>2 t / 60 dagar</b>	14,4	15,2
<b>2 t / 100 dagar</b>	24	25,3

Kostnadsintervall för omledning av gods till Bohusbanan (2009):

30 dagar	3,8-7,6	Mkr medel 5,7
60 dagar	7,6-15,2	Mkr medel 11,4
100 dagar	12,7-25,3	Mkr medel 19

### 3.6.4 Worst/best case-scenario

Bästa fallet där 400 m järnväg skredar är där skredet går norr om Älvängen och återställandet tar 30 dagar. Med restidsförluster uppgår skadekostnaderna till 26 Mkr. Värsta fallet scenariot är där 400 m järnväg skredar söder om Älvängen och återställandet tar 100 dygn. Med restidsförluster uppgår skadekostnaderna till 108 Mkr.

### 3.6.5 Diskussion

Känslighetsanalysen har undersökt hur tid för återställande av järnväg för gods- och persontrafik påverkar skadekostnaderna. De största kostnaderna i samband med att järnväg drabbas av skred är kostnader för omledning av persontrafik. Antaganden om antal tåg och antal personer som färdas med tågen har inte analyserats. Dessa faktorer kan ha stor inverkan på skadekostnadsberäkningarna.

## 3.7 Broar

I utredningsområdet finns både vägbroar och en stor järnvägsbro. Om dessa skulle kollapsa till följd av skred kan konsekvenserna vara förödande. Skulle människor befinna sig på/vid en bro när den kollapsar är de ytterst sårbara. De materiella kostnaderna av en brokollaps är också höga. Muntliga uppgifter visar på att kostnaderna för att anlägga broar kan ligga mellan 15 000- och 50 000 kronor per m<sup>2</sup> (Gustafsson 2011). I känslighetsanalysen genomförs ingen analys av detta.

## 3.8 Sjöfart

Känslighetsanalysen är baserade på den information som finns i rapporten *Sjöfart* (Bergman 2011c). Ett skred i Göta älv dalen kan påverka sjöfarten genom att helt eller delvis blockera älvfåran och därmed förhindra sjötransport på älven. Identifierade kostnader består av muddringskostnader och av dygnskostnader för de fartyg som blir fast uppströms skredet. Andra konsekvenser kan vara att fartyg direkt drabbas av ett skred vilket anses vara mindre troligt. Utöver detta kan också skredet leda till minskat förtroende för sjöfartssektorn till en följd av eventuella uteblivna leveranser. Höga kostnader uppstår i samband med muddring av förorenade massor, detta diskuteras i sektorsrapporten miljöfarlig verksamhet och förorenade områden. Resultatet av deluppdraget metodik och konsekvensbedömning redovisas i GIS där kartan är uppdelade i rutor a 100 m x 100 m. Sjöfartssektorn skiljer sig lite från de andra sektorerna då den inte är bunden till specifika rutor på land.

### 3.8.1 Huvudalternativ

För beräkningarna i huvudalternativet antas det att det tar 2-4 dagar innan farleden är öppen för begränsad genomfart efter ett litet skred. För ett stort skred har det antagits att det tar mellan 1-2 månader innan farleden är öppen (Bergman 2011c, SOU 1962:48, MSB 2011). Vad gäller mängden massor som behöver muddras så uppgår dessa till 25 procent av de skredmassorna. Resultaten presenteras i monetära värden per rutenhet (100 m x 100 m) i en GIS-karta. Beräkningarna har 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 älvkanen gäller beräkningarna enbart kostnader för att muddra (B).

<b>B</b>			
<b>A</b>			
Göta älv			

Nedan följer två exempel. Exempel 1 kommer att användas som utgångspunkt för känslighetsanalyserna.

1. Skadekostnader för ett stort skred (16 ha) kan uppskattas till ca 272 Mkr (2009 års priser). Rekommenderad värden och medelvärden har använts i beräkningarna.
2. Skadekostnader för ett litet skred (1ha) kan uppskattas till ca 51,5 Mkr. Rekommenderad värden och medelvärden har använts i beräkningarna.

Beskrivning av skadekostnadsfunktion:

$$C = R \cdot X_1 + F \cdot X_2 + I \cdot X_3 + D \cdot X_4 \cdot X_5$$

- R*: Hektarvärde, återställande av älvfåra  
*F*: Hektarvärde, förebyggande åtgärder  
*I*: Hektarvärde, > 100 m från älvkant  
*D*: Dygnskostnad för fartyg fast i Vänern  
*X*<sub>1</sub>: Antal hektar vid älvkant  
*X*<sub>2</sub>: Antal hektar med förebyggande åtgärder  
*X*<sub>3</sub>: Antal hektar > 100 m från älvkant  
*X*<sub>4</sub>: antal fartyg fast i Vänern  
*X*<sub>5</sub>: antal dygn med fartyg fast i Vänern

Tabell 24: Faktorer som rekommenderas i sektorsrapporten; Sjöfart, 2009 års prisnivå

Kategori	Faktorer
Muddringsvolym per ha	25 000 m <sup>3</sup>
Muddringskostnad	100 kr m <sup>3</sup> /2,5 Mkr ha
Deponeringskostnad	100 kr m <sup>3</sup> / 2,5 Mkr ha
Återställande /förebyggande åtgärder	51 Mkr ha
Stängd farled <sup>7</sup>	3 dygn / 45 dygn
Dygnkostnad, fartyg <sup>8</sup>	36 000
Antal fartyg fast i Väner <sup>9</sup>	5 stk

### 3.8.2 Osäkerhetsparametrar

Dygnskostnader för fartyg utgör ingen stor samhällsekonomisk kostnad. Det anses vara liten risk att ett fartyg ska drabbas direkt av ett skred. Vad gäller minskat förtroende för sjöfart så finns inget underlag för att bedöma vilken effekt ett skred kan komma att ha. Det som i stor uträkning påverkar skadekostnader i samband med skred är den mängd massor som behövs muddras. Vid Agnesbergsskredet förstärktes älvsidorna innan muddring påbörjades, även förebyggande arbete för att förhindra framtida skred genomfördes. Användandet av dessa erfarenhetsbaserade kostnadsuppgifter kommer att analyseras i känslighetsanalysen tillsammans med mängd muddermassor, deponikostnader och vilken effekt tid för avspärning av älven har på summerade skadekostnader.

#### Muddringskostnader

Av de massor som skredar kan det vara allt från 0 % (dvs allt åker ut i älven) till 100 % procent som stannar kvar på land (Bergman 2011c, Elliot; Svahn, 2011-04-20). I delrapporten; Sjöfart ansätter författaren att 50 procent av skredmassorna stannar kvar på land. Av de 50 procent som skredar ut i vattnet antas att ca 50 procent stannar kvar på plats i älven, det vill säga 25 procent av de totalt skredade massorna måste muddras bort. Uppgifter om muddervolym och mudderkostnad gäller de kartrutor som ligger innanför kusten (100 m och längre inåt land) (Bergman 2011c).

#### Förebyggande arbete

I det akuta skedet måste området där skredet har gått säkras för att förhindra fortsatt direkt skredutveckling. Detta måste även göras möjligt att muddra och utföra andra åtgärder för återställning av älvfåran. Området måste sedan stabiliseras och förebyggande åtgärder sättas in så att framtida skred undviks. Agnesbergsskredets omfattade ett om-

<sup>7</sup> Medelvärden litet (1ha) respektive stort skred

<sup>8</sup> Medelvärde av vad som har presenterats i sektorsrapporten; Sjöfart

<sup>9</sup> Medelvärde av vad som har presenterats i sektorsrapporten; Sjöfart



råde om 80 meter längs med älven och 30 meter inåt land. Kostnader för återställning och förebyggande arbete var på 41 Mkr, omräknat till 2009 års prisnivå (SGI, 1994). Omräknat till ett hektarvärde ger detta en kostnad på 51 Mkr (Bergman 2011c).

Kostnaderna kan fördelas på:

Akuta åtgärder per ha:	14 Mkr
Återställningsåtgärder per ha:	23 Mkr
Förebyggande åtgärder per ha:	14 Mkr
Totalt per ha:	51 Mkr

Tabell 25: Översikt, osäkerhetsfaktorer

Kategori	Min	Max	Rekommenderade
Andel som behöver muddras	10%	90 %	25 %
Kostnad återställning u/ förebyggande arbete (för framtida skred)			37 Mkr
Kostnad, förebyggande arbete (för framtida skred)			14 Mkr
Dygnskostnad fartyg	0,025Mkr	0,05Mkr	0,036 Mkr
Antal dygn fast i Väneren, litet skred	2	4	3
Antal dygn fast i Väneren, stort skred	30	60	45

### 3.8.3 Worst/best case-scenario

Här presenteras worst/best case-scenarion. Faktorer som analyseras här är min- och max värden vad gäller hur stor mängd som måste muddras och deponeras, storlek på dygnskostnader för fartyg, antal fartyg som blir kvar i Väneren och hur många dygn dessa fartyg blir fast. Analys av skadekostnader för områden närmast älven analyseras inte här utan vid den partiella känslighetsanalysen. Värsta och bästa fallet ger intervallet 217 Mkr-450 Mkr för ett skred som storleksmässigt motsvarar 16 hektar.

**Best case (16 ha):**

Bästa fallet-scenariot är där endast 10 procent av skredmassorna behöver muddras och deponeras, endast ett fartyg med den lägre dygnkostnaden blir kvar i Väneren, i 30 dagar.

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 1 \cdot 12 + 0,025 \cdot 1 \cdot 30$$

$$C = 217 \text{ Mkr}$$

**Worst case (16 ha):**

Värsta fallet är ett scenario där 90 procent av skredmassorna måste muddras och deponeras och där 10 fartyg med dygnskostnad på 50 000 kronor blir fast i Väneren.

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 18 \cdot 12 + 0,05 \cdot 10 \cdot 60$$

$$C = 450 \text{ Mkr}$$

**3.8.4 Partiell känslighetsanalys**

Den partiella analysen undersöker kostnader för rutorna närmast älven (<100 m), mängd massor som behöver muddras, dygnkostnader för fartyg, hur många fartyg som blir fast uppströms och antal dygn farleden är avstängd. Skredet som analyseras är 16 hektar stort. En faktor i taget ändras medan de andra hålls konstanta med värden från huvudalternativet (rekommenderade värden). De faktorer som tydligt påverkar skadekostnadernas är om man inkluderar förebyggande åtgärder och den mängd massor som måste muddras. Resultat presenteras i tabell 26. För utförliga beräkningar se bilaga 1.

Tabell 26: Resultat av partiell känslighetsanalys, 16 hektar, 2009 års prisnivå.

16 hektar	Mkr
Huvudalternativ	272
Utan förebyggande åtgärder* (för framtida skred)	216
10 % måste muddras och deponeras	224
90 % måste muddra och deponeras**	428
Dygnkostnader fartyg (25 000 kr)	270
Dygnkostnader fartyg (50 000 kr)	275
1 fartyg fast i Väneren	265
10 fartyg fast i Väneren	275
Farled avstängd 30 dygn	268
Farled avstängd 60 dygn	272

\*Ger lägst skadekostnad

\*\* Ger högst skadekostnad

### 3.8.5 Diskussion

Känslighetsanalysen undersöker faktorerna muddringsvolym, antal dygn sjöfarten hindras, dygnskostnader för fartyg och kostnader för förebyggande arbete. Det som inte har analyserats är kostnader för muddring, om ett fartyg skulle drabbas direkt av ett skred och hur ett skred eventuellt skulle kunna leda till minskat förtroende för sjöfarten. Beräkningar av bästa/värsta-fallet ger ett kostnadsintervall för konsekvenser inom sjöfartssektorn på 217 Mkr-450 Mkr för ett skred på 16 hektar. Det framkommer av den partiella känslighetsanalysen att det som påverkar storleken på skadekostnader i störst utsträckning är kostnader för förstärkning och återställande, förebyggande åtgärder och den mängd skredmassor som måste muddras. Ingen analys har gjorts av kostnader för förstärkning och återställande av älvfåran. Dessa bygger på erfarenhetsbaserad information från Agnesbergsskredet. Om förebyggande åtgärder ska inkluderas i en samhällsekonomisk analys av konsekvenser till följd av skred kan diskuteras. I sektorsrapporten för sjöfart är denna kostnad medräknat. I känslighetsanalysen kan man se vad skadekostnader för 16 hektar skredat mark kan bli utan kostnader för förebyggande åtgärder. Hur stor del av skredmassorna som behöver muddras beror av hur mycket som hamnar i älven och vilket typ av skred som inträffar. Hur mycket av de skredade massorna som stannar kvar i älven beror på om massorna består av jord, lera eller annat material. I sektorsrapporten antas att 25 procent behöver muddras, dock sätts en övre gräns vid 90 procent. Beräkningar med 90 procent ger det högsta skadebeloppet i den partiella känslighetsanalysen. Som ett resultat av detta rekommenderas att fortsätta arbeta med att minska osäkerheten i denna faktor. Detta kan göras genom ytterligare studier på inträffade och framtida skred.

## 3.9 Miljöfarliga verksamheter och förorenad mark

Att förutse vad som kommer att bli konsekvenserna om miljöfarliga verksamheter och/eller förorenade områden drabbas av skred är svårt. Scenarion där verksamheter som hanterar gaser och explosiva ämnen kan det resoneras kring men underlagsmaterial för att stödja olika scenarion och uttala sig om de faktiska konkreta konsekvenserna som kan uppstå är bristvara. Särskilt svårt kan det vara att hitta underlag för att skatta de långsiktiga effekterna båda vad gäller miljö och människor. Rapporten Miljöfarlig verksamhet och förorenade områden (Rihm och Helgesson 2011) beskriver en metodik för att inventera och beräkna mer- och samhällsekonomiska kostnader när skred drabbar miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. I rapporterna belyses problem som kan uppstå i samband med inventering och värdering. Osäkerheten är mycket stor och svårbedömd och beror av flertal faktorer. De kostnader som har kunnat identifieras och för vilka värden också ansatts är de som uppkommer i samband med akuta insatser, markundersökningar och sanering.

### 3.9.1 Huvudalternativ

I tabell 27 redovisas de ansatser som gjorts av vilka massor som antas behöva hanteras då ett skred sker i ett förorenat område.

Tabell 27: Översikt, faktorer för beräkning av fallstudie 1 ha

Faktor	Mängd
Densitet	1,8 ton/m <sup>3</sup>
Massor som måste schaktas och deponeras	9 000 ton
Massor som måste muddras och deponeras	9 000 ton
Pumpning, farlig vätska	10 m <sup>3</sup>
”Sanering”	500 ton

I Tabell 28 redovisas bedömda merkostnader och uppskattning av samhällsekonomiska merkostnader. För mer detaljer kring ansatser och värden för de olika beräkningsmetoderna liksom till den diskussion som förs kring vad som ingår i begreppet samhällsekonomisk merkostnad hänvisas till Helgesson och Rihm (2011).

Tabell 28: Förslag till kostnader för bedömning av merkostnader och en ansats till kostnader för att beskriva de merkostnader som kan uppkomma om man förutsätter att de mest förorenade områdena ända kommer att saneras, Mkr, i 2009 års prisnivå

Verksamhet	Bedömd merkostnad per ha *	Uppskattning av samhällsekonomisk merkostnad per ha (se diskussion i Helgesson och Rihm, 2011)
Förorenat område, Mycket hög risk (klass 1)	22	4
Förorenat område, Hög risk (klass 2)	14	2,5
Förorenat område, Måttlig risk (klass 3)	2,3	2,3
Förorenat område, Liten risk (klass 4)	0,5	0,5
Miljöfarlig verksamhet, A-anläggning	0,65	0,65
Miljöfarlig verksamhet, B-anläggning	0,4	0,4
Miljöfarlig verksamhet, C-anläggning	0,15	0,15
Seveso, Högre kravnivå***	Konsekvensklass fem	Konsekvensklass fem
Seveso, Lägre kravnivå***	0,65	0,65

\* Saneringskostnader med avdrag för de kostnader som skulle ha uppstått om området inte varit förorenat

\*\* Bör utredas vidare av verksamhetsägaren i samverkan med berörda myndigheter.

### 3.9.2 Analys

#### Förorenad mark

För att bedöma merkostnader till följd av att ett skred sker i ett förorenat område har flera antaganden gjorts såsom hur djupt föroreningarna går och massornas densitet samt hur stor volym som kräver extra åtgärder, etc. I huvudalternativet ansätts att en anläggning eller ett förorenat område upptar en hektar och att den massa som är förorenad uppgår till 1 m djup, om det sker ett skred i ett förorenat område. Dels kan det vara ett mindre område som verksamheten utgörs av och inte minste ett förorenat område kan vara betydligt större. Till följd av den ringa information som funnits att tillgå inom ramen för föreliggande uppdrag kan därför de värden som anges i Tabell 28 variera med flera faktorer. Det vill säga; vi får en merkostnad som kan variera från runt tio Mkr till mer än hundra miljoner per skred om skredet sker i ett förorenat område, med mycket hög risk (klass 1). Den samhällsekonomiska kostnaden kommer för motsvarande fall och på motsvarande sätt att få ett spann från någon upp till några tiotals miljoner kronor. Det vill säga om volymen där föroreningar förekommer är dubbelt så stor än vad som ansatts i basfallet, blir även kostnaden dubbelt så stor än vad som anges i Tabell 28 ovan.

#### Miljöfarlig verksamhet

För att belysa konsekvenser av skred hos miljöfarliga verksamheter kontaktades en verksamhet som är klassad både som A-anläggning och Seveso-anläggning av lägre grad. Dessa anläggningar behöver inte skriva säkerhetsrapport för inlämning till myndigheter (länsstyrelsen, MSB) såsom Seveso-anläggningar av högra graden är pålagd. Den tillfrågade verksamheten ombads beskriva vad som eventuellt skulle kunna inträffa på anläggningen till följd av ett skred; bränder och explosioner kan uppstå på arbetsstället men det ska mycket till och det anses i de flesta fall inte vara någon stor risk för människor. Räddningstjänsten sköter allt brandskydd (anläggningen har ingen egen brandpersonal). Räddningstjänst är på arbetsstället dagligen. De sköter provning av sprinkler, brandlarm etc. Kemikaliebrand kan påverka tredje part i det fall då vindriktning är missgynnande. Detta kan leda till att boende får hålla fönstren stängde och möjligen kan väg E45 behöva stängas av för den period brand/vind pågår. Ett värsta tänkbara scenario är att ett skred orsakar explosion av gasoltanker eller väteperoxidbehållare. Detta kan påverka tredje part även med dödlig utgång beroende på var tredje part befinner sig (Molin 2011).

### 3.9.3 Diskussion

Känslighetsanalysen pekar på hur skadekostnaderna påverkas av den mängd massor som måste saneras. Kostnaderna för de olika momenten som kan medföra extrakostnader till följd av att skredet sker i ett förorenat område eller vid en miljöfarlig verksamhet har inte analyserats. Att ta fram kostnader för sanering av förorenad mark har visat sig vara svårt. Kostnaderna kan variera mycket beroende av typ av förorening och av omständigheterna kring saneringsprocessen och av den faktiska volym som kommer behöva saneras. Det man med säkerhet kan säga om området miljöfarlig verksamhet och förorenade områden är att det behövs bättre underlag och även ökad kunskap för att kunna värdera de konsekvenser som kan uppstå.

### 3.10 Näringsliv

Känslighetsanalysen i detta avsnitt är baserad på den information som har framkommit under arbetet inom sektorsområde Näringsliv (Grahm, 2011). I sektorsrapporten väljs att värdera värdeskapande verksamheter som bidrar till BNP. Den inkluderar också kommunal, regional och statlig verksamhet.

#### 3.10.1 Huvudalternativ

För verksamheter inom jordbrukssektorn rekommenderar Grahm (2011) att använda värdet av förlorat skörd. Detta värde är baserat på antal hektar odlat mark och på marknadspriser på spannmål från år 2009. Övrig verksamhet rekommenderas att skatta produktionsförluster genom att använda verksamheters bidrag till bruttonationalprodukt (BNP) från inkomstsidan. Skattning av produktionsförluster blir då *lön \* förlorat arbetstid*. Genomsnittliga löner för hela riket, år 2009, används. Denna medellön är på SCB:s hemsida uttryckt som månadslön. SCB räknar med att en månads heltidstjänst består av 174 timmar. Huvudrapporten räknar med en månads produktionsstopp.

Beskrivning av skadekostnadsfunktion:

$$C = w \cdot t \cdot e$$

*w*: Lön

*t*: Tid

*e*: Antal arbetare

#### 3.10.2 Osäkerhetsparametrar

Känslighetsanalysen undersöker hur längden av ett produktionsavbrott påverkar skadekostnaderna. Ingen analys görs av verksamheter som drabbas indirekt till följd av ett skred. Sektorsrapporten för näringsliv gör en genomgång av möjliga metoder för att inkludera näringslivet i samhällsekonomiska analyser. Det är i sig en känslighetsanalys. Olika detaljnivåer för värdeparametrar har testats och slutsatser kring detta har dragits. De stora osäkerheterna i värdering av näringslivet består i att avgöra när näringslivets förluster blir samhällsekonomiska förluster och hur dessa kostnader kan identifieras och göras åtkomliga med rimliga arbetsresurser för användning i samhällsekonomiska analyser. Detta analyseras inte här och för ett utförligare resonemang kring dessa frågeställningar hänvisas till sektorsrapporten. För verksamheter inom jordbrukssektorn rekommenderar Grahm (2011) att använda värdet av förlorat skörd. Detta värde är baserat på antal hektar odlat mark och på marknadspriser på spannmål från år 2009. Marknadspriser kan variera mellan åren och ett antal faktorer spelar roll. Priserna har dock inte historiskt sett varierat så mycket att höjning eller minskning av priserna skulle påverka riskklassning av områden längs med Göta älv. Med denna motivering analyseras inte marknadspriser inom jordbruk i detta avsnitt. Det som kommer att analyseras är hur längden av ett produktionsstopp påverkar skadekostnader beräknat som förlorat bidrag till BNP från inkomstsidan. Den del av näringslivet som inkluderas i den ekonomiska analysen är det som i ett tänkt scenario drabbas direkt av ett skred. Scenariot blir då att lokaler/områden där verksamheter har sin dagliga produktion förstörs, vilket leder till

produktionsstopp av kortare eller längre karaktär. Hur långt ett stopp blir beror på hur beroende verksamheten i fråga är av den plats där den producerar. Detta kan vara väldigt olika mellan verksamheter. Exempelvis så kan viss konsultverksamhet fortsätta sin verksamhet i andra lokaler medan andra yrkesinriktningar är fullständigt beroende av ett specifikt område t.ex. jordbrukare. Vi utgår ifrån att alla verksamheter kommer att drabbas av en periods produktionsstopp då tid går åt till omorganisering. Större industriverksamheter kan komma att lida av flera månaders produktionsstopp då större anläggningar behöver återställas, ersättas eller flyttas. I huvudalternativet valdes att använda en månads produktionsstopp för samtliga verksamheter. Detta kommer vara en överskattning i några fall och underskattning i andra. Tidsfaktorn är den osäkerhetsparameter som analyseras i detta avsnitt. Vi tar inte hänsyn till deltidstjänster utan utgår från att varje anställd är heltidsanställd.

#### *Exempel 1*

För att illustrera vald metod används fallstudie Nol, Ale kommun del två (Falemo m.fl. 2010). Denna fallstudie användes även i känslighetsanalys av delområdet; Exponering, kartläggning sårbarhet och värdering av liv och Fastigheter. Inom det 400\*400m<sup>2</sup> stora fallstudieområdet finns 15 arbetande. Med rekommendationer gällande lön och tid för produktionsstopp skulle ett skred i detta område kunna orsaka 0,4 Mkr i skadekostnader i form av minskad bidrag till BNP.

$$C = w \cdot t \cdot e$$

$$C = 27900 \cdot 1 \cdot 15$$

$$C = 0,4 \text{ Mkr}$$

#### *Exempel 2*

I Ale kommun inom utredningsområdet ligger två större verksamheter. Utifrån medelvärdet för antal anställda har dessa verksamheter 150 respektive 750 anställda. Gör man ovanstående beräkning igen under antagandet att ett av dessa företag drabbas av ett skred vilket leder till fullständig produktionsstopp kan skadekostnader uppgå till 4,2 Mkr respektive 21 Mkr.

#### *Exempel 3*

I huvudrapporten för Näringsliv blev några utvalda verksamheter tillfrågade om att själva uppskatta den egna verksamhetens produktionsförluster för produktionsstopp under en månad. I tabell 31 har några av svaren sammanställts. Siffrorna presenteras här för att visa att den faktiska produktionsförlusten är verksamhetsberoende.

*Tabell 29: Verksamhetens egen uppskattning av produktionsförluster vid en månads produktionsstopp. Mkr, 2009 års prisnivå*

14 anställda	350 anställda	450 anställda	450 anställda	3700 anställda
4	7,9	35	20-80	750-1200

### 3.10.3 Partiell känslighetsanalys

Den partiella känslighetsanalysen analyserar hur antal anställda och längd på produktionsstopp, oberoende av varandra, påverkar storleken på skadekostnaderna. Fullständiga beräkningar finns i bilaga 1.

Tabell 30: Resultat av partiell känslighetsanalys, produktionsförluster, Mkr, 2009 års prisnivå

Tid	15 anställda	150 anställda	750 anställda
2 veckor	0,2	2,1	10,5
1 månad	0,4	4,2	21
2 månader	0,8	8,4	41,9
3 månader	1,3	12,6	62,8
6 månader	2,5	25,1	125,6

### 3.10.4 Diskussion

Det är många osäkerheter förbundet med värdering av näringslivet. Den största frågan är när näringslivets ekonomiska konsekvenser blir synonyma med samhällets ekonomiska konsekvenser. Även när en teoretisk modell stödjer värderingar så ska det också vara praktiskt möjligt att genomföra värderingen. Kostnader för indirekta konsekvenser till följd av skred, t.ex. uteblivna leveranser, el- och teleavbrott, analyseras inte då underlag för detta inte finns. Ett av problemen är att de är svåra att kvantifiera. Utöver problemen med att ta fram faktiska kostnader så finns det svårigheter att hantera indirekta konsekvenser i skred med GIS då de i många fall inte kan knytas till kartan med koordinater. Sektorområdet, Näringsliv, är ett konsekvensområdet där noggrannhet i värderingar och värderingsmetoder borde kunna förbättras.

### 3.11 Sammanfattande resultat

Nedan ges en sammanställning av de största respektive lägsta konsekvensvärden som identifierats för respektive sektor inom denna sektorsbaserade analys.



Tabell 31: Sammanställning av min, max samt ansatta kostnader som använts i föreliggande studie.

Konsekvens	Ansatt kostnad denna studie (Mkr/ha)	Min kostnad denna studie (Mkr/ha)	Max kostnad denna studie (Mkr/ha)
Värde för människors sårbarhet (Fallstudie Nol, VSL enl. SIKA, 2009)	50	1	156 (inkl. skadade)
Fastigheter (Fallstudie Nol, marknadsvärde)	5	5	7 (inkl. inventarier)
VA*	0,7 – 156	0 – 150	0,7 - 501
Energi och ledningsnät*,#	0,9 - 54	0	54
Väg E45** (100 m)	49 – 252	20	347
Järnväg (100 m)	26 – 43	5	83
Sjöfart (för fallstudieområdet)	17	13,5	51
Förorenade områden – merkostnad	0,5 - 22	0,5	22
Miljöfarlig verksamhet – merkostnad	0,15 – 0,65	0,15	0,65
Seveso, Högre kravnivå	Konsekvensklass fem	-	Konsekvensklass fem
Näringsliv	Antal anställda x genomsnittslön i Sverige	0,2	1200

\*Beror på vilka anläggningar som finns/ansätts inom området.

# Kraftverk ej bedömt, ansätts tillhöra konsekvensklass fem.

\*\* Simuleringar med EVA modellen. Värdet beror på trafikintensitet och omledningsmöjligheter

## 4 DISKUSSION

Göta älvutredningens deluppdrag Metodik och konsekvensbedömning är en ex-ante analys. Det vill säga att vi försöker beskriva potentiella konsekvenser av skred som ännu inte har inträffat. Det är stora osäkerheter förbundet med ex-ante analyser. Dessa innefattar att det inte är känt när ett skred kommer att inträffa. Det kan vara dag- eller nattetid under semester, helg eller arbetsdag. Det är inte heller känt hur stort skredet/skreden kommer att vara, var de nästkommande skreden går och vad av det vi nu identifierat som kommer att befinna sig inom området när ett skred går. Det går heller inte att fastställa hur stor del av skredmassorna som kommer att hamna i älven, vilken typ av dämning detta medför och om det leder till en flodvåg och översvämningar längs med älven. De inventeringar och underlag som tagits fram i föreliggande uppdrag beskriver ungefär vad som befinner sig i området just nu. Underlagen innefattar hur många som bor, arbetar och går i skola inom utredningsområdet, var olika verksamheter ligger och var vägar samt järnvägar går. Det har tillhandahållits underlag som till viss del beskriver var, och hur mycket, el- tele och VA-ledningar som finns inom utredningsområdet och var natur- och kulturskyddade områden är belägna.

Trots att många aspekter och objekt är relativt väl inventerade råder det stora osäkerheter om hur stora konsekvenser ett skred kan komma att ha på de objekt som inventerats och vad det kan komma kosta att återställa eller ersätta objekten. Troligt kommer inte allt som befinner sig i området just nu att ersättas om ett skred inträffar. Utredningen har använt de kostnadsuppgifter som finns att tillgå i dagsläget för att göra bästa möjliga uppskattningar av skadekostnader. I många fall har skadekostnader skattats med kostnader för att bygga nytt. Detta kan leda till en övervärdering av konsekvenser då värdet av vissa objekt får ett högre värde efter skredet (vid återuppbyggnad) än vad det hade innan. Detta beror av att nybyggnationskostnader inte fångar upp existerande objekts värdeminskning till följd av förslitning. De återuppbyggda objekten kommer sannolikt också att ha en längre livslängd efter skredet än vad de hade innan och resurser för att underhålla objekten sparas. Denne värdeökning/sparade resurser ska egentligen dras av från nybyggnationsvärdet för att ge den korrekta skattningen av skadekostnader. Hur stora framtida besparningar/värdeökningar kan komma att bli är svårt att uppskatta och skiljer sig mellan olika objekt. Vi nöjer oss med att konstatera att vi är medvetna om att vissa konsekvenser möjligen är övervärderade.

Vi tror dock att denna övervärdering mer än tillräckligt vägs upp av alla de konsekvenser som inte har varit möjliga att värdera monetärt. Skadekostnaderna är uttryckta i 2009 års prisnivå. Om skredet inträffar långt in i framtiden kan dagens priser och löner ha ändrats, det samma gäller för befolkningsstatistik och samhällsstrukturer. Detta kan ha en inverkan på kostnadsuppskattningarna.

Inom samtliga sektorsområden kan förbättrade och fördjupade bedömningar utföras. Det är dock några sektorer som sticker ut mer än andra och där nytt underlagsmaterial skulle kunna leda till stora förbättringar vad gäller skattningar av skadekostnader. Detta gäller särskilt för *Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden, Naturmiljö, Kulturarv* och för *Näringsliv*.

## REFERENSER

- Andersson-Sköld Y. (2011) *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning*; SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Bergman R. (2011a) *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; Väg*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Bergman R. (2011b) *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; Järnväg*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Bergman R. (2011c) *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; Sjöfart*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Elliot A.L. (2010) SGI, Statens geotekniska institut, Myndighetsfunktionen. Privat kommunikation, 2010-12.
- Erlandsson J. (2010) Lilla Edets kommun, tekniska avdelningen. Personlig kommunikation 2010.
- Falemo S. (2011) *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; Exponering, kartläggning, sårbarhet och värdering av liv*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Falemo, S., Axelsson, J., Grahn, T. & Tobiasson-Blomén, H., 2010. *Göta älv konsekvensbedömning - Bebyggelse och Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv - Fallstudier*. Statens geotekniska institut.
- Frogner-Kockum P. och Andersson-Sköld Y. (2011) *Göta Älv- Metodik och konsekvensbedömning; Energi och ledningsnät*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Grahn T. (2011) *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; Näringsliv*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Gustafsson P.A. (2011) Peab. Personlig kommunikation (2011-06-10).
- Göransson G. (2011) SGI, Statens geotekniska institut. Privat kommunikation, 2011-04-20.
- Haglund K. och Rihm T. (2010). *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; VA-system, Delrapport 1*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.

- Hammit, J.K., 2000. Valuing Mortality Risk: Theory and Practice. Environmental Science and Technology, nr 64, ss. 1396-1400
- Helgesson H. och Rihm T. (2011) *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; Miljöfarlig verksamhet och förorenade områden - Fallstudie Älvängen*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.
- Hemnet (2011) [www.hemnet.se](http://www.hemnet.se) (sökning på Västra Götaland, Lilla Edet 2011-06-10)
- Holland och Peye (2006) "An update on cost-benefit analysis of the CAFÉ programme", Service Contract for the European Commission DG Environment, reference number AEAT/ED48763001/CAFÉ/CBA
- Hultkrantz L. och Svensson M. (2008) "Värdet av liv", Ekonomisk debatt, 36 (2): 5-16
- Konsumenternas (2011). <http://www.bankforsakring.konsumenternas.se/Forsakring/Hem-och-bostadsratt/Hemforsakring/Valja-forsakringsbelopp-losore/> (hämtat 2011-06-28).
- KP-Fakta (2010)
- Kågebro E. och Vedin Johansson M.(2008) Ekonomiska verktyg som beslutsstöd i klimatanpassningsarbete. FOI-R-2530-SE
- Körner S. & Wahlgren L. (2002) Praktisk statistik, ISBN 91-44-01915-7, Studentlitteratur, Lund
- Mattson B. (2006) Kostnads- nyttoanalys för nybörjare. Räddningsverket.
- Molin J. (2011) SCA. Personlig kommunikation (2011-04-20).
- MSB (2011) Naturolycksdatabasen, Surte, <http://ndb.msb.se/>
- Naturvårdsverket (2009) Monetära schablonvärden för miljöförändringar. Rapport 6322.
- Rihm T. (2011). SGI. Personlig kommunikation (2011-06-09).
- Rihm T. (2011). *Göta älv- Metodik och konsekvensbedömning; VA-system*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.

Rihm T. och Helgesson H. (2011). *Göta Älv- Metodik och konsekvensbedömning; Miljöfarlig verksamhet och förorenade områden*. SGI rapportserie Göta älvutredningen, Statens geotekniska institut.

Röcklinger M. (2011) Samhällsekonomiska effekter av långvariga trafikavbrott. Linköpings universitet.

SCB, 2003. *Tid för vardagsliv*. Levnadsförhållanden, Rapport nr 99. ISBN 91-618-1182-3. Statistiska centralbyrån.

SCB (2011) Lönestrukturstatistik

<http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/Produkt.asp?produktid=AM0110&lang=1>

hämtad 2011-06-20

Schelling, T.C., 1968. Problems in Public Expenditure Analysis; Chase, S. Red., Brookings: Washington DC.

SGI (1994), Statens geotekniska institut, *Agnesbergsskredet, Skredförebyggande åtgärder*, Rapport 45, Linköping 1994, Sandberg H och Ottoson E

SIKA (2009) Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4 Publikation 2009:3

SOU 1962:48 Rasriskerna i Götaälvdalen, Betänkande avgivet av Götaälvskommitten. Stockholm 1962

Svahn Victoria (2011) SGI, Statens Geotekniska Institut. Privat kommunikation (2011-04-20).

Sweco (2011) Utfört effektanalys med EVA-programmet. Kontaktperson Stefan Andersson

Trafikverket (2008) Effektsamband för vägtransportssystem. Publikation 2008:11. Nybyggnad och förbättring. Effektkatalog kap 6.

UESPA, US Environmental Protection Agency (2009) "Frequently asked questions on mortality Risk Valuation"

Vattenfall (2011) Magnus Carlson, privat kommunikation (2011-06-01)

Vedin Johansson M. och Forslund J. (2009) Klimatanpassning i Sverige. Samhällsekonomiska värderingar av hälsoeffekter

Västra Götalandsregionen (2009) Smittskyddsenheten. Rapport om utbrott av magsjuka i Lilla Edet 2008

WSP (2010) Samhällsekonomisk analys av installation av ultrafilter vid Lackarebäcks och Alelyckans vattenverk.

## BILAGA 1: BERÄKNINGAR PARTIELL KÄNSLIGHETSANALYS

### Kartläggning, Exponering, sårbarhet och värdering av liv

Huvudalternativ:

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 795 \text{ Mkr}$$

1a) min värde för betingad sårbarhet, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,01 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 50 \text{ Mkr}$$

1b) max värde för betingad sårbarhet, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,23 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 1143 \text{ Mkr}$$

2a) min värde närvarofaktor boende, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,38 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 503 \text{ Mkr}$$

2b) max värde närvarofaktor boende, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 1,00 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 10867 \text{ Mkr}$$

2a) min värde närvarofaktor arbetande, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,0,69 + 15 \cdot 0,0) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 781 \text{ Mkr}$$

2b) max värde närvarofaktor arbetande, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,48) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 808 \text{ Mkr}$$

2a) min värde närvarofaktor elever, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,0 + 250 \cdot 0,0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 663 \text{ Mkr}$$

2a) max värde närvarofaktor elever, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,28 + 250 \cdot 0,0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 23\,534\,000$$

$$C = 927 \text{ Mkr}$$

3a)min värde VSL, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 10\,000\,000$$

$$C = 338 \text{ Mkr}$$

3b)max värde VSL, allt annat lika

$$C = (250 \cdot 0,14 + 250 \cdot 0,69 + 15 \cdot 0,24) \cdot 0,16 \cdot 55\,800\,000$$

$$C = 1885 \text{ Mkr}$$

## VA

1. a) Alternativ VAS2 med en kostnadsökning motsvarande 20 procent:

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1,20 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 0,84$$

b) Alternativ VAS2 med en kostnadsminskning motsvarande 20 procent:

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 0,80 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 0,56$$

2. a) Alternativ VAS1 ha värde: 0,475

$$C = 0,475 \cdot 1 + 0,7 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 0,475$$

b) Alternativ VAS1 ha värde 0,475 och en kostnadsökning med 20 procent):

$$C = 0,475 \cdot 1,20 \cdot 1 + 0,7 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 0,57$$

c) Alternativ VAS1 ha värde 0,475 och en kostnadsminskning med 20 procent):

$$C = 0,475 \cdot 0,80 \cdot 1 + 0,7 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 0,38$$

3. a) Alternativ VAS2 med pumpstation värde 0,5

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 1 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 1,2$$



b) Alternativ VAS2 med pumpstation värde 0,6

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,6 \cdot 1 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 1,3$$

4. a) Alternativ VAS2 med tryckstegringsstation värde 0,5

$$C = 0,475 \cdot 0,80 \cdot 1 + 0,7 \cdot 0 + 0,5 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 1,2$$

b) Alternativ VAS2 med tryckstegringsstation värde 0,6

$$C = 0,475 \cdot 0,80 \cdot 1 + 0,7 \cdot 0 + 0,6 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 1,3$$

5. a) Alternativ VAS2 med tryckstegringsstation och pumpstation värde 0,5\*2

$$C = 0,475 \cdot 0,80 \cdot 1 + 0,7 \cdot 0 + 0,5 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 0$$

$$C = 1,7$$

6. a) Alternativ VAS2 med vattenverk värde 150

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 1 + 150 \cdot 0$$

$$C = 150,7$$

b) Alternativ VAS2 med vattenverk värde 100

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 100 \cdot 1 + 150 \cdot 0$$

$$C = 100,7$$

c) Alternativ VAS2 med vattenverk värde 500

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 500 \cdot 1 + 150 \cdot 0$$

$$C = 500,7$$

7. a) Alternativ VAS2 med avloppsreningsverk värde 150

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 150 \cdot 1$$

$$C = 150,7$$

b) Alternativ VAS2 med avloppsreningsverk värde 100

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 100 \cdot 1$$

$$C = 100,7$$

c) Alternativ VAS2 med avloppsreningsverk c) värde 500

$$C = 0,475 \cdot 0 + 0,7 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 150 \cdot 0 + 500 \cdot 1$$

$$C = 500,7$$

### **Energi och ledningsnät**

Huvudalternativ

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 2$$

$$C = 5,3 \text{ Mkr}$$

1a) Utan transformatorstation

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1$$

$$C = 3,8 \text{ Mkr}$$

1b) Med medelvärde en liten transformatorstation

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 1$$

$$C = 4,55 \text{ Mkr}$$

1c) Med medelvärde för transformatorstation (40/10 kV)

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1 + 17,5 \cdot 1$$

$$C = 21,3 \text{ Mkr}$$

1d) Med transformatorstation (130 kV)

$$C = L \cdot X_1 + F \cdot X_2 + T \cdot X_3$$

$$C = 0,95 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1 + 50 \cdot 1$$

$$C = 53,8 \text{ Mkr}$$

**Järnväg*****Skred söder om Älvängen***

$$\text{Återställande tar 30 dygn: } 6 + 24,9 + 5,7 = 36,6$$

$$\text{Utan restidsförluster: } 6 + 9,7 + 5,7 = 21,4$$

$$\text{Återställande tar 60 dygn: } 6 + 50 + 11,4 = 67,4$$

$$\text{Utan restidsförluster: } 6 + 19,3 + 11,4 = 36,7$$

$$\text{Återställande tar 100 dygn: } 6 + 83,3 + 19 = 108,3$$

$$\text{Utan restidsförluster: } 6 + 32,2 + 19 = 57,2$$

***Skred norr om Älvängen***

$$\text{Återställande tar 30 dygn: } 6 + 14,3 + 5,7 = 26$$

$$\text{Utan restidsförluster: } 6 + 6,6 + 5,7 = 18,3$$

$$\text{Återställande tar 60 dygn: } 6 + 28,5 + 11,4 = 45,9$$

$$\text{Utan restidsförluster: } 6 + 13,3 + 11,4 = 30,7$$

$$\text{Återställande tar 100 dygn: } 6 + 47,4 + 19 = 72,4$$

$$\text{Utan restidsförluster: } 6 + 22,1 + 19 = 47,1$$

**Sjöfart**

Huvudalternativ:

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + 0,036 \cdot 5 \cdot 45$$

$$C = 272 \text{ Mkr}$$

1a) Utan kostnader för förebyggande åtgärder

$$C = 37 \cdot 4 + 0 \cdot 0 + 5 \cdot 12 + 0,036 \cdot 5 \cdot 45$$

$$C = 216 \text{ Mkr}$$

2a) Under antagandet att 10 procent av skredmassorna måste muddras och deponeras

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 1 \cdot 12 + 0,036 \cdot 5 \cdot 45$$

$$C = 224 \text{ Mkr}$$

2b) Under antagandet att 90 procent av skredmassorna måste muddras och deponeras

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 18 \cdot 12 + 0,036 \cdot 5 \cdot 45$$

$$C = 428 \text{ Mkr}$$

3a) Med min. dygnkostnader för fartyg

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + 0,025 \cdot 5 \cdot 45$$

$$C = 270 \text{ Mkr}$$

3b) Med max dygnkostnader för fartyg

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + 0,050 \cdot 5 \cdot 45$$

$$C = 275 \text{ Mkr}$$

4a) Med lägst antal fartyg fast i Väneren

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + 0,036 \cdot 1 \cdot 45$$

$$C = 265 \text{ Mkr}$$

4b) Med högst antal fartyg fast i Väneren

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + 0,036 \cdot 10 \cdot 45$$

$$C = 275 \text{ Mkr}$$

5a) Min. antal dygn, farled stängd

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + 0,036 \cdot 5 \cdot 30$$

$$C = 268 \text{ Mkr}$$

5b) Max antal dygn, farled stängd

$$C = 37 \cdot 4 + 14 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + 0,036 \cdot 5 \cdot 60$$

$$C = 271,5 \text{ Mkr}$$

## Näringsliv

1a) 15 arbetare, två veckors produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 0,5 \cdot 15$$

$$C = 0,2 \text{ Mkr}$$

1b) 15 arbetare, två månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 2 \cdot 15$$

$$C = 0,8 \text{ Mkr}$$

1c) 15 arbetare, tre månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 3 \cdot 15$$

$$C = 1,3 \text{ Mkr}$$

1d) 15 arbetare, sex månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 6 \cdot 15$$

$$C = 2,5 \text{ Mkr}$$

2a) 150 arbetare, två veckors produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 0,5 \cdot 150$$

$$C = 2,1 \text{ Mkr}$$

2b) 150 arbetare, en månads produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 1 \cdot 150$$

$$C = 4,2 \text{ Mkr}$$

2c) 150 arbetare, två månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 2 \cdot 150$$

$$C = 8,4 \text{ Mkr}$$

2d) 150 arbetare, tre månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 3 \cdot 150$$

$$C = 12,6 \text{ Mkr}$$

2e) 150 arbetare, sex månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 6 \cdot 150$$

$$C = 25,1 \text{ Mkr}$$

3a) 750 arbetare, två veckors produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 0,5 \cdot 750$$

$$C = 10,5 \text{ Mkr}$$

3b) 750 arbetare, 1 månads produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 1 \cdot 750$$

$$C = 21 \text{ Mkr}$$

3c) 750 arbetare, två månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 2 \cdot 750$$

$$C = 41,9 \text{ Mkr}$$

3d) 750 arbetare, tre månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 3 \cdot 750$$

$$C = 62,8 \text{ Mkr}$$

3e) 750 arbetare, sex månaders produktionsstopp

$$C = 27900 \cdot 6 \cdot 750$$

$$C = 125,6 \text{ Mkr}$$

## Väg

$$C = O \cdot t + R$$

*C: Skadekostnad*

*O: Omledningskostnad*

*T: Tidsåtgång för återställande*

*R: Återställandekostnad, Europaväg och kommunal väg*

Tabell 32: Beräkning av omledningskostnader (O) och omledningskostnader + återställande kostnader (O+R)

Antal dygn	A (O)	A (O+R)	B (O)	B (O+R)	C (O)	C (O+)	D (O)	D (O+R)
1	1,93	17,93	0,29	16,29	0,51	16,51	0,27	16,27
30	57,9	73,9	8,7	24,7	15,3	31,3	8,1	24,1
60	115,8	131,8	17,4	33,4	30,6	46,6	16,2	32,2
90	173,7	189,7	26,1	42,1	45,9	61,9	24,3	40,3
120	231,6	247,6	34,8	50,8	61,2	77,2	32,4	48,4
150	289,5	305,5	43,5	59,5	76,5	92,5	40,5	56,5
180	347,4	363,4	52,2	68,2	91,8	107,8	48,6	64,6

# 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](mailto:sgi@swedgeo.se) Internet: [www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se)