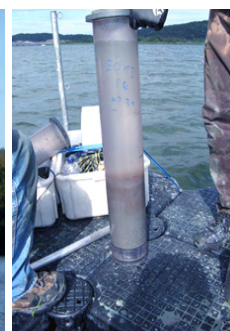


Metodik för inventering och värdering av konsekvenser till följd av skred i Göta älvdalen

Yvonne Andersson-Sköld

GÄU - delrapport 12

Linköping 2011





STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Göta älvutredningen - delrapport 12

Metodik för inventering och värdering av konsekvenser till följd av skred i Göta älvdalen

Methodology for inventory and assessment of consequences of landslides in the Göta river valley

Yvonne Andersson-Sköld

**Göta älvutredningen
delrapport 12**

Beställning

Dnr SGI

Uppdragsnr SGI

Statens geotekniska institut (SGI)
581 93 Linköping

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

6-1001-0043

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 älvdalen 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 högsensitiva lera (kvicklera) samt utveckla metodik för konsekvensbedömning. Utredningen har genomförts i samverkan med myndigheter, forskningsinstitutioner samt nationella och internationella organisationer.

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

Konsekvensbedömning

I föreliggande rapport redovisas val av konsekvenser som beaktas, beskrivning av de metoder för värdering vi väljer att arbeta vidare med för att bedöma och visualisera konsekvenser av potentiella skred i Göta älvdalen.

Uppdragsledare för detta uppdrag inom GÄU har varit Yvonne Andersson-Sköld. Inom SGI har följande personer medverkat aktivt i arbetet: Jonas Axelsson, Ramona Bergman, Rebecca Bertilsson, Stefan Falemo, Paul Frogner-Kockum, Tonje Grahn, Gunnel Göransson, Kristina Haglund, Helena Helgesson, Thomas Rihm, Pascal Suer, Hanna Tobiasson-Blomén och Mats Öberg. Denna rapport har sammanställts av Yvonne Andersson-Sköld. Till deluppdraget har också knutits en expert/referensgrupp bestående av Sofia Ahlroth, Naturvårdsverket, Tomas Henrysson, Conviro AB, Carina Hultén, SGI, Magnus Johansson, MSB/Karlstad Universitet, Mats Persson, Halmstad Högskola, Kari Sletten, NGU, Björn Sund, Örebro Universitet, Torbjörn Thedeen, prof. emeritus KTH. Samtliga har medverkat aktivt i projektet bland annat genom medverkan i referensgruppsmöten samt med granskning av innehållet i föreliggande rapport. I arbetet har vidare Henrik Jaldell docent i Nationalekonomi vid Karlstads universitet medverkat som expertstöd och Stefan Andersson och Emma Agneman, Sweco, Joel Åkesson och Per Bergström-Jonsson, Trafikverket samt Martin Röcklinger, LiU, medverkat som expertstöd och utfört beräkningar med modellerna EVA och Sampers. Under våren 2011 har GIS-arbetet utförts av Hedvig Fahlberg, Sweco. Sture Lindahl, SMHI, har gjort översiktliga beräkningar kring hydrologiska konsekvenser av dämning av älven som kan uppstå till följd av ett skred. Ytterligare ett flertal personer har varit till vår hjälp och vi riktar därför ett stort tack till alla som bidragit med egen kunskap, källmaterial och dataunderlag.

Linköping 2011

Marius Tremblay

Uppdragsledare, Göta älvutredningen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING.....	6
1. BAKGRUND	8
2. RISK OCH SÅRBARHET	14
3. KONSEKVENSANALYS - EN DEL AV RISK- OCH SÅRBARHETSANALYSEN	15
4. METOD FÖR KONSEKVENSBEDÖMNING.....	17
5. MÖJLIGA KONSEKVENSER - IDENTIFIERING OCH KATEGORISERING	18
6. MÖJLIGA KONSEKVENSER - SEKTORSBASERAD IDENTIFIERING.....	19
7. INVENTERING.....	31
8. TEKNISK/BETINGAD SÅRBARHET	46
9. METODER FÖR VÄRDERING	51
10. KONSEKVENSBEDÖMNING BEBYGGELSE	56
11. KONSEKVENSBEDÖMNING SEKTORSOMRÅDE KARTLÄGGNING, EXPONERING SÅRBARHET OCH VÄRDERING AV LIV	58
12. KONSEKVENSBEDÖMNING - VÄG OCH JÄRNVÄG.....	62
13. KONSEKVENSBEDÖMNING - SJÖFART	70
14. KONSEKVENSBEDÖMNING - ENERGI OCH LEDNINGSSYSTEM	75
15. KONSEKVENSBEDÖMNING - VA-SEKTORN	79
16. KONSEKVENSBEDÖMNING - MILJÖFARLIG VERKSAMHET OCH FÖRORENADE OMRÅDEN.....	83
17. KONSEKVENSBEDÖMNING - NATURMILJÖ	87
18. KONSEKVENSBEDÖMNING - KULTURARV.....	89
19. KONSEKVENSBEDÖMNING - NÄRINGSLEV	92
20. DISKUSSION OCH SLUTSATSER	95
21. REFERENSER.....	98
BILAGA 1	105

SAMMANFATTNING

Göta älvdalen är en av de mest skredfrekventa dalgångarna i Sverige. Årligen inträffar ett flertal skred men huvudandelen av dem är små och relativt ytliga. Stora skred har dock inträffat ett exempel är Götaskredet 1957 där tre personer omkom och tre skadades. Enligt tidigare utredningar kommer de framtida klimatförändringarna att medföra ökad sannolikhet för skred.

I denna rapport redovisas en metodik som skall användas för bedöma konsekvensen av skred och skall inom föreliggande uppdrag appliceras i Göta älvdalen. Resultatet skall tillsammans med de sannolikhets- och övriga analyser som utförs parallellt inom utredningen utgöra grund för att bedöma ytterligare fördjupade utrednings- samt åtgärdsbehov.

Avsikten är att göra en konsekvensanalys genom att, så långt det är möjligt, uttrycka konsekvenserna i monetära enheter.

Metodiken som presenteras i denna rapport innefattar

- identifiering av konsekvenser,
- inventering av objekt som kan påverkas
- bedömning av sannolikhet för att en viss konsekvens skall uppstå
- metod för värdering

För att öka överskådligheten har arbetet delats upp i följande konsekvenssektorer:

- Bebyggelse
- Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv
- Transport
 - Järnväg
 - Väg
 - Sjöfart
- Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden
- Va-system
- Naturmiljö
- Kulturarv
- Energi- och ledningssystem
- Näringsliv

I denna rapport sammanfattas de olika stegen i analysen. I separata sektorsvisa rapporter redovisas arbetet för respektive sektor mer i detalj och utförligt.

Arbetet bygger på resultat från tidigare studier och tidigare utvecklade metoder. Det baseras också på intervjuer och erfarenheter från tidigare eller liknande händelser. Arbetet har utförts i två steg. Det första steget var fallstudiebaserat för att ta fram en metodik som var användbar för just det specifika fallstudieområdet. Det andra steget innebar att metoden utvecklades till generell metodik som kan användas för hela utredningsområdet. Arbetet utgår från tillgängliga underlag men baseras också på ansatser och antaganden.

Metodiken är en sammansättning av befintliga underlag, men eftersom det innefattar ett komplext system i ett stort utredningsområde, finns underlagen tillgängliga i varierande grad och förenklingar har fått göras. Till exempel beror konsekvensen av ett skred av ett flertal faktorer, för att kunna beskriva konsekvensen har vi utgått från två typskred (100 m x 100 m respektive 400 m x 400 m).

I denna rapport, och framförallt i de underlagsrapporter som hänvisas till under respektive sektor, finns mer information avseende de antaganden och ansatser som gjorts. Ofta ges även förslag på förbättringar som kan göras samt en beskrivning av forskningsbehov och förbättrade underlag som behövs för att kunna utföra en mer vederhäftig analys.

Som del av metodutvecklingen görs en känslighetsanalys. Vid konsekvensbedömningen, och känslighetsanalysen, kan inte alla aspekter innefattas eller kvantitativt beskrivas. Avsikten har därför varit att transparensen i vad som ingår, respektive inte ingår, skall vara tydlig. Känslighetsanalysen presenteras i en separat rapport (GÄU 25).

För flera konsekvenser finns inte underlag för att göra en värdering. Detta gäller inte minst mjuka värden som natur- och kulturvärden. De står för värden som är svåra att ange i pengar. Inom detta uppdrag har vi fört kvalitativa diskussioner, tagit fram underlag som finns för kvantitativa bedömningar men det saknas underlag samt metoder för en övergripande monetär värdering. Således har dessa aspekter inte heller i föreliggande uppdrag innefattats i den kvantitativa analysen.

Metoden som presenteras här bygger på att såväl funktioner som underlag skall kunna uppdateras och nya underlag och information skall kunna tillföras för att fördjupa eller förbättra den bedömning som kan göras med denna metodik.

Metoden har testats i fallstudier . Metoden har, trots att det finns kvarstående osäkerheter och behov av förbättrade underlag, funnits fungera väl vilket innebär att den kan användas för att göra en övergripande bedömning av relevanta konsekvenser av skred i monetära termer. Metoden kan även appliceras för andra naturolyckor, såsom översvämningar och är en god start för mer fördjupade och detaljerade platsspecifika eller regionala analyser. Metoden kan också användas för till exempel kostnadsnytta analyser.

Metoden kommer inom Göta älvutredningen att användas i ett GIS-system för utredningsområdet där resultatet skall redovisas i form av riskklasser.

1. BAKGRUND

Metodiken 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
- *Framtgående av underlag för bebyggelse och liv*, GÄU delrapport 26

1.1. Göta älvdalen

Göta älvdalen, som sträcker sig från Väneren i norr till Göteborg i söder, är en av de mest skredfrekventa dalgångarna i Sverige. Dagens landskapsbild längs Göta älv har till stor del formats genom ett antal större skred. Årligen inträffar ett flertal skred, varav huvuddelen dock är små och relativt ytliga, oftast erosionsbetingade (Hultén m fl., 2006).

En orsak till att Göta älvdalen är skredfrekvent är dess geologiska historia med mäktiga lerlager som avsatts i marin miljö. I den norra delen är jorddjupen ofta måttliga. Berg- och fastjordsområden finns inom stora delar, blandat med mindre områden med sediment (Hultén, 2005). Slänterna ner mot älven är ofta branta och nivåskillnaderna är relativt stora. Mot söder blir dalgången flackare och leran lösare och mer homogen samtidigt som mäktigheten av både lera och andra jordlager ökar. I den södra delen finns ofta en ”strandhylla” mellan strandlinjen och djupfåran i älven. Stabilitetsförhållanden för de älvnära partierna i den södra delen styrs till stor del av undervattensläntens och strandhyllans topografi. Stora delar av älvstränderna har skyddats mot erosion genom utläggning av stenfyllning (Hultén, 2005).

1.2. Ler- och kvickleraskred

I Göta älvdalen är lerskred mest vanligt. En speciell typ av lera som är vanligt förekommande är kvicklera. När en kvicklera utsätts för störning kan den förlora större delen av sin hållfasthet och bli helt flytande. Ett stort antal skred i Västsverige har varit kvickleraskred, speciellt sådana med stor utbredning.

De flesta leror har avsatts som sediment på botten av hav eller insjöar. Leror som bildades i saltvatten fick ofta en speciell struktur eftersom saltet fick lerpartiklarna att klumpa

ihop sig till större aggregat innan de avsattes på botten. På detta vis skapades leror som kom att innehålla en extra stor andel vatten.

På grund av landhöjningen har lerlager som tidigare låg under havsytan lyfts upp och ligger nu ofta långt upp på land. Sött grund- och ytvatten har därmed börjat genomströmma lerlagren och sakta laka ut saltet. Detta har medfört att de krafter som håller ihop aggregaten av lerpartiklar försvagats och i en del lerlager har denna process medfört att så kallad kvicklera har bildats.

Salturlakning är den huvudsakliga anledningen till kvicklerebildning. Lokalt kan kvicklera också bildas i mindre omfattning på grund av förändringar i porvattnets kemi, exempelvis genom infiltration av humussyror från torvmossar.

Stora skred i lera består vanligen av flera delskred och särskilt om leran består av kvicklera kan stora skred utvecklas relativt snabbt efter att ett initialskred har inträffat.

1.3. Inträffade skred i Göta älvdalen

Samtliga skred som skett finns inte dokumenterade. De skred som finns dokumenterade är de skred som påverkat anläggningar och aktiviteter i området. Det äldsta noterade skredet, det s k *Jordfallskredet*, inträffade omkring år 1150 på älvens östra sida i Bohus. Skredet omfattade ca 370 000 m² vilket i stort motsvarar hela nuvarande Bohus samhälle. Skredkanten ligger ca 1,5 km från älvens strandlinje (Hultén m fl., 2006). Skredet orsakade en nästan fullständig dämning av älven och orsakade en permanent förflyttning av älvfåran (Göransson, 2011).

Skredet vid *Intagan* år 1648 var en stor katastrof. Skredet var ca 270 000 m² stort. Skredmassorna dämde upp älven och orsakade en översvämning som kostade minst 85 människor livet. Ett stort antal hus och fartyg förstördes norr om Intagan. En flodvåg uppstod som orsakade stora skadeverkningar miltals nedströms skredet (t.ex. (Hultén m fl., 2006)). I modern tid har skred inträffat i bl.a Surte 1950, Göta 1957, Agnesberg 1993 och Ballabo 1996. (Hultén m fl., 2006).

Surteskredet

Surteskredet inträffade i september 1950 och omfattade ett ca 400 m brett och 600 m stort område i södra delen av Surte samhälle. (Foto SGI, 1952)¹

Inom området fanns 31 bostadshus och olyckan krävde ett dödsoffer och två personer skadades allvarligt (Hultén m fl., 2006).

Jordmassor försköts ca 100 m ut i älven vilket resulterade i en smal ränna istället för den normala älven (Göransson, 2011).



¹ Jakobson, B., 1952. The landslide at Surte on the Göta River, Royal Swedish Geotechnical Institute, Proceedings No 5, Stockholm

Älvbotten höjdes ca 9,5 m (från 5,5 m under vattenytan till 4 m över vattenytan). Vattnet lyftes upp i luften och rann av lateralt så att det blev en kaskad av vatten enligt ögonvittnen. Händelsen orsakade en flera meter hög flodvåg, men det blev inte någon dämning uppströms förgreningen eftersom händelse skedde nedströms Nordre älv (Göransson, 2011).

Götaskredet

Götaskredet inträffade i juni 1957. Skredet omfattade ett ca 1 500 m stort område längs älven och sträckte sig ca 200–300 m in från älvens strandlinje (d.v.s. ca 370 000 m²). Tre personer omkom och ytterligare tre skadades. Jordmassor försköts ca 70 m ut i älven. Skredmassorna täppte till älven genom att älvfåran sammanpressades från 120 m till 50 m och skapade en ca 6 m hög våg som orsakade stora översvämningar (Göransson, 2011; Hultén m fl., 2006).



Foto: Pressfoto 1957

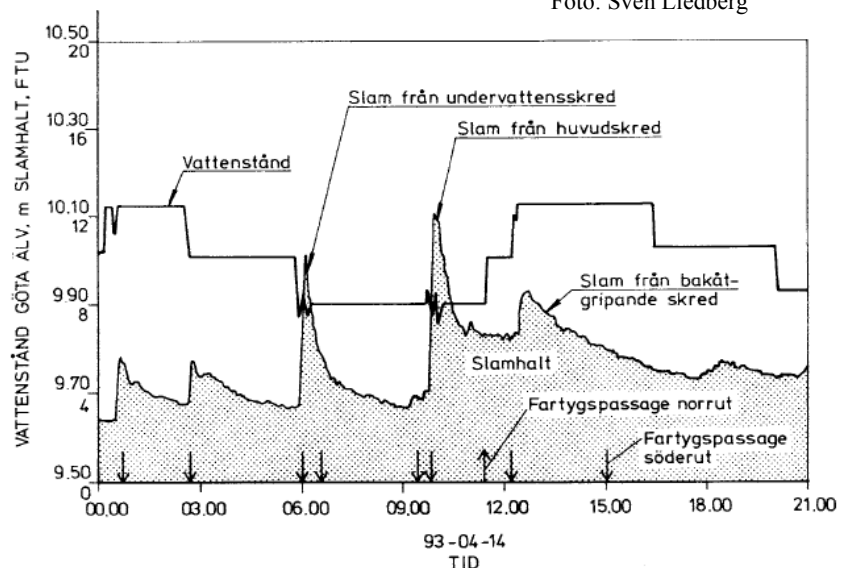
Agnesbergsskredet

Agnesbergsskredet inträffade i april 1993 och föreföll till en början obetydligt men hotbilden visade sig vara allvarlig (Larsson m fl., 1994). Skredet började i den branta undervattensslänten vid farledskanten och fortplantade sig in mot land. I skredområdet fanns kwicklera som sträckte sig in under industriområde, järnväg, vägar samt bostadsområden. Därför förelåg risk för sekundärskred som skulle kunna påverka ett stort område (Hultén m fl., 2006).



Foto: Sven Liedberg

Efter omfattande utrednings- och förstärkningsarbeten kunde området säkras (Hultén m fl., 2006; Larsson m fl., 1994). Skredet som därmed kan räknas som ett relativt litet skred uppgick till 2 400 m² och en volym av 9 600 m³ och resulterade i en 2 m uppgrundning. En sedimentpuls noterades också vid råvattenuttaget nedströms (Göransson, 2011; Larsson m fl., 1994).



Ballaboskredet

Ballaboskredet skedde i april 1996 på Göta älvs västra sida (Andersson m fl., 1999). Skredet, som även kom att innefatta sekundära utglidningar, omfattade en ca 110 m lång sträcka längs Göta älv och sträckte sig ca 50 – 70 m bakåt från älvstranden. Det fanns ingen bebyggelse inom området, men sjöfarten påverkades genom den uppgrundning (5 m) som orsakades av skredet (Larsson, 1994; Göransson, 2011; Hultén m fl., 2006).

1.4. Klimatförändringar

Enligt de klimatscenarier som tagits fram för Göta älv dalen för det närmaste århundradet framgår att det kommer att bli en ökad avrinning, ökad årsnederbörd, men också mer torra perioder under sommarhalvåret samt fler häftiga regn. Detta leder till ökad erosion, periodvis större vattenflöden men också perioder med lägre flöden (t.ex. SOU 2007:60). Slänter kan till följd av dessa förändringar bli instabila redan vid små förändringar och sannolikheten för skred och ras kommer att öka (Hultén m fl., 2006).

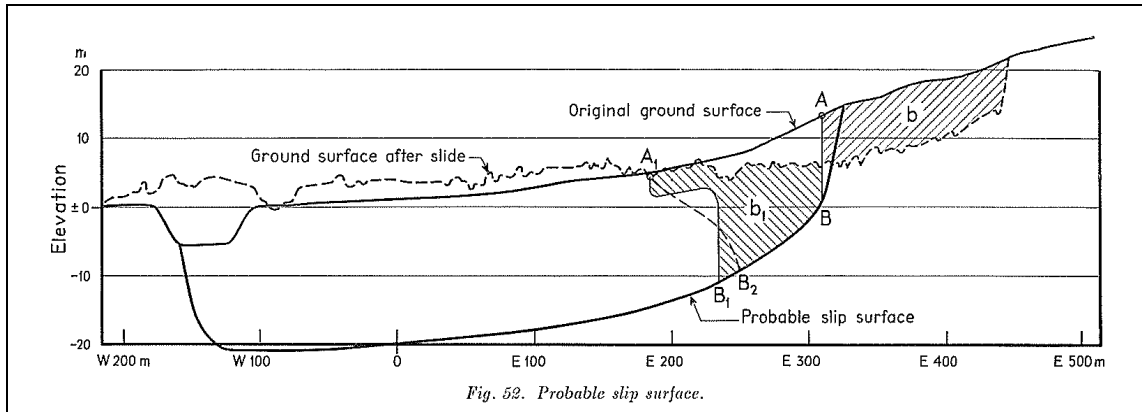
I Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) påpekas att risken för översvämningar, ras, skred och erosion ökar på många håll. Kostnaderna förknippade med åtgärder för att minska dessa risker bedömdes som mycket stora men de värden som kan skadas bedömdes betydligt större (SOU 2007:60). För att kunna möta kommande klimatförändringar krävs därför förbättrad kunskap om såväl stabilitetsförhållanden som de konsekvenser som kan uppstå längs Göta älv.

1.5. Metodik konsekvensbedömning

Uppdraget ”*Klimatanpassning – Skredförutsättningar i Göta älv dalen*”, ofta benämnt Göta älv- utredningen (GÄU) innefattar en samlad riskanalys med beräkningar av sannolikheten för skred och värdering av de konsekvenser som skred kan ge upphov till. I föreliggande uppdrag, *Metodik konsekvensbedömning*, som är ett av deluppdragen inom GÄU, beaktas konsekvenserna av skred. Syftet är att utveckla och använda den modell som tidigare använts för skredriskanalyser för att bedöma och visualisera konsekvenser av potentiella skred i Göta älv dalen.

Vilka samt hur stor en konsekvens blir beror av ett flertal faktorer. Till exempel beror påverkan ett skred har på älven i form av till exempel uppdämning på mängden massor som skredar och var skredet äger rum. Ett litet skred där älven är djup och bred påverkar inte på samma sätt som ett stort skred där älven är grundare och smalare. Till exempel vid Agnesbergsskredet blev det inte någon dämning, emedan vid Surteskredet (1950) fick endast en mindre andel av skredmassorna plats i älven som överfylldes. I Figur 1 visas markytan av Surteskredet före, samt efter, skredet.

Skredets storlek och dess konsekvens påverkas av även av skredutvecklingen, som i sin tur beror av vilka massor som skredar. Initialskredet av ett kvickleraskred är inte nödvändigtvis större än ett mindre skredet, men det är mycket vanligt att det får fler bakåtgripande skred och skredförloppet för ett kvickleraskred är snabbare än för ett icke-kvickleraskred.



Figur 1 Profil Surteskredet (källa SGI Proceedings No 5, 1952).

1.5.1. Typskred

För att förenkla antaganden kring skredstorlek vid föreliggande arbete har två typskred tagits fram (Tobiasson-Blomén, 2011). Dessa baseras på tillgänglig information om tidigare skred. Det ena är ett mindre skred, som dock är så pass stort att det antas ge konsekvenser som bör beaktas och således även ingår bland de skred som tidigare dokumenterats. Det andra är ett större skred.

Det mindre skredet är ett icke kvicklera-skred och ansatt till en hektar (100 m x 100 m) med ett medeldjup av 3 m. Det större skredet är ett kvickleraskred, ansatt till 400 m x 400 m, d.v.s. 16 ha, med ett medeldjup av 15 m (Tobiasson-Blomén, 2011).

1.5.2. Exempelberäkning av vattenståndsutvecklingen - skredet vid Intagan 1648

Samtliga större skred, som beskrivits ovan i avsnitt 0, har i olika omfattning orsakat en dämning av älven. Skreden i Intagan, Surte, Göta och sannolikt även Bohus orsakade också stora vågor (så kallade flodvågor). Vid stora skred, och även vid skred i samma storleksordning som Agnesbergsskredet, blir det också en ökad grumlighet i älven. Här ges ett exempel som beskriver vattenståndsutvecklingen vid ett tidigare skred.

Som ett exempel på vattenståndsutvecklingen vid ett skred har en beräkning gjorts baserat på information om skredet vid Intagan 1648 (Lindahl, 2011). Skredet gick i flera steg där de först skredade massorna stängde flödet för att därefter byggas upp på höjden i det avstängda området. Vid beräkningarna antas det avstängda området ha täckt hela älvens bredd och cirka trehundra meter längs älven. En sådan blockering ger en långsam ökning av medelvattennivån och ger även upphov till vågor som vandrar upp- och nedströms. Senare uppstår även en genomskärning av fördämningen som skapar en flödesökning och kanske en våg nedströms skredet. Enligt de beräkningar som gjorts, antogs det som sannolikt att den värsta skadan orsakades av de första vågorna till följd av den plötsliga avstängningen och den snabba undanträngningen av vatten som skredmassorna ger upphov till. Enligt den översiktliga modellberäkningen ger detta upphov till en våg vars vågtopp kan uppgå till drygt fyra meter (Lindahl, 2011). Vågens front är relativt brant och rör sig med en hastighet av 9 m/s. Vågtoppen är högst längs stränderna bland annat eftersom

vågen bromsas upp och reser sig på grunt vatten. Den kraft som påverkar byggnader och människor då vågen träffar dessa är mycket stor. (Lindahl, 2011).

Dessa beräkningar stämmer överens med observationer och metoden kan till exempel användas för att återskapa en beskrivning av vattenståndsutvecklingen vid tidigare skred. Den kan också användas för att beskriva motsvarande utveckling vid ett tänkt specifikt skred. Varje skred är emellertid unikt och beror av ett flertal olika faktorer. Det finns därför inte utrymme att göra motsvarande simuleringar för att förutsäga vattenståndsutvecklingen för framtida skred inom utredningsområdet.

1.5.3. Generella avgränsningar

Inom föreliggande uppdrag beaktas direkta konsekvenser av skred och den dämning som kan uppstå, emedan de skador och andra konsekvenser som uppstår även på mycket stora avstånd till följd av den flodvåg som kan bildas inte ingår i analysen.

Människors lidande, sorg eller ökat obehag och minskad bekvämlighet kan vara av mycket stor betydelse men det finns inte utrymme inom föreliggande uppdrag för att det skall ingå i analysen.

Såväl primära som sekundära konsekvenser av ett skred identifieras. Den slutliga analysen baseras på tillgängliga underlag, data och information. Information har tillhandahållits via inköp, öppna dataregister och databaser, litteraturgenomgång samt förfrågningar. Förfrågningarna har gjorts genom kontakter. Dessa har tagits framförallt med kommuner och länsstyrelse men också med universitet, högskolor, statliga verk och myndigheter, branscher, verksamhetsutövare o.s.v.. Viss information finns inte att tillgå. Viss information kan också vara, och är ofta, mycket plats- och verksamhetsspecifik och skulle kräva alltför stor insats att ta fram. Den metodik som utvecklats inom ramen för föreliggande uppdrag kan dock appliceras på mindre avgränsade områden där sådan information kan tas fram och användas vid fördjupade och mer detaljerade analyser.

Analysen bygger på ett flertal antaganden och ansatser. Även i de fall data och underlag finns tillgängliga görs ansatser och antaganden. Resultaten av denna analys är därför inte exakta eller absoluta.

1.5.4. Mål och resultat

Metodiken som tas fram inom uppdraget *Metodik konsekvensbedömning* innefattar identifiering av konsekvenser som bör beaktas, val av konsekvenser som beaktas, metodik för hur dessa konsekvenser skall värderas i monetära termer samt en översiktlig grafisk visualisering av värdet av konsekvenserna.

I föreliggande rapport redovisas val av konsekvenser som beaktas, beskrivning av de metoder för inventering och metod för monetär värdering för att övergripande beskriva konsekvensen av skred i Göta älvdalen. Vidare ges förslag på hur man kan göra vid mer detaljerade men i övrigt liknande analyser.

I den sammanfattande skredriskanalysen som utvecklas inom Göta älvutredningen, ingår en sammanvägning av, å ena sidan, de konsekvenser som ett skred kan komma att få och å andra sidan, sannolikheten för skred. Metodiken innebär en bedömning av riskområden utifrån en riskmatris som utvecklats med utgångspunkt från de riskmatriser som använts i tidigare skredriskanalyser inom Göta älvdalen. För denna riskmatris kommer konsekvensklasser baserade på den monetära konsekvensanalysen att tas fram. En viktig del av arbetet inom föreliggande uppdrag är att bedöma osäkerheten för konsekvensvärderingen. Detta görs genom en känslighetsanalys som utförs sektorsvis samt med en ansats för samtliga sektorer som analyseras inom hela utredningsområdet.

Resultaten från känslighetsanalysen redovisas i (Grahn m fl., 2011c). Känslighetsanalysen, de konsekvensklasser som tas fram för att ingå i riskmatrisen samt det grafiska resultatet av metodiken för att bedöma konsekvensen inom hela utredningsområdet sammanfattas i en separat rapport (Andersson-Sköld, 2011).

Resultatet skall, tillsammans med de sannolikhetsanalyser som utförs parallellt inom Göta älvutredningen, redovisa skredrisken i kartform och utgör underlag för att bedöma åtgärds- eller fördjupade och mer detaljerade utredningsbehov.

Nedan ges först en beskrivning av de risk- och sårbarhetsbegrepp som används i denna rapport, därefter en motsvarande generell beskrivning av konsekvensanalys och därefter följer de olika steg som ingår i föreliggande metod för att bedöma konsekvensen av skred i Göta älvdalen.

2. RISK OCH SÅRBARHET

Ordet risk är mångtydigt och risker kan vara av många olika slag (Grimvall m fl., 2003). De kan vara individuella eller sociala, akuta eller kroniska, faktiska eller upplevda. Det kan också vara olika mottagare såsom människor, en egendom, en verksamhet eller en specifik miljö (Andersson-Sköld m fl., 2006; Grimvall m fl., 2003). Hur en risk upplevs styrs av flera faktorer, t.ex. om den är frivillig, om den är akut eller kommer långt in i framtiden, om den är ständigt förekommande, om den är förknippad med livsfarlig sjukdom, om den är förknippad med stor nytta, om den är känd eller inte (t.ex. Grimvall m fl., 2003; Hellman, 2005; Löfstedt, 2005; Naturvårdsverket, 2008). Även bland experter varierar definitionen av risk. Om det finns ett mått på hur skadlig en händelse är, såsom antalet omkomna till följd av en brand, kan risken ibland uttryckas som produkten av sannolikheten för att händelsen (t.ex. brand) skall uppstå och skadans storlek (antalet omkomna). Även om det inte finns någon entydig definition av risk så finns det en definition som används, framförallt för risker inom tekniska sektorer. Definitionen, eller snarare begreppet, är då *en kombination av sannolikheten för en viss händelse och dess konsekvens*. Detta är den definition/begrepp som används för risk i föreliggande rapport.

2.1. Risk- och sårbarhetsanalys

Vid allt systematiskt arbete med risker inom tekniska sektorer, gäller generellt, att följande moment ingår:

- Risk-/faroidentifiering
- Riskbedömning och -värdering
- Åtgärdsutredning (Åtgärdsbehov och -förslag)
- Beslut samt genomförande av åtgärd
- Uppföljning

Detta brukar sammanfattas som en riskhanteringsprocess i vilken det oftast ingår att även göra en bedömning av sårbarheten.

2.1.1. Sårbarhet

Sårbarhet är ett begrepp som ursprungligen utvecklades inom samhällsvetenskaplig forskning som en reaktion på den, under 1970-talet dominerande, tekniska forskningen kring risker och naturkatastrofer (Johansson och Blumenthal, 2009). Angreppssättet kombinerar hur mottagliga de exponerade individerna och samhällssektorerna är, med dessas sociala, ekonomiska och kulturella förmåga att hantera de skador som kan uppstå. Det finns en hel del skilda uppfattningar mellan olika vetenskapliga discipliner om hur begreppet sårbarhet ska definieras eller tolkas (Johansson och Blumenthal, 2009). Man talar till exempel om begrepp som social sårbarhet och teknisk sårbarhet. Social sårbarhet är ett begrepp som utgår från individen i relation till det samhälle som individen befinner sig i.

2.1.2. Teknisk/betingad sårbarhet

Inom tekniska sektorer används begreppet sårbarhet för att beskriva sannolikheten för en total eller begränsad kollaps av till exempel en infrastrukturens funktion under en viss tid (Grimvall m fl., 2003). Sannolikheten för kollaps av en funktion, en verksamhet, en byggnad eller att ett liv skall påverkas benämns i denna rapport som teknisk sårbarhet. Den tekniska, eller betingade, sårbarheten anges som ett värde mellan noll och ett (0-1). En nolla innebär att det inte föreligger märkbar effekt till följd av händelsen av ett skred och en etta innebär att det är en total kollaps av den specifika funktionen eller verksamheten till följd av ett potentiellt skred.

3. KONSEKVENSANALYS - EN DEL AV RISK- OCH SÅRBARHETSANALYSEN

3.1. Konsekvens och konsekvensanalys

Med konsekvens avser man oftast en negativ eller oönskad händelse, t.ex. en olyckshändelse, kemikalieläckage, brand, terroristattack eller, som i föreliggande fall, konsekvenser av potentiella skred i Göta älv dalen (Andersson-Sköld m fl., 2006; Grimvall m fl., 2003).

En konsekvensanalys är ett strukturerat sätt att redovisa de för- och nackdelar som en händelse, till exempel ett skred, kan medföra. Konsekvensanalys är oftast ett hjälpmedel för beslutsfattande (t.ex. (Grimvall m fl., 2003; Naturvårdsverket, 2008). Analysens syfte är då att identifiera de positiva och negativa konsekvenserna av ett projekt. Med ett "pro-

jekt" kan menas de mest skilda aktiviteter och verksamheter i samhället, och konsekvensanalysen kan i princip ske *ex ante* eller *ex post*, det vill säga konsekvenserna av ett projekt kan undersökas innan projektet (eventuellt) sjösätts respektive efter att projektet har genomförts (Naturvårdsverket, 2008). Vid en analys av konsekvenser av potentiella skred i Göta älvdalen är det således en *ex ante* analys som utförs.

De konsekvenser som uppkommer kan vara primära (direkta) eller sekundära (indirekta). Med primär konsekvens avses att effekten sker direkt till följd av verksamheten, aktiviteten eller en händelse såsom ett skred. Med sekundära konsekvenser menas effekter som uppstår som en följd av den aktuella händelsen.

Avsikten med föreliggande projekt är att göra en monetär konsekvensanalys. Det vill säga att den har en ambition att uttrycka konsekvenserna, så långt det är möjligt, i monetära enheter. Det kan finnas flera invändningar mot att mäta allt i monetära enheter. Fördelen är dock att det blir det lättare att jämföra olika konsekvenser och att göra en totalbedömning av dessa, eftersom de mäts i samma enhet (Naturvårdsverket, 2008).

3.2. Konsekvensanalys inom deluppdrag Metodik Konsekvensbedömning (GÄU)

Detta uppdrag, Metodik konsekvensbedömning, omfattar endast de första stegen av riskhanteringsprocessen, d.v.s. risk-/faroidentifiering till följd av skred samt en värdering av konsekvensen i monetära termer. Riskbedömningen, d.v.s. att bedöma *en kombination av sannolikheten för en viss identifierad händelse och dess konsekvens* kommer att göras i samverkan med, och vara ett resultat av, det arbete som utförs parallellt inom samtliga övriga uppdrag inom Göta älv utredningen (GÄU). Den kombinerade analysen kommer att presenteras i den sammanfattande rapporten för hela Göta älvutredningen.

Inom föreliggande uppdrag ingår således enbart att utföra den del av riskanalysen som fokuserar på *konsekvenserna* av ett potentiellt skred, d.v.s. en konsekvensanalys, emedan inom övriga GÄU-deluppdrag är syftet att ta fram sannolikhet samt omfattning av ett potentiellt skred.

Inom uppdraget ingår att *identifiera* och göra en *inventering* av primära och sekundära konsekvenser av potentiella skred i Götaälvdalen.

Vidare ingår att bedöma den *tekniska, eller betingade, sårbarheten*, d.v.s. att försöka bedöma sannolikheten för att den specifika konsekvensen inträffar under förutsättning att det sker ett skred.

Avsikten är också att göra en *ekonomisk värdering* av konsekvensen under förutsättning att den sker.

4. METOD FÖR KONSEKVENSBEDÖMNING

Det första steget inom denna konsekvensanalys är att identifiera de effekter som kan uppkomma till följd av skred i Göta älvdalen. Effekterna kan vara såväl positiva som negativa. Även detta steg innefattar flera delmoment:

- Identifiera möjliga konsekvenser
 - a. Identifiering av
 - i. Vilka funktioner och verksamheter som kan påverkas av ett skred
 - ii. Vilka de primära och sekundära (följd)effekterna kan vara för respektive funktion eller verksamhet
 - b. Kategorisering av inom vilken sektor respektive effekt skall behandlas

En primär effekt kan leda till sekundära effekter som berör flera sektorer (eller vars effekt redan behandlas som en primär effekt inom en annan sektor). För en adekvat bedömning och värdering är det därför angeläget att samma effekt inte dubbelräknas men inte heller faller mellan stolarna och inte kommer med i bedömningen över huvudtaget. En systematisk kategorisering inom vilken sektor respektive effekt skall behandlas, och hur den är relaterad och kopplad till övriga sektorer, är därför av mycket stor betydelse.

- Inventering av vilka funktioner och verksamheter som kan påverkas
För att kunna kvantifiera, d.v.s. för att kunna värdera en viss effekt, krävs att man vet i vilken omfattning den aktuella effekten kan uppstå (exponeringen). För att bedöma detta krävs att man gör en inventering av funktioner och verksamheter som kan påverkas inom det aktuella området.
- Bedömning den tekniska/betingade sårbarheten
Den totala konsekvensen av ett skred beror på vad som drabbas (exponeras), samt dess sårbarhet. Därför bör man som ett första steg efter inventeringen göra en uppskattning av den tekniska/betingade sårbarheten.
- Prioritering och avgränsningar
Alla effekter som identifieras kan, eller bör, inte bedömas och värderas. Skälet för detta kan t.ex. vara att effekten är liten, att händelsen är relativt osannolik eller att exponeringen (omfattningen av vad som kan drabbas) är liten. Det kan också vara svårt att bedöma och värdera en effekt när kunskap saknas om de faktiska förhållandena eller om möjliga värderingsmetoder.

Om skälet är att det saknas underlag eller värderingsmetod går det emellertid att basera sin bedömning och värdering på ansatser och antaganden. Detta kan vara relevant om det är en effekt som anses sannolik och/eller signifikant. En sådan effekt bör således inte prioriteras bort i ett tidigt skede till följd av brist på underlag eller värderingsmetod. En känslighetsanalys av hur de olika ansatserna och antagandena påver-

kar resultatet bör alltid göras och är speciellt viktig när man baserar sin bedömning och värdering på ansatser och antaganden.

- Arbeta iterativt

Eftersom varje steg kan leda till ny information, kunskap eller bedömning är det viktigt att man följer upp och uppdaterar stegen 1-4.

Nedan ges en kort redovisning med exempel på hur vi inom detta uppdrag arbetat inom respektive steg.

5. MÖJLIGA KONSEKVENSER - IDENTIFIERING OCH KATEGORISERING

Identifiering och kategorisering av möjliga konsekvenser och effekter har baserats på tidigare kända händelser, såsom tidigare skred eller andra jämförbara händelser samt diskussioner inom och utom arbetsgruppen för att identifiera eventuellt fler möjliga effekter som skulle kunna hända. Kunskapen kring detta kan tas fram från tidigare utredningar och rapporter. Man kan också använda sig av tidningsartiklar samt erfarenheter från experter och andra personer som varit med vid jämförbara händelser. Detta bör kompletteras med att fritt försöka identifiera ytterligare potentiella effekter med fokus på den specifika regionen.

Exempel på underlag som använts här är erfarenheter från skredet i Småröd 2006 (MSB, 2009a) och andra tidigare skred, men också tidigare riskanalyser såsom LerslänTERS stabilitetsförhållanden – Riskvärdering och beslutsteori- Förslag till metod för riskvärdering (Berggren m fl., 1991) och Skredriskanalys i Götaälvdalen – metodbeskrivning (Alén m fl., 2000). Vidare har den sammanställning och de underlagsrapporter som togs fram inom Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) utgjort en viktig grund för att identifiera sektorer och effekter som kan uppkomma till följd av skred.

Nästa steg, efter det att verksamheter, funktioner och aktiviteter identifierats som att de kan påverkas av ett skred, är att dela in det som kan påverkas i kategorier. Vanligen är påverkan negativ men det bör observeras att även positiv påverkan kan förekomma. I detta arbete har den identifierade påverkan delats in i följande kategorier:

- Bebyggelse
- Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv
- Transport
 - Järnväg
 - Väg
 - Sjöfart
- Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden
- Va-system
- Naturmiljö
- Kulturarv
- Energi- och ledningssystem
- Näringsliv

För var och en av dessa har gjorts en identifiering av möjliga effekter vid ett skred. Underlagen har här utgjorts av kontakter (diskussioner, intervjuer och telefonförfrågningar) med experter hos kommuner, nationella verk och myndigheter såsom MSB, Trafikverket och Sjöfartsverket, Länsstyrelsen i Västra Götalands län samt representanter från industri och andra verksamheter.

Arbetsgruppen har också, utifrån egna erfarenheter inom respektive sektor, fritt försökt identifiera såväl möjliga, som mindre möjliga, effekter till följd av ett skred (tillfällen med brainstorming). Arbetet har skett i samverkan med den externa referensgruppen bland annat genom ett gemensamt möte.

Vidare har arbetet baserats på avgränsade fallstudier för att testa, prioritera och utveckla arbetet med att identifiera och prioritera såväl sektorer som de aspekter som bör beaktas. Arbetssättet har hela tiden varit iterativt.

6. MÖJLIGA KONSEKVENSER - SEKTORSBASERAD IDENTIFIERING

I detta avsnitt ges en beskrivning av identifieringsprocessen baserad på den sektorsvisa indelningen. Arbetet med att identifiera effekter och resultatet av dessa redovisas kort nedan och i mer detalj för respektive sektorskategori i de rapporter som hänvisas till i texten och i bilaga 1.

För samtliga sektorer är utgångspunkten brainstorming eller liknande aktiviteter som baseras på tidigare kända underlag eller erfarenheter.

6.1. Skador på bebyggelse och personer

Möjliga konsekvenser som identifierats *inom sektorn bebyggelse* är att byggnaden skadas i olika omfattning. De sekundära konsekvenser som kan uppkomma kan vara att man inte kan vistas i den eller på annat sätt inte nyttja den för det ändamål den är till för. I de fall skadan innebär annat än direkta kostnader, såsom att affektionsvärden försvinner eller andra oönskade upplevelser eller förändrade personliga förhållanden uppkommer till följd av händelsen, beaktas dessa inte. I det fall skadan innebär produktionsavbrott för näringsverksamhet beaktas dessa konsekvenser under sektorn *näringsliv*.

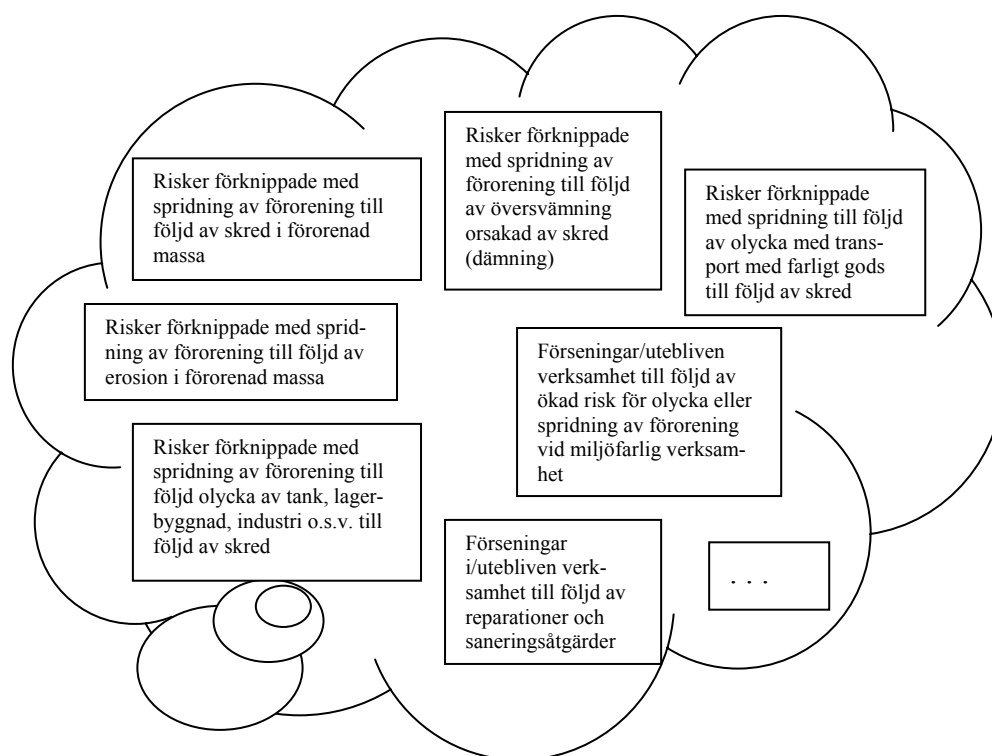
På samma sätt som för bebyggelse har skador och förlust av liv på människor identifierats inom sektorn *kartläggning, exponering sårbarhet och värdering av liv*. Även inom denna sektor beaktas inte sekundära faktorer som till exempel upplevd sorg, andra oönskade upplevelser eller förändrade personliga förhållanden som uppkommer till följd av händelsen.

6.2. Miljöfarlig verksamhet och förorenade områden

ges en sammanställning av några möjliga effekter som identifierades genom den första brainstormingaktiviteten inom sektorn Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. Identifieringen i detta specifika fall har gjorts baserat på tidigare arbeten inom om-

rådet (Andersson-Sköld m fl., 2007a; Andersson-Sköld m fl., 2007b; Nilsson m fl., 2005; SOU 2007:60), samt erfarenheter och expertkunskap inom arbetsgruppen.

Det fortsatta arbetet med att identifiera möjliga effekter inom sektorn Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden har baserats bl.a. på sammanställningar i databaser, intervjuer med experter i Ale kommun och länsstyrelsen Västra Götaland (Helgesson m fl., 2011).



Figur 2 Exempel på potentiella effekter som identifierats inom sektorn Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden.

Miljöfarlig verksamhet definieras av Miljöbalken (SFS 1998:808) samt av bilagan till Förordningen om miljöfarlighet och hälsoskydd (SFS 1998:899). Verksamheterna listas med en sifferkodning. Dessa siffror anger vilken typ av verksamhet som bedrivs och hur stor produktionsmängd som tillåts. Till exempel anger koden 28.10 "Anläggning för järnfosfatering eller annan kemisk eller elektrolytisk ytbehandling av metall eller plast, om behandlingsbadet har en sammanlagd volym som överstiger 30 kubikmeter" medan koden 34.60 anger "Anläggning där det förekommer maskinell metallbearbetning med en tillverkningsyta (exklusive yta för endast montering) större än 100 000 kvadratmeter". För varje verksamhet finns även en bokstavskodning. En A-verksamhet innebär att tillstånd ska sökas hos miljödomstolen. Tillstånd för B-verksamheter söks hos länsstyrelsen och C-verksamheter är inte prövningspliktiga men verksamheten ska anmälas till den kommunala miljönämnden. I länsstyrelsernas Emissionsregister (EMIR) finns de miljöfarliga verksamheterna registrerade.

Den som har en verksamhet där särskilt farliga kemikalier hanteras måste följa, inte bara reglerna i miljöbalken (SFS 1998:808), utan även bestämmelserna i den så kallade Sevesolagstiftningen (SFS 1999:381; SFS 1999:382; SRVFS 2005:2). I dessa författningar

regleras verksamhetsutövarens skyldighet att förebygga allvarliga kemikalieolyckor och att begränsa följderna av sådana olyckor för människor och miljö. Verksamheterna delas in i ”högre” respektive ”lägre” kravnivå beroende på mängden farliga ämnen som hantearas enligt listor i Förordningen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvariga kemikalieolyckor (SFS 1999:382).

En rikstäckande inventering av förorenade och potentiellt förorenade områden pågår i Sverige. Inventeringen utförs enligt en speciell metodik, MIFO (Metodik för Inventering av Förorenade Områden). I inventeringen görs bland annat en bedömning av föroreningarnas farlighet, föroreningsnivå, spridningsförutsättningar och områdets känslighet och skyddsvärden.

Vid ett skred som drabbar en miljöfarlig verksamhet, en Sevesoanläggning eller ett förorenat område, kan andra åtgärder komma ifråga än om skredet drabbat oexploaterad mark. I Helgesson & Rihm (Helgesson m fl., 2011) identifierades olika typer av åtgärder som enbart behövs, eller behövs i större omfattning, vid ett skred där marken är förorenad eller där miljöfarlig verksamhet bedrivs. De åtgärder som vidare beaktats listas nedan:

- a. Akuta räddningsinsatser:
 - Avspärningar (gasmoln, explosionsrisk etc.),
 - Evakuering (gasmoln, explosionsrisk etc.),
 - Länsor,
 - Pumpning,
 - Övrigt, såsom sorbenter och arbetsmiljöåtgärder för t.ex. räddningspersonal.
- b. Utrednings- och undersökningsinsatser:
 - Jord, sediment, vatten, luft.
- c. Åtgärder för att undvika skador:
 - Stängning av råvattenintag,
 - Bärgning av tankar, överpumpning av kemikalier.
- d. Efterbehandling på land, inklusive deponering:
 - Extra schaktning på land,
 - Behandling/deponering av förorenade massor,
 - Omhändertagande av förorenade byggnader.
- e. Muddring och deponering:
 - Extra säkerhet vid muddring,
 - Behandling/deponering av förorenade muddermassor.

Utöver dessa åtgärder kan ytterligare konsekvenser vara:

- f. Extra skador på liv och hälsa som orsakas av den miljöfarliga verksamheten.
- g. Extra skador på miljön som orsakas av den miljöfarliga verksamheten.

6.3. Transport

6.3.1. Järnväg



Figur 3 Planerad väg- och järnvägssträckning BanaVäg i Väst (2010b).

På sträckan mellan Göteborg och Älvängen går väg och järnväg ganska parallellt och nära Göta älv. I den norra delen mellan Älvängen och Trollhättan viker järnvägen av längre österut, bort från älven. För närvarande, och fram till år 2012, byggs järnvägen ut till dubbelspårig järnväg och E45:an till fyrfilig motorväg mellan Göteborg och Trollhättan. I Figur 3 kan den framtida sträckningen av väg och järnväg ses.

Det finns djupa lerlager längs älven vilket gör att man i samband med utbyggnaden utför omfattande markstabilisering. Syftet med stabiliseringen är att avsevärt minska sannolikheten för skred. Om ett skred inträffar längs Göta älv så att järnvägsbanan trots allt drabbas kommer rälsen troligtvis bli avskuren.

För järnvägssystemet finns ingen enkel, alternativ omledning av tåg. Det får antingen bli på andra banor längre bort eller med vägtrafik. För pendlare och godstrafik kan det i längden bli en märkbar konsekvens om järnvägen blir avskuren. Tågen på Norge/Vänerbanan går på el, vilket innebär att skred som drabbar elförsörjningen indirekt även kan drabba tågtrafiksystemet (SOU 2207:60). Förtroendet för tåg som transportmedel kan påverkas om trafiken inte fungerar under en längre tid och leda till att människor väljer andra sätt eller lösningar för att undkomma trafikstörningar. Sådana immateriella konsekvenser av ett skred kan påverka samhällets eller regionens ekonomi. Effekterna är dock svåra att sätta ett monetärt värde på och nämns i denna studie enbart som möjlig konsekvens.

Vid skred finns möjligheten att rälsen, tåg och/eller driftsystemet drabbas och ger följdkonsekvenser. Utifrån dessa möjligheter har tre större möjliga händelser identifierats:

- Ett skred drabbar en järnväg så att den blir obrukbar genom att järnvägen dras med, delvis förstörs eller att driften slås ut.
- Ett skred drabbar en järnväg så att järnvägen blir obrukbar samt att ett persontåg direkt blir drabbat i skredet där personskador/dödsfall kan inträffa.
- Ett skred drabbar en järnväg så att järnvägen blir obrukbar samt att ett godståg direkt blir drabbat i skredet där miljö och människor kan skadas direkt och indirekt av det fraktade godset.

Konsekvenserna av att ett person- eller godståg direkt drabbas av skredet kan bli mycket stora men sannolikheten för att ett tåg direkt ska drabbas i skred i Göta älv dalen bedöms som mycket liten (se (Falemo m fl., 2011a). Dessa scenarier har därför inte inkluderats i den fortsatta analysen. Det scenario som vidare behandlas inom sektorsområde Järnväg är således scenario 1. Bedömningen baseras på enkla beräkningar, på information från tidigare utredningar (Banverket, 2008; Banverket, 2007; Banverket, 2002; Banverket och Vägverket, 2002; SOU 2007:60), annan information såsom MSB:s hemsida samt diskussioner med Joel Åkesson och Per Bergström-Jonsson, Trafikverket.

Mer detaljer kring sektorn järnväg och hur den kan drabbas till följd av ett skred beskrivs i den rapport som på ett mer generellt plan beskriver konsekvenser för järnvägssektorn (Bergman m fl., 2011c).

6.3.2. Väg

Längs Göta älv finns det flera mindre vägar i bostadsområden som kan påverkas om det går ett skred. Längs Göta älv går även E45:an som är en starkt trafikerad väg och ligger på flera ställen mycket nära älven och på mark av lera och kvicklera. År 2004 började utbyggnation av väg och järnväg längs Göta älv vilken kommer att vara färdigställd år 2012. För att klara av markförhållandena och förhöjda vattennivåer längs Göta älv ställs höga krav på grundförstärkning (BanaVäg i Väst, 2010). Målet med grundförstärkningen är att vägen inte skall drabbas av skred.

Om det trots allt sker ett skred kan detta orsaka brott på vägen, vilket i sin tur ger konsekvenser för ett mycket större område än det direkt drabbade området. Beroende på hur stor trafiken är på vägen och beroende på möjligheterna för omledning, kan konsekvenserna bli olika stora. Ett allvarligt utfall i samband med att en väg dras med i skred är personskador och dödsfall för trafikanter. Denna sannolikhet ökar för en starkt trafikerad väg. Bedömningen av sannolikheten för personskada beskrivs inom konsekvenskategorin Kartläggning, exponering sårbarhet och värdering av liv (se Falemo m fl., 2011a).

För en större väg med starkt trafikflöde ökar även sannolikheten att det ska bli sekundära samhällsekonomiska effekter av att personer och varor blir försenade. Det kan ge stora kostnader för enskilda företag och industrier. För själva vägtransportsystemet blir det ökade kostnader i samband med extra arbete för att leda om trafik, reparera vägen och för att underhålla de vägar som används för omledning (MSB, 2009a; SOU 2007:60). För att få information om hur en väg kan drabbas av skred och vilka följd effekter det kan bli, kan förslagsvis en jämförelse göras med tidigare skred. Ett exempel är Småröd år 2006.

Information kring detta och ett flertal andra skredolyckor finns på MSB:s hemsida ¹. Även Trafikverkets hemsida tillhandahåller ett flertal rapporter och dokument som kan nyttjas i en konsekvensbedömning av väg.²

Samhällskostnaden till följd av farligt-godsolycka kan bli mycket stor om den inträffar. Till exempel kan räddningstjänsten bli hindrad liksom andra kritiska transporter (BanaVäg i Väst, 2010). I brist på underlag, då det inte finns relevanta skredhändelser där detta inträffat att hänvisa till, ansätts i föreliggande projekt att det är mycket liten sannolikhet för att en sådan händelse skall inträffa.

Utöver kostnader för vägtrafiksystemet kan industrier drabbas av förseningarna och få produktionsbortfall. Dessa konsekvenser beaktas inom sektorn näringsliv (Grahm m fl., 2011b).

Mer detaljer och information kring konsekvenssektorn väg och hur den kan drabbas till följd av ett skred beskrivs i sektorsrapporten för väg (Bergman m fl., 2011b) samt i underlags PM från Sweco och examensarbetet av Martin Röcklinger (Röcklinger, 2011).

6.3.3. Sjöfart

Vänern med Göta älv är en betydande transportled för import och export av varor till/från olika delar av Europa och världen. Vid ett ras eller skred i ett vattendrag, eller i dess omedelbara närhet, kan sjöfarten påverkas (Sjöfartsverket, 2009a). Om ett skred går längs älven kan skredmassorna åka ut i älvfåran och täppa till helt eller delvis (se avsnitt 1). Ett skred kommer sannolikt att leda till ett tillfälligt stopp för sjöfarten på älven men tiden för avstängning är mycket osäker. Beroende på om det är ett smalt eller brett parti längs älven och om massorna är kvicklera (mycket flyktig massa) eller en mer sammanhållen massa, kan proppen i älven bli mer eller mindre påtaglig.

Fartyg som ligger söder om skredet kan eventuellt lämna sin last i annan hamn och därifrån låta frakta lasten med lastbil eller tåg. Fartygen söder om skredet kan sedan nyttjas för annan trafik och därmed inte stå stilla. De fartyg som är norr om skredet kan bli fast i Vänern. De kan då inte nyttjas utan får invänta tills farleden åter är farbar. I samband med ett stort kvickleraskred tar det tid att få undan de skredade massorna och fartygstrafiken är troligen stoppad i flera veckor, eventuellt månader (MSB, 2011; SOU 1962:48).

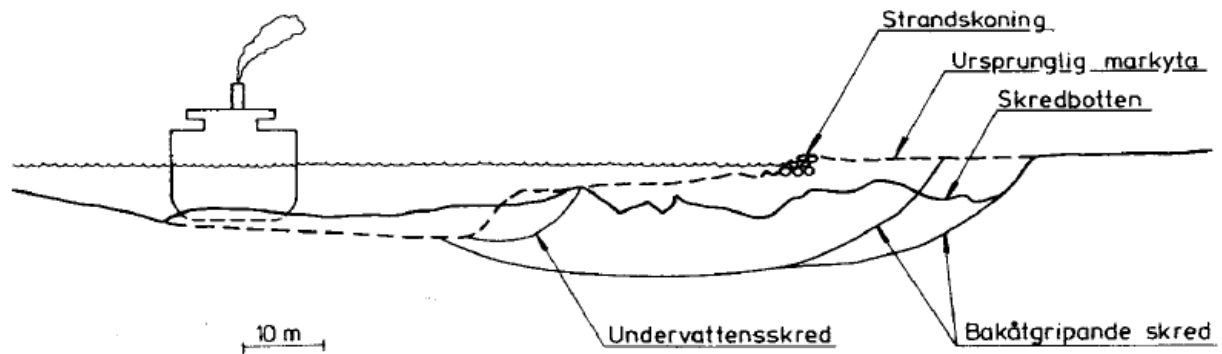
Utöver fartygskostnaderna är en viktig konsekvens det arbete och de risker som uppstår vid arbetet med få bort massorna från älvfåran och säkerställa området samt älven, så att följd- eller framtida skred undviks. Det är troligtvis Sjöfartsverket (ev. även Vattenfall) som ansvarar för muddringen och förstärkning av älvkanten. Akuta åtgärder är troligen statens ansvar och inkluderas inom denna sektorskategori. Effekten av en blockering kan också ge påverkan på både svenska och utländska hamnar, rederier och industrier (Sjöfartsverket, 2009a). I Figur 4 ges en schematisk beskrivning av ett skredförlopp baserat på det förmodade förloppet för Agnesbergsskredet 1993 (Sandebring och Ottosson, 1994).

¹ Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap:

<http://www.msb.se/sv/Kunskapsbank/Erfarenheter-fran-olyckor--kriser/>

² http://publikationswebbutik.vv.se/Shopping/Default_3366.aspx

Ytterligare en möjlig konsekvens är att en båt eller ett fartyg blir direkt drabbat av skredet. Skulle detta ske kan både människor, egendom och miljö och skadas. Men sannolikheten för denna händelse bedöms vara mycket låg och kommer därför inte att beaktas. Mer detaljer kring sektorn sjöfart och hur den kan drabbas till följd av ett skred beskrivs i sektorsrapporten (Bergman m fl., 2011a).



Figur 4 Skiss över förmodat skredförlopp vid Agnesbergsskredet 1993 (Sandebring och Ottosson, 1994).

6.4. Energi och ledningsnät

I Göta älvdalen finns vattenkraftverk, vindkraftverk samt fjärrvärmeverk. Dessutom finns ett stort ledningssystem för samtliga energislag.

Vindkraftverken ligger oftast på hårdmark, och är därför inte skredutsatta, och inga fjärrvärmeverk har identifierats inom utredningsområdet. Vid skred kan således vattenkraftverk samt ledningssystemet påverkas negativt.

Enligt de risk- och sårbarhetsanalyser som har gjorts (Sjöfartsverket, 2009a; Vattenfall m fl., 2007) är skred en av de faktorer som kan orsaka dammbrott. Ett dammbrott vid ett kraftverk skulle i sin tur leda till att kraftverket förlorar del av, eller hela, kraftproduktionen samt till stora återställningsbehov. Sannolikheten för dammbrott bedöms vara låg (10^{-4} /år). Den allmänna bedömningen är även att sannolikheten för dammbrott kommer att minska pga. de förstärkningar som görs av befintliga dammar (Sjöfartsverket, 2009a). Konsekvensen kan dock bli mycket stor för samhället (elavbrott, dämning med flodvåg etc.).

Det svenska stamnätet för el sträcker sig över hela Sverige och ägs av staten. Svenska Kraftnät har ansvaret för att driva och underhålla stamnätet (Svenska Kraftnät, 2009). På stamnäten transporteras elen från de stora kraftverken till de regionala elnäten genom 10 600 km 400kV-ledningar och 4 400 km 220kV-ledningar. Ett brott i stamnätet leder i värsta fall till att stora delar av landet blir utan el, även om elen i de flesta fall kan ta andra vägar. Alla elproducenter i Sverige är anslutna till stamnätet. Stamnätet är också anslutet till våra närmaste grannländer samt Polen och Tyskland. Förutom vissa utlandsförbindelser, som är byggda som sjökablar, så sker överföring av energi i dag främst ge-

nom luftkablar. Inget skred har hittills orsakat haveri eller störningar på stamnätet. (Svenska Kraftnät, 2007). En tidigare analys av de ledningar som går genom området visar att endast ett fåtal stolpar står i lös mark inom Göta älvdalen (SOU 2007:60).

Sveriges elnät består utöver stamnätet av lokala och regionala nät. De flesta el-användare är anslutna till ett lokalt elnät, som är anslutet till ett regionalt elnät vilket i sin tur är anslutet till stamnätet. Lokalnäten, också kallat för distributionsnät (40kV och lägre), distribuerar el till användare t.ex. hushåll, butiker och industrier (Svensk Energi, 2007).

Vid ett skred, som drabbar elledningssystemet, kommer såväl ledningar som transformatorstationer att behöva återställas. Som framgår av ovan blir inte elkonsumenterna alltid drabbade om ett elkraftverk eller ledningar från kraftverket skulle förstöras av ett skred. De som köper el får den distribuerad från ett stamnät med elektricitet från flera olika elproducenter och energislag. Om konsumenterna blir drabbade, behöver det därför inte i första hand bero på att kraftstationen sätts ur funktion, eller pga. minskad elproduktion till följd av ett skred, utan på att distributionsledningar drabbas av brott eller förstörs (Frogner-Kockum, 2011). De som köper fjärrvärme får sin värme från en central källa och är i många fall beroende av fjärrvärmen för sin uppvärmning (Frogner-Kockum, 2011). Vilket medför att konsumenterna kan bli drabbade om fjärrvärmenätet förstörs av ett skred.

Även systemen för bredband, tele- och kabel-tv kan drabbas av skred. Detta kan leda till allvarliga konsekvenser genom att information inte kan tas emot eller spridas. Vi har inte möjlighet att inom föreliggande uppdrag bedöma eller värdera dessa följdkonsekvenser. Vid brott kommer dock även återställning att behöva göras. Vi förutsätter inom föreliggande uppdrag att detta görs med optisk fiberkabel, såväl bredband som telefoni och tv. En stor del av kostnaderna är grävkostnader.

Mer detaljer kring sektorn energi- och ledningsnät skred beskrivs i sektorsrapporten (Frogner-Kockum, 2011).

6.5. VA-system

Vid ett ras eller skred i ett vattendrag, eller i dess omedelbara närhet, kan flera olika delar av ett va-system påverkas (Andersson-Sköld m fl., 2007a; Andersson-Sköld m fl., 2007b; Berggren m fl., 1991; SOU 2007:60). I ett system för vatten och avlopp ingår anläggningar för intag och behandling av råvatten samt för distribution av dricksvatten, anläggningar för bortledning och behandling av spillvatten och anläggningar för bortledning av dagvatten. Ett skred kan leda till att ledningar, pumpstationer och vattentäktar påverkas såväl i fjärr- som närområdet (Berggren m fl., 1991; SOU 2007:60). Med ett skred i närområdet avses här att skredet sker där anläggningen, vattenintaget etc. är beläget. Med ett skred i fjärrområdet avses att ett skred sker uppströms, nedströms eller på motsatta stranden, det vill säga det ger konsekvenser som påverkar inte enbart närområdet.

Händelser såväl i fjärr- som i närområdet kan innebära att man måste stänga en vattentäkt, vattenverk eller enskild brunn till följd av försämrade vattenkvalitet. Den försämrade vattenkvaliteten kan bero av förhöjda mängder suspenderat material och att kemiska, och biologiska föroreningar sprids eller riskerar att spridas i större omfattning än normalt. Detta kan bero på att ett skred skett inom ett förorenat område, eller till följd av en

olycka vid en miljöfarlig verksamhet, så att spridningen av dessa ämnen till brunnar, vattentäktar eller vattenverk ökar. Det kan också ske till följd av en översvämning som orsakats av ett skred. En dämning kan orsaka en översvämning som leder till att avloppsnätet blir överbelastat. Det kan eventuellt leda till att man stänger delar av reningsverk samt att orenat vatten rinner ut i älven, vilket kan medföra en ökad belastning av närsalter och koliforma bakterier, med flera andra mikrober (Andersson-Sköld m fl., 2007a; Andersson-Sköld m fl., 2007b; Nilsson m fl., 2005; SOU 2007:60).

Om skredet sker i närområdet av en vattentäkt, eller ett vattenverk, kan det slås ut till följd av den skada som uppstår. Detta innebär att det krävs en nybyggnation och återställningsarbete som kan förväntas ta lång tid. Ett skred kan också påverka en pumpstation så att den slås ut och måste bytas ut. Om ett reningsverk drabbas av ett skred kan enskilda funktioner förstöras och det kan helt slås ut. Detta kräver reservlösningar, reparationer eller nyuppbyggnad. Vidare kan ett skred (i närområdet) innebära brott på valedningar. Detta kräver dels ny ledningsdragning och dels reservlösningar.

Inom föreliggande uppdrag och för denna sektor beaktas kommunala ledningar för vatten, spillvatten och dagvatten liksom andra fasta anläggningar som vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstationer för spillvatten och tryckstegringsstationer för regnvatten. Analysen beaktar huvudsakligen skador som kräver återuppbyggnad av anläggningar. Eventuell miljöpåverkan eller påverkan på människors hälsa ingår inte i analysen. I den fortsatta analysen tas inte heller hänsyn till kostnader för provisoriska anordningar för vattenförsörjning och behandling av spillvatten under återuppbyggnadstiden. Påverkan på nedströms förhållanden, t.ex. beträffande råvattentillgången för Göteborg, har dock undersökts översiktligt. Detaljeringsgraden har inte varit så hög att privata brunnar eller andra anläggningar värderats. Konsekvenser i form av driftstörningar inom industri eller andra verksamheter till följd av skred redovisas i (Grahm m fl., 2011b). Mer detaljer kring va-sektorn och hur den kan drabbas till följd av ett skred beskrivs i sektorsrapporten (Rihm m fl., 2011).

6.6. Naturmiljö

Göta älvs dalgång med strandängar utgör riksintresse för natur- och friluftsliv och är ett ekologiskt mycket känsligt område. Strandområdena är ett av de största och mest värdefulla våtmarkskomplexen i sötvattenmiljö i Västsverige och innehåller viktiga grod- och kräldjurslokaler. Strandängarna uppvisar stor biologisk mångfald av både flora och fauna och utgör även viktiga häckningsplatser för fåglar. Älven är ett artrikt vattendrag och alla åmynningar utmed älven utgör viktiga reproduktionslokaler för lax och havsöring (Friberg, 2006).

Landskapsbilden i Göta älvdalen har utformats av många skred, där ärren långsamt försvinner. På lång sikt kan nya skred krävas för att underhålla landskapsbilden, och skred gör nytta och utgör endast en vinst för landskapsbilden (Suer m fl., 2011). Det sammanhängande naturområdet i Göta älvdalen ger utrymme för friluftsliv med möjligheter till bland annat natur- och kulturstudier, fiske och båtsport. Delar av älven är mycket fiskrika med ett stort antal arter. Göta och Nordre älvar är dessutom mycket viktiga vandringsstråk för lax, havsöring och ål och påverkar därigenom fisket till havs (Friberg, 2006). Nedan ges en kort beskrivning av konsekvenser för biologisk mångfald, fiske och rekrea-

tion. Mer information om sektorn naturmiljö finns att läsa i sektorsrapporten (Suerm fl., 2011).

Biologisk mångfald

För biologisk mångfald finns det två konkurrerande konsekvenser av skred. Befintliga artrika livsmiljöer kan vara beroende av lång kontinuitet och kan skadas av skred. Dock ger skred också förutsättningar för lokala nyetableringar av önskade arter. Det finns många krävande och specialiserade arter som är beroende av erosionsytor. Sådana speciella miljöer med kort livslängd är en bristvara. (Alexandrowicz m fl., 2003; Kirchner och Lacina, 2004). Utveckling av naturvärden i skredärr beror givetvis på skötseln av ärrer och nyetablering kräver också att det finns frön inom rimligt avstånd.

Vid skred skapas ofta skredärr med näringsfattig miljö högst upp, och sumpmark lite längre ner. Området nedanför skredet kan övertäckas och ta stor skada, men det är också näringsrikt så att vegetation snabbt kan etablera sig. Den ojämna fuktigheten och de olika näringsförhållandena leder till en mosaik av livsmiljöer nära varandra och bidrar således till en hög biologiska mångfald, såsom t. ex. i Karpaterna (Alexandrowicz m fl., 2003; Geertsema och Pojar, 2007; Walker m fl., 2009). För mer detaljer kring inverkan på biologisk mångfald av skred se (Suer m fl., 2011). Slutsatserna är att det finns tydliga tecken på att storskaliga skred orsakar en miljö med hög bio- och geodiversitet genom att skapa en miljö med hög variation i näringsinnehåll och fukthinnehåll på en liten yta samt genom att störa befintlig vegetation (Suer m fl., 2011).

Fiske

Det finns inget yrkesfiske i Göta älv (Jacobson, 2010-03-05) men sportfiskemöjligheterna är mycket goda. Göta och Nordre älvar är också mycket viktiga vandringsstråk för lax, havsöring och ål och kan därigenom påverka fisket till havs (Friberg, 2006). År 2004 registrerades vid laxtrappan vid Lilla Edet 2 000 laxar (Göta älvs vattenvårdsförbund, 2005; Larsson och Sparrevik, 2009). Skred in till Göta älv kan orsaka skador på älvbotten och skred på land (och älvbotten) leder också till grumling i älven. Suspenderat material blockerar ljus, och det påverkar ätande och förflyttning av fisk. Det kan också skada gärlarna. Sediment på älvbotten kan vara en fysisk barriär och hindra utveckling av yngre fiskstadier eller hindra vattenförsörjningen till bon på botten (Suer m fl., 2011).

Vuxna fiskar tål en kort sedimenttopp, men ägg och yngre fiskstadier är sårbara. Vuxna fiskar kan också undvika att ta skada från en störning (som t.ex. ett skred) genom att flytta sig bort från störningen (Chen m fl., 2004; Jacobson, 2010-03-05; Larsen). Fisket kan skadas genom att fiskarnas habitat förstörs och att vandringsvägar till lekplatser blockeras (Jacobson, 2010-03-05). Skadan är mycket beroende av specifika omständigheter, och speciellt tidpunkten. Om översvämning och stötvåg inträffar så att den hindrar reproduktionen och skadar årskullen av planterad lax, skulle ett års fiske kunna slås ut (Suer m fl., 2011).

Rekreation

Skred i ett rekreationsområde kan på kort sikt leda till försämrade tillgänglighet. Detta kan vara till följd av avspärningar eller att en stig eller liknande temporärt kan försvinna. Rekreationsvärdet kan påverkas (positivt eller negativt) av effekter på biologisk mångfald och landskap. Stora skred kan dämna älven och orsaka översvämning och stötvågor, både uppströms och nerströms. En kortare översvämning av ett naturområde leder vanligtvis inte till stora bestående skador (Suer m fl., 2011).

6.7. Kulturarv

Kulturlandskapet är hela vår omgivning och vittnar om hur olika generationer har brukat jorden. Kulturlandskapet präglas av sina brukare och det förändras i takt med att samhället utvecklas genom att odlingsmark överges, gränser flyttas, orter växer, vägar byggs och hus rivs, etc. Det finns också ett antal objekt av riksintresse för kultur i Göta älvdalen. Dessa riksintressen är mark- och vattenområden som har så höga värden att de är av nationell betydelse enligt miljöbalken. I Sverige finns runt 1 700 riksintressen varav närmare 200 ligger i västra Götaland (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011). Dessa omfattar riksintresse både för kultur och natur. Det kan vara svårt att dra någon klar gräns mellan vad som är av naturintresse och vad som av kulturintresse då ett och samma objekt kan inneha båda stora kulturvärden och stora naturvärden (Grahn m fl., 2011a).

Göta älvdalen har en mångsidigt kulturell historia. Hur skred orsakar skada på kulturobjekt beror av kulturobjektet i fråga. Är det kulturella byggnader som drabbas, så är eventuella fysiska konsekvenser för detta det samma som för andra byggnader, men att fånga det kulturella värdet av detta är svårare. Är det ett kulturlandskap som drabbas måste man fråga sig om skredet har orsakat skada på kulturvärdet eller om det har skapat nya värden i form av ett landskap som vittnar om områdets sårbarhet för skred (Grahn m fl., 2011a).

6.8. Näringsliv

Näringsliv är ett sammanfattande ord för olika värdeskapande verksamheter som finns inom ett geografiskt område. Vi har i detta projekt valt att dela in sektorsområdet näringsliv i följande undergrupperingar.

- Tillverkningsindustri - den form av industri som omvandlar råvaror till produkter.
- Handel - ett samlingsnamn för verksamheter där man byter varor, tjänster och kapital utan att det bearbetas.
- Naturbruk - den form av verksamhet som använder biologiska och naturgeografiska resurser på land och i vatten. Här ingår jordbruk, djurskötsel, skogsbruk, fiskerinäring, viltvård och jakt.

I Sverige har man endast gjort ett fåtal studier av konsekvenser av klimatförändringar där man försökt inkludera näringslivet. Det är dock svårt med den information som finns att tillgå i dagsläget att göra bra skattningar för näringsliv innan en händelse har inträffat. Inom områdena handel och tillverkningsindustri har konsekvenserna undersökts med hjälp av enkäter.

Om ett skred drabbar Göta älvdalen kommer det att ge både direkta och indirekta effekter för ett företag, beroende på var skredet inträffar i förhållande till företagets verksamhet. Om skredet inträffar på platsen där företaget har sin verksamhet kan det, utöver personskador, innebära skador på byggnader, maskinpark och lager. Detta faller under kategorin direkta effekter eftersom skadan då är direkt orsakad av skredet. Kostnader för dessa skador är relativt enkla att uppskatta eftersom det gäller skador på tillgångar där värden är ”kända”. Om skredet sker utanför verksamhetsområdet kan fortfarande indirekta konsekvenser drabba näringslivet. Det kan röra sig om att transportvägarna till och från ett företag skadas, vilket kan ge indirekta kostnader i form av ökade/ändrade transport-

sträckor eller utebliven produktion och försäljning. Indirekta effekter kan även röra sig om att en underleverantör drabbas av negativa konsekvenser till följd av ett skred, vilket även det kan orsaka produktionsförluster för företag utanför skredområdet. Dessa kostnader är svårare att beräkna. De bygger på ett antal antaganden om eventuella konsekvensers storleksordning och näringslivets samarbetsvilja genom att dela med sig av känslig information om möjliga produktionsförluster och sårbarhet.

Ett skred kan ha olika effekter på handelsindustri. Handel kännetecknas av verksamheter där man byter varor, tjänster och kapital utan att produkter bearbetas. Ett skred borde inte påverka det samhälleliga producentöverskottet men kan orsaka viss omfördelning. Om vi använder exemplet från tidigare där en livsmedelsaffär drabbas, så är det troligt att konsumenterna kommer att handla sina varor i en annan livsmedelsaffär. Detta leder till produktionsförluster för den enskilda verksamheten men resulterar också i ökade inkomster hos andra livsmedelsaffärer. Det kan också vara så att ett skred tillfälligt kan minska efterfrågan på vissa varor men öka efterfrågan på andra varor. Viss handel och byte av tjänster är inte platsberoende och kan fortgå på annan ort.

Naturbruk är den typ av verksamhet som använder biologiska och naturgeografiska resurser på land och i vatten. Här ingår jordbruk, djurskötsel, skogsbruk, fiskerinäring, viltvård och jakt. Konsekvenser för naturbruk i samband med skred kan vara produktionsförluster eller minskat markvärde. För de verksamheter som sysslar med djurhållning kan konsekvenserna vara förluster av djur och bortfall av betesmark och djurfoder.

Många av näringslivets konsekvenser till följd av skred tas upp under andra konsekvensområden.

- Direkta skador på byggnader och mark beräknas under konsekvensområdet *Fastigheter*.
- Restidsförluster beräknas under områdena *Väg* och *Järnväg*.
- Kostnader för sjötransport beräknas under konsekvensområdet *Sjöfart*.
- Sanering av mark orsakad av skada på verksamheter som hanterar miljöfarliga ämnen beräknas under området *Förorenad mark och miljöfarliga verksamheter*.
- Konsekvenser som påverkar liv och hälsa ingår i konsekvensområdet *Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv*

7. INVENTERING

Ett nödvändigt underlag för att kunna värdera en viss effekt som kan uppstå till följd av ett skred är en kvantifiering av effekten. För att kunna kvantifiera respektive effekt krävs att man vet i vilken omfattning den kan uppstå (exponeringen/exponeringsgraden). För att bedöma exponeringsgraden krävs att man gör en inventering.

Underlag för inventeringen kan vara en GIS-kartering som visar på fastigheter, bebyggelse, miljöfarliga verksamheter, förorenade områden, jordbruksmark, skyddade områden, elektriskt ledningsnät, verksamheter, sträckningar av vägar och järnvägar, osv. Det kan också vara uppgifter från olika dataregister såsom EMIR-registret över emissioner från miljöfarlig verksamhet och MIFO-databasen över förorenade områden.

Inventeringen kan också baseras på statistiska underlag som beskriver trafikflöde, antal mantalsskrivna eller anställda inom ett visst område, osv. För vissa effekter behöver flera olika underlag användas. Exakt hur en inventering går till beror av vad man skall inventera.

Arbetet med att inventera, och resultatet av inventeringen, redovisas i detalj sektorsvis i de rapporter som finns redovisade i bilaga 1.

7.1. Bebyggelse

För det aktuella utredningsområdet har byggnader och mark inventerats utifrån Fastighetskartan i GIS (Lantmäteriet MS2009/09509). Ett exempel på ett utdrag ur fastighetskartan visas nedan i Figur 5. Genom typkoder kan man dessutom få information om byggnadstyp (inklusive småhus och hyreshusenheter). Av landets ca 4 miljoner fastighetsskiften redovisas i dagsläget ca 3,9 miljoner fastighetsytor (Lantmäteriet, 2010).

Till fastighetskartan har typkod, taxeringsvärde och samtaxeringsnyckel köpts in för samtliga fastigheter (Lantmäteriet MS2009/9792). Typkoden visar vad fastigheten används till (förteckning över typkoder finns i Bilaga 1 i (Falemo m fl., 2011b)). Samtaxeringsnyckeln visar om fastigheten taxeras tillsammans med andra fastigheter och den används för att undvika dubbelräkning av fastighetsvärdet.



Inventering av specialfastigheter (utan taxeringsvärde såsom t.ex. skolor och vårdbyggnader) görs med hjälp av fastighetskartans typkoder, där fastigheter med typkod i 800-serien söks ut. Aktuella fastigheter sammanställs kommunvis och inventeras genom kontakt med kommuner och landsting, där information söks om namn, verksamhet och bruttotalarea (BTA) för respektive fastighet.

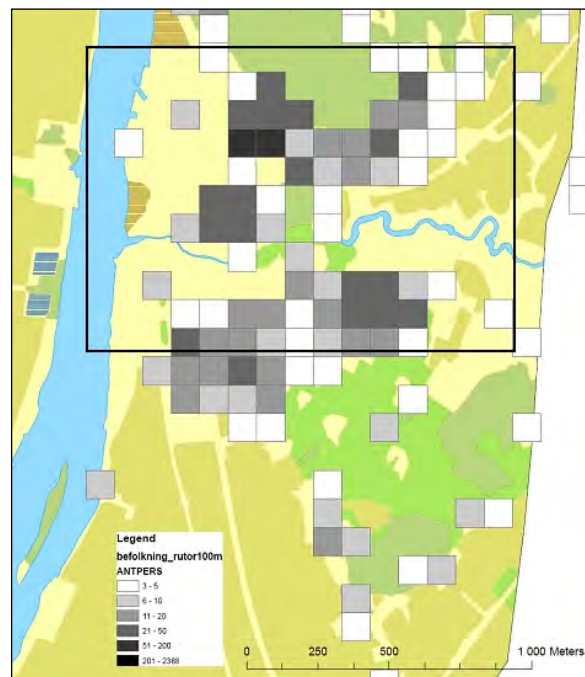
I (Falemo m fl., 2011c) redovisas i detalj resultatet av en inventering av bebyggelse för fallstudieområdet Nol längs Göta älv.

7.2. Inventering av personer som kan drabbas av ett skred

Viktiga faktorer som beaktas vid inventeringen av möjliga personer som kan drabbas vid ett skred är det totala antalet boende, förvärsarbetande, elever/förskolebarn och sjukvårdsinrättningar och tillfälliga besökare i riskområdet.

7.2.1. Boende

För inventeringen av antal personer som kan drabbas av ett skred användes ett utdrag ur SCB:s register över totalbefolkningen per 2008-12-31 redovisat i GIS (SCB, 2009). Sekretesslagstiftningen tillåter att antal boende redovisas geografiskt i ett rutnät med upplösningen 100 m x 100 m, där varje ruta innehåller information om antal boende samt befolkningstyngdpunkt i rutan. Värdet i rutor med två personer har satts till 3, och de med en person har satts till 0, i övrigt redovisas exakt antal boende per ruta. Detta är den mest högupplösta befolkningsdata som går att beställa utan att speciellt tillstånd måste sökas. Ett exempel på ett utdrag ur SCB:s befolkningsstatistik visas i Figur 6.



Figur 6 Exempel på utdrag ur befolkningsdata baserat på (SCB, 2009). Figur från (Falemo m fl., 2011a)

Att utgå från SCB:s befolkningsstatistik rekommenderas när inventeringar skall göras för större områden som inom denna utredning. Om mindre områden skall studeras eller om det krävs en större noggrannhet kan områden med känd mycket låg befolkningstäthet behöva kompletteras.

Tabell 1: Genomsnittligt antal boende per boendeform (%) i Sverige. Från (SCB, 2008).

	Småhus			Flerbostadshus		Hyresrätt 2:a hand	Särskilt boende	Övrigt	Samtliga	Antal i tusental
	Ägande- rätt	Bostads- rätt	Hyresrätt 1:a hand	Bostads- rätt	Hyresrätt 1:a hand					
Hushåll med 1 person	16,2	1,5	5,0	20,8	47,8	2,9	2,6	3,4	100	1 928
Hushåll med 2 personer	50,0	2,5	5,2	15,4	25,4	0,8	0,0	0,6	100	1 320
Hushåll med 3 personer	51,2	3,7	5,1	11,3	27,4	0,6	0,0	0,7	100	440
Hushåll med 4 personer	71,3	3,7	4,6	5,3	14,6	0,1	0,0	0,4	100	468
Hushåll med 5 + personer	67,0	1,7	7,3	4,3	18,7	0,7	0,0	0,2	100	190
Samtliga hushåll	38,2	2,3	5,1	15,8	34,1	1,6	1,2	1,8	100	4 346
Antal hushåll i tusental	1 658	98	222	686	1 481	71	51	79		4 346
Antal personer i tusental	4 305	230	459	1 097	2 422	95	51	101		8 760
Antal personer per hushåll	2,6	2,3	2,1	1,6	1,6	1,3	1,0	1,3	2,0	

Om det vid en övergripande inventering, motsvarande till exempel föreliggande utredning, inte är möjligt att hitta uppgifter för det aktuella området kan man istället utgå från boendestatistik, såsom (SCB, 2008) tillsammans med information om hustyp från fastighetskartan som beskrivits ovan. För småhus (alla ägandeformer) används förslagsvis medelvärde av antal boende i småhus (2,5 personer per hushåll). För lägenheter i flerbostadshus blir motsvarande siffra 1,6 personer per hushåll. Givetvis krävs vidare information om antal hushåll och gärna uppgift om det är lägenhet eller småhus. I Tabell 1 som baseras på data från SCB (SCB, 2008) redovisas genomsnittligt antal boende per boendeform i Sverige.

7.2.2. Förvärvsarbetande

För de arbetsställen som ligger inom utredningsområdet för Göta älvutredningen har uppgifter om antal förvärvsarbetande och platsen för deras sysselsättning köpts in som GIS-data från SCB (2010g i (Falemo m fl., 2011a)), (Förvärvsarbetande dagbefolkning 16+ år efter bransch, november 2009). Statistiken hämtas från den registerbaserade arbetsmarknadsstatistiken (RAMS). Informationen redovisas enligt samma sekretesslagstiftningsprinciper som för befolkning i ett rutnät med upplösningen 100 m x 100 m. Resultatet innefattar även deltidstjänster och liknande, men varje person räknas endast en gång, till det arbetsställe som bedömdes vara den huvudsakliga sysselsättningen i november 2009 (Löfqvist, 2010-02-15). Redovisning av dagbefolkning och arbetsställen görs med ett visst bortfall som beror på att alla arbetsställen inte går att placera geografiskt. För ytterligare detaljer hänvisas till (Falemo m fl., 2011a).

7.2.3. Skolelever

Förekomst av skolor, förskolor, gymnasier och andra utbildningsställen inom utredningsområdet inventeras med hjälp av Fastighetskartan (se sektion 7.1). Antalet elever på utbildningsställena inventeras genom kontakter med respektive kommun, vilket resulterar i kunskap om antal elever per fastighet. I GIS-analysen fördelas antalet elever på en skola

över ytan av fastigheten som skolan tillhör. Den övre gränsen för när antalet elever ska fördelas över hela fastigheten sätts till 10 ha (10 celler), och om fastigheten är större görs en manuell justering av utbredningen.

7.2.4. Sjukhus och äldreboende

I det fall sjukhus förekommer inom utredningsområdet inventeras antalet patientplatser. Beläggningen antas vara 100 %. Äldreboenden ingår i kategorin boende, då individerna är folkbokförda på platsen. Vårdplatser i kommunens regi (korttidsboende) inventeras först utifrån de fastighetsuppgifter kommunerna lämnar för värdering av kommunala fastigheter, och sedan genom kontakter med kommunerna.

7.3. Närvarofaktorer

För att bedöma när en person kan drabbas av ett skred skiljer sig detta från byggnader och andra konstruktioner genom att man inte alltid befinner sig på en och samma plats. För att bedöma möjligheten för att personer skall drabbas av ett skred behöver man bedöma hur många som kan antas befinna sig vid platsen för denna händelse (exponeringen). Detta baseras på antal boende, förvärvsarbetande, skolever, etc. med hänsyn till vistelsetid. Vistelsetiden ska ses som ”tid under risk”, och uttrycks som närvarofaktor (andel av dygnet). SGI har åtminstone två gånger tidigare använt närvarofaktorer: ursprungligen i en riskanalysmetodik som beskrivs i (Berggren m fl., 1991) och nyligen i ett uppdrag för Länsförsäkringar (Fallsvik m fl., 2010).

Inom ramen för *GÄU deluppdrag Metodik Konsekvensbedömning* har en ny beräkning av närvarofaktorer gjorts baserad på SCB:s resultat från Tidsanvändningsundersökningen år 2000/01 (SCB, 2003). Denna studie visar en genomsnittlig vistelsetid (alla dagar) för befolkningen 20-84 år i Sverige. Vidare används närvarofaktorer uttryckta som andel av året, dvs. man gör ingen skillnad på dag- och nattbefolkning, utan beräknar istället medelnärvarofaktorn med dygn. För en översiktlig riskanalys, och med en skredsannolikhet som inte tydligt skiljer sig mellan dag och natt, bedöms detta vara en lagom detaljnivå, dvs. detta är ett teoretiskt fall som är avsett för översiktlig riskanalys, men som inte är avsett att spegla det faktiska utfallet vid ett enstaka skred. I Tabell 2 ges en sammanställning av de närvarofaktorer som används inom *GÄU*. För fler detaljer kring hur dessa tagits fram, se (Falemo m fl., 2011a).

Tabell 2: Valda närvarofaktorer.

Aktivitet	Närvarofaktor
Boende	0,69
Arbetande	0,24
Elever	0,14
Patienter	1,00

7.4. Trafikanter på väg

Trafikanter skiljer sig från boende och de flesta andra konsekvenskategorier som kan drabbas av ett skred eftersom de befinner sig i rörelse. För att bedöma konsekvenser för trafikanter på väg som drabbas av skred krävs uppgifter om:

1. Skredets utbredning: den väglängd som täcks av skredområdet. Antaganden för detta måste göras, t.ex. utifrån typskred i olika områden.
2. Trafikmängd som årsmedeldygnstrafik, ÅDT. Trafikverket kan tillhandahålla uppgifter om ÅDT för alla vägar (sektionsvis) i GIS-format. Gatunätet har Trafikverket ingen information om.
3. Hastighetsgräns. Finns sektionsvis för alla vägar i samma GIS-material som ovan. För gatunätet kan det vara rimligt att anta 50 km/tim överallt.

Det finns mer eller mindre avancerade metoder för att beräkna ”tillfällig sårbarhet”, eller temporal vulnerability, som den engelska termen lyder. I (Fell m fl., 2005) beskrivs en enkel metod, och i (Roberds, 2005) beskrivs mer detaljerade metoder och fallstudier. En möjlighet för att bedöma sårbarheten för trafikanter i Göta älv är en blandning av enkla respektive detaljerade metoder som anpassas efter de data som finns att tillgå för svenska förhållanden. I (Falemo m fl., 2011a) finns en detaljerad redogörelse kring härledning av hur personer i fordon kan beräknas påverkas av ett skred som kan sammanfattas med ekvation (1):

$$P(\text{pers}) = \frac{\text{ÅDT} \cdot A \cdot V}{24 \cdot 1000} \cdot \left(\frac{L}{V_v} + \frac{T_r}{3,6} + (0,0128 \cdot V_v - 0,2031) \right)$$

(1)

Där P(pers) är förväntat antal omkomna (eller på motsvarande sätt kan antalet lindriga resp. allvarliga skador beräknas); ÅDT är årsmedeldygnstrafik, dvs. genomsnittligt antal fordon/dygn som trafikerar vägen; L är den väglängd som täcks av skredområdet (m); V_v är fordonets hastighet före inbromsning och som antas vara lika med hastighetsgräns för vägsträckan (km/tim); T_r är reaktionstid (s); A är genomsnittligt antal personer i bil; V är betingad sårbarhet för personer i fordon som hamnar i skred, avs. dödsfall (eller lindriga resp. allvarliga skador).

Detaljerad information samt ansatser, antaganden och ytterligare underlag som kan används för att bedöma konsekvenser för trafikanter på väg som drabbas av skred finns i (Falemo m fl., 2011a).

7.5. Inventering – Väg och järnväg

Järnväg

För att få en överblick av järnvägens banor i Sverige kan man gå till Trafikverkets hemsida³. Utmed östra sidan av Göta älv kommer järnvägen att byggas ut till dubbelspår. Hela sträckan planeras vara klar år 2012. Ritningar över respektive sträckning finns att finna på Trafikverkets hemsida⁴.

Norge/Vänerbanan: Järnvägssträckan längs med Göta älv heter Norge/Vänerbanan. I dag och i den planerade framtiden går den på samma sträcka, men är i skrivande stund under utbyggnad för att öka kapaciteten genom anläggande av dubbelspår. Sträckningen Göteborg-Älvängen går nära Göta älv, därefter (vid Älvhem) grenar sig järnvägen med ett huvudspår längre in i landet som fortsätter norrut till Trollhättan. Den andre förgreningen fortsätter ca 13 km längs Göta älv och slutar i Lilla Edet (Eniro, 2010). Översiktligt kan man säga att järnvägen går längs med ca 25 % av Göta älvs strandkanter. Hela sträckan är av prioritetsklass 1, som betyder att den har omfattande godstågstrafik, persontågstrafik, prioriterad trafik med höga krav på kort transporttid och hög leveransprecision. Utbyggnationen av väg och järnväg längs Göta älv gör att delar av sträckan hamnar närmare älven (gäller sträckan Agnesberg - Älvängen). För att hantera älvens varierande vattenstånd höjer man upp väg och banvall. Längs sträckan utförs även omfattande markstabilisering (BanaVäg i Väst, 2010). I sydvästra utredningsområdet kan även Bohusbanan, som går mellan Göteborg och Strömstad inklusive en bro över Nordre älv, drabbas av ett skred.



Omledningsmöjligheter

De alternativ som finns för att leda om trafiken från Norge/Vänerbanan är att kombinera Bohusbanan och Västra stambanan med Älvsborgsbanan samt kombinera med andra trafikslag. Det finns ingen planerad prioritering utan man får göra prioriteringen när en eventuell olycka sker. För persontåg får man då avgöra hur stor ersättning som skall ske med buss, t.ex. att var tredje tåg ersätts med buss, osv. Västra stambanan är hårt trafikerad, så den kan möjligtvis inte nyttjas för extra trafik, emedan däremot Bohusbanan nyttjas mer (Linderson, 2010-03-17).

Om elförsörjningen drabbas kan järnvägen få el från ett annat håll, men detta kan påverka annan trafik så att man helt enkelt får köra färre tåg eftersom belastningen annars blir alltför stor (Linderson, 2010-03-17).

Trafikflöden för järnvägar längs Göta älv, samt mer detaljer kring inventering av järnväg, finns i (Bergman m fl., 2011c).

³ <http://www.banverket.se/sv/Amnen/Jarnvagen/Undersida-1-Jarnvagen/12-Jarnvagen.aspx> (Sidan flyttad!)

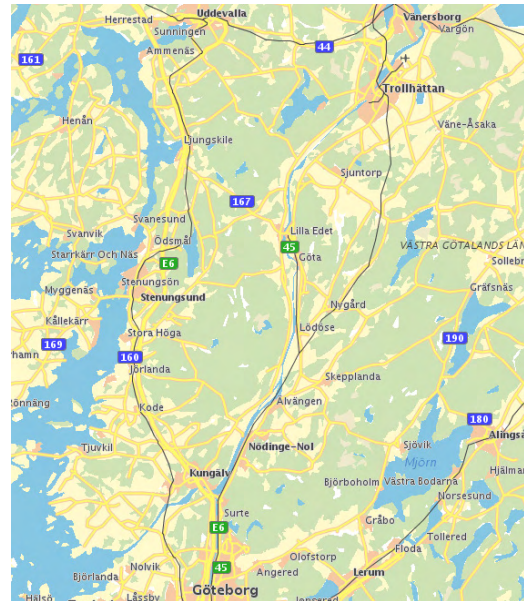
⁴ http://www22.vv.se/bv_templates/StretchList_24029.aspx (funkar inte!)

Vägnätet

För information om vägsträckning och trafikflöde kan trafikverkets, tidigare Vägverkets, GIS-tjänst *Info om vägar* (Vägverket, 2009b)⁵ användas som ett underlag för inventering av vägars beskaffenhet. Den största vägen med lång sträckning inom utredningsområdet är E45, som delvis får ny sträckning genom pågående om- och utbyggnad och skall vara helt färdigställd år 2012 (Bana/Väg i Väst)⁶. Ritningar över respektive sträckning finns hos BanaVäg i Väst⁶.

E45:an går längs Göta älvs östra kant. Under vissa sträckor ligger sträckningen nära älven, inom 1 km och mindre. Som alternativa vägar till E45:an kan E6:an användas och väg 625 samt 2025. De två sistnämnda går längs Göta älvs västra kust och är förhållandevis små vägar som inte klarar mycket trafik. Längs Nordre älvs kust finns även väg 587 samt 601. Längs vissa sträckor av E45:an finns det lokala alternativ till Europavägen, men det finns även vissa delsträckor där rimliga alternativa lokala vägar saknas.

E6 är också en högt trafikerad väg som går längs en del av Göta älvens sydvästra del, fram till Kungälv. Utöver denna finns även mindre vägar som ligger nära älven på den västra sidan.



Trafikflöden för vägar längs Göta älv, samt mer detaljer kring inventering av väg, finns i (Bergman m fl., 2011b).

7.5.1. Broar

Om en bro drabbas av ett skred kan konsekvensen och kostnaden bli mycket stor. Återställandet, och därmed tiden för behov av omledning, kan ta flera år, och flera människoliv kan drabbas vid själva skredtillfället. Det finns upp till 50 broar/tunnlar för väg och järnväg som konstrueras under projektet BanaVäg i Väst. Flera av dessa broar går över, respektive under väg och järnväg och några går i vägens färdriktning. De broar som kan identifieras genom det material som finns att tillgå från Trafikverket för väg och järnväg kommer att beaktas med avseende på skada som kräver återställande, fara för liv samt omledning av trafik. För fara för liv används de underlag för närvaro som beskrivs för trafikanter ovan samt inom sektorsområde kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv (Falemo m fl., 2011a) och för omledning ansätts samma konsekvens som för brott på den sträckning av huvudvägen som beaktas.

⁵ <http://gis.vv.se/iov/>

⁶ http://www22.vv.se/bv_templates/StretchList_24029.aspx (funkar inte)

7.6. Inventering - Sjöfart

Information om riskvärdering, riskanalys, riskbedömning, kostnadsuppskattning osv. söks i litteraturen, i det öppna nätet och genom kontakt med rederier, hamnar och sjöfartsverket. För indata om trafikflödet har SIKA använts⁷.

Det finns åtta större hamnar i Vänern. De fem hamnarna som ingår i Vänerhamn AB är Karlstad, Kristinehamn, Otterbäck, Lidköping och Vänersborg. Utöver dem finns fler hamnar, t. ex. Gruvön, Skoghall och Hönsäter. Gods importeras/exporteras mellan Vänern och bl.a. Göteborg, Malmö, Norge, Nederländerna, Belgien (ARA-hamnar), Polen, England och Tyskland.

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

Trafikflöde och godsslag

I Göta älv går det ca 5 – 7 fartyg per dygn (trafiktäthet). Fartygen ligger på mellan 1 600 – 2 700 ton per fartyg och totala godsvolymen till hamnar i Vänern var år 2008 ca 2 300 000 ton. Den typ av gods som transporteras är: oljeprodukter (raffinerade produkter så som bensin samt även metanol); bulkgoods (ex. kol, skrot, salt, urea, m.m.); styckegods; trävaror; skogsprodukter (massaved samt massa och papper); kemiska produkter. De gods som framför allt transporteras längs Göta älv är rundvirke, jord, sten, grus, sand, sågade och hyvlade trävaror samt papper och papp. Dessa ligger vardera på över 160 000 ton för år 2008 (SIKA, 2010). Antalet fritidsbåtar uppgår till mellan 3 500-4 000 under sommarhalvåret (Sjöfartsverket, 2009a).

Om slussar inte byggs ut i Göta älv visar ett scenario av Sjöfartsverket (Sjöfartsverket, 2009b) att de totala transportererna till/från Vänern kommer att minska till nästan 300 000 ton år 2030 istället för dagens 2 300 000 ton. Hamnar som troligtvis kommer att nyttjas istället är Göteborg, Uddevalla och Norrköping. Scenariot med utbyggda slussar visar att det kommer ske en liten nedgång i godstransporter för att sedan öka något efter år 2020 och sen hålla sig konstant (Sjöfartsverket, 2009b). Ett scenario med maximalt godsflöde med utbyggda slussar visar på en transportökning från år 2020 till ca 3 000 000 ton/år 2050 (Sjöfartsverket, 2009b).

Mer detaljer kring inventering av sjöfart finns i sektorsrapporter som på ett mer generellt plan beskriver konsekvenser inom sektorn sjöfart (Bergman m fl., 2011a).

7.7. Miljöfarlig verksamhet och förorenade områden

Länsstyrelsernas Emissionsregister (EMIR) är en databas över miljöfarliga verksamheter. I denna är miljöfarliga verksamheter (industrier, avloppsreningsverk, deponier, jordbruk m.m.) klassade med de koder som framgår av bilagan till förordningen om miljöfarlig

⁷ http://www.sika-institute.se/Doclib/2009/Statistik/ss_2009_7.pdf

verksamhet och miljöskydd (SFS 1998:899). EMIR ersätts från och med år 2010 av registret Miljöreda.

Det finns vidare anläggningar som omfattas av den så kallade Sevesolagen, lagen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (SFS 1999:381; SFS 1999:382; SRVFS 2005:2). Sevesoklassningen avgörs av mängden farliga ämnen som finns vid en anläggning. Anläggningarna delas in i två grupper, högre och lägre kravnivån, där de i den högre kravnivån får hantera större mängder farliga ämnen och därmed får större skyldigheter enligt lagen (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2009).

Förorenade områden klassas i Sverige enligt Metodik för inventering och riskklassning av förorenade områden (MIFO) (Naturvårdsverket, 1999). I denna studie har använts ett utdrag ur Länsstyrelsernas MIFO-register. Materialet har också kompletterats med information från respektive kommun. (Observera att i detta system för riskklassning används den motsatta skalan mot klassning av släntstabilitet (skredriskklassning). I MIFO innebär således klass 1 mycket stor risk, medan klass 4 innebär liten risk).

Utöver att inventera antalet anläggningar är det av värde att kunna bedöma mängden föroreningar och vilken eller vilka ämnen som kan spridas eller på annat sätt orsaka skada.

För Sevesoanläggningar finns en central databas beträffande kemikalier, m.m. För mindre anläggningar finns uppgifter hos räddningstjänsten i respektive kommun. Det är osäkert hur dessa uppgifter samlas in och hur omfattande de är (Carlsson, 2010).

För förorenade områden finns det för vissa objekt tidigare utförda riskbedömningar (förel eller huvudstudier). Dessa beskriver hur stora mängder förorenade massor som finns inom respektive objekt, eller för enskilda delområden, samt föroreningshalter och spridningsrisk under dagens förhållanden. För många, de flesta, områden finns dock inte någon detaljerad information.

För att kunna bedöma den totala risken vid ett skred krävs således tillgång till information om kemikalier som lagras vid respektive anläggning samt föroreningssituationen vid respektive förorenat område. Detta är inte möjligt att erhålla inom ramen för detta uppdrag och för de förorenade områden där tidigare studier inte finns att tillgå krävs fältprovtagning för en adekvat bedömning. Avsikten i det föreliggande arbetet är en översiktlig bedömning av konsekvenser som kan uppstå till följd av ett potentiellt skred baserat på tillgängliga underlag. Författaren rekommenderar dock varje verksamhetsägare och respektive ansvarig för förorenat område, som kan beröras av ett skred, att göra en riskbedömning med hänsyn tagen till de konsekvenser ett skred kan medföra. Författaren till denna rapport föreslår även en uppdatering av befintlig inventering och konsekvensanalys i takt med att mer information kan tillhandahållas.

7.8. Inventering - Energi och ledningsnät

Inventering av vattenkraftverk har gjorts med hjälp av fastighets-, jordarts- och skredriskkartor. I Göta Älv finns fyra vattenkraftverk: Vargöns kraftverk, Hojums kraftverk (Trollhättan), Olidans kraftverk (Trollhättan) och Lilla Edets kraftverk.

Digitalt kartmaterial har erhållits från Vattenfall (Kronstrand m fl., 2011-08-11) innefattande nätstationer, transformatorstationer, markkabel samt luftledning/hängkabel. I Frogner-Kockum (Frogner-Kockum, 2011) redovisas motsvarande underlag, samt Lilla Edets kraftverk och även ledningssystemet för fjärrvärme, för ett fallstudieområde inom Lilla Edets tätort.

Förfrågningar för tillhandahållande av kartmaterial för fjärrvärme och övriga ledningsnät inom hela utredningsområdet för GÄU har gjorts till olika instanser, men det blir tyvärr ett alltför omfattande arbete att inom ramen för detta uppdrag ta fram relevant information för hela utredningsområdet. Vid fördjupad, mer avgränsad eller mer detaljerad analys kan dock en inventering göras för det enskilda fallet eller avgränsade området.

7.9. Inventering - va-sektorn

För att inventera omfattning och utbredning av va-ledningar och andra va-anläggningar har kommunernas va-ledningskartor använts. Dessa föreligger i digitalt format men kan vara uppbyggda som GIS-system eller som CAD-system. I GIS-systemen är information om exempelvis ledningsdimension systematiskt kopplade till redovisade ledningar vilket innebär att t.ex. den sammanlagda längden av ledningar av en viss typ, eller med en viss dimension, kan beräknas inom ett område.

För CAD-baserade system finns ingen sådan koppling. Istället finns beskrivande text som redovisas på en viss plats på kartan. Det ger möjlighet att okulärt bestämma eller åtminstone bedöma t.ex. ledningsdimension för en viss ledning, men detta kan inte utföras med datoriserade metoder. I dessa fall får materialet bedömas okulärt. Mycket förenklade kartor ritats upp för hand och digitaliseras i ett GIS-system varefter olika beräkningar kan genomföras digitalt.

Kartor i digitalt format har erhållits från samtliga sex kommuner som berörs av konsekvensanalysen (Rihm m fl., 2011). Materialet redovisas inte närmare i den här rapporten för att det finns att tillgå hos respektive kommun och skall erhållas från dem. Det är också alltför omfattande. Sammanfattningsvis har vi funnit:

Råvatten för produktion av renvatten tas från Göta älv i Trollhättan, Lilla edet, Dösebacka (Kungälv kommun) samt vid Alelyckan i Göteborg.

De avloppsreningsverk som har Göta älv som recipient framgår av Tabell 3. Av dessa är det dock bara Holmängen i Vänersborg, Hjärtum, Ellbo och Lödöse i Lilla Edet, Älvängen i Ale och Diseröd i Kungälv som ligger inom det undersökningsområde som berörs av skredriskkarteringen. Avloppsvatten från Ale kommun söder om Älvängen och från Kungälv pumpas till Ryaverket i Göteborg.

De digitala kartorna kan behöva kompletteras med intervjuer med personal från kommunernas tekniska avdelningar beträffande lokalisering av vattenverk, avloppsverk, m.m. Nedan ges ett exempel på ett mer fördjupad studie som genomförts för fallstudieområdet Lilla Edets tätort, där förhållandena vid vattenverk, avloppsreningsverk och bostadsområdet Stommen särskilt studerats. I föreliggande uppdrag görs inte en sådan djupstudie för varje tätortsområde, utan nedanstående är ett exempel på hur man kan fördjupa föreliggande studie vid mer noggranna och detaljerade bedömningar.

Tabell 3. Avloppsreningsverk som har Göta älv som recipient (Göta älvs vattenvårdsförbund, 2006)

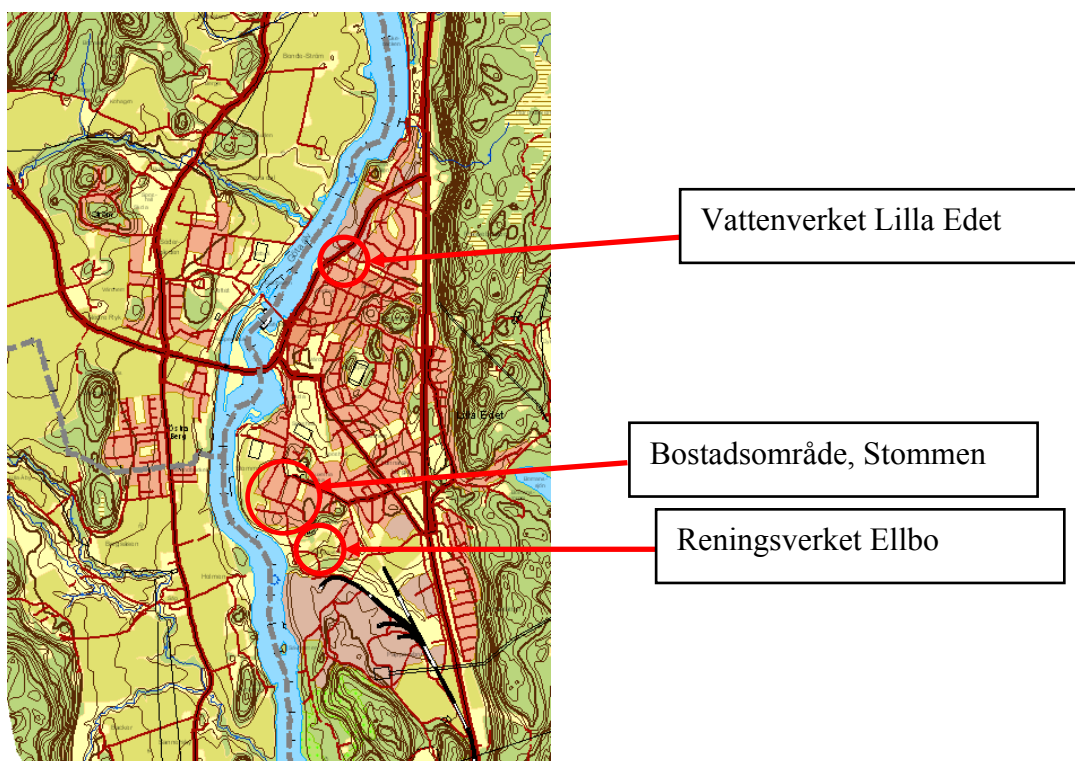
Kommun	Avloppsreningsverk	Dimensionering (pe)	Aktuell belastning (pe)
Vänersborg	Holmängen	28 600	27 200
Trollhättan	Arvidstorp	62 000	48 100
Lilla Edet	Ellbo	9 500	6 200
Lilla Edet	Hjärtum	600	400
Lilla Edet	Lödöse	2 000	1 600
Lilla Edet	Nygård	ca 600	ca 400
Ale	Älvängen	ca 8 000	5 900
Kungälv	Diseröd	1 900	1 300
Göteborg	Ryaverket	*	770 000

* Den hydrauliska kapaciteten (vattenflödet) för Ryaverket är 10 m³/s och medelflödet är 4 m³/s. Under vissa perioder har Ryaverket tagit emot flöden på 16-17 m³/s.

Exempel Lilla Edet

I Figur 7 visas resultatet av den inventering som gjordes för ett fallstudieområde inom Lilla Edet med speciellt fokus på vattenverk, avloppsreningsverk och bostadsområdet Stommen. Lilla Edet är en tätort längs Göta älv som har reningsverk, vattenverk och ett stort ledningsnät som försörjer i stort sett hela kommunen. Ledningssystemet för va i Lilla Edets tätort har tillhandahållits digitalt från Lilla Edets kommun.

Vattenverket i Lilla Edet tar sitt råvatten från Göta älv och försörjer tätorterna i kommunen med dricksvatten. Undantaget är Hjærtum, cirka 5 km norr om Lilla Edet och väster om Göta älv, där det finns en mindre grundvattentäkt (300 pe (personekvivalenter)). Produktionen uppgår till ca 2 000 m³ per dygn och den maximala kapaciteten uppgår till ca 4 000 m³ per dygn. För försörjning av de delar av Lilla Edet som är belägna väster om Göta älv (Ström) finns en dubblerad ledning på botten av älven. Även om ledningarna är dubblerade bedöms de vara sårbara eftersom de är belägna intill varandra och kan drabbas samtidigt t.ex. vid nöddragning av fartyg i älven. Det finns planer på att utföra en ny, säkrare, vattenförbindelse under älven som bl.a. ska leda till Hjærtum. Från Lilla Edet finns en ca 12 km lång överföringsledning via Göta till Lödöse. Från Lödöse pumpas vattnet vidare ca 5 km mot nordost till Nygård. Tryckstegringsstationer finns bland annat i Lödöse.



*Figur 7 Översiktsbild över Lilla Edet och placeringen av vattenverk samt reningsverket och bostadsområdet Stommen.
Bakgrundskarta © Lantmäteriet*

Lilla Edets kommun har ingen reservvattentäkt. Vid ett driftstopp i vattenverket bedöms tillgänglig reservoarvolym motsvara åtta timmars förbrukning. För att öka säkerheten i vattenleveranserna och minska på egna driftskostnader övervägs att leda vatten i en överföringsledning från Trollhättan, ca 2 mil norr om Lilla Edet. Dessutom planeras en överföringsledning från Lilla Edet till Hjärtum. Större industrier, t.ex. Edets pappersbruk har egen vattenförsörjning när det gäller processvatten. I Lilla Edet finns reningsverket Ellbo som är dimensionerat för 10 000 pe (personekvivalenter). Här behandlas spillvattnet innan det släpps ut i Göta älv. Tätorterna Hjärtum, Lödöse och Nygård har egna reningsverk som är dimensionerade för 300, 900 respektive 300 pe. Reningsverken i Hjärtum och Lödöse har Göta älv som recipient och i Nygård släpps behandlat spillvatten ut i Gårdaån. I Lödöse och Nygård finns ingen anläggning för slambehandling, utan slammet transporteras till röt-kammare i Lilla Edet. Dagvattenledningarna läggs normalt med självfall till Göta älv. Någon mindre pumpstation kan finnas men detta har inte undersökts närmare. Mer detaljer kring inventering av va-systemet i Lilla Edet och för hela Göta älv-dalen finns i bilaga till (Rihm m fl., 2011).

7.10. Inventering - Naturmiljö

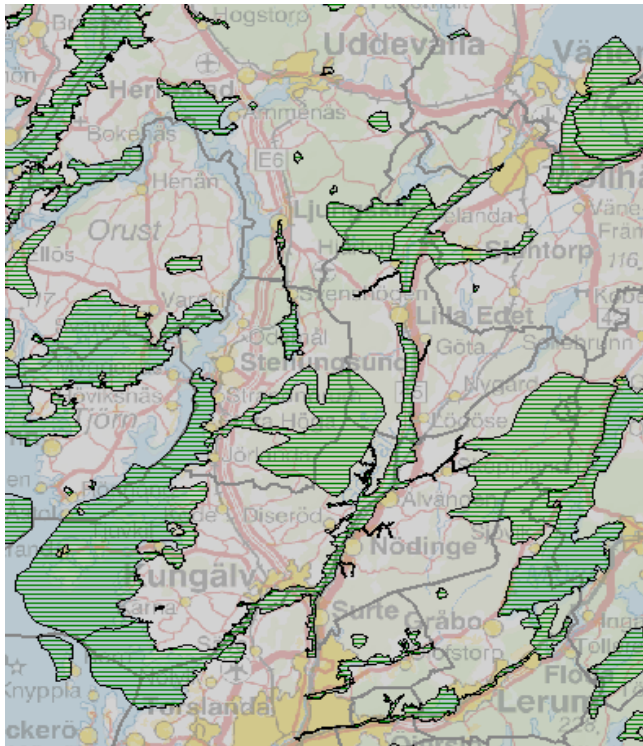
Länsstyrelsens informationskarta (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011)⁹ innehåller kvalitativ information och täcker hela studieområdet. Miljökonsekvensbeskrivningen från Bana väg i Väst (Vägverket m fl., 2005) använder naturvärdesklassindelning (1-4), för

⁹ <http://gis.lst.se/gisvg/>

den östra stranden av den södra halvan av studieområdet. Riksintressen, Natura 2000-områden och naturreservat var framförallt utpekade på grund av fyra aspekter, som kan behöva värderas på olika sätt:

- värde för biologisk mångfald,
- värde för rekreation
- värde för landskapsbilden
- värde för fiske.

Riksintresset Göta och Nordre älvs dalgångar



Figur 8 Riksintressen för naturvård i Göta älvs omgivning (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011). Bakgrundskarta © Lantmäteriet MS2010/10049

Riksintresset Göta och Nordre älvs dalgångar har fastställts av Naturvårdsverket genom beslut 1988-02-08. För naturvård består riksintresset i att det är en dalgång med goda och väl dokumenterade exempel på landskapstyper, landskapets utveckling och processer. Artrik vegetation, rikt fågelliv med häcknings- och rastområden, flyttfågelstråk samt vandring av lax och havsöring. Förutsättningar för att områdets värde skall bestå är att strandängar och betade raviner fortsätter att hävdas, våtmarker och vassområden bibehålls för fågellivet och växtligheten, vandringsvägar för lax och havsöring bibehålls och förbättras, anläggningar och bebyggelse, som försvårar eller omöjliggör tolkning av betydelsefulla terrängformer, bör inte komma till stånd i området (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2000).

Utöver riksintressen, Natura 2000 och naturreservat finns identifierade områden från våtmarksinventering, naturvärdesobjekt och nyckelbiotoper, sumpskogar, lövskogsinventering, ängs- och hagmark, regionalt värdefulla odlingslandskap, nationellt utpekade ängar och hagar, nationellt utpekade odlingslandskap, djur- och växtskyddsområden samt naturminnen identifierade på länsstyrelsens informationskarta (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011). I Tabell 4 sammanfattas riksintressen i närheten av studieområdet.

Tabell 4. Sammanfattning av samtliga riksintressena för naturvård i studieområdet

Orgina-ID	Riksintresse	Värde med kostnad om skred	Värde med vinst om skred	Huvud-kriterier	Anmärkningar
NRO 14122	Göta och Nordre älvs dalgångar	Bitvis hög biodiversitet, Solbergsån: havsöring	Älvdals utveckling, geomorfologi.	ACD	Se också fallstudie 1 (Suerm fl., 2011)
NRO 14096	Bredfjället-Väktarområdet	Naturskog 100-140år mm		AC	
NRO 14085	Halle- och Hunneberg	Mosse, klapperfält, moräner			Berg och mosse på berg: ingen skred-risk
NRO 14121	Svartedalen med Anråsån	Barrskog, ädellövskog, våtmarkskomplex		ABC	
NRO 14146	Orremossen	Våtmark, myrkomplex		ABD	
NRO 14147	Lärjeån och biflöden	Ädellövskog, vattendrag	Skredärr, ravin, meander, korvsjö	ABCD	
NRO 14148	Säveån, Nääs, Öjared, Aspen	Genetiskt värdefull laxstam		CD	
NRO 14123	Risveden	Odlingslandskap, biodiversitet, våtmarker		ACD	

Skogsstyrelsen redovisar värdefulla skogsområden och kulturlämningar i satsningen ”Skogens pärlor” (Skogsstyrelsen, 2009). Det inkluderar bland annat inventering av sumpskogar på all skogsmark, nyckelbiotoper och naturvärdesobjekt för en del skogsmark. Skogsstyrelsen har dock inkluderat väldigt få sumpskogar nära älven, möjligen för att det endast i väldigt liten utsträckning är kommersiell skogsmark. För en mer utförlig beskrivning av inventeringen inom sektorn naturvård hänvisas till (Suer m fl., 2011).

7.11. Inventering – Kulturarv

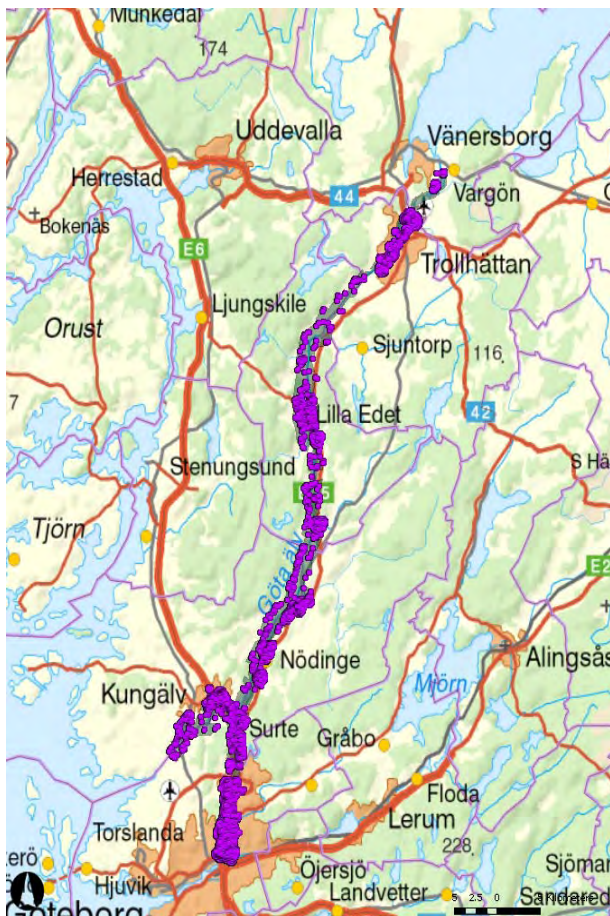
År 1996 bildades en internationell och oberoende organisation, International Committee of the Blue Shield, ICBS. Denna organisation ska arbeta för att skydda kulturellt viktiga föremål från att förstöras vid väpnade konflikter och vid extremväder (Unesco, 2011). I Sverige har Riksantikvarieämbetet ansvaret för att ta fram objekt av nationell betydelse medan länsstyrelserna har ansvaret på regional nivå. Objekten som tas fram ska märkas och listas. Denna lista skulle kunna användas som inventerings- och värderingsunderlag i samhällsekonomiska analyser. Arbetet med att ta fram kulturobjekt som ska skyddas med Blue shield-märkning har inte genomförts i Sverige. Riksantikvarieämbetet tänker dock lyfta frågan (Grahm m fl., 2011a). Informationskartan (GIS VG) är ett verktyg som tillhandahålls av Länsstyrelsen Västra Götaland (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011). Det är en webbaserad karttjänst under utveckling. Kartan kan användas för att identifiera områden och objekt av särskilt kulturellt värde.

I föreliggande uppdrag har inventering utförts genom att använda informationskartan GIS VG (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011), Riksantikvarieämbetets fornminnesdatabas (Riksantikvarieämbetet, 2010) och SGI:s geografiska kartmaterial. Inom utredningsområdet har därmed kunnat identifieras 14 kyrkor där alla omfattas av kulturminneslagen samt nio områden klassade som Riksintresse för kulturmiljövård. Vidare har 4 kulturhistoriskt värdefulla gårdar, 50 miljöer som av respektive kommuner anses vara viktiga kulturmiljöer i kommunerna, 3 hembygdsgårdar och 13 byggnadsminnen identifierats. Utöver detta tillkommer tusentals fornlämningar. Fornlämningarna har inte inventerats

specifikt för utredningsområdet utan per kommun för de kommuner som ingår i utredningsområdet från Riksantikvarieämbetets databas över fornlämningar (FMR). I de berörda kommunerna finns det tillsammans totalt drygt 15 000 fornlämningar. Följande flikar på informationskartan GIS VG har inte inventerats: *Sevärdheter, skyddsbestämmer för kulturmiljö och historia på plats*. Flikarna *kulturhistorisk värdefulla sjömarker* och *fyrplatser* gav inga träffar i vårt utredningsområde. För mer detaljer kring inventeringen hänvisas till (Grahn m fl., 2011a) och för översiktstabeller med objekt som befinner sig inom Göta älv- uppdragets utredningsområdet se bilaga 1 i (Grahn m fl., 2011a).

7.12. Inventering - Näringsliv

Underlag från Statistiska Centralbyråns, SCB, näringslivsregister kan användas för att inventera verksamheter, deras geografiska belägenhet, vilken bransch de tillhör och hur många anställda de har. Där finns också uppgifter om de tillhör privat eller offentlig sektor. En del av denna information finns att hämta i SCB:s statistikdatabas. Önskas mer detaljerat information eller att informationen ska vara organiserat på ett visst sätt kan SCB ta på sig att göra detta i uppdragsform.



Figur 9 Koncentration av arbetsställen, inom GÄU utredningsområde år 2010. Bakgrundskarta © Lantmäteriet

Inom föreliggande uppdrag har information om verksamheter köpts in för användning i GIS. Där kan man se var i utredningsområdet verksamheter ligger, vilken bransch de tillhör och hur många anställda de har. Man kan också se var i utredningsområdet koncentrationen av näringsverksamheter är störst. Inom utredningsområdet redovisas totalt 4 183 arbetsställen för år 2010 fördelat på kommunerna Göteborg, Kungälv, Ale, Lilla Edet, Trollhättan och Vänersborg. Majoriteten av dessa företag är småföretag med 0-4 anställda, se Tabell 5. I Figur 9 visas hur dessa arbetsställen fördelas geografiskt inom utredningsområde 2010. I (Grahn m fl., 2011b) redovisas också hur arbetstillfällena fördelas mellan olika branscher inom utredningsområde.

- 1-4 anställda
- 5-19 anställda
- 20-99 anställda
- 100-499 anställda
- >500 anställda

Tabell 5. Antal arbetsställen fördelat efter antal anställda inom utredningsområdet år 2010

Antal anställda	Antal arbetsställen
0	2 242
1-4	1 008
5-9	374
10-19	279
20-49	176
50-99	58
100-199	31
200-499	12
500-999	2
>999	1

8. TEKNISK/BETINGAD SÅRBARHET

För att kunna bedöma omfattningen av en viss effekt till följd av ett skred krävs en bedömning av i vilken omfattning denna effekt kan tänkas uppkomma. Detta baseras på dels inventeringen som beskrivs i avsnitt 7 och dels på hur stor är den tekniska/betingade sårbarheten är.

Sårbarhet (här angiven som teknisk/betingad sårbarhet) definieras enligt rekommendationen i ISSMGE Glossary of Risk Assessment Terms (ISSMGE, 2010) som graden av förlust för respektive riskobjekt, vilken kan uttryckas som ett värde mellan 0 (ingen förlust) och 1 (maximal förlust).

Inom ekotoxikologi är det inte ovanligt att beräkna toxicitet hos en kemikalie genom att utsätta en population (av t.ex. *Daphnia Magna*, ett djurplankton) för en viss koncentration av kemikalien och jämföra antalet exponerade individer i populationen med antalet som dör eller uppvisar tecken på skada till följd av exponeringen. Dödligheten beräknas som kvoten mellan antal dödsfall och populationens storlek. När man vill bedöma dödligheten hos en sjukdom kan samma metod användas; man jämför antal insjuknande med antalet omkomna.

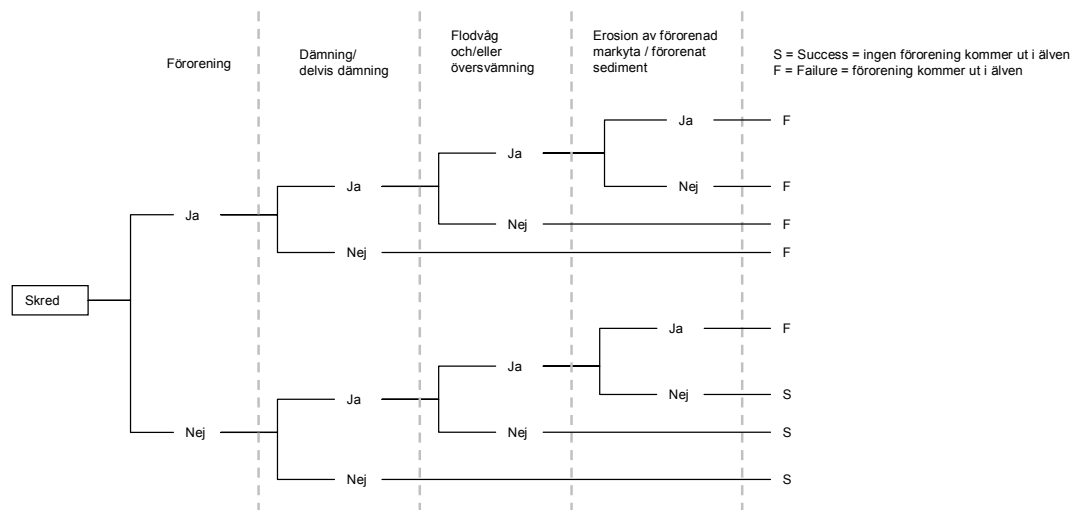
Ett sätt att angripa problemet med sårbarhet för människor, byggnader eller andra konstruktioner etc. som drabbas av skred är att på liknande sätt utgå från inträffade skred eller motsvarande relevanta händelser. Detta innebär att man kan beräkna kvoten mellan antal dödsfall och antal närvarande för ett stort antal skred. Förväntat antal skadade människor, byggnader eller liknande kan beräknas på motsvarande sätt. Det kräver givetvis att det finns relevanta underlag att utgå ifrån. I första hand bör man utgå från skred som skett under förhållanden som kan anses motsvara de förhållanden som gäller för Göta älvdalen.

8.1. Bedömning av den betingade sårbarheten

Händelseträd är ett hjälpmedel för att på ett strukturerat sätt beskriva potentiella primära och sekundära effekter. Det kan också användas som grundläggande struktur för att bedöma den tekniska sårbarheten. Ett händelseträd används för att beskriva vad en händelse kan leda till, d.v.s. vilka primära och sekundära effekter som kan uppstå. Detta kan göras rent kvalitativt eller kvantitativt (träddiagram). Vid en kvantitativ beskrivning anger man hur stor, eller hur sannolik, olika effekter är. Händelseträdet ger en strukturerad och grafisk presentation av ett (potentiellt) händelseförlopp.

När man använder ett händelseträd för att beskriva hur sannolik en effekt är skall endast komplementhändelser beskrivas. Detta innebär att den totala sannolikheten för att någon av dessa händelser sker är ett. Summan av samtliga händelser som beskrivs skall således alltid vara ett. Om två, eller flera, händelser kan ske parallellt och inte med samma sannolikhet måste de beaktas som enskilda händelser.

I Figur 10 visas exempel på ett händelseträd beskrivande vad som kan leda till ökad spridning av förorening från sediment, eller förorenad mark, till Göta älv till följd av ett skred längs älven. Figuren innefattar skred som sker inom ett förorenat område, men också det fall då det sker ett skred inom ett inte förorenat område.



Figur 10 Händelseträd beskrivande risker för en ökad spridning av förorening från sediment, eller förorenad mark, till Göta älv till följd av ett skred längs älven

Det kvantitativa värdet på den betingade/tekniska sårbarheten är mycket platsspecifikt och beror av flera olika faktorer. Ovanstående metod användes som ett första steg i det iterativa arbetet med att identifiera möjliga konsekvenser vid ett skred och användes som utgångspunkt för fortsatt diskussion och utgjorde underlag för såväl kategorisering som fortsatt arbete med inventering och bedömning av sannolikheter för olika händelser. I figuren ovan anges därför inte (den betingade) sannolikheten för de enskilda händelserna eller stegen. Bedömningen av den betingade sannolikheten baseras på diskussion med experter inom kommuner och länsstyrelser.

8.1.1. Byggnader och andra fasta konstruktioner

För vissa händelser till följd av ett skred är det den direkta påverkan som har störst betydelse. Detta gäller till exempel ett brott eller annan skada på vägar och järnvägar, ledningar och kablar, byggnader och andra konstruktioner. Om sådana stationära anläggningar finns inom ett område med ett större skred, såsom ett kvicklereskred, kan man ansätta att sannolikheten för att byggnaden eller konstruktionen skall påverkas är ett (1). Det vill det säga att det är mycket stor sannolikhet för att en skada uppstår. Skadans storlek kan däremot vara svår att förutsäga. I föreliggande uppdrag ansätts därför att den betingade sårbarheten för fasta konstruktioner som drabbas av ett skred är 1.

8.2. Personskador och liv

Den betingade sårbarheten för mänskligt liv kan, på motsvarande sätt som inom ekotoxikologiska bedömningar, anges som kvoten av antal döda och antal närvarande. Genom att studera ett stort antal inträffade skred och söka upp information om antal närvarande i skredområdet och antal omkomna, kan ett genomsnittligt värde på betingad sårbarhet beräknas. Eftersom den betingade sårbarheten kan bero på lokala förhållanden (skredtyp, inverkan av byggnaders och konstruktioners design, osv) bör underlaget vara hämtat från liknande förhållande med avseende på geologiska och byggnadstekniska samt andra aspekter såsom socioekonomiska förhållanden, som till exempel kan påverka säkerhetsföreskrifter och liknande.

I föreliggande uppdrag har underlag för denna bedömning av den betingade sårbarheten hämtats från Skrednett i Norge (NGU och NVE, 2010), MSB:s Naturolycksdatabas (MSB, 2009b) och skredrapporter. Den baseras på tolkning samt antaganden av beskrivningar av skreden för att bedöma förutsättningar för att en person inom skredområdet vid ett skred skall drabbas. Tolkningar, antaganden och beräkningar är sammanställda i Bilaga 3 till (Falemo m fl., 2011a).

I föreliggande uppdrag anges betingad sårbarhet för att beskriva dödligheten när man befinner sig inom ett skredområde vid själva skredtillfället. Allvarliga och lindriga skador kan i princip beskrivas på samma sätt, men tyvärr saknas statistiskt underlag för att genomföra sådana beräkningar. I den känslighetsanalys som görs inom föreliggande uppdrag ingår dock en grov skattning av en möjlig samhällsekonomisk kostnad för allvarliga och lindriga skador som kan uppstå till följd av skred (Grahm m fl., 2011c).

Av de ca 270 studerade skreden (MSB, 2009b; NGU och NVE, 2010) bedömdes 55 av de norska och 11 av de svenska vara tillräckligt utförligt beskrivna för att kunna avgöra eller göra underbyggda antaganden om antal närvarande. Dessa 66 skred utgjorde underlag för beräkningen av betingad sårbarhet i skred. Övriga skred ansågs ha bristande detaljer i sin beskrivning för att kunna göra antaganden om antal närvarande möjligt. Resultatet av tolkningar av den underliggande informationen är att det fanns människor inom skredområdet vid 40 av de skredtillfällen som utgjorde underlag för bedömningen och vid resterande 26 av dessa skred fanns inga personer närvarande. Totalt bedömdes 1 036 personer ha varit närvarande i de aktuella skreden där sammanlagt 167 personer omkom (se Tabell 6).

Tabell 6: Betingad sårbarhet för människor i skred. Resultat från beräkningar av betingad sårbarhet (Falemo m fl., 2011a).

	Sverige och Norge	Sverige	Norge
Betingad sårbarhet, troligaste värde	0,16	0,02	0,31
Betingad sårbarhet, max ant närvarande	0,11	0,01	0,23
Betingad sårbarhet, min ant närvarande	0,23	0,04	0,38

Det framgår av resultaten, som finns redovisade i Tabell 6 att resultatet beror på tolkningen av skredbeskrivningar. Minsta framtolkade betingade sårbarhet är 0,01 och högsta 0,04 för svenska skred och minsta är 0,31 samt högsta 0,38 för norska skred. Även dessa siffror är osäkra och beror bland annat av vilka skred som är (eller snarare bedöms) tillräckligt väl beskrivna för att göra antaganden om antal närvarande av stor betydelse för resultatet (se bilaga 3 i (Falemo m fl., 2011a)).

Från Tabell 6 framgår att i det urval av skred som gjorts är den betingade sårbarheten mångfaldigt högre för de norska skreden än för de svenska. Det finns flera möjliga orsaker till detta. De studerade områdena i Norge är alla klassade som områden där kvicklera förekommer. Detta ansågs vara ett urval som passar tillämpning i Göta älvdalen bra, eftersom om en liknande områdesindelning fanns i Sverige så skulle Göta älvdalen markeras som ett område med kvicklerereförekomst. I Sverige har inget sådant urval gjorts, utan alla skred i databasen togs med. Vidare är antalet registrerade skred med information om närvarande och omkomna betydligt fler i Norge än i Sverige. Underlaget för norska skred är därmed betydligt bättre för att ge ett robust värde på sårbarhet för norska förhållanden, men detsamma kan inte sägas om Sverige och svenska skred. Hur överförbara de norska skreden är till de förhållanden som råder i Sverige och specifikt i Göta älvdalen är för närvarande inte känt. Men till följd av det betydligt större underlag som finns att tillgå från den norska databasen utgår vi från hela skredunderlaget vid val av betingad sårbarhet för användning i Göta älvutredningen. Detta innebär att värdet 0,16 används som schablonvärde för betingad sårbarhet inom Göta älvutredningen (Tabell 6). I den känslighetsanalys som görs inom föreliggande uppdrag ingår att belysa betydelsen av den sårbarhet som bedöms baserad på enbart tolkningsbara dokumenterade svenska skred, respektive de som kan nyttjas från båda databaserna (Grahn m fl., 2011c).

8.2.1. Trafikanter på väg

Som påpekats under avsnitt 7 skiljer sig trafikanter från boende och de flesta andra konsekvenskategorier som kan drabbas av ett skred eftersom de befinner sig i rörelse. För att beskriva i vilken omfattning trafikanter på väg drabbas av skred används ekvation (1), se avsnitt 0, i vilken den betingade sårbarheten för trafikanter ingår. Den betingade sårbarheten (V) har inom ramen för detta uppdrag beräknats baserat på tidigare händelser och diskussion med Trafikverket (Bergström-Johnsson, 2010-04-06) för dödsfall och allvarlig respektive lindrig skada (Falemo m fl., 2011a). I Tabell 7 redovisas resultat av den betingade sårbarhet för trafikanter på väg som kan används för svenska förhållanden. Som framgår av Tabell 7 är den bedömda betingade sårbarheten för att omkomma mer än tio gånger lägre än vad som ansätts för boende. För mer detaljer kring betingad sårbarhet för trafikanter på väg se (Falemo m fl., 2011a).

Tabell 7 Betingad sårbarhet för trafikanter på väg för olika skador och hastigheter.

		Hastighetsgräns			
		100/120	80/90	60/70	30/50
Betingad sårbarhet	Dödsfall	0,018	0,009	0,005	0,002
	Allvarlig skada	0,15	0,075	0,038	0,019
	Lindrig skada	0,432	0,216	0,108	0,054

Vid detaljerade utredningar föreslås att hänsyn tas till sårbarheten för trafikanter. Om det vid en detaljerad utredning också förekommer en bro föreslås att man för trafikanter som befinner sig på en bro vid skredtillfället ansätter en betingade sårbarheten av ett (1). Detta baseras framförallt på att fallhöjden är avsevärt mycket högre än från en vanlig väg.

8.3. Behov av potentiella extra åtgärder vid skred som drabbar miljöfarlig verksamhet och förorenade områden

För att göra en noggrann bedömning av behovet för att vissa, eller alla de i avsnitt 6.2 listade potentiella extra åtgärderna, ska behöva genomföras till följd av en förorening då ett skred drabbar en miljöfarlig verksamhet, Sevesoanläggning eller förorenat område, krävs goda kunskaper om verksamhetens, anläggningens eller områdets art och omfattning. Det krävs också goda kunskaper om de platsspecifika förhållandena. I föreliggande och översiktliga arbete har inte funnits utrymme för att ta fram sådan kunskap och därför kan endast starkt förenklade bedömningar av sannolikheten göras. Bedömningen har därför genomförts genom följande steg (Helgesson m fl., 2011):

- För miljöfarlig verksamhet har bedömningarna baserats på tillståndsnivå enligt förordningen för miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899). Om en mer detaljerad studie ska utföras bör en bedömning även grundas på t.ex. tillståndshandlingar och miljörapporter.
- För anläggningar som omfattas av den s.k. Sevesolagstiftningen (SFS 1999:381; SFS 1999:382; SRVFS 2005:2) har uppgifter från Tillsynsbas Sevesolagen använts. Även här finns betydligt mer utförligt material om en mer detaljerad studie ska utföras. T.ex. kan då tillståndshandlingar, miljörapporter, riskkartläggningar och säkerhetsrapporter studeras.
- För förorenade områden baseras bedömningarna på riskklass enligt MIFO-inventeringen.

I Tabell 8 nedan anges ansatta behov av för att en extra åtgärd till följd av att ett skred sker inom ett område med en miljöfarlig verksamhet, förorenat område eller Sevesoanläggning skall vidtas. De värden som anges i procent och är i relation till att de potentiella åtgärderna alltid och fullt ut vidtas om det går ett skred. De värden som anges har tagits fram i det arbete som presenteras i (Helgesson m fl., 2011).

Dessa, eller uppdaterade motsvarande värden, föreslås att användas om det inte finns mer detaljerat verksamhets-, anläggnings- eller områdesspecifikt underlag att tillgå och då det inte heller bedöms krävas mer specifika och detaljerade underlag,

Tabell 8 Antagna behov av att potentiella extra åtgärder ska behöva vidtas vid ett skred (behovet anges i procent och är ansatt i relation till att de potentiella extra åtgärderna verkligen genomförs fullt ut)

Verksamhet	Antagen sannolikhet för att extra åtgärd behövs samt kommer att vidtas vid skred (%)	Ansatt sannolikhet för att extra åtgärd vidtas vid skred (%)
Miljöfarlig verksamhet, A-anläggning	80-100	90
Miljöfarlig verksamhet, B-anläggning	40-80	60
Miljöfarlig verksamhet, C-anläggning	0-40	20
Seveso, Högre kravnivå	95-100	100
Seveso, Lägre kravnivå	80-100	90
Förorenad mark, Mycket hög risk (klass 1)	60-100	80
Förorenad mark, Hög risk (klass 2)	20-80	50
Förorenad mark, Måttlig risk (klass 3)	0-20	10
Förorenad mark, Liten risk (klass 4)	0-5	2

9. METODER FÖR VÄRDERING

Det finns flera metoder som kan användas för att bedöma konsekvensen genom att värdera de effekter som kan uppkomma till följd av ett skred i monetära termer.

De kostnader som följer till följd av ett skred kan vara faktiska (direkta) åtgärds- eller skadekostnader (Naturvårdsverket, 2008). Med direkta kostnader avses de kostnader som medför en kostnadspost för den aktör som på något sätt är delaktig i att bekosta en åtgärd och åtgärder till följd av en skada, till exempel de kostnader som är förknippade med att återställa en konstruktion. Exempel på direkta kostnader är återställningskostnader, investeringskostnader, driftskostnader, administrativa kostnader och kostnader för uppföljning och kontroll (Naturvårdsverket, 2008). Indirekta kostnader av ett skred är till exempel effekter på näringsliv, sysselsättning, miljö- och natur.

Det totala värdet av en resurs, såsom en naturmiljö, består av tre värden: användarvärde, existensvärde och optionsvärde. Användarvärdet är det direkta värdet man har av att använda en miljöresurs. Optionsvärdet är det värde individer har av möjligheten att i framtiden använda resursen. Detta reflekterar en önskan om att bevara miljön för framtida användare. Existensvärdet reflekterar att individer sätter ett visst värde på att bevara något de själva aldrig kommer att använda, d.v.s. att vetenskapen om dess existens har ett eget värde. Dessa tre värden kan användas för att ta fram en individs totala betalningsvilja (Tietenberg och Lewis, 2009).

För att värdera icke-marknadsprissatta varor och tjänster utgår man från individers preferenser. Dessa preferenser mäts genom betalningsvilja, *willingness to pay (WTP)*, eller kompensationskrav, *willingness to accept compensation (WTA)*. Det finns två huvudmetoder för att ta fram dessa mått: indirekta metoder och direkta metoder. De indirekta metoderna fångar endast upp brukarvärdet. Direkta metoder däremot inkluderar också existensvärden och optionsvärden (Mattson, 2006). I avsnitten nedan ges en beskrivning av indirekta och direkta metoder för att värdera icke marknadsprissatta varor och tjänster.

Det totala värdet av en resurs = Användarvärde + existensvärde + optionsvärde

- Användarvärde: Det direkta värdet vi har av att använda till exempel en miljöresurs.
- Optionsvärde: Det värdet individer har av möjligheten att i framtiden använda resursen. Detta reflekterar en önskan om att bevara miljön för framtida användare.
- Existensvärde: Reflekterar att individer sätter ett visst värde på att bevara något de själva aldrig kommer att använda, d.v.s.. att vetskapen om dess existens har ett eget värde.

9.1. Indirekta Metoder

Fastighetsvärdemetoden (Hedonic price method)

Fastighetsvärdemetoden använder regressionsanalys för att skatta värdet av t.ex. en villa med sjöutsikt jämfört med en villa utan sjöutsikt. Huspriset är en funktion av flera variabler, t.ex., $p = f(b, s, y, u)$, där p står för priset, b är byggår, s är standard, y är yta och u står för utsikt. Med denna metod kan man skatta värdet på sjöutsikten, givet allt annat lika (Tietenberg och Lewis, 2009) 44-45) eller för att uppskatta värdet på ett naturområde då områdets värde kan avspeglar sig i priserna för fastigheter. Möjligheter att värdera attribut av biologisk mångfald begränsas väsentligt av att dessa inte uppträder som en komponent i priset (OECD 2002 i (Sjöström, 2007)). Tillämpning i Göta älvprojektet är t.ex. genom att titta på inköpspriset för naturreservat, eller ersättningen till markägaren för intrånget i bruksrätten.

Man kan också använda denna metod för att uppskatta värdet på en risk för översvämning eller skred. Man kan till exempel jämföra priser på villor i ett högriskområde med villor i ett säkert område och givet annat lika, komma fram till ett värde på översvämning- eller skredrisken. Det är då viktigt att berörda individer känner till den faktiska risken.

Åtgärds kostnader (Avoidance cost)

Åtgärds kostnader är den kostnad man har för att minska eller eliminera en konsekvens, t.ex. installera treglasfönster för att minska bullernivån från en närliggande väg, eller bygga skyddsvallar för att förhindra skador vid översvämning (Tietenberg och Lewis, 2009).

Återställandekostnader/Ersättningskostnader (Replacement cost)

Återställandekostnader är den kostnad man har för att återställa inträffade konsekvenser. Metoden använder kostnaden för den perfekta ersättningen för att få ett värde av till exempel en miljövara. Investerings- och underhållskostnaderna ska tas med i beräkningen. Tre förutsättningar finns för att metoden ska fungera: Ersättningen ska vara likvärdig i kvalitet och omfattning, ersättningen som väljs ska vara det billigaste alternativet, människor ska faktiskt vara villiga att betala för ersättningen. (Sjöström, 2007; Sundberg, 2004).

Shadow Project Method, SPM

En speciell metod är att bedöma kostnaden för att återställa en miljö eller för att kompensera för en miljö. Om ett naturvärde förstörs eller försvinner: vad kostar det att återställa naturvärdet eller kompensera för det? SPM har använts för adsorption av föroreningar, reglerande funktioner (ex. klimat, vatten, näringsämnen), avsvavling genom saltvatten (Li och Che, 2006).

Produktionsfunktionsmetoden (Production function method)

Miljöeffekter (positiva/negativa) kan värderas genom att jämföra produktivitet av vissa faktorer (ex. fiske) med kvalitet på omgivande miljö (ex. vattenkvalitet). Metoden kan endast värdera de ekosystemtjänster som utgör en insatsfaktor i produktionen av en vara eller tjänst som omsätts på en marknad (Sjöström, 2007).

Till exempel klimatförändringar kan påverka produktionsförmågan i t.ex. fiske, skogs- eller jordbruk. Skogens tillväxt påverkas av ändrad markkemi och värdet av denna förändring kan mätas som det inkomstbortfall som drabbar skogsägarna vid minskad faktorproduktivitet (Brännlund och Krström, 1999).

Prevention Cost Method, PCM

En liknande metod som använts för att bedöma förebyggande kostnader kan också användas. Den baseras på vad människor är villiga att betala för åtgärderna.

Reskostnadsmetoden (Travel cost method, TCM)

Utgångspunkten är att människor bara reser till områden om nyttan överstiger kostnaderna. Hur mycket pengar lägger människor på att resa till ett område? Detta är en betevärdering, RP-metod, som anses ganska trubbig (Sjöström, 2007) Exemplet som oftast används för att förklara reskostnadsmetoden är värdering av en nationalpark. Den kostnad man är villig att betala för att ta sig dit med avseende på restid och reskostnad multiplicerad med antal besökare, ger värdet på Nationalparken. (Brännlund och Krström, 1999)

Alla ovanstående kostnader kan ingå i begreppet skadekostnader.

9.2. Direkta Metoder

Här skattar man värdet av icke-marknadsprissatta varor och tjänster med hjälp av enkäter och intervjuer. De är baserade på hypotetiska marknader och individers betalningsvilja kan visa sig vara en annan i riktiga situationer där riktiga pengar skall byta ägare. Det har också visat sig att betalningsvilja är korrelerad med inkomstnivå. Desto högre inkomst en individ har, desto högre är betalningsviljan. Direkta metoder tillåter dock en värdering av optionsvärde, existensvärde och användarvärde, och är därmed de enda metoder som fångar upp alla de komponenter som utgör det totala värdet av en resurs.

Contingent valuation, CV

Individer får direkta frågor om vad de är villiga att betala för en viss vara/tjänst, WTP, eller hur hög kompensation som behövs för att bli av med en viss vara/tjänst, WTA.

CV har använts inom flera områden, såsom för värdering av upprätthållande av biodiversitet, sociala- och kulturella aspekter, utbildning, estetik, sötvattentillgång genom avsaltning av saltvatten, habitat, nöje, turism (Li och Che, 2006). Detta är en av de metoder som rekommenderas av (Sjöström, 2007) för värdering av biologisk mångfald. Svaren vid nyttjande av denna metod kan emellertid överskrida verklig betalningsvilja. Till exempel korregerar (Kinell m fl., 2009) genom att dela med 3, baserat på den sammanställning de gjort av forskning inom området (Kinell m fl., 2009).

Choice experiments, CE

Här ställs de tillfrågade inför ett val mellan två eller flera alternativ, t.ex. en badstrand till x kronor och en lekpark till y kronor. Genom individens val kan man uppskatta badstrandens respektive lekparken i kronor.

CE är bra att använda när man skall uppskatta värdet av ett enskilt attribut, t.ex. en badstrand på Mariebergsskogen. CV är bättre att använda när man skall uppskatta värdet av hela parken (Kågerbo och Johansson, 2008).

9.3. Ytterligare metoder och kombinationer av direkta och indirekta metoder

Referensbedömning, BTM/Värdeöverföring

Använder sig av resultat från andra studier. Metoden kan indikera ett ekonomiskt värde om förutsättningarna varit lika.

Defensiva utgifter (Defensive expenditure method, DE)

Studerar hur begäret av en perfekt ersättning av en viss miljövara förändras då miljökvaliteten förändras.

Välfärdsmått

Välfärds måttet användes från början för att tolka förändringar i priser och kvantiteter av varor som köps. Det används nu också för att se på förändringar i välfärd som kommer av förändringar i miljökvalitet (Sundberg, 2004). Här används Compensating Variation (CV), Equivalent Variation (EV) och Consumer Surplus (CS). I begreppet CV inkluderas

vad individen måste betala för en förbättring av miljö kvalitet eller vad han/hon måste bli kompenserad med om det blir en försämring. I begreppet EV inkluderas vad individen måste betala för att undvika försämring och vad kompensationen ska vara om en förbättring inte sker. CS är skillnaden mellan det maximala en individ är villig att betala för en vara och vad som egentligen betalas (marknadspriset).

Rättighetsbaserat besluts kriterium

En beslutsmodell som används när möjliga konsekvenser är oacceptabla, är rättighetsbaserade besluts kriterier. I Sverige har alla rätt till tjänster som vi ser som grundläggande, till exempel sjukvård, utbildning, rent vatten och säkerhet. Listan på vad man anser som sina rättigheter är lång. Även när andra besluts metoder visar att ett beslut inte är ekonomiskt lönsamt kan man ändå välja att investera och åtgärda med hänsyn till mänskliga rättigheter. Ett exempel är framtida generationers rätt på miljö förutsättningar som inte är sämre än nuvarande generations förutsättningar. När man använder rättigheter som besluts kriterium kan olika individers rättigheter hamna i konflikt med varandra. Ett exempel på konflikt är en individs rätt att använda fordon som orsakar utsläpp och en annan individs rätt att andas frisk luft. I detta fall behöver man använda andra besluts metoder (Mattson, 2006), 23).

9.4. Osäkerheter vid bedömningen

För bedömning av kostnader för en viss effekt som kan uppstå till följd av ett skred, kan en eller flera av direkta, indirekta eller kombinerade metoder (MCA, CBA, CEA, DE etc) användas. Det är då viktigt att komma ihåg att varje metod och det underlag och data bedömningen baseras på, med största sannolikhet innehåller flera osäkerhetsfaktorer. Vidare kan värdet av en specifik aspekt 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).

Det är därför oerhört viktigt att känslighetsanalyser utförs som innefattar dessa aspekter samt de kända osäkerheter som ingår i underlags materialet.

I följande kapitel beskrivs och diskuteras möjlig, respektive vald, metodik för monetär konsekvensbedömning för respektive samhällssektor som beaktas inom föreliggande uppdrag.

Även känslighetsanalyser utförs för respektive sektor inom föreliggande uppdrag, men resultatet och metodiken för denna redovisas i en separat rapport (Grahm m fl., 2011c).

10. KONSEKVENSBEDÖMNING BEBYGGELSE

10.1. Möjliga metoder för värdering

Värdering med schablonvärden och ytor

SGI har tidigare utvecklat ett sätt att värdera byggnader och tomtmark genom att multiplicera boendeyta och tomtyta med olika schablonvärden. Metodiken presenteras i (Berggren m fl., 1991). Den föreslagna metodiken går ut på att boendeyta ska användas för att dela in småhus och lägenheter i kostnadsklasser. Varje boendeklass tilldelas ett värde i antal basbelopp, och på så sätt kan värdet av drabbade fastigheter beräknas.

Värdering med taxeringsvärden

En möjlighet att bedöma värde av både byggnader och tomtmark kan också vara att utgå från taxeringsvärdet. Taxeringsvärde skall enligt Fastighetstaxeringslagen bestämmas till det belopp som motsvarar 75 procent av taxeringsenhetens marknadsvärde (Fastighetstaxeringslagen, 5 kap. 2§). Skatteverket beräknar taxeringsvärden schablonmässigt utifrån en värdering av faktiskt genomförda köp tidigare år. Användandet av GIS gör det möjligt att koppla GSD-Fastighetskartan till en tabell med taxeringsvärden och på så sätt värdesätta alla ytor på kartan. Dessa kan sedan räknas om till marknadsvärden.

I ett nyligen avslutat uppdrag har en jämförelse gjorts mellan fastighetsyta? (Berggren m fl., 1991) och beräkning av fastighetsvärde enligt Fastighetstaxeringslagen för ett villaområde i Årby, Borlänge kommun (Fallsvikm fl., 2010). Enligt denna jämförelse blir storleksordningen på det beräknade värdet samma (Fallsvikm fl., 2010). Klassningen efter bostadsyta som används i (Berggren m fl., 1991) är svår att genomföra utifrån kartor och satellitbilder. För flerfamiljshus krävs annan metodik och mer information från fastighetsägare, kommuner etc. Det är betydligt mindre arbetskrävande, enklare och snabbare att utgå från taxeringsvärdet än att mäta upp ytor för hus, förråd och tomtmark.

Omräkningen från taxeringsvärde till marknadsvärde kan göras med hjälp av köpeskillingskoefficienten. Köpeskillingskoefficienten utgår från genomförda köp av fastigheter och är kvoten mellan köpeskilling (K) och taxeringsvärde (T). Koefficienterna tas fram för olika geografiska indelningar och beräknas av SCB för olika fastighetstyper (enligt typkod) (SCB, 2010)⁹. De flesta värden är regionindelade per län, men några är även indelade efter kommun.

10.2. Vald metod för värdering

Värdering med taxeringsvärden bedöms som lämplig för bostadsbebyggelse, tomtmark och industrier och omräkningen från taxeringsvärde till marknadsvärde görs med hjälp av köpeskillingskoefficienten (Falemo m fl., 2011b).

⁹ <http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/MainTable.asp?yp=gglobx&xu=A4393001&omradekod=BO&omradetext=Boende%2C+byggande+och+bebyggelse&lang=1>: Fastighetspriser och lagfarter / Prisstatistik (småhus, hyreshus, lantbruk och industrier) / alla; Välj "köpeskillingskoefficient", välj region, välj alla fastighetstyper i listan, välj år "2009"

10.2.1. Fastigheter med taxeringsvärden

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. Men 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.

För beräkning av marknadsvärde används köpeskillingskoefficienter på kommunnivå när de är tillgängliga, i övrigt används koefficienter för Västra Götalands län. Det finns inte köpeskillingskoefficienter tillgängliga för samtliga typkoder. Fastigheter med typkod som saknar köpeskillingskoefficient, tilldelas samma koefficient som den fastighetstyp den är mest lik (Falemo m fl., 2011b).

10.2.2. Fastigheter där taxeringsvärde saknas eller med taxeringsvärdet noll

Det finns flera skäl till varför en fastighet kan sakna taxeringsvärde, eller ha taxeringsvärde noll. Marknadsvärdet kan vara mycket lågt: fastigheter med marknadsvärde <1 000 kr har speciella typkoder och dessa räknas som noll kr i beräkningarna. Vissa fastigheter behöver inte taxeras enligt 3 kap. 4 § Fastighetstaxeringslagen. Även skolor, vårdinrättningar, idrottsanläggningar och liknande saknar taxeringsvärde. Dessa fastigheter, med typkod i 800-serien, kallas specialfastigheter i fastighetsregistret.

För värdering av specialfastigheter används bruttototalarea (BTA) av byggnaden tillsammans med kvadratmeterpris per BTA. Kvadratmeterpriset används för schablonberäkning av så kallat försäkringsmässigt fullvärde. Schablonpriserna beräknas utifrån nybyggnation (undantaget markberedning) av respektive fastighetstyp i Sverige och uppdateras varje år. Schablonpriset beskriver kostnaden för återuppbyggnad på samma plats. Schablonvärden per BTA för olika byggnadstyper har tillhandahållits av försäkringsbolaget Willis (Svensson, 2010-04-23). Dessa värden är inte offentliga och presenteras därför inte. Schablonvärdena anges i 2009 års penningvärde och är exklusive moms. För mer detaljer kring fastigheter som saknar taxeringsvärde, eller har taxeringsvärde noll se avsnitt 4.2 i (Falemo m fl., 2011b).

10.2.3. Beräkning av fastighetens värde

Fastighetens värde har fördelats lika över hela fastighetens area. Hela fastighetens värde antas gå förlorat till följd av ett skred som drabbar hela fastigheten. Vid en mer noggrann eller detaljerad analys kan man ta hänsyn till hur omfattningen av skredet ser ut inom den aktuella fastigheten. Till exempel kan då kan taxeringsvärde för tomten och byggnaden hållas separata och för fastigheter som har flera byggnader, kan man ta hänsyn till på vilket sätt dessa olika byggnader kan antas drabbas genom att använda en andel av marknadsvärdet som förväntad kostnad (Falemo, 2011a). För fastigheter *med* taxeringsvärde beräknas fastighetsvärdet som:

$$\text{Marknadsvärde} = \text{taxeringsvärde} * \text{köpeskillingskoefficient}$$

Värdet för byggnader *utan* taxeringsvärde beräknas, utan att ta med markvärdet, som:

Marknadsvärde = BTA * schablon

där BTA avser bruttototalarea och schablon avser schablonvärde per kvadratmeter för aktuell typ av byggnad.

För mer detaljer se (Falemo m fl., 2011b).

11.KONSEKVENSBEDÖMNING SEKTORSOMRÅDE KARTLÄGGNING, EXPONERING SÄRBARHET OCH VÄRDERING AV LIV

11.1. Värdet av ett statistiskt liv

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 omkomma till följd av en specifik orsak inom 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 Asek 4 (Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkylvärden och analysmetoder) presenterar Sika (Statens institut för kommunikationsanalys) rekommenderande kalkylvärden för Trafikverken under perioden 2010-2021. Nuvarande VSL för trafikolyckor är vetenskapligt väl underbyggt, ett av de mest väl underbyggda av Aseks kalkylvärden för externa effekter (SIKA, 2009). Naturvårdsverket har med hjälp av Enveco Miljöekonomi AB gjort en studie på monetära schablonvärden för miljöförändringar. Som en del av detta projekt utreddes det om Asek-värdena kunde användas som generella schablonvärden utanför transportsektorn (Björkman, 2009). Slutsatsen blev att Aseks värden på VSL kan användas som schablonvärde (Falemo m fl., 2011a).

Det kan dock finnas anledning att tro att förtida död kan värderas olika beroende av vad som leder fram till händelsen (Falemo m fl., 2011a). En studie av (Viscusi, 2009) har resultat som kan tyda på att förebyggande åtgärder för att förhindra att avlida på grund av terrorism, värderades ungefär lika högt som åtgärder för att förhindra att avlida i förbindelse med en trafikolycka, men att det för de fall som studerades värderas dubbelt så högt som förebyggande åtgärder för att förhindra att avlida i förbindelse med en naturkatastrof. Det studien visar är att sammanhanget i vilket värderingen av liv sker kan ha viss betydelse, vilket talar mot att VSL för trafikolyckor skulle kunna användas som ett generellt mått på förlust av liv och hälsa i andra sammanhang. Å andra sidan, förekomsten av en sammanhangsfaktor som resultaten av Viscusis (2009) studie tyder på är inte entydigt bevisad (SIKA, 2009).

VSL för trafikolyckor är vetenskapligt väl underbyggt, det har tagits fram för svenska förhållanden vilket gör att vi inom föreliggande uppdrag väljer att använda det värde på VSL som rekommenderas av Sika (Falemo m fl., 2011a). För närvarande utesluts personskador, men de redovisas ändå i tabellen för användning vid mer detaljerade analyser där det finns, eller där man kan tillhanda, underlag samt för att de används i de känslighetsanalyser som utförs inom föreliggande uppdrag som redovisas i (Grahn m fl., 2011c). För

närvarande väljs också att använda det totala värdet för dödsfall. Det totala värdet ska motsvara den samhällsekonomiska kostnaden för en trafikolycka och består av två delar. Dels en värdering som skall spegla kostnaden för olycksdrabbade individer på grund av förlust av liv eller hälsa, dels materiella kostnader i form av kostnader för sjukvård, administration och skador på egendom samt produktionsbortfall på grund av sjukskrivning eller dödsfall (SIKA, 2009). Den totala kostnaden enligt (SIKA, 2009) räknas om till 2009 års penningvärde med hjälp av årsmedelvärden för konsumentprisindex KPI (SCB, 2011). Det resulterande kalkylvärdet redovisas nedan i Tabell 9. För mer detaljer se (Falemo m fl., 2011a).

Tabell 9 Kalkylvärden baserade på (SIKA, 2009) uppräknade till 2009 års penningvärde med konsumentprisindex (Falemo m fl., 2011a).

	Kalkylvärde totalt 2006	Kalkylvärde totalt 2009
Dödsfall	22 321 000	23 534 000
Svårt skadad	4 147 000	4 372 000
Lindrigt skadad	199 000	210 000

11.2. Fallstudie - bebyggelse och statistiskt liv

Syftet med de fallstudier som utförs i föreliggande uppdrag är att genomföra testa och utveckla/ uppdatera föreslagna metoder för konsekvensbedömning, samt att få en första uppfattning om storleksordning för det monetära inom respektive sektorsområde.

11.2.1. Fallstudieområde Ale kommun

Fallstudieområdet utgörs av Ale kommun som följer östra sidan av Göta älv från Alvhem i norr till Surte i söder. Samhällen som ligger inom utredningsområdet är Nödinge, Nol, Surte, Älvängen och Bohus. Förutom dessa samhällen utgörs ytan till största delen av jordbruks- och skogsmark.

Valet av fallstudie baseras på att en första fallstudie för bebyggelse, statistiskt liv samt väg och järnväg gjordes för samhället Nol i Ale kommun. Kriterier för sektorerna *Bebyggelse* och *Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv* vid valet av fallstudieområdet Nol var att fastigheter av flera olika typer som bostäder, industri och en eller ett par specialfastigheter måste finnas inom området (Falemo m fl., 2011c). Ett önskemål var också att undvika kända komplexa verksamheter av typen Eka Chemicals. Storleken på området måste vara hanterlig men ändå uppfylla ovanstående kriterier (Falemo m fl., 2011c). Det större fallstudieområdet inom Ale kommun valdes för att kunna dra nytta av redan befintliga underlag och redan tagna kontakter. Det större fallstudieområdet utgörs av den del av Ale kommun som ligger inom en km från älvkanten och som inte ligger på berg, eftersom områden som ligger på berg inte anses vara sårbara. Nyttan med denna avgränsning är främst att inventerings- och värderingsarbetet med specialfastigheter blir mindre arbetsintensivt.

Ytterligare en avgränsning har gjorts med hjälp av lutningslinjen 1:15 som utgår från undervattenssläntfoten. Områden ovanför lutningslinjen tas med i utredningsområdet; områden under lutningslinjen tas bort från utredningsområdet. Följande tillägg gäller:

- Minst 100 meter kring älven ska ingå i konsekvensområdet.
- Minst 50 meter från vattendrag mot älven tas med om det är lera.
- Mark med sluttande lera (mot älven) tas med även om det ligger "bakom" ett plant område.
- Sand underlagrat av lera tas med om det sluttar. Dock max ca 100 meter
- Morän och isälvssediment räknas som fastmark.
- Terrängmodellen täcker inte hela området. Då har höjdkurvorna tolkats visuellt. Vid oklara bedömningar har området tagits med.

För mer detaljer kring beskrivningen av fallstudieområdena Nol respektive Ale kommun se (Falemo m fl., 2011c).

11.2.2. Värdering

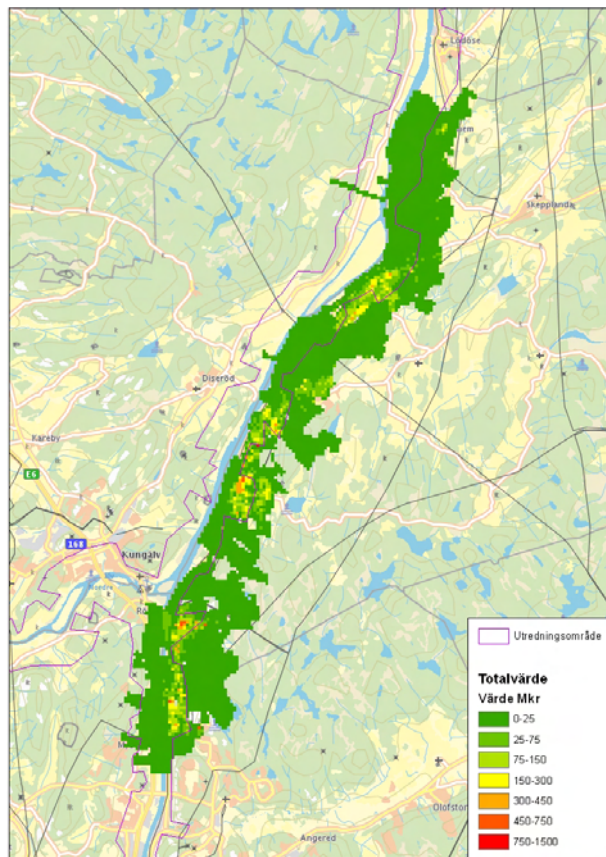
Inventering av fastigheter utfördes enligt beskrivning i avsnitten 7.1 och 7.2, de närvarofaktorer som redovisas i Tabell 2 i avsnitt 7.3 har använts för att beskriva sannolikheten för var individer befinner sig. I fallstudien används värdet 0,20 för betingad sårbarhet. Detta värde var det första som togs fram inom föreliggande uppdrag men har sedan fallstudien utfördes uppdaterats, och för hela Göta älvutredningen kommer istället värdet 0,16 att användas (för mer detaljer kring betingad sårbarhet se avsnitt 8.2). För mer detaljer kring beskrivningen av de inventeringar som utförts för fallstudieområdena Nol respektive Ale kommun se (Falemo m fl., 2011c).

Fastigheter med taxeringsvärde har beräknats som produkten av taxeringsvärde och köpeskillingskoefficient och värdet för fastigheter utan taxeringsvärde har beräknats baserat på schablonvärde enligt avsnitt 10.2.3. Fastighetens värde fördelades lika över hela fastighetens area och hela fastighetens värde antogs gå förlorat till följd av ett skred som drabbar hela fastigheten (Falemo m fl., 2011c).

För liv beräknades värdet av konsekvenserna (alltså värdet av ett antal statistiska liv) baserat på dygnsmedelvärde för närvarofaktorerna enligt:

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

Den resulterande bedömningen för värderingen av konsekvensen redovisas som totalvärde av förväntade konsekvenser för statistiskt liv och bebyggelse i Figur 11. Som framgår av Figur 11 är konsekvenserna av skred i utredningsområdet som väntat störst i tätorterna. I tätorterna ligger värdet för konsekvenser för fastigheter i allmänhet mellan 5 och 60 miljoner kr per ha, medan motsvarande konsekvenser i obebyggda områden ligger mellan 0 och 2 miljoner kr (Falemo m fl., 2011c). Konsekvenserna för värdering av statistiskt liv är koncentrerade till bebyggelse. Detta är också förväntat till följd av definitioner för närvarofaktorerna och inventeringsunderlaget, som är geografiskt knutet till olika typer av byggnader. Värdet av förväntade omkomna till följd av skred är i allmänhet betydligt större än värdet för byggnaderna där individerna spenderar sin tid. Den procentuella fördelningen av konsekvenser räknat på hela fallstudieområdet är 83 % för förväntat antal omkomna, räknat som statistiska liv och värdet av fastigheter utgör således 17 % av det totala beräknade värdet. För mer detaljer kring fallstudierna för Nol respektive Ale kommun hänvisas till (Falemo m fl., 2011c).



Figur 11 Karta visande totalvärdet av förväntade konsekvenser för statistiskt liv och bebyggelse per rastercell förutsatt att cellen utsätts för ett skred i fallstudieområdet Ale kommun (Falemo och Andersson-Sköld, 2011). Bakgrundskarta © Lantmäteriet i2009/00858.

11.2.3. Trafikanter på väg

För att bedöma risken för trafikanter på väg utfördes två separata fallstudier. Studierna gjordes för två högtrafikerade vägar med olika hastighetsgränser. Slutsatsen av dessa fallstudier är att risken för att någon trafikant omkommer är liten. Förväntat antal omkomna var 0,04 respektive 0,06 för de två beräknade fallen. De samhällsekonomiska kostnaderna för denna risk (inklusive personskador) bedöms, enligt dessa fallstudier i jämförelse med riskerna för människor i bostäder, på arbetsplatser, skolor och inom vården, som liten (Falemo m fl., 2011c). De känslighetsanalyser som utförts innefattar dock ett exempel av inverkan av personskador och dödsfall såväl för de som vistas i en byggnad som till följd av att fordon påverkas av en skredhändelse (Grahm m fl., 2011c).

11.3. Total värdering av inverkan av skred med avseende på statistiskt liv och inklusive räddningsinsats

En ytterligare kostnad som ingår vid bedömning av risker för skred och inverkan på personskador och liv är räddningsinsatser som inriktas på att rädda liv. Fallsvik et al. gjorde en uppskattning av *kostnaden för en räddningsinsats* baserad på tidigare skred, i 2009 års penningvärde, till 4,2 Mkr (Fallsvik m fl., 2010), och kostnaden per närvarande person har uppskattats till ca 0,4 Mkr (Falemo m fl., 2011a). Osäkerheten är stor men i brist på

tillförlitlig information fastställdes schablonkostnaden till 0,4 Mkr per närvarande person, för att uppskatta kostnaderna för räddningsinsatser i föreliggande uppdrag.

Den monetära värderingen av konsekvensen med avseende på statistisk liv, $C(VSL)$, inklusive räddningsinsats per antal närvarande, beräknas således sammanfattningsvis enligt:

$$C(VSL) = (P_p \cdot e_p + P_i \cdot e_i + P_e \cdot e_e) \cdot (V \cdot VSL + 0,4)$$

Där $C(VSL)$ är konsekvensen med avseende på statistiskt liv uttryckt i Mkr; P_p är antalet elever, P_i är antalet boende; P_e är antalet anställda; e_p är elevernas närvarofaktor; e_i är boendes närvarofaktor; e_e är anställdas närvarofaktor; V är betingad sårbarhet för samtliga grupper, och VSL är värdet av ett statistiskt liv som enligt (SIKA, 2009) uppgår till 23 534 Mkr med 2009 års penningvärde.

För trafikanter på väg görs motsvarande beräkning enligt:

$$C(VSL) = P(pers) \cdot (VSL + 0,4)$$

Där $P(pers)$ beräknas enligt ekvation (1) och den betingade sårbarhet som anges för olika hastighetsgränser i avsnitt 8.2.1.

12. KONSEKVENSBEDÖMNING – VÄG OCH JÄRNVÄG

Före detta Vägverket och Banverket (tillsammans nu Trafikverket) har delat in konsekvenser vid störningar, eller förseningar, till exempel till följd av brott på väg i grupperna:

- Person
- Egendom
- Miljö
- Finans
- Immateriell

Metoder för att värdera liv och personskador behandlas inom sektorsområde *Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv* (Falemo m fl., 2011a) och beskrivs för trafikanter på väg enligt avsnitten 7.4, 8.2.1 och 11 ovan. Värdering av miljöaspekter, till exempel skador som uppkommer till följd av farligt gods, tillhör sektorsområdena miljöfarlig verksamhet och förorenade områden (Helgesson m fl., 2011) samt kultur- och naturskyddade områden och objekt (Grahn m fl., 2011a; Suerm fl., 2011). Underlaget för att göra en ex-ante monetär värdering av de konsekvenser en farligt godsolycka till följd av ett skred för med sig, är däremot alltför litet. Konsekvenserna kan bli desamma som för en olycka vid en miljöfarlig verksamhet, men det saknas underlag för att bedöma sannolikheten för denna händelse samt konsekvensen som beror på vilken typ av gods som

transporteras. I detta avsnitt presenteras således metoder för att värdera konsekvensgruppen Finans enligt Trafikverkets indelning i konsekvensgrupper.

12.1. Möjliga metoder för bedömning av finansiella konsekvenser av väg- och järnvägsavstängning

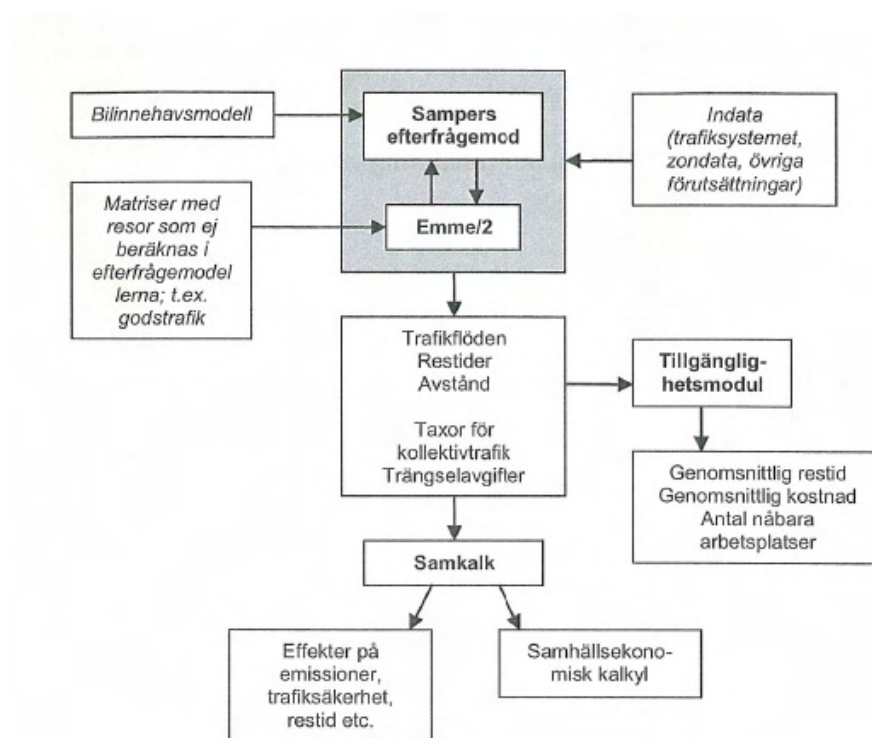
I Vägverkets rapport *Risikanalys vald vägsträcka* (Vägverket, 2005) presenteras metoder för att värdera de finansiella konsekvenserna då en väg stängs av. De finansiella konsekvenserna för avstängd väg delas enligt denna rapport in i (Vägverket, 2005):

1. Direkta kostnader för vägtransportförsörjningen
direkta kostnadsökningar för restid, fordon, trafikolyckor, emissioner, drift och underhåll på grund av störningar/trafikavbrott.
2. Kostnader för omgivningen och indirekta kostnader
indirekta kostnadsökningar för samhälle/industri på grund av försenade/inställda transporter samt samhällsekonomiska kostnader på grund av störningar/avbrott i annan infrastruktur

Det är främst de direkta kostnaderna för väg- och järnvägstransportsystemet vi studerar inom föreliggande uppdrag, men även restid/transporttid för personer och gods ingår. Flera metoder för att beräkna kostnaden för omledning och återställande har identifierats och presenteras i detalj i (Bergman m fl., 2011b; Bergman m fl., 2011c). Nedan ges en mycket kortfattad sammanställning av de olika metoderna.

12.1.1. Samperssystemet

I Figur 12 visas en översiktlig beskrivning av Samperssystemet. Den första delen i systemet inkluderar Sampers efterfrågemodell som gör beräkningar och ger prognoser från lokal till utrikesnivå. Den inkluderar även påverkan över olika trafikslag.



Figur 12 Samperssystemet (Vägverket, 2009a). Både Sampers och Samkalk kan bytas ut mot Samgods respektive Samkalk gods, för att beräkna effekter för godstrafik istället för persontrafik.

Samkalk, som är nästa huvudsteg i systemet, använder prognoserna för att beräkna de samhällsekonomiska effekterna och inverkan på emissioner, trafiksäkerhet och restid, etc. Resultaten redovisas sen både som absolutvärden och i monetära värden. Effekterna som Samkalk tar fram är:

- Emissioner
- Trafiksäkerhet
- Buller
- Slitage
- Restider
- Fordonskostnader
- Biljettpriser
- Driftkostnader

Samkalk tar även med marginellt slitage på kollektivtrafiken samt budgeteffekter (drivmedelsavgifter, banavgifter, moms på biljettintäkter).

Hela Samperssystemet används oftast i samband med omfattande åtgärder och för större geografiska områden där flera trafikslag kan påverkas (Bergman m fl., 2011b; Bergman m fl., 2011c; Vägverket, 2009a).

12.1.2. EVA-modellen

För mindre åtgärder gällande omledning kan man istället för Samkalk, eller Samkalk gods, använda EVA-systemet eller Bansek för tågtrafik (Bergman m fl., 2011b; Bergman m fl., 2011c). I Vägverkets rapport *Risikanalys vald vägsträcka* (Vägverket, 2005) finns EVA-systemet beskrivet. EVA-modellen baseras på enklare antaganden och gäller enbart vägtrafiken. Den kan alltså inte användas i de fall trafik flyttas mellan olika trafikslag eller då ny trafik genereras.

EVA tar fram de direkta kostnaderna vid förlängning och fördröjning av transporter. De effekter som kan tas fram i EVA är (Vägverket, 2009a):

- Förändring i trafikarbete (miljoner fordonskm)
- Restid (tusen timmar)
- Drivmedel (m³)
- Trafiksäkerhet (antal olyckor, dödade, skadade)
- Miljöeffekter (utsläpp i ton)
- Ev. kompletterade effekter (ex. buller)

Dessa absoluta värden värderas sen i:

- Fordonskostnader/tågtrafikkostnader
- Restidskostnader
- Godskostnader (EVA)
- Olyckskostnader
- Miljökostnader (emissioner)
- Drift- och underhållskostnader
- Ev. buller

12.1.3. EVA-systemet förenklad

Med den EVA-metod som anges i *Risikanalys vald vägsträcka* (Vägverket, 2005) kan en förenklad beräkning utföras. Det som krävs för att göra förenklade EVA-beräkningar är:

- ÅDT (årsmedeldygnstrafik)
- Vägförlängning (m)
- Avstängningstid (dagar)
- Specifikation av vägen (hastighetsgräns, km/h, och bredd, m)
- Andel personbilar, lastbilar med släp och utan släp

För själva beräkningarna används de schabloner som finns angivna i rapporten och hastighetsgräns, vägbredd och andel lastbilar med och utan släp kan hämtas från Vägverkets GIS-tjänst *Info om vägar*. För mer detaljer och ytterligare information se (Bergman m fl., 2011b) samt (Vägverket, 2005).

12.1.4. Schablonmetoden

I Vägverkets rapport *Risikanalys vald vägsträcka* (Vägverket, 2005) presenteras även Schablonmetoden, i vilken färre indata än i EVA-systemet behövs. Indata för Schablonmetoden är enbart årsmedeldygnstrafik (ÅDT), tid som avstängningen varar och vägförlängning. Metoden är en mer översiktlig metod än EVA för att beräkna omledningskostnaden. Den anger de direkta kostnaderna och gäller en riksväg/primär länsväg (>11,5 m,

90 km/tim). Omfartsvägen ansåts här ha samma standard som den drabbade vägen. I schablonmetoden har man indikerat att tiden för ett större skred är i storleksordningen 100 dygn.

För järnvägssystemet används istället för EVA och Schablonmetoden Bansek respektive BVH 706 (Bergman m fl., 2011c). För mer detaljer kring de olika metoderna som kan användas för att beräkna de kostnader som kan uppstå vid omledning av trafik till följd av ett brott (eller annan anledning till avstängning) på väg eller järnväg hänvisas till (Bergman m fl., 2011b; Bergman m fl., 2011c; Vägverket, 2009a; Vägverket, 2005).

12.2. Vald metod för bedömning av finansiella konsekvenser av vägvästängning

För att bedöma vilken av ovanstående metoder som är mest lämplig för att bedöma finansiella konsekvenser av vägvästängning i föreliggande studie, utfördes olika beräkningar och simuleringar. Kontinuerliga diskussioner fördes med Trafikverket (Åkesson) och Sweco (Andersson) samt med Linköpings Universitet genom examensarbete (Röcklinger, 2011). Detaljer och mer information kring de olika beräkningarna finns redovisade i (Bergman m fl., 2011b).



Figur 13 Scenarier som analyseras med Sampers. Scenariernas brottpunkter för vägen anges med röda prickar (A-F). Bilden hämtad från (Röcklinger, 2011).

Med Sampers och Eva-modellerna utfördes simuleringar av vägvästängningar till följd av skred vid Surte, Älvängen, Lilla Viken, Göta och Utby, se Figur 13. För samtliga scenarier som analyserats antogs ett hundra dagars avbrott. Vidare baserades analyserna på år 2020 för befolkning och vägnät samt de förutsättningar som ansåts för Banaväg i Väst år 2020. Det som skiljer de olika punkterna för ett brott på vägen är dels trafikflödena som är högre närmre Göteborg, dels tillgången till alternativa vägar och om det finns väg och järnväg eller bara väg där brottet sker. (Bergman m fl., 2011b; Röcklinger, 2011).

En huvudfråga vid analysen med Sampers var huruvida ett hundra dagars avbrott kan anses långvarigt (Röcklinger, 2011). Med detta avses frågeställningar som om trafikanter hinner vänja sig vid problemet och om vissa resor anpassas men inte andra. I Sampers, till skillnad från EVA-systemet så som det användes i föreliggande uppdrag, kan man anta en "fullständig" anpassning vid långvariga förändringar. En sådan fullständig för-

ändring innebär visst byte av arbetsplats, skola, osv. som bidrar till att optimera resandet. Vid en förändring som varar ca hundra dagar till följd av ett skred, förväntas dock varken en fullständig eller obefintlig anpassning ske. Vid arbetet antogs därför olika ansatser (Röcklinger, 2011). I den ena ansattes resefterfrågan vara identisk med före skredet, i en gjordes en fullständig anpassning och i en tredje antogs en delvis anpassning som baserades på en ny prognos, men där arbetsresorna (till följd av arbetsplatsens förläggning) var desamma som tidigare.

Som framgår i (Bergman m fl., 2011b) beror resultatet från de olika beräkningarna på ett flertal faktorer innefattande metod och modell för beräkning, mängd trafik, möjligheter för omledning och i vilken mån trafikanterna hinner anpassa sitt beteende. I Tabell 10 Omledningskostnad per 100 m med EVA- samt Sampersmodellerna.

Tabell 10 Omledningskostnad per 100 m med EVA- samt Sampersmodellerna.

Per 100 m (Mkr)		
	EVA	Sampers (delvis anpassning av beteende)
Surte	-	55
Lilla Viken	235	141
Älvängen	35	55
Göta	62	28
Utby-Slumpån	33	17

Samtliga EVA- och Sampersberäkningar baseras på ett flertal antaganden och ansatser (för mer detaljer kring dessa se (Bergman m fl., 2011b)). Detta innebär att inte något resultat kan anses vara helt rätt. Vid diskussioner med Trafikverket (Åkesson, 2011) och Sweco (Andersson, 2011), som också varit involverade såväl i EVA- som Sampersberäkningarna, anses det som mest rimligt att använda resultaten från Sampersberäkningar baserade på ansatsen ”Delvis anpassning: Ny prognos, men arbetsresor samma som tidigare” som underlag för övriga bedömningar. Detta baseras sig framförallt på att Samperssimuleringen bedöms välja de mest sannolika trafikflödena (Andersson, 2011; Åkesson, 2011). Inom föreliggande uppdrag, dvs. för Göta älvutredningen generellt, har vi därför valt att utgå från de simuleringar som utförts med Sampers som baserats på ansatsen för delvis anpassning. Som typvägar väljs de simulerade avstängningarna och ansatsen är att samma samhällsekonomiska kostnad gäller för hela sträckan för samma vägsträckning (se (Bergman m fl., 2011b) samt GIS-redovisning av Fahlberg (Fahlberg, 2011)).

Vid övergripande och förenklade analyser är det alltför komplicerat att använda komplicerade modellberäkningar, och de förenklade metoderna, som innehåller mycket mindre komplexitet och färre detaljer, är då att föredra. För mer detaljer och förslag på värden som kan användas för dessa beräkningar se (Bergman m fl., 2011b).

12.3. Metod för bedömning av finansiella konsekvenser av järnvägs-avstängning

För att bedöma konsekvensen av avstängning av järnväg användes flera metoder på samma sätt som för väg. Mer information och fler detaljer finns i (Bergman m fl., 2011c). För att bedöma kostnader förknippade med omledning och restidsförändringar för personer och godstrafik, valdes därefter att utgå från de beräkningar som gjordes med Bansek, de operativa kostnaderna samt externa effekter beräknades med BVH 706 för att beskriva dessa kostnader inom föreliggande uppdrag..

För omledning under 100 dygn, vilket motsvarar avstängning för ett större skred (såsom ett kvickleraskred), blev resultatet för ett skred vid *Älvängen eller söder därom*, att den totala omledningskostnaden, uppräknat till 2009¹⁰ års priser, för gods- och persontrafik uppgick till 108,4 Mkr. Härav utgörs omledning av godståg till 25 Mkr och omledning av persontåg (operativa kostnader, externa effekters kostnad och restid) till 83,4 Mkr. För ett motsvarande skred *norr om Älvängen* (uppräknat till prisbasår 2009) uppgår den totala omledningskostnaden för av gods- och persontrafik till 74,1 Mkr. Omledning av godståg uppgår till 25 Mkr och omledning av persontåg (operativa kostnader, externa effekters kostnad och restid) till 49,1 Mkr. För mer detaljer kring scenarier och antaganden se (Bergman m fl., 2011c).

12.4. Återställningskostnader för väg och järnväg

Utöver de finansiella konsekvenser som kommer av att en väg eller järnväg är avstängd och obrukbar, kommer direkta kostnader i samband med att vägen eller järnvägen ska återställas att uppstå. Det finns för närvarande inte några givna schablonvärden eller modeller för att beräkna återställandekostnaden av en väg eller järnväg. Som underlag för en sådan bedömning föreslås istället att tidigare kända kostnader, uppdragsredovisningar och studier används för att göra en uppskattning för olika vägtyper. Inom föreliggande uppdrag har möjliga kostnader för återställande av järnväg, samt för större statliga och mindre kommunala gator och vägar sammanställts i (Bergman m fl., 2011b; Bergman m fl., 2011c). Kostnadsuppskattningen baseras således på indirekt ekonomisk värderingsmetodik och har utförts genom privat kommunikation med Trafikverket, entreprenörer samt genom sammanställning av tidigare rapporter som beskriver studier avseende de direkta kostnader som kan förväntas uppkomma.

Som skriftligt underlag för att bedöma återställandekostnaden för järnväg har utgångspunkten varit tidigare händelser och andra kostnadsexempel såsom Småröd, Ånn och Bana/väg i Väst (Bergman m fl., 2011c). Kostnader för återställande av större vägtyp såsom E45 togs fram genom kostnadsuppgifter från BanaVäg i Väst hemsida (se detaljer kring uträkning i bilaga 3 i (Bergman m fl., 2011b)) samt återställandekostnader efter skredet i Småröd (MSB, 2009a). För mindre kommunala vägar kontaktades entreprenörer (NCC och Sweco) för att få en ungefärlig kostnadsuppskattning.

Återställningskostnaderna beror dock givetvis också på hur grundläggningsförhållandena är och kostnaderna kan därför variera. I Tabell 11 anges de kostnader som tagits fram för återställande av vägar och järnväg. För mer detaljer kring beräkning och inventering av återställningskostnader för vägar och järnvägar, se (Bergman m fl., 2011b; Bergman m fl., 2011c).

¹⁰ Uppräknad med kpi 299,66 / 284,22

Tabell 11 Återställningskostnad av vägar, järnväg och bro

Väg, järnväg, bro	Återställningskostnad (Mkr)	väg
E45:an (100 m)	11-13 Mkr	
Kommunal väg, samt vägarna 625 och 2025 (100 m)	0,7-1,4 Mkr	
Järnväg (100 m)	5-7 Mkr	
Bro	15 – 50 000 kr per m ²	

12.4.1. Återställningskostnad bro

Återställningskostnad för väg- och järnvägsbroar varierar. Baserat på diskussioner inom SGI (Per-Evert Bengtsson, Carina Hultén, Marius Tremblay och externa kontakter med Peab) ansätts ett generellt värde för återställande av broar till 20 000 kr per kvadratmeter.

Det spann som uppgetts vid diskussioner, har innefattat 15 000 kr som lägsta och 50 000 kr som högsta återställandekostnad per kvadratmeter (Bengtsson, Hultén, Tremblay, PEAB).

I Tabell 11 nedan anges värdena på återställningskostnader för bro samt för väg och järnväg enligt de sammanställningar som presenteras i (Bergman m fl., 2011b; Bergman m fl., 2011c).

12.5. Total kostnad för avstängning och återställande av väg och järnväg

Resultatet i studien kommer att presenteras som kostnad i celler av storleksordningen 1 ha i GIS. Som underlag för att bedöma kostnader för väg respektive järnväg används ett värde för 100 m väg respektive järnväg. Kostnaden beskriver en bedömd konsekvens som innefattar såväl konsekvenserna gällande omledning och återställande av väg och järnväg.

Kostnad för omledning samt återställande vid ett 33 dygnsstopp för 100 m väg, beror på trafikintensitet samt omledningmöjligheter. För de scenarier som studerats får följande kostnader representera kostnad för olika sträckningar:

Sträcka A/B, från Göteborg upp till jordfallsbron (Surte): 52 + 12 = 64 Mkr

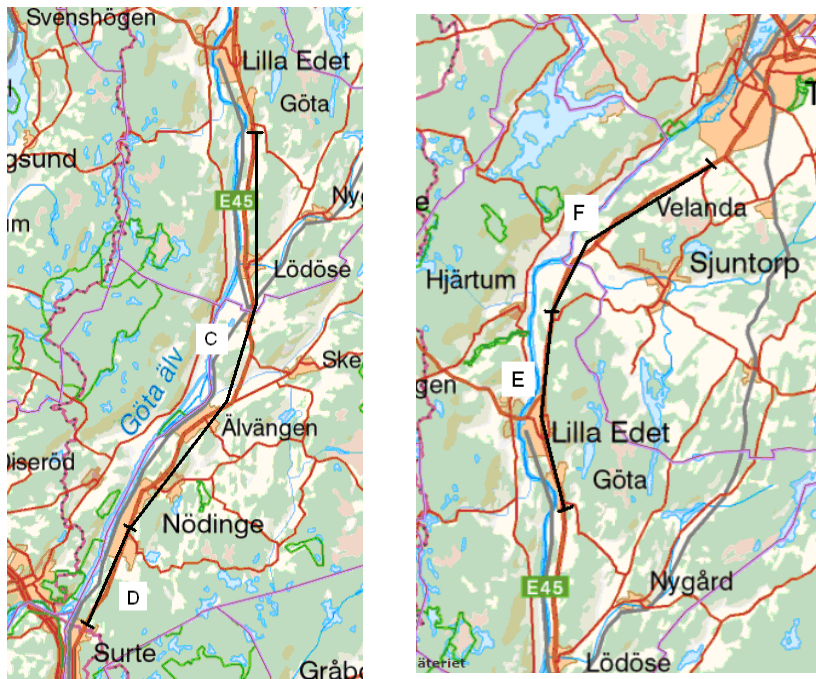
Sträcka D, från jordfallsbron till Lilla Viken: 134 + 12 = 146 Mkr

Sträcka C, Älvängen: 52 + 12 = 64 Mkr

Sträcka E, Göta: 26 + 12 = 36 Mkr

Sträcka F, Utby-Slumpån: 15 + 12 = 27 Mkr

Respektive sträckning för sträckorna C – F finns presenterade i Figur 14. För den mindre vägen på västra sidan av Göta älv ansätts en omledningskostnad av 15 Mkr och en återställandekostnad motsvarande 1 Mkr. För lokala vägar ansätts en återställandekostnad motsvarande 1 Mkr per 100 m väg.



Figur 14 E45:an är uppdelad i sektionerna (C, D, E, F) med olika stora monetära konsekvenser för vägtrafiksystemet i händelse av skred. Bakgrundskartor © Lantmäteriet

Den totala kostnaden för omledning och återställande av järnväg kan erhållas på samma sätt som för väg och kan beskrivas beroende på vilken sträckning som drabbas. För sträckor norr om Älvängen: $24 + 6 = 30$ Mkr per 100 m järnväg. För sträckor söder om Älvängen: $36 + 6 = 42$ Mkr per 100 m järnväg

Om en väg- eller järnvägsbro drabbas är den återställningskostnad som används inom föreliggande uppdrag ansatt att uppgå till 20 000 kr per kvadratmeter (2009 års prisnivå).

13. KONSEKVENSBEDÖMNING SJÖFART

Det finns inga vedertagna metoder för att bedöma konsekvensen av skred för sjöfartssektorn. Den bedömning som görs i föreliggande uppdrag baseras på kontakter och intervjuer samt information som finns tillgänglig från tidigare händelser och när möjligt, tidigare utredningar.

Sannolikheten för att båtar/fartyg direkt ska drabbas i skredet antas vara liten och det finns ingen information som vi hittat som säger annat. Det behandlas därför inte vidare inom föreliggande uppdrag. Omfattningen av de finansiella konsekvenserna kan bero på flera faktorer, men främst är det mängden material som kan leda till propp eller dämning och som även påverkar i vilken omfattning man behöver muddra. Innan det går att muddra, och även efter muddringen, behöver älvkanterna stabiliseras. Konsekvenserna påverkas också av var längs Göta älv skredet inträffar, dvs. om det är en smal eller bred passage. Information från lotsar säger att ett skred skulle ge värst utfall för sjöfarten om det inträffar mellan Lärje och Jordfallet. Även skred vid Smörkullen (norr om Lilla Edet) skulle eventuellt kunna innebära större problem (Månsdahl, 2010-09-06).

Beroende på mängden material som skredar och som ligger kvar, kommer tiden för muddringsarbetet att påverkas och därmed även fartygskostnaderna för de fartyg som blir fast, norr om skredet. För ett större kvickleraskred har det antagits att det tar ca 1 vecka att muddra så att farleden är fri (Edvardsson, 2010-03-11). Tillgången på utrustning kan variera och inverkar också på konsekvensens omfattning. Det kan eventuellt finnas muddringskapacitet i Göteborg, men om så inte är fallet vid det aktuella tillfället måste större företag i Europa kontaktas. Antingen kan ett sugmudderverk eller skopmudderverk användas. Skopor används om det är förorenade massor och att utföra det tar längre tid än med sugmudderverk (Edvardsson, 2010-03-11). Det kan ta tid att komma igång med själva muddringen, bl.a. beroende på tillgång till rätt utrustning och för att materialet kan vara förorenat och måste undersökas innan upptagning. De muddringskostnader som uppstår till följd av att de skredade massorna är förorenade, hanteras inom sektorsområdet miljöfarlig verksamhet och förorenade områden (avsnitten 6.2, 7.7, 8.3 och 16).

Akuta åtgärder för att förhindra fortsatt skredutveckling måste även utföras. Det kan således ta upp till en månad innan muddringsarbetet kommer igång. För ett större kvickleraskred (ca 400 m x 400 m) är det troligt att fartygen inte kan passera på älven under 1-2 månader. För ett mindre skred på ca en hektar kan fartygen troligtvis inte passera under de första dagarna, på grund av de inledande undersökningar som måste göras.

Sammanfattningsvis utgörs de kostnadsposter som har identifierat av: kostnad för Sjöfartsverket att muddra samt andra åtgärder för att återställa älvfåran och återskapa farleden, kostnader i samband med deponering av muddermassorna (ej förorenat sediment), kostnader för akuta åtgärder för att förhindra fortsatt skredutveckling och förebyggande åtgärder för att förhindra nya skred i närområdet (Sandebring och Ottosson, 1994) samt kostnad för rederierna att ombesörja fartyg. Kostnaden för fartyg kan variera kraftigt beroende på var i älven de befinner sig, hur många som påverkas samt under hur lång tid påverkan sker. Fartygens dygnskostnad har angetts uppgå till 25 000 – 50 000 kr /dygn. Fallstudieberäkningar i (Bergman m fl., 2011a) visar på att kostnaden till följd av ett skred kan variera från närmast 0 Mkr för ett mindre skred och till mellan 1 till 30 Mkr (eller mer) för ett större skred. Det beror till stor del på hur länge avstängningen till följd av skredet pågår. Den större kostnaden är beräknad för ett skred av storleksordningen 400 m x 400 m. I föreliggande uppdrag, och för hela Göta älvutredningen, ansätts därför att fartygskostnaden uppgår till 1 Mkr per ha som drabbas av skred.

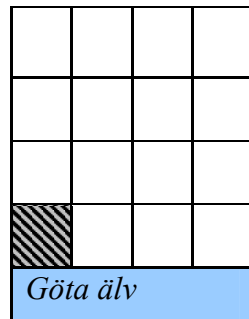
Inom sjöfartssektorn har de övriga beräkningarna delats upp i två typer av rutor, baserade på hur de skredade massorna skall hanteras. Den ena gäller en rutenhet närmast älven, för denna ingår en totalkostnad av både muddringsarbete och förstärkning av älvkanten (A). För rutenheter mer än 100 m från älvkanten gäller beräkningarna enbart kostnader för att muddra (B).

B			
A			
Göta älv			

13.1. Akuta åtgärder och förstärkningsåtgärder för att förebygga skred

I det akuta skedet måste området säkerställas för att förhindra fortsatt direkt skredutveckling. Detta måste även göras så att man får möjlighet att muddra och utföra andra åtgärder för återställning av älvfåran. Området måste sedan stabiliseras och förebyggande åtgärder sättas in så att framtida skred undviks. Det finns mycket lite information att tillhandahålla för att bedöma denna kostnad. De siffror som används i föreliggande uppdrag för dessa kostnader har hämtats från tillgänglig information från Agnesbergsskredet (SGI, 1994). Den där totalt angivna kostnaden har räknats för att gälla 100 m av älvkanten samt till dagens (2009 års) prisnivå. Längs hela älven ansätts denna kostnad för samtliga 100*100 meters rutor längs älvkanten. Att uppmärksamma är att även mudderkostnad ingår i denna kostnad som gäller de ytor som finns närmast älven, dvs. 0-100 m från älven.

Agnesbergsskredets totala kostnader för akuta åtgärder, återställningsåtgärder och förebyggande åtgärder var på 34 Mkr (Sandebring och Ottosson, 1994). Enligt konsumentprisindex ligger omräkningsfaktorn mellan 1994 och 2009 på 1,20 (SCB, 2011). Således blir detta enligt 2009 års prisnivå 41 Mkr. Agnesbergsskredet omfattade ett område på 80 m längs älven och 30 m inåt land (Sandebring och Ottosson, 1994). Omräknat till att gälla 100 m längs älvkanten istället för 80 m blir kostnaden **51 Mkr** per ha (2009 års penningvärde). Kostnaden antas kunna användas per 100 m längs älvkanten. Nedan visas hur ansatsen görs längs med hela Göta älvs strand för rutenheter som ligger nära älven, < 100 m från älvkanten.

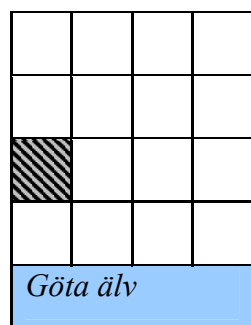


13.2. Mudderkostnad för skred inte närmast älvstranden

Kostnad för att muddra icke förorenade massor vid kontrollerad muddring är i storleksordning ca 50 kr/m³ (Helgesson m fl., 2011). Vid en oplanerad händelse som ett skred, förväntas kostnaden bli betydligt högre och efter kontakt med Sjöfartverket har vi valt att räkna med 100 kr/m³ (Edvardsson, 2010-03-11). Beroende på om muddrutrustning finns nära tillgängligt eller inte så kan kostnaden komma att ändras, även om vi i föreliggande uppdrag inte tar hänsyn till denna variation. Denna mudderkostnad används för rutenheter inåt land, det vill säga för ett område på mer än 100 m inåt land. Utöver själva muddringskostnaden tillkommer även kostnad för att deponera de muddrade massorna. Även deponeringskostnaden ansätts till 100 kr/m³. För mer detaljer kring antaganden och ansatser av muddrings- och deponeringskostnader för icke förorenade massor, se (Bergman m fl., 2011a).

Den totala kostnaden beror på mängden som behöver muddras. För beräkning av mudderkostnaden i de rutenheter inom utredningsområdet som inte ligger närmast älven, görs flera antaganden. Av de massor som skredar kan det vara allt från 0 % (dvs. allt åker ut i älven) till 100 % som stannar kvar på land (Svahn, 2011-04-20), varför vi i föreliggande studie ansätter att 50 % av skredmassorna stannar kvar på land. Av de 50 % som skredar ut i vattnet antas att ca 50 % stannar kvar på plats i älven, det vill säga 25 % av de totalt skredade massorna måste muddras bort. Detta är ett mycket grovt och osäkert antagande som baseras på mycket litet, kvantitativt underlag. Vid ett större skred antas djupet uppgå till ca 10 m. (Bergman m fl., 2011a)

Kostnad per rutenhet för muddring och deponering av muddrade massor är således 5 Mkr per ha för de rutenheter inom Göta älvutredningens utredningsområde som inte ligger närmast älven (dvs. för skred som inträffar mer än 100 m från älven). Nedan visar ett exempel på en rutenhet som inte ligger längs med Göta älvs strand:



13.3. Total kostnad som beräknas inom konsekvenssektorn sjöfart

Beräkningar har gjorts för ett mindre skred och för ett större kvickleraskred. Det större skredet har antagits vara på 400 m x 400 m x 10 m och det mindre på 100 m x 100 m x 10 m där 25 % antas behöva muddras i båda fallen. I Tabell 12 nedan anges dels det spann som fås med hänsyn tagen till det varierande behovet av muddring, som ansätts kunna variera mellan 10 – 90 % (Bergman m fl., 2011a) samt den kostnad som ansätts användas för hela utredningsområdet inom Göta älvutredningen. För mer detaljer och information kring de olika aspekter som beräknas inom konsekvenssektorn Sjöfart och underlaget för detta, se (Bergman m fl., 2011a) samt bilagor och referenser däri.

Tabell 12 Sammanställning av de kostnader (Mkr) som beräknas inom konsekvenssektorn Sjöfart.

Åtgärd	Total kostnad per hektar (min – max) ¹	Ansatt kostnad per hektar (för beräk- ning hela utred- ningsområdet)
Kostnad för akut insats, återställande av farled (muddring), förstärkningsåtgärder (gäller rutenhet < 100 m från älven) (A)	20-100 (Agnesberg 51)	51
Muddring (rutor > 100 m från älven) (M)	1-9	2,5
Deponering av ej förorenat sediment (Dep)	2,5	2,5
Fartyg (F)	0,05-2	1
Totalt för fallstudien		
Rutenheter närmast älven (A+Dep+F)	22-105	55
Rutenheter > 100 m från älven (M+Dep+F)	4-14	6

¹ Värdet anger minimum och maximum av mudderkostnaden då 10 % eller 90 % av skredmassorna behöver muddras.

14. KONSEKVENSBEDÖMNING - ENERGI OCH LEDNINGSSYSTEM

Såväl dammbrott som större och långvariga brott på ledningssystem som orsakar avbrott för el, tele, bredband o.s.v., kan ge stora och såväl direkta som indirekta konsekvenser. Det finns ett komplext samband mellan el och telekommunikation men också övriga samhällssektorer, vilket blev tydligt under och tiden efter stormen Gudrun (Grahm m fl., 2011b). Ett exempel på inbördes beroende är kopplingen mellan telekommunikationer, it och elförsörjning, där respektive system är svåra att upprätthålla om något av dessa system faller bort (Trafikutskottet, 2007; Wedin, 2007). Ett annat exempel är beroendet av ett fungerande vägsystem för att kunna åtgärda problem med el- och telekommunikation (Svenska Kraftnät, 2007). Vägsektorn är beroende av telekommunikation i återställningsarbetet, osv. I slutänden har störningar i dessa samhällsviktiga strukturer stor inverkan på det svenska näringslivet. Beroendeförhållanden mellan sektorer är tydligt men komplext. Komplexiteten är så stor att inom föreliggande projekt görs en avgränsning till att enbart beakta de återställnings-, eller ersättningskostnader som krävs för att kunna upprätthålla den befintliga strukturen. Det finns inte möjlighet att ta med även tidsaspekten för dessa åtgärder, och därmed inte heller de konsekvenser detta kan medföra för näringsliv eller mellan olika system och sektorer, och inte heller hur människors välbefinnande och hälsa eller administrativa kostnader kan påverkas.

Vattenkraftverk

Inom utredningsområdet finns det fyra vattenkraftverk. Enligt den risk- och sårbarhetsanalys som har gjorts (Sjöfartsverket, 2009a; Vattenfall m fl., 2007) är skred en av de faktorer som kan orsaka dammbrott. Ett dammbrott skulle i sin tur leda till att kraftverket förlorar del av, eller hela, kraftproduktionen under mycket lång tid samt stora återställningskostnader. De sekundära effekterna berör stora delar av eller hela regionen och blir mycket stora (elavbrott, dämning, flodvåg etc.). Trots att sannolikheten för dammbrott bedöms vara låg (se (Frogner-Kockum, 2011)) ansätts därför att om det sker ett skred så att ett dammbrott kan uppstå, hanteras detta vid konsekvensredovisningen som den mest allvarliga konsekvensklassen.

Ledningsnät

Vid ett skred som berör det elledningssystemet antas att det totalförstörs inom det aktuella området. Därmed ansätts kostnader för nyanläggning. I Tabell 13 visas exempel på schablonkostnader för nyanläggning av markburna elledningar. Priserna avser 2009 års kostnader exkl. moms (Johansson, 2010-04-06; Kronstrand, 2010-05-17; Viksten, 2010-03-31).

Tabell 13 Schablonkostnad exklusive moms för att anlägga nya markbundna 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)

Utöver kostnaden för att nyanlägga elledningar, tillkommer även en kostnad för att nyanlägga transformatorstationer. Uppgifter för rimliga kostnader för nyanläggning har inhämtats från Vattenfall (Karlsson, 2011-06-01) och presenteras i Tabell 14.

Tabell 14 Schablonkostnad exklusive moms för att nyanlägga en transformatorstation

Spänning	Uppskattad kostnad i Mkr
Liten transformatorstation för distribution (matning av ett kvarter, villaområde):	0,5 – 1
Transformatorstation 40/10 kV (försörjning till mindre samhälle)	15-20 Mkr
Transformatorstation 130 kV (försörjning större samhälle, större industri typ AKZO Nobel Bohus mm)	50 Mkr

I Tabell 15 visas ett par exempel på möjliga schablonkostnader för nyanläggning fjärrvärmeledningar. Priserna avser 2009 års kostnader, exklusive moms (Grundberg, 2010-06-09; Grundberg, 2010-06-21; SOU 2007:60).

Tabell 15 Schablonkostnad exklusive moms för att anlägga nya fjärrvärmerör / m kulvert

Källa	Kostnad
Klimat och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60)	2 500 kr/m fjärrvärmerör
Vattenfall (Grundberg, 2010)	5 000 kr/m kulvert = 10 000 kr/m schakt

Dessa värden kan användas i de fall underlagskartor, i digital form eller på annat sätt, eller annan information finns tillgänglig som kan beskriva fjärrvärmenätet. I den fallstudie som presenteras i (Frogner-Kockum, 2011) finns en sådan bedömning för det aktuella fallstudieområdet. För hela utredningsområdet har vi inte fått tillgång till motsvarande material och vi har därför inte möjlighet att göra en monetär konsekvensbedömning för hela utredningsområdet.

För bredband, telefoni och tv ansätts att det vid nyinstallation sker med optisk fiberkabel (Frogner-Kockum, 2011). I Tabell 16 visas exempel på schablonkostnader för nyanläggning av markburen optisk kabel. I kostnaden ingår även själva anläggningsarbetet för nyanläggning av fibernät. Den beror således på var den anläggs. Anläggning på landsbygd (åkermark exempelvis) kan vara endast en sjättedel av kostnaden för anläggning i stadsmiljö. Kostnaden för återställningsarbetet i stadsmiljö är främsta orsaken till ett högre pris. Om fiberkabel läggs ner samtidigt som exempelvis el- eller telekabel, delas grävkostnaden vanligtvis mellan aktörerna (Frogner-Kockum, 2011). Priserna i Tabell 16 avser kostnader, exklusive moms (Bergquist, 2010-08-31).

Tabell 16 Schablonkostnader exklusive moms för att anlägga optisk kabel

Uppskattad kostnad i kr per 100 m	
Materialkostnad (kabel)	5 000 (Trollhättan Energi)
Anläggnings- och återställningskostnad landsbygd (åkermark)	20 000 (Trollhättan Energi)
Anläggnings- och återställningskostnad stadsmiljö	120 000 (Trollhättan Energi)

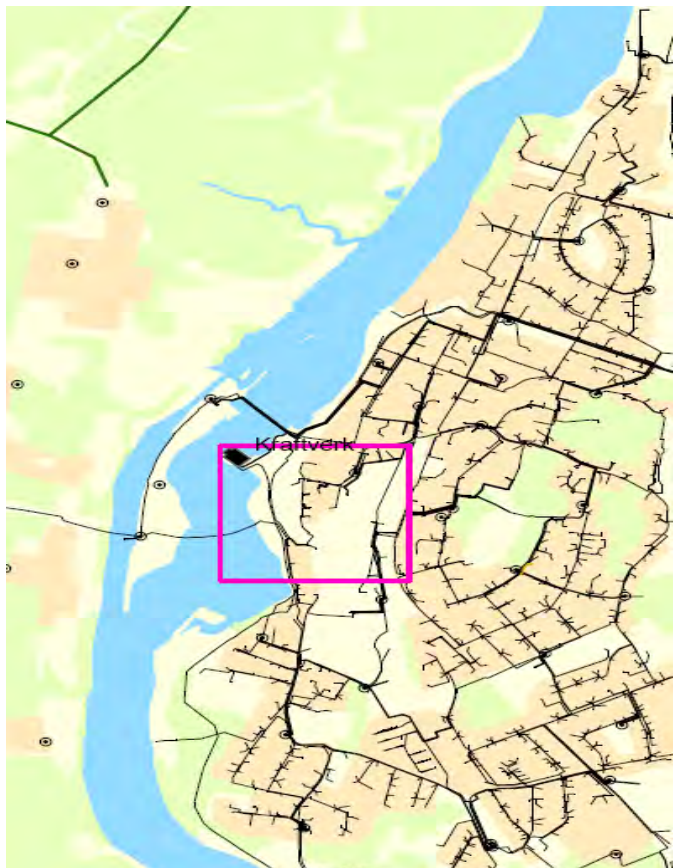
Dessa värden kan användas i de fall underlagskartor eller annan information finns tillgänglig, som kan beskriva bredband, tv, tele, befintligt respektive planerat optokabelsystem. Vi har inom föreliggande uppdrag inte tillgång till underlagsmaterial och har därför inte möjlighet att göra en monetär konsekvensbedömning.

14.1. Fallstudie Lilla Edet

En fallstudie har gjorts för ett område omfattande 400 m x 400 m inom Lilla Edets kommun (Frogner-Kockum, 2011), se Figur 15, där fallstudieområdet är markerat med en rosa fyrkant. I fallstudien beräknas skadekostnader av ett antaget skred som direkta kostnader när det markburna ledningsnätet totalförstörs inom det markerade området, genom att vi ansätter kostnader för nyanläggning av el- och fjärrvärmenätet. Kostnader till följd av elavbrott ingår ej.

För fallstudien beräknades kostnaden för nyanläggning av elledning, 0,4 kV - 10kV, och de två transformatorstationer som finns inom området. Tillsammans uppgick detta till en total kostnad på knappt 6 Mkr inkl. moms.

Motsvarande beräkning för fjärrvärmenätet, baserat på de schablonvärden som användes inom Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60), resulterar i en nyanläggningskostnad för de 1 140 meter fjärrvärmeledning som finns inom området till drygt 7 Mkr, inkl. moms.



Figur 15 Fallstudieområde inom Lilla Edets kommun (Frogner-Kockum, 2011)

Det vill säga inom fallstudieområdet är kostnaden för att återställa fjärrvärmesystemet i samma storleksordning som återställningskostnaden för elledningssystemet, inklusive

transformatorstationer. Totalt uppgår återställandekostnaden inom området till ca 13 Mkr för el och fjärrvärmesystemen.

För mer detaljerad information om ansatser och antaganden inom om fallstudien se (Frogner-Kockum, 2011).

14.2. Sammanställning av kostnader energi och ledningssystem

För energi och andra samhällsviktiga system såsom tele, bredband o.s.v. kan såväl de direkta som indirekta konsekvenserna av ett skred bli mycket omfattande för hela regionen. Sambanden är dock mycket komplexa och svårbedömda. Inom ramarna för föreliggande uppdrag kan därför enbart de återställnings-, eller ersättningskostnader som krävs för att kunna upprätthålla den befintliga strukturen beaktas. En stor del av kostnaderna vid installation av ledningar är grävkostnader. Det är därför kostnadseffektivt om det görs, eller förbereds för till exempel genom tomrör, vid annat grävarbete till exempel för vatten och avlopp (Frogner-Kockum, 2011). Eftersom ett skred antas påverka samtliga ledningssystem vid platsen för skredet vid detta tillfälle, och eftersom en grundkostnad för åtgärder vid skred ansätts inom sektorn sjöfart och anläggningskostnader för ledningar ingår inom va-sektorn, ansätts inte någon extra kostnad för grävkostnader.

I Tabell 17 redovisas de ansatta värden som kommer att användas för den monetära värderingen inom sektorn energi och ledningssystem inom Götaälv-utredningen. För mer detaljerade eller fördjupade analyser föreslår vi att de värden som redovisas i tabellerna 13-16 används, samt att mer detaljerad och platsspecifik information inhämtas för det aktuella området.

Tabell 17 Sammanställning av de kostnader (Mkr) som ansätts inom konsekvenssektorn energi och ledningssystem

Anläggning	Ansatt kostnad (Mkr)
Vattenkraftverk	Behandlas som allvarligaste konsekvensklass
El-ledningar /Spänning	Uppskattad kostnad per 100 m
12 kV (högspänning)	0,07 (Vattenfall)
400 V (lågspänning servis)	0,07(Vattenfall)
400 V (lågspänning stam)	0,05 (Vattenfall)
Transformatorstationer /Spänning	Uppskattad kostnad i Mkr
Liten transformatorstation för distribution (matning av ett kvarter, villaområde):	0,5
Transformatorstation 40/10 kV (försörjning till mindre samhälle)	20 Mkr
Transformatorstation 130 kV (försörjning större samhälle, större industri typ AKZO Nobel Bohus mm)	50 Mkr

15. KONSEKVENSBEDÖMNING – VA-SEKTORN

15.1. Kostnader relaterade till skador på va-anläggningar

Vid värdering av skadekostnader antas att va-anläggningar och ledningssystem inom den ruta som drabbas av ett skred totalförstörs så att restvärdet blir noll. Vidare har olika anläggningar/ledningssystem indelats i tre kategorier (Rihm m fl., 2011):

- Ytformiga anläggningar. Dessa består av ett nät av ledningar, inklusive servisledning, med klena dimensioner som behövs för den lokala va-försörjningen
- Linjeformiga anläggningar. Dessa utgörs av ledningar med grövre dimensioner som är nödvändiga för att försörja större områden, t.ex. överföringsledningar och huvudledningar.
- Punktformiga anläggningar. Hit hör vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstationer och tryckledningsstationer.

När det gäller nybyggnation av ledningar beräknas kostnaderna med hjälp av KP-fakta 2010. (KPFakta, 2010). Till entreprenadkostnaderna läggs 25 % för projektering, kommunens bygglösning och kontroll. För större ledningar som inte kan prissättas med hjälp av KP-fakta måste kostnader hämtas från personer inom de tekniska förvaltningarna. Inom det aktuella utredningsområdet gäller detta huvudsakligen inom Göteborgs stad, där ledningsnätet är betydligt grövre än i övriga kommuner.

15.1.1. Ytformiga anläggningar

Värdet av de ytformiga anläggningarna ansätts innefattas i fastigheternas marknadsvärde (Rihm m fl., 2011). Om en fastighet drabbas av ett ras eller skred på ett sådant sätt att marken inte kan användas för att återuppbygga nya byggnader, uppkommer emellertid extra kostnader eftersom ledningsnätet måste återuppbyggas på annan plats och delar av det gamla lokala ledningsnätet måste återställas. Det gäller de spillvatten- och dagvattenledningar som behövs för att va-systemen för bebyggelse uppströms skredområdet skall kunna fungera. När det gäller de lokala vattenledningarna är dessa normalt utformade som nätverk så att vattnet kan matas från flera håll. Vattenledningar som behövs för den lokala vattenförsörjningen inom skredområdet bedöms därför i normalfallet inte behöva återuppbyggas om bebyggelsen flyttas till annan plats. (Rihm m fl., 2011).

Med utgångspunkt från fallstudie som utfördes för Lilla Edets kommun har schablonvärde för skadekostnad för ytformiga anläggningar (utöver de som ingår i fastigheternas marknadsvärde) på 100 kkr per hektar tagits fram inom föreliggande uppdrag (Rihm m fl., 2011). Detta värde utgör ett medelvärde för fallen när bebyggelsen kan återuppbyggas på samma plats och när bebyggelsen måste flyttas. För mer detaljer kring fallstudien hänvisas till Bilaga 1 (Rihm m fl., 2011).

15.1.2. Linjeformiga anläggningar

Om ett skred eller ras drabbar en huvudledning, en överföringsledning eller trycksatta ledningar måste dessa normalt återuppbyggas för att upprätthålla funktionerna hos vattenledningsnätet i andra områden än de som drabbats av skredet. Baserat på resultat från fallstudien som utfördes för Lilla Edet (Bilaga 1 (Rihm m fl., 2011)) ansätts skadekostnader för linjeformiga anläggningarna till 0,3 Mkr per 100 m. Denna ansats gäller för huvuddelen av utredningsområdet. Inom Göteborgs kommun kan skadekostnaderna bli betydligt högre med tanke på att ledningsnätet är betydligt grövre. För vissa huvudledningar kan skadekostnaden uppgå till 8 Mkr per 100 m (Rihm m fl., 2011).

15.1.3. Punktformiga anläggningar

Till de punktformiga anläggningarna hör vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstationer och tryckstegringsstationer. Skadekostnader, om dessa skulle drabbas, har valts med utgångspunkt från den fallstudie som utfördes för Lilla Edet (Bilaga 1 (Rihm m fl., 2011)). Kostnaderna som tagits fram i fallstudien bygger på intervjuer och uppgifter om nyanläggningskostnaderna för motsvarande anläggningar. Kostnaderna har bedömts kunna schabloniseras till 150 Mkr för vattenverk och avloppsreningsverk och 0,5 Mkr för pump- och tryckstegringsstationer (Rihm m fl., 2011). För mer detaljer kring ansatser och antaganden se (Rihm m fl., 2011) samt referenser och bilaga 1 däri.

15.1.4. Övriga kostnader

Om delar av ett vattenledningsnät drabbas av ras eller skred kan provisoriska anordningar behövas för att klara vattenförsörjningen i de områden som inte drabbas (Rihm m fl., 2011). Det kan vara frågan om att anordna platser där människor kan hämta rent vatten från tankbilar eller andra behållare. Provisoriska ledningar kan behövas. Vattenledningar och andra trycksatta ledningar är inte direkt beroende av topografin och kan därför läggas provisoriskt ovan mark utan alltför höga kostnader. Spillvatten- och dagvattenledningar är normalt lagda med självfall och kan inte ersättas med provisorium lika enkelt. Även om spillvatten kan läcka ut är detta dock ofta inte lika akut som att kunna försörja befolkningen med rent vatten. Mycket stora kostnader för provisoriska anordningar kan uppstå om ett vattenverk drabbas och om det inte finns någon reservvattentäkt. Det gäller t.ex. Lilla Edets kommun. Inom kommunen är man väl medveten om riskerna med detta och arbetar för att kunna ordna reservvatten, t.ex. genom att bygga överföringsledning från Trollhättan men behålla befintligt vattenverk som reserv (Thor, 2010). Kostnaderna för provisoriska åtgärder bedöms dock bli måttliga i förhållande till kostnader för återuppbyggande och värderas inte vid bedömning av skadekostnaderna.

Då vattenledningssystemen påverkas eller sätts ur funktion kan människors hälsa och miljön påverkas. Ohälsa kan uppstå genom att tillgång på rent vatten saknas eller genom att förorenat avloppsvatten förorenar dricksvatten i samband med reparationer av vattenledningsnätet. Miljön kan påverkas genom att förorenat avloppsvatten läcker ut eller måste bräddas till Göta älv. Denna kostnad är mycket osäker och svår att uppskatta och ingår därför inte inom föreliggande uppdrag.

Om ett avloppsreningsverk eller en pumpstation för spillvatten havererar kommer förorenat spillvatten att rinna ut eller bräddas till Göta älv. Detta kan påverka råvattenintagen nedströms. Utspädningen i älven är dock så stor att några förändringar av vattenkvaliteten till

följd av tidigare bräddningar av spillvatten inte har kunnat uppmätas vid vattenintaget vid Alelyckan i Göteborg (Thor, 2010). I Göta älv finns ett väl fungerande varningssystem så att vattenintaget vid Alelyckan kan stängas när vattenkvaliteten är för dålig. Detta är relativt vanligt och vattenintaget är normalt stängt ca 100 dagar per år. De vattenmagasin som Delsjön utgör beräknas kunna klara Göteborgs vattenförsörjning under ca tre veckor. Med reservvatten från Rådasjön kan tiden med gällande vattendomar förlängas med ytterligare ca tre veckor. Kvantitetsmässigt finns volymer i Råda- och Nedsjösystemet som räcker i 8 månader (Rosén och Steier, 2006). Då vattenintaget vid Alelyckan är stängt bedöms extra kostnader på ca 0,020 Mkr. per dygn uppkomma (Lingenhult, 2010). Detta beror på att Alelyckans vattenverk som normalt utnyttjar vatten direkt från Göta älv måste ta vatten från Delsjön, vilket leder till extra kostnader för pumpning av älvvatten upp till Delsjön. Antal stängningar av vattenintaget vid Alelyckan redovisas av Rosén och Steier och sannolikheten för att vattenintaget skulle behöva stängas 20-240 dygn har beräknats till 0,09 till 0,5 (Rosén och Steier, 2006). Med tanke på erfarenheter från tidigare bräddningar av spillvatten till Göta älv (Thor, 2010) bedöms det inte vara sannolikt att ett utsläpp av orenat spillvatten skulle påverka vattenintaget vid Alelyckan i väsentlig grad under så lång tid att magasinerna i Delsjön och Rådasjön inte räcker till (Rihm m fl., 2011).

Det är svårt att avgöra hur ett drabbat ledningsnät kommer att återuppbyggas. Det är bland annat beroende av hur stort det drabbade området är, hur ledningsstrukturen ser ut och hur områden utanför skredområdet påverkas (Rihm m fl., 2011). Inom föreliggande uppdrag väljs en ledning som linjeformig anläggning, även om valet av vilka ledningar som utgör linjeformiga anläggningar inte är entydigt. I många fall finns parallella ledningar. Vi kan inom föreliggande projekt inte bedöma ett flertal platsspecifika möjliga åtgärder, såsom om man kommer att återställa någon ledning och öka dess dimension och i så fall vilken/vilka av ledningarna man då kommer att återställa. Detta kommer att vara beroende av om och hur bebyggelsen kommer att återuppbyggas (Rihm m fl., 2011).

15.2. Total kostnad som beräknas inom va-sektorn

I nedan anges dels det spann som fås med hänsyn tagen till variationen som angetts för respektive kostnadspost inom va-sektorn, dels den kostnad som ansätts användas för hela utredningsområdet inom Göta älvutredningen. För mer detaljer och information kring de olika aspekter som beräknas inom konsekvenssektorn och underlaget för detta, se (Rihm m fl., 2011) samt referenser däri.

Tabell 18 Bedömda och ansatta för de skadekostnader (Mkr) som beskriver konsekvensen för va-anläggningar som drabbas till följd av skred och som inte ingår i fastigheternas marknadsvärde (2009 års priser). (Rihm m.fl., 2011).

Anläggning	Intervall som framkommit vid fallstudierna	Förslag för värde till schablonkostnad
Avloppsreningsverk och vattenverk > 8000 pe	100-500	150
Avloppsreningsverk och vattenverk 1000<pe<8000	25-100	50
Avloppsreningsverk och vattenverk <1000 pe	5-25	10
Pump- och tryckstegringsstationer	0,5-0,6	0,5
Pump- och tryckstegringsstationer alternativ		0,025 per hektar
Linjeformiga anläggningar *	0,002 – 0,004 per m	0,003 per m
Ytformiga anläggningar Merkostnader som ej ingår i fastigheternas marknadsvärde	0-0,200 per ha	0,1 per ha

* Gäller för huvuddelen av utredningsområdet. Inom Göteborgs kommun kan skadekostnaderna bli betydligt högre med tanke på att ledningsnätet är betydligt grövre. För vissa huvudledningar kan skadekostnaden uppgå till mellan 10 och 80 kkr.

16. KONSEKVENSBEDÖMNING - MILJÖFARLIG VERKSAMHET OCH FÖRORENADE OMRÅDEN

16.1. Metod för värdering

När mark förorenas innebär detta framtida kostnader, t.ex. kostnader för försämrad hälsa, att utnyttjandet av marken förhindras, miljöpåverkan, o.s.v. Dessa kostnader måste vanligen betalas under långa tidsrymder och är i regel svåra att uppskatta. Om man väljer att sanera området betalas kostnaden inom en snar framtid, men i gengäld slipper man, eller i vart fall minskar, framtida betalningar (Helgesson m fl., 2011). I Sverige har riksdagen beslutat om nationella miljömål, varav ett är miljömålet giftfri miljö. Miljömålet innebär bland annat att samtliga förorenade områden som innebär akuta risker vid direktexpatering och sådana förorenade områden som i dag, eller inom en nära framtid, hotar betydelsefulla vattentäkter eller värdefulla naturområden, ska vara utredda och vid behov åtgärdade vid utgången av år 2010. Dessutom ska åtgärder under åren 2005–2010 ha genomförts vid så stor andel av de prioriterade förorenade områdena att miljöproblemet i sin helhet i huvudsak kan vara löst allra senast år 2050. Ur ekonomisk synvinkel kan detta tolkas som att riksdagen anser att de totala samhällsekonomiska besparingarna, inbegripet miljövärden och etiska värden, blir minst lika stora som saneringskostnaderna för förorenade områden som innebär akuta risker eller är prioriterade.

Enligt riksdagens miljömål skall visserligen samtliga förorenade områden som innebär akuta risker saneras, men kostnaderna liksom tidpunkten för när detta kommer att utföras kan betraktas som osäkra innan det finns beslut om sanering. I föreliggande rapport redovisas därför enbart merkostnader som bedöms uppkomma till följd av att ett skred sker på ett förorenat område istället för ett inte förorenat område. Det vill säga kostnaderna för sanering vid skred - kostnaderna för åtgärder vid skred utan föroreningar. Denna kostnad avspeglar den kostnad som förväntas att uppstå i samband med själva skredtillfället.

Såvitt känt finns ingen etablerad metod för ex-ante värdering (värdering innan händelsen har inträffat) av samtliga kostnader som uppkommer till följd av att ett skred drabbar en miljöfarlig verksamhet, en Sevesoanläggning eller ett förorenat område. En konceptuell modell för detta har därför tagits fram. Den konceptuella modellen har först använts för att bedöma konsekvenserna inom ett fallstudieområde (Bilaga 1 i (Helgesson m fl., 2011)). Modellen har därefter modifierats för att passa det aktuella utredningsområdet i föreliggande uppdrag inom Göta älvutredningen. Den konceptuella modellen består av åtta steg eller delar:

1. Aktuellt utredningsområde definieras och beskrivs.
2. Ett antaget skredscenario (eller flera scenarier) beskrivs.
3. Miljöfarliga verksamheter, Sevesoanläggningar och förorenade områden identifieras.
4. De potentiella extra åtgärder som kan krävas vid antaget skredscenario, på grund av miljöfarlig verksamhet, Sevesoanläggning eller annan förorening, definieras och beskrivs.
5. Kostnader för de olika potentiella extra åtgärderna uppskattas.
6. Behovet av att extra åtgärder måste vidtas bedöms.

7. De extra åtgärder som kan krävas vid antaget skredscenario, på grund av miljöfarlig verksamhet, Sevesoanläggning eller annan förorening, definieras och beskrivs.
8. Ekonomisk bedömning utförs.
9. En återkoppling/verifiering sker genom kontakt med berörda myndigheter och/eller verksamhetsutövare.

I detta avsnitt behandlas specifikt steg 5 och 7 eftersom övriga steg 1-4 och 6 har behandlats tidigare i denna rapport (avsnitten 6.2, 7.7 och 8.3). Kontakter för återkoppling med myndigheter och experter (steg 8) har skett under uppdragets gång bland annat genom möte med experter.

16.2. Skattning av kostnader för åtgärder till följd av markförorening eller miljöfarlig verksamhet

De potentiella extra åtgärdernas omfattning kommer naturligtvis att vara beroende av de platsspecifika förhållandena. För att kunna hantera en kostnad på ett generellt sätt har därför en skattning gjorts så att kostnaderna kan schabloniseras och i största möjliga utsträckning beskrivas som kostnader per hektar. I vissa fall kan det vara lämpligare att beräkna kostnaden per anläggning. Kostnaden kan sedan fördelas på en yta som anläggningen upptar, men dock inte på en mindre yta än 1 ha eftersom sammanlagda kostnader skall kunna redovisas i ett rutnät med upplösning av 100 m x 100 m. Värden för schablonkostnader har tagits fram genom att arbeta med ett fallstudieområde och bygger på tidigare studier samt kontakter med experter inom kommuner, länsstyrelser och verksamheter. För mer information och detaljer se (Helgesson m fl., 2011) samt bilaga och referenser däri. De framtagna schablonvärdena för extra åtgärder vid markförorening eller miljöfarlig verksamhet samt Sevesoanläggningar finns sammanställda i Tabell nedan samt i (Helgesson m fl., 2011).

16.3. Ekonomisk bedömning

Ekonomisk bedömning görs med hjälp av identifierad potentiella extra kostnader till följd av förorening och av den bedömda sannolikheten för att extra åtgärder kommer att behövas vidtas till följd av att ett skred sker inom vid en miljöfarlig verksamhet, inom ett förorenat område eller vid en Sevesoanläggning. Bedömningen har gjorts baserat på de värden som anges i Tabell 8 i avsnitt 8.3 och de ansatta extra kostnader som redovisas i (Helgesson m fl., 2011) samt bilagor däri.

Extraordinära kostnader för skador på liv och hälsa antas bara uppkomma vid miljöfarliga verksamheter om explosiva gaser eller mycket giftiga kemikalier lagras. Sannolikheten för att ett skred skulle orsaka en explosion eller ett utsläpp av giftiga ämnen, på ett sådant sätt att skada på liv eller hälsa uppkommer, är mycket svår att bedöma. I denna studie har vi antagit att risk för skador på hälsa och miljö, till följd av explosiva gaser eller mycket giftiga kemikalier, endast föreligger för anläggningar som är Sevesoklassade. Vi är medvetna om att detta är en grov förenkling och att t.ex. gastuber, ammoniak- och andra tankar kan förekomma även vid icke Sevesoklassade anläggningar. Det är dock inte så att t.ex. alla A-anläggningar har explosiva eller mycket giftiga kemikalier, samtidigt som t.ex. explosiva ämnen förekommer även vid C-anläggningar. Det är därför

inte möjligt att, inom ramen för detta arbete, göra någon schablonmässig bedömning över vilka A-, B-, eller C-anläggningar där denna typ av kostnad skulle kunna uppkomma. Kostnader för skador på hälsa och miljö, till följd av explosiva gaser eller mycket giftiga kemikalier, har därför endast tagits hänsyn till för anläggningar som är Seveso-klassade (Helgesson m fl., 2011). Vi har vidare gjort bedömningen att om ett skred sker som gör att en Seveso anläggning av högre grad drabbas, blir de sammanlagda konsekvenserna med avseende på människoliv, anläggningar, miljöskador och saneringskostnader så stora att endast den högsta konsekvensklassen som redovisas kan bli aktuell. För Sevesoanläggningar av lägre grad ansätts inga merkostnader än de som ändå kan uppkomma för anläggningar med miljöfarlig verksamhet och som behandlas enligt Emir-klassningssystemet.

Eventuellt utebliven produktion, till exempel till följd av evakuering, beaktas inom konsekvenssektorn *Näringsliv*.

Vid skred inom områden med miljöfarlig verksamhet eller med förorenade massor, kan föroreningar läcka ut till omgivningen. De akuttoxiska effekterna vid ett utsläpp till Göta älv bedöms i de flesta fall bli försumbara tack vare den stora utspädningen och i jämförelse med övrig akut påverkan av själva skredet (Andersson-Sköld m fl., 2007a). På längre sikt kan dock växter, fiskar och andra djur längs älven och i Västerhavet påverkas, t.ex. genom långvarig ackumulation och påverkan av resistent, biomagnifierbara ämnen. Kunskaper saknas dock beträffande omfattningen av och kostnaderna för sådan påverkan. Därför har inte dessa kostnader medräknats inom föreliggande uppdrag.

För mer detaljer och information kring den ekonomiska bedömningen se (Helgesson m fl., 2011) samt bilaga och referenser däri.

16.4. Sammanställning konsekvensbedömning miljöfarlig verksamhet och förorenade områden

Vid den övergripande och generella värdering av kostnader vid skred som drabbar en miljöfarlig verksamhet eller ett förorenat område för hela utredningsområdet inom Göta älvtredningen, används de kostnader som finns sammanställda i nedan Tabell 19. Värdena är avsedda att användas som schablonvärden per områdesenheter av 1 ha. En närmare beskrivning av använda ingångsvärden, antaganden och annan information som använts för att ta fram dessa schablonvärdena framgår av (Helgesson m fl., 2011) och bilaga 1 däri.

För Sevesoklassade anläggningar med hög kravnivå bedöms konsekvenserna på människors hälsa och på miljön kunna bli så stora att endast konsekvensklass fem kan komma ifråga (Helgesson m fl., 2011).

Om mer detaljerad information av kostnaderna finns tillgänglig för något objekt, bör denna naturligtvis användas. Den noggrannhet som anges nedan är inte realistisk, men är angiven för att kunna användas som underlag vid ytterligare beräkningar. Siffrorna baseras på sammanräkning av underliggande antagna och ansatta värden.

Tabell 19 Schablonvärden som kan användas för att beskriva merkostnader till följd av att det skreddrabbade området är förorenat eller att miljöfarlig verksamhet finns på platsen (Helgesson & Rihm, 2011).

Verksamhet	Bedömd merkostnad per ha (MKR)*
Förorenat område, Mycket hög risk (klass 1)	22
Förorenat område, Hög risk (klass 2)	14
Förorenat område, Måttlig risk (klass 3)	2,3
Förorenat område, Liten risk (klass 4)	0,5
Miljöfarlig verksamhet, A-anläggning	0,65
Miljöfarlig verksamhet, B-anläggning	0,4
Miljöfarlig verksamhet, C-anläggning	0,15
Seveso, Högre kravnivå**	Konsekvensklass fem
Seveso, Lägre kravnivå**	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.

Resultatet från föreliggande utredning är dock att en fullständig värderingen endast kan ges i form av mycket grova uppskattningar. Till detta finns flera orsaker, framförallt eftersom lagrade farliga ämnen och utbredning, halt och mängder av förorenade massor är dåligt kända. Framför allt behövs bättre kunskaper om mängd, farlighet och utbredningen av förorenade massor. En slutsats av det arbete som hittills utförts inom föreliggande uppdrag, är att underlaget för bedömningar av mängd och typ av föroreningar i många fall är *mycket* knapphändig. För vissa verksamheter finns överhuvud taget inte mer information att få utan att nya miljötekniska undersökningar utförs. För andra anläggningar finns dokument att tillhandahålla, men materialet kan vara mycket omfattande (Helgesson m fl., 2011).

Det finns ett stort behov av att ta fram underlag genom ny forskning för att kunna bedöma den belastning på ekosystemet som ytterligare föroreningsbelastning på grund av ett skred skulle ge upphov till (Helgesson m fl., 2011).

17. KONSEKVENSBEDÖMNING NATURMILJÖ

17.1. Värderingar – exempel från andra

Det finns ett antal exempel där naturområden har värderats på något sätt. Oftast har endast en del av det rent ekonomiska värdet inkluderats, som t ex ersättningskostnad, eller betalningsvilja (WTP). Exempel på sådana värderingar finns sammanfattade i Tabell 1 i (Suer m fl., 2011). De flesta av värderingarna innebär endast en del av det totala värdet.

Naturvårdsverkets rapport *The economic value of environmental change in Sweden – A survey of studies* (Sundberg och Söderqvist, 2004a) innehåller en sammanställning av ca 160 studier som behandlar ekonomisk värdering av miljövärden. Exempel på vad rapporten tar upp är: existensvärde på afrikansk elefant, förändring av fågelsång, sportfiske, värdet av älg inom jakt, osv. Studierna är också inkluderade i databasen Valuebase^{SWE} (Sundberg och Söderqvist, 2004b), som kan användas för att hitta (äldre) värderingsstudier i Sverige.

ValueBase^{SWE} har sedan använts som underlag för att få fram monetära schablonvärden för miljöförändringar i Sverige (Kinell m fl., 2009). Författarna nådde fram till schablonvärden för fiske och övergödning, och utvärderade möjligheten att använda ASEK-värden utanför transportsektorn. Underlaget räckte inte till för att få fram ett schablonvärde för annan rekreation än fiske, eller för bevarandet av ett naturområde.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)¹¹ har sammanställt totalt monetärt värde för ett antal naturtyper genom att samla data från många olika studier. I detta ingick provisioning services (såsom möjligheten att kunna förse oss med mat och vatten), regulating services (reglering av klimat, vatten till exempel för att minska risker med översvämningar, och vissa mänskliga sjukdomar), habitat services (som speglar vikten av ekosystem för att upprätthålla biodiversitet och en biobank etc) och cultural services (icke materiella fördelar som människor kan erhålla av ekosystem såsom inspiration, intellektuell utveckling, reflektion, rekreation, estetiska värden etc.). Inte heller i TEEBs beräkningar ingick pedagogiska och edukativa värden, eftersom inget underlag fanns (TEEB, 2010b). Siffrorna från TEEB visar dock att naturens totala monetära värde skulle kunna vara mycket stort.

Inga användbara studier där landskap har värderats för sig har hittats. För mer exempel på värderingar som gjorts av andra för fiske, skog, rekreation, och biologisk mångfald m.m. samt även mer detaljer och information av sammanställningen dessa, se (Suer m fl., 2011).

17.2. Användning av tidigare studier för konsekvensvärdering inom Göta älvtredningen

Värdet för rekreation, landskap och biologisk mångfald skulle kunna antas öka stegvis i skalan: inget - riksintresse – natura2000 – naturreservat (Suer m fl., 2011). För landskap finns för närvarande inte någon metod för värdering, men värden för övriga aspekter samt kombinerade effekter finns ofta. Eventuellt skulle även jordbrukslandskap kunna

¹¹ www.teebweb.org

värderas, utifrån befintliga bidrag för skydd och bevarande av natur- och kulturmiljövärden (Suer m fl., 2011).

Ett skred har en negativ effekt på tillgängligheten för rekreation. På kort sikt kan området bli svårtillgängligt k på grund av risk för ytterligare skred, och även på något längre sikt på grund av förstörda stigar, parkeringsplatser eller dylikt. Samtidigt bidrar skred kanske till områdets attraktiva karaktär och drar till sig katastrofturister (Banverket, 2007).

Skred kan skapa landskap med stor biologisk mångfald (Alexandrowicz m fl., 2003; Geertsema och Pojar, 2007) samtidigt som de kan skada etablerade naturvärden (ädelövskog, fiskyngelbottnar). Skadan/vinsten kan vara direkt, som t ex skred i naturområde, eller indirekt: översvämning av ett lågt liggande naturområde, grumling av ett naturområde i älven, kanske också att skredet hamnar i älven. Ny biologisk mångfald torde utgöra en vinst, som skulle kunna värderas på samma sätt som befintlig biologisk mångfald. Skred i naturområde skulle kunna ge förutsättningar för optimal hantering av nya arter, medan det i jordbruksmark skulle kunna finnas risk för överplöjning och insådd (Suer m fl., 2011). Effekten av ett skred på den biologiska mångfalden går för närvarande inte att kvantifiera. Eftersom nya och befintliga värden kan ta ut varandra, då värderingen skulle kunna vara liknande, är en skattning av storleksordningen på effekten viktig (Suer m fl., 2011). Tillfrågade naturvårdare upplevde skred i naturområden som en vinst (Dahl, 2010-03-15; Kling, 2010-03-04), möjligen för att det är större brist på störda miljöer än på artrika befintliga miljöer. Frågan är dock svårt att skilja från naturmiljöpåverkan som en eventuell åtgärd skulle innebära (Suer m fl., 2011).

Fiske påverkas indirekt av (alla vattennära) skred. Fiske tar skada främst genom grumling av vattnet. Värdering skulle kunna göras genom att förutsäga mängden grumling som orsakas av ett skred, sedan kvantifiera skadorna på fisken som följer av denna grumling, för att sedan monetärt värdera detta genom schablonvärdet för fritidsfiske (Kinell m fl., 2009). Osäkerheterna i de första två stegen är dock mycket stora (Suer m fl., 2011).

I (Suer m fl., 2011) har en storleksordning av värdet för fiske, rekreation och biologisk mångfald tagits fram. Uppskattningen av de värden som redovisas i (Suer m fl., 2011) är behäftade med stora osäkerheter. Värdering av pedagogiskt värde saknas helt, medan det är en betydande orsak till att Göta älvdalen utgör ett riksintresse för naturvård. Rent generellt är också underlag för att värdera naturförluster eller -vinster i monetära termer är fortfarande bristfälligt.

Värdering av skredkonsekvenser orsakar också avvägningsfrågor mellan konsekvenser för befintlig biologisk mångfald och landskap, som kan ta skada, och ny biologisk mångfald och landskap, som kan göra nytta. Varken skadan eller nyttan har kvantifierats på ett tillfredsställande sätt, och ett bättre naturvetenskapligt underlag behövs (Suer m fl., 2011).

En mycket grov uppskattning baserad på de bristfälliga data som finns tillgängliga vid denna tidpunkt, ger vid hand att följderna av ett skred skulle kunna värderas till någonstans mellan 10 MKR/ha i förlust och 10 MKR/ha i vinst (Suer m fl., 2011).

Att värdera också naturvärden i monetära termer är mycket viktigt, eftersom dessa värden annars lätt glöms bort. Dock behöver metoder för värdering fortfarande utvecklas mera

för att det ska vara möjligt att inkludera natur på samma villkor som t ex skador på järnväg (TEEB, 2010a).

Trots betydelsen av att kunna värdera naturvärden i monetära termer, finner vi inom föreliggande uppdrag det orimligt att inkludera natursektorn i samma beräkning av konsekvenser som t ex trafiksektor, fastigheter och liv, även om det hade varit önskvärt.

Vi finner det också viktigt att påpeka att, oberoende av vilken vinst eller förlust som själva skredet åstadkommer, medför de allra flesta åtgärder för att förebygga skred en inverkan som på något sätt skadar naturen.

18. KONSEKVENSBEDÖMNING KULTURARV

Studier kring monetär värdering av kulturarvet är få, både i Sverige och internationellt. Det finns rapporter där möjliga metoder för monetär värdering beskrivs och deras lämplighet för värdering av kulturarv diskuteras (Grahm m fl., 2011a). Det finns olika åsikter ifall kulturella värden ska integreras i ekonomiska analyser eller inte. Många tycker inte att man ska försöka översätta kulturella värden till ekonomiska mått, medan andra tycker det är viktigt att göra just detta för att också kulturella värden ska få bidra med sin tyngd i den samhällsekonomsiska vågen. I föreliggande uppdrag för vi en diskussion kring metoder som kan användas för en sådan värdering, för att beskriva hur kulturella värden kan påverkas vid ett skred.

18.1. Möjliga värderingsmetoder

Kulturarvet är en kollektiva vara. Kollektiva varor kännetecknas av att de är tillgängliga för alla och av att en individs nyttjande av denna vara inte begränsar användningen för någon annan. Kulturarvet består av ”varor och tjänster” med kollektiva egenskaper som inte omsätts på vanliga marknader och därmed saknar marknadsvärden. Det betyder inte att kulturarvet saknar värde. Det totala värdet av ett kulturobjekt kan delas i tre delar; brukarvärdet, optionsvärdet och existensvärdet. Brukarvärdet är det direkta värdet vi har av att använda ett kulturobjekt. Här ingår upplevelsesvärde, pedagogiskt värde och vetenskapligt värde. Optionsvärdet är det värde individer har av möjligheten att i framtiden använda resursen. Detta reflekterar en önskan om att bevara kulturen för framtida användning och framtida användare. Existensvärdet reflekterar att individer sätter ett visst värde på att bevara något de själva aldrig kommer att använda, dvs. att vetenskapen om dess existens har ett eget värde. För att värdera icke-marknadsprissatta varor och tjänster utgår man från individers preferenser. Dessa preferenser mäts genom betalningsvilja, WTP, eller kompensationskrav, WTA. (Grahm m fl., 2011a). I Riksantikvarieämbetets rapport *Metodhandledning i samhällsekonomsisk konsekvensanalys* (Riksantikvarieämbetet, 2008) beskrivs bland annat olika värderingsmetoders lämplighet vid värdering av kulturmiljön. I (Grahm m fl., 2011a) finns en kort sammanfattning av denna sammanställning, som pekar på att det finns metoder som är såväl möjliga som lämpliga att använda med fokus på olika aspekter. Det finns dock inte några konkreta exempel däri som kan användas i föreliggande uppdrag. I uppdraget har vi därför valt att försöka hitta exempel på hur kulturarvet värderats i andra sammanhang, samt utfört en fallstudie (Grahm m fl., 2011a). En kort sammanfattning som baseras på (Grahm m fl., 2011a) ges nedan.

18.1.1. Exempel på värdering av kulturarv

Som stöd i processen att nå de svenska miljömålen (Miljödepartementet, 1997/98:145) samt dess delmål och åtgärdsstrategier (Miljödepartementet, 2000/01:130) ska planeringsunderlag tas fram. Detta innebär att kulturhistoriskt värdefull bebyggelse ska vara identifierad senast år 2010 och ett program finnas för skydd av dessa värden. Samtidigt ska minst 25 procent av den värdefulla bebyggelsen vara långsiktigt skyddad (SIKA, 2002). Boverket, som är ansvarig myndighet för uppföljning och utvärdering av miljömålet God bebyggd miljö, anser att tillgången på god antikvarisk kompetens på kommunal nivå är låg (Naturvårdsverket, 2011). Det saknas också konkreta riktlinjer. Vid varje större vägbyggnads eller järnvägsprojekt utreds projektets effekter på kulturmiljön. Om konsekvenserna anses acceptabla eller inte, blir en avvägning mellan konsekvenserna för kulturarvet och effekterna av vägbygget. Utvärdering av konsekvenserna görs med kompetens på kommunal, regional eller nationell nivå beroende på vem som ansvarar för de kulturhistoriska värdena i fråga. Ibland flyttas kulturföremål till andra områden än där de ursprungligen har hittats, eller vägar får byggas runt ett kulturellt värdefullt område. I andra fall rivs bebyggelse av kulturell karaktär och vägar byggs rakt genom områden som innehar kulturhistorisk information om hur samhället har utvecklats. För mer information och exempel se (Grahn m fl., 2011a).

18.1.2. Fallstudie Nols kyrka

För att utvärdera vilken metod som är lämplig för att värdera kulturarv och kulturföremål inom föreliggande uppdrag, utfördes en fallstudie på kyrka. Kyrkor saknar som oftast marknadsvärden, men har stora kulturella värden både när det gäller inventarier och det upplevda värdet församlingsmedlemmarna har av att använda den (Grahn m fl., 2011a). Det finns ett tjugotal kyrkor inom studieområdet (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2011). Nols kyrka är en modern kyrka som ligger nära de andra sektorsgruppernas fallstudieområden. Kyrkor byggda innan 1940 omfattas automatiskt av kulturminneslagen och får på inte något väsentligt sätt ändras utan tillstånd från länsstyrelsen. För nyare kyrkor gäller andra kriterier. Till exempel så gäller för kyrkobyggnader och kyrkotomter som före den 1 januari 2000 invigts för Svenska kyrkans gudstjänst och den 1 januari 2000 ägdes eller förvaltades av Svenska kyrkan eller någon av dess organisatoriska delar, att de ska vårdas och underhållas så att deras kulturhistoriska värden inte minskas (SFS 1988:950).

För att värdera Nols kyrka, om den drabbas vid ett skred, undersöktes ett flertal möjliga metoder för värdering (Grahn m fl., 2011a). Möjligheten att använda kyrkoantikvariska bidrag undersöktes och förkastades. Bidragets storlek varierar kraftigt från kyrka till kyrka och kan endast ges till kyrkor uppförda innan 1970. Nols Kyrka byggdes först år 1987 och kan därmed inte motta kyrkoantikvariskt bidrag. Betalningsviljestudier på kyrkor med liknande egenskaper har inte kommit till vår kännedom. Marknadsvärdet och försäkringsvärdet skiljer sig åt. Marknadsvärdet är mycket lägre än försäkringsvärdet och reflekterar enbart det antagna försäljningsvärdet av fastigheten. Försäkringsvärdet reflekterar fastighetens materiella värde i form av kostnader för återuppbyggnad, men också till en viss del dess kulturella värde (Grahn m fl., 2011a). Som generell metod att skatta kyrkors monetära värde vid övergripande studier förslås därför användandet av försäkringsvärden (Grahn m fl., 2011a).

18.2. Konsekvensvärdering inom Göta Älvutredningen

Att värdera all kultur som befinner sig inom Göta älvutredningens utredningsområde är inte möjligt inom projektets ramar. Utredningen har i första hand undersökt kultur som omfattas av kulturminneslagen (SFS 1988:950) och som finns under länsstyrelsens i Västra Götaland tillsyn och med fokus på byggd miljö. Till följd av avsaknad av generaliserat värde för kulturvärde (schablonvärden) måste man i nuläget platsspecifikt analysera varje riskområdes kulturella värde (Grahm m fl., 2011a). Inom sektorsområdet *Kulturarv* har därför endast kyrkor tilldelats monetära värden som baseras på försäkringsvärden (Tabell 19). För mer detaljer och information om underlag för dessa värden se (Grahm m fl., 2011a). Övriga fastigheter som innehar ett taxeringsvärde kommer på grund av avsaknad av bättre alternativ att värderas under Bebyggelse (Falemo m fl., 2011b). Där representeras byggnader med sitt marknadsvärde. Eventuella kulturella mervärden kan då inte utskiljas.

Tabell 19 Försäkringsbelopp kyrkor, MKR. 2011 års prisnivå (exkl. moms) (Grahm m fl., 2011a).

Kyrka	Byggår*	Kommun	Inventarier	Byggnad	Summa
Kärra kapell	1921	Göteborg	4,8	15,6	20,4
Trollhättans kyrka	1862	Trollhättan	12,9	113	125,9
St.Peders Kyrka	1846	Lilla Edet	12,9	44,2	57,1
Rödbo Kyrka	1929	Göteborg	0,7	3,3	4
Hjärtums kyrka	1200	Lilla Edet	2,8	42,9	45,7
Älvängens Kyrka	1970	Ale	1,1	20	20
Nols Kyrka	1987	Ale	2,3	16	18,3
Nylöse Kyrka	1929	Göteborg	4,5	23,2	27,7
Norrmannebo kapell		Kungälv	1	11,7	12,7
Surte Kyrka	1912	Ale	6,6	17,1	23,7
Surte Kapell		Ale		0,4	0,4
Kungälv's kyrka	1688	Kungälv	5,9	76,7	82,6
Fuxerna Kyrka	1769	Lilla Edet	1	31,2	32,2
Åsbräcka kyrka	1715	Lilla Edet	0,7	21,3	22

* Kyrkor kan vara byggda, påbyggda och ombyggda i intervaller.

19. KONSEKVENSBEDÖMNING NÄRINGS LIV

Fysiska skador på tillgångar värderas inom föreliggande uppdrag under andra sektorsområden¹² vilket innebär att konsekvenserna för näringsliv enbart värderar samhälliga produktionsförluster till följd av avbrott i verksamheter som kan orsakas av ett skred.

Det finns ett antal stora viktiga verksamheter belägna i Göta älvdalen. De är beroende av samhällsviktiga funktioner för att upprätthålla sin verksamhet. Även om konsekvenserna är stora om en verksamhet drabbas direkt, så har också störningar i samhällsviktiga strukturer mycket stor inverkan på det svenska näringslivet. Beroendeförhållanden mellan sektorerna är tydligt, men komplext.

När man undersöker konsekvenserna av stora skred för näringslivet är det inte enbart de verksamheter som ligger inom riskområdet som drabbas, utan även verksamheter utanför riskområdet. Utöver de effekter detta kan ha på den inhemska marknaden, så kan det även påverka den svenska exportmarknaden.

Det finns ett antal problem vid samhällsekonomisk analys av konsekvenser i näringslivet till följd av stora skred. Det handlar om konsekvensernas storlek, skattningsmetoder, vilka antaganden man kan göra, etc. Näringslivet påverkar samhället på flera sätt än enbart med det strikt ekonomiska tillskottet till nationens BNP. Man pratar ofta om hur viktigt det regionala näringslivet är, hur viktigt det är satsa på det regionala näringslivet och hur man ska få regioner att växa. Utifrån detta är det tydligt att regionalt näringsliv har ett värde. Samma resonemang kan man dra för det lokala näringslivet. Detta talar för att man, som i föreliggande rapport, bör ta med det lokala och regionala perspektivet när konsekvenser för näringslivet ska värderas.

19.1. Möjliga metoder för värdering

19.1.1. Tidigare studier

Det är med utgångspunkt från den information som finns att tillgå i dagsläget svårt att göra bra skattningar för näringsliv innan en naturhändelse har inträffat, oavsett om det är lokal, regional eller nationell nivå som beaktas (Grahm m fl., 2011b). Det saknas dessutom betydelsefull information om de ekonomiska konsekvenserna för näringslivet i Sverige vid inträffade naturolyckor eller konsekvenser av extremt väder som stormar, skred och översvämningar. I de fall kostnader överhuvudtaget har sammanställs, är det oftast de direkta kostnaderna (Grahm m fl., 2011b). I *Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60)*, som är en ex-ante studie, fördelades effekterna till följd av klimatförändringar på näringsliv på ett antal sektorer. De sektorer som i SOU 2007:60 innehåller beräknade effekter för näringslivet, i form av ökade inkomster eller produktionsbortfall, är jordbruk, skog, fiske, industri, turism samt energi- och kraftproduktion. Dock finns inte siffror i SOU 2007:60 som är direkt överförbara, i form av ökade inkomster eller produktionsbortfall, till konsekvenssektorn näringsliv i föreliggande uppdrag (Grahm m fl., 2011b). I föreliggande uppdrag gjordes, utöver en litteraturgenomgång för att finna tidigare studier, dessutom förfrågningar till Handels utredningsinstitut (HUI), Institut för näringslivsforskning (IFN) och Svenskt näringsliv om dessa har genomfört eller känner till analyser

¹² Se avsnitt 6.8

eller undersökningar av näringslivets konsekvenser till följd av avbrott i samhällsviktiga strukturer. Förfrågningarna gav inga resultat (Grahm m fl., 2011b).

19.1.2. Generella metoder för att värdera samhälleliga produktionsförluster

Samhällets produktionsförluster till följd av ett skred kan ses som det minskade värde som drabbade verksamheter kan bidra med till BNP¹³. BNP kan beräknas på tre sätt: 1) Från inkomstsidan som utgör summan av arbets- och kapitalinkomster. 2) Från produktionssidan, där förädlingsvärden (produktions- insatsförbrukning) summeras. 3) Från användningssidan där beräkningar är baserat på väl underbyggd statistik om privat och offentlig konsumtion, investeringar, import och export. Två metoder för att värdera kostnader i näringslivssammanhang är att använda sig av löntagares uppskattade inkomster (konsumentsidan) eller företagens uppskattade förädlingsvärde (producent sidan). Inom föreliggande uppdrag testades, genom att arbeta med fallstudier, möjligheten att skatta näringslivets förluster genom företagens förädlingsvärden samt genom arbetarnas löneinkomster i fallstudier. En separat fallstudie gjordes även för jordbruk. Detaljer kring de fallstudier som utfördes finns redovisade i (Grahm m fl., 2011b). Resultatet från fallstudierna var att båda metoderna (löntagares uppskattade inkomster, konsumentsidan, eller företagens uppskattade förädlingsvärde, producent sidan) är behäftade med stora osäkerheter. Det är inte säkert att en metod är att föredra framför en annan utan val av metod kan bero på branschspecifika egenskaper (Grahm m fl., 2011b).

19.2. Vald metod för värdering

Baserat på resultatet för fallstudien för jordbruk rekommenderas att använda kostnader för utebliven/förstörd skörd. Där det skulle förekomma andra former av naturbruk t.ex. yrkesfiske, skogbruk och liknande rekommenderas samma metod.

Inom föreliggande uppdrag var bedömningen att det vore alltför tidskrävande att värdera produktionsförluster från produktionssidan, emedan det är rimligt att värdera dem från inkomstsidan (konsumentsidan). Med utgångspunkt från de fallstudier som utfördes (Grahm m fl., 2011a) rekommenderas, för andra branscher än jordbruk eller annat naturbruk, därför att använda anställdas arbetsinkomster för att skatta näringslivets produktionsförluster. Med detta tillvägagångssätt kan man också inkludera offentlig sektor (Grahm m fl., 2011b). Inom föreliggande uppdrag har vi valt att göra denna skattning med information från SCB som beskriver antalet som arbetar inom en viss bransch i ett specifikt område, samt baserat på uppgifter om medellöner inom dessa branscher. Denna information kan enkelt integreras i GIS. Metoden innefattar inte kapitalinkomster, vilket kan innebära en underskattning av produktionsförlusterna. Å andra sidan, löntagare som är sysselsatta inom branscher som får mer att göra efter ett skred kan ingå i beräkningen, vilket bidrar till att produktionsförlusterna överskattas.

I Tabell 20 redovisas resultatet av beräknad produktionsförlust värderade från inkomstsidan (konsumentsidan), med olika ansatser av medellöner för ett fallstudieområde som ligger inom utredningsområdet. Det blir inga stora skillnader i storleken på produktionsförluster beroende på vilka medellöner som används för de beräkningar som gjorts. Beräkningarna har utförts för en hel kommun och innefattar därför ett relativt stort område

¹³ Bruttonationalprodukten, BNP, är summan av alla varor och tjänster som produceras i ett land under ett år.

där underlagsmaterialet täcker in alla verksamheter i hela kommunen. Det är inte troligt att alla dessa verksamheter drabbas samtidigt av ett fullständigt avbrott i verksamheter.

Tabell 20 Produktionsförlust vid fullständigt avbrott i produktion, miljoner kronor år 2009 (avrundat) fallstudieområde.

Kolumn1	1 dygn	1 vecka	1 månad
Branschspecifikt, privat sektor, riket	5, 2	25, 8	113
Fördelat på privat och offentlig sektor, Västsverige	5, 8	29, 1	126
Fördelat på privat och offentlig sektor, riket	6	29, 9	130
Genomsnitt, Västsverige	5, 8	29, 0	126
Genomsnitt, riket	6	29, 8	130

Rekommendationen blir därför att för större områden använda genomsnittslöner för hela ekonomin i kombination med antal anställda inom det drabbade området. Vilken typ av lönedata som bör används beror av området i fråga. Både dess storlek och sammansättning. För större områden, och i ett så översiktligt uppdrag som föreliggande, med variationer i bransch och mellan offentlig och privat sektor, kan genomsnittslöner för hela ekonomin användas. Den extra noggrannhet man uppnår vid användandet av branschspecifik information tappar man på grund av osäkerhet om antal anställda. Ska man analysera mindre områden, eller utföra fördjupade analyser, bör hänsyn tas till om specifika branscher eller sektorer i det aktuella området avviker från normen.

Genom att ange den tid som produktionen påverkas av ett skred, kan man beräkna antal förlorade arbetstimmar till följd av en skredhändelse, och en uppskattning av produktionsförluster orsakade av ett skred kan göras (Tabell 20). Svårigheten är att göra antaganden om hur långt ett avbrott blir, då detta beror både på hur verksamheter drabbas och vilken typ av verksamhet som drabbas. I föreliggande uppdrag ansåts att produktionsbortfallet för den verksamhet som drabbas varar en månad.

I de känslighetsanalyser som utförs inom föreliggande uppdrag, testas hur längden av ett produktionsavbrott och antal anställda påverkar kostnadsstorleken för produktionsförluster (Grahn m fl., 2011c).

I föreliggande uppdrag beräknas enbart produktionsförluster för de verksamheter som direkt drabbas av ett skred, indirekta/sekundära kostnader till följd av ett avbrott beräknas inte. En orsak till detta är alla de antaganden som måste göras avseende varaktighet, omfattning och effekter på produktionen för olika verksamheter som drabbas till följd av avbrott i samhällsviktiga strukturer (Grahn m fl., 2011b). Det finns i nuläget inte tillräcklig vetenskaplig information att basera sådana antaganden på och att göra skattningar skulle därför enbart bli lösa gissningar. Det vore mycket önskvärt att komma fram till en kostnadsuppskattning, eller någon form av schablonmetod och -värden för bedömning av såväl direkta som indirekta produktionsförluster till följd av skred. Vi ser möjligheter att utveckla metoden och resonemanget som används här, dvs. att använda statistisk information över branscher, förädlingsvärden och löneinkomster, genom fortsatta och fördjupade studier tydligt inriktade på näringslivet. Genom sådana studier skulle ett bättre un-

derlag för framtida analyser kunna tas fram. Det behövs dock både tid och resurser att ta sig an näringslivets komplexa problematik där dagens näringssamhälle är beroende av fungerande strukturer inom alla sektorer, inte enbart inom den egna sektorn ((Grahnm fl., 2011b) och referenser däri).

20. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

I Sverige har endast ett fåtal ex-ante studier med ekonomiska värderingar av naturolyckor/klimatförändringar genomförts. Den tidigare mest övergripande av dessa var *Klimat- och sårbarhetsutredningen* (SOU 2007:60). Vi har inom detta uppdrag försökt att ta fram en metodik som bygger vidare på den metodik som användes där för att bedöma de samhällsekonomiska konsekvenserna av skred.

Den utvecklade metodiken innefattar att identifiera vad, eller vilka objekt, som kan drabbas inom ett visst avgränsat område, i vilken omfattning som en skredhändelse kan påverka detta objekt och försöka bedöma denna konsekvens genom en samhällsekonomisk konsekvensanalys.

Målet var att göra en sådan monetär bedömning inom sektorsområdena bebyggelse, personskador och liv, samhällsviktiga verksamheter såsom va, energi, transporter och annan kommunikation såsom tele, inverkan på natur- och kulturmiljö samt näringsliv.

För flera av dessa sektorsområden finns tidigare underlag, studier, analyser och utredningar som har använts som utgångspunkt. För flera sektorsområden saknas emellertid relevanta studier och/eller underlag. För några av sektorerna har vi inom föreliggande uppdrag tagit fram en metod som vi anser kan användas för att bidra till den övergripande bedömningen. För några har vi också förslag på metod för fördjupad eller mer detaljerad analys. För några sektorer har vi dock enbart kunnat föra kvalitativa resonemang.

Fungerande metodik

Resultatet har blivit ett förslag på metodik som skall användas för monetär bedömning och som underlag för konsekvensklassindelning för hela utredningsområdet.

Den föreslagna metodiken har testats genom fallstudier. Metodiken har funnits fungera väl för syftet med detta deluppdrag. Det vill säga metoden kan användas för att göra en övergripande bedömning av relevanta konsekvenser i monetära termer. Bedömningen görs i ett GIS-system som baseras på GIS-baserade kartunderlag och statistiska underlag. Dessa används tillsammans med schablonvärden, eller motsvarande, och funktioner som beskriver risken för att konsekvensen skall inträffa vid ett skred samt det monetära värdet (kostnaden) för denna konsekvens. För respektive sektor anges förslag på metod för värdering (i sista avsnittet för respektive sektor i kapitlen (10 –18). Denna metod kommer att användas underlag för att värdera konsekvenser i konsekvensklasser och appliceras i GIS för hela utredningsområdet. Hur resultatet vägs samman, samt hur metoden appliceras i GIS, beskrivs i en separat rapport (Andersson-Sköld, 2011).

Osäkerhet vid bedömning

Samtliga sektorsvisa bedömningar och metoder bygger på olika ansatser och antaganden. I föreliggande rapport, och framförallt i de underlagsrapporter som hänvisas till under respektive sektor, finns mer information till varför vissa antaganden och ansatser gjorts. Där även förslag på förbättringar som kan göras. För de flesta sektorer anges också forskningsbehov och/eller behov av förbättrade underlag som behövs för att kunna utföra en mer vederhäftig analys.

I en separat rapport beskrivs en känslighetsanalys som görs inom deluppdraget. I denna ingår till vis del att beskriva de osäkerheter som ingår, men framförallt betydelsen av valet av ansatta värden. Känslighetsanalysen innefattar emellertid inte alla aspekter som medverkar till osäkerheten som ingår vid värdering av konsekvenser. Detta beror helt enkelt av att vi inte har tillräckligt underlag och kunskap för att kunna beskriva osäkerheten. Avsikten med föreliggande arbete och rapport har dock varit att transparensen i vad som ingår, respektive inte ingår, skall vara tydlig. Metoden bygger på att såväl funktioner som underlag skall kunna uppdateras och nya underlag och information skall kunna tillföras för att fördjupa eller förbättra den bedömning som kan göras med denna metodik.

Kunskapsluckor

Det finns kunskapsluckor som behöver fyllas inom vissa sektorer. En sådan är den rent biogeofysiska inverkan av ett skred på olika naturmiljöer. Den kan vara såväl positiv som negativ, och den variera på kort respektive lång sikt.

En annan kunskapslucka är att kvantitativt kunna beskriva konsekvenser som kan uppstå till följd av skred vid en miljöfarlig verksamhet eller förorenat område. Framför allt saknas kunskap om synergi- och andra samverkans effekter av föroreningsbelastning på lång sikt där skredet är en av alla källor.

Dessa kunskapsluckor innefattar att bättre förstå och kunna kvantifiera de processer som sker och hur de påverkar ekosystemet. När denna kunskap är tillgänglig kan en värdering av konsekvensen göras. För detta kan även värderingsmetoder behöva utvecklas.

Avgränsningar

För att göra uppdraget rimligt har vi varit tvungna att göra flera avgränsningar. Som nämdes redan i inledningen så ingår till exempel inte en bedömning av de konsekvenser som en flodvåg kan ge upphov till, trots att den kan orsaka stor skada även på stora avstånd från själva skredområdet.

I denna rapport redovisas metodik för monetär värdering av konsekvenser för såväl materiella skador som människors liv. Det har inom uppdraget inte gjorts någon analys av betydelsen av detta.

Flera konsekvenser, till exempel ett elavbrott, drabbar inte enbart de verksamheter som ligger inom skredområdet utan även verksamheter utanför området. För näringslivet innebär det till exempel att hela den inhemska marknaden och även den svenska exportmarknaden kan påverkas. Störningar i samhällsviktiga strukturer har mycket stor inverkan på andra samhällsviktiga strukturer och näringsliv. Detta beroendeförhållanden ingår inte i analysen.

En grundfråga för detta arbete är när konsekvenser blir samhällsekonomiska konsekvenser. Vid många samhällsekonomiska värderingar gör man en nationalekonomisk analys. Men, man pratar också ofta om hur viktigt det regionala näringslivet är och hur man ska få regioner att växa. Utifrån detta är det tydligt att regionalt näringsliv har ett värde. Detta talar för att man borde ta med det lokala och regionala perspektivet när konsekvenser av skred ska värderas. Detta resonemang ligger till grund för de bedömningar som görs inom detta deluppdrag.

För flera konsekvenser finns inte underlag för en kvantitativ och monetär värdering. Detta gäller inte minst natur- och kulturvärden. Detta gör att de endast behandlas kvalitativt och inte innefattas i den kvantitativa analysen. En annan viktig avgränsning är att kostnader såsom förändrade arbetsuppgifter, ökat arbetstryck, och ökad administration inom en kommun, eller annan organisation och som uppkommer till följd av ett skred, inte ingår i denna analys. Vidare ingår inte att bedöma människors personliga kostnader och konsekvenser såsom förlust av affektionsvärden, minskad bekvämlighet, ökad oro eller sorg. Vidare förs inte någon diskussion kring ansvarsfrågor eller vem som kommer att stå för den kostnad som kan komma att uppkomma.

Alla bedömningar baseras på de data eller andra underlag som finns tillgängliga. Denna avgränsning kan åtgärdas vid platsspecifika eller mer detaljerade och mer fördjupade analyser.

Sammanfattningsvis

I denna rapport redovisas en metod som kan användas för att monetärt bedöma konsekvenser av skred. Metoden har testats i fallstudier. Trots att det finns behov av förbättrade underlag, metodutveckling och ökad kunskap inom flera områden har vi sammanställt en metod som fungerar för att belysa konsekvenser av skred. Metoden kan användas som underlag till exempel för en kostnadsnyttoanalys av risk kontra förebyggande åtgärder. Metoden kan även appliceras på andra naturolyckor, såsom översvämningar. Den är också en god start för mer fördjupade och detaljerade platsspecifika eller regionala analyser.

Metoden kommer inom Göta älvutredningen att användas i ett GIS-system för utredningsområdet där resultatet skall redovisas i form av skredriskklasser.

21. REFERENSER

- Alén, C., Bengtsson, P.-E., Berggren, B., Johansson, L. och Johansson, Å. (2000). "Skredriskanalys i Göta älvdalen - metodbeskrivning". Statens geotekniska institut. SGI Rapport 58. www.swedgeo.se.
- Alexandrowicz, Z., Margielewski, W. och Perzanowska, J. (2003). "European Ecological Network NATURA 2000 in relation to landslide areas diversity: A case study in the Polish Carpathians". *Ekologia-Bratislava*, **22**, 404-422.
- Andersson-Sköld, Y. (2011). "Metodik för inventering och värdering av konsekvenser till följd av skred i Göta älvdalen". Statens geotekniska institut, SGI Rapport GÄU 12. www.swedgeo.se.
- Andersson-Sköld, Y., Norrman, J. och Kockum, K. (2006). "Riskvärdering - metodik och erfarenheter". Naturvårdsverket, Hållbar sanering, 5615. www.naturvardsverket.se.
- Andersson-Sköld, Y., Nyberg, H., Göransson, G., Lindström, Å., Nordbäck, J. och Gustafsson, M. (2007a). "Föroreningsspridning vid översvämningar - Etapp II". Statens geotekniska institut. SGI Varia 577 www.swedgeo.se.
- Andersson-Sköld, Y., Nyberg, H. och Nilsson, G. (2007b). "Föroreningsspridning vid översvämningar - Etapp I". Statens geotekniska institut. SGI Varia 576 www.swedgeo.se.
- Andersson, Stefan (2011). Sweco, Diskussioner under längre tid höst 2010 - vår 2011. Personlig kommunikation.
- Andersson, H., Ottosson, E. och Sällfors, G. (1999). "Skredet i Ballabo, Västerlanda". Statens geotekniska institut. SGI Rapport 57. www.swedgeo.se.
- BanaVäg i Väst (2010). "BanaVäg i Väst". <http://www22.vv.se/bv_templates/Page_24096.aspx> 2010-01-22.
- Banverket (2008). "Metodbeskrivning, Riskanalys vald järnvägssträcka, Del 1 Handledning, 2008-02-06".
- Banverket (2007). "Metodbeskrivning, Riskanalys vald järnvägssträcka, Del 2 Fördjupning, 2007-12-14".
- Banverket (2002). "Slutrapport riskanalys Malmbanan, 2002-01-10".
- Banverket och Vägverket (2002). "Underlag till MKB, Riskanalyser, Väg- och järnvägsutredning, December 2002".
- Berggren, B., Fallsvik, J., Hintze, S. och Stille, H. (1991). "LerslänTERS stabilitetsförhållanden. Riskvärdering och beslutsteori. Förslag till metod för riskvärdering". Statens geotekniska institut. SGI Varia 333. www.swedgeo.se.
- Bergman, R., m fl (2011a). "Sjöfart". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 16. www.swedgeo.se.
- Bergman, R., m fl (2011b). "Väg". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 17. www.swedgeo.se.
- Bergman, R., m fl (2011c). "Järnväg". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 18. www.swedgeo.se.
- Bergquist, U. (2010-08-31). "Stadsnätchef, Trollhättan Energi". Personlig kommunikation.
- Björkman, G. (2009). "Rapport om ASEK-värden, bilaga A till Monetära schablonvärden för miljöförändringar". Naturvårdsverket. Rapport 6322.
- Brännlund och Kriström (1999). Miljöekonomi. Studentlitteratur. Lund
- Carlsson, C.-H. (2010). "MSB". Personlig kommunikation.

- Chen, L. H., Chu, K. C. M. och Chiu, Y. W. (2004). "Impacts of natural disturbance on fish communities in the Tachia River, Taiwan". *Hydrobiologia*, 522, 149-164.
- Dahl, U. (2010-03-15). "Naturvårdsenheten, Länsstyrelsen Västra Götaland". Personlig kommunikation.
- Edvardsson, T. (2010-03-11). "Sjöfartsverket, muntligt, tel. 011-19 11 89.". Personlig kommunikation.
- Eniro (2010). "Mätfunktion". <http://kartor.eniro.se/> 2010-01-22.
- Fahlberg (2011). "okänd, ej i vägrapporten".
- Falemo, S. m fl (2011a). "Kartläggning, exponering sårbarhet och värdering av liv". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 15. www.swedgeo.se.
- Falemo, S., m fl (2011b). "Bebyggelse". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 14. www.swedgeo.se.
- Falemo, S. m fl (2011c). "Fallstudie Nol - bebyggelse, liv, mm". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 26 www.swedgeo.se.
- Fallsvik, J., Svahn, V., Falemo, S. och Lundström, K. (2010). "Kostnadsnyttoanalys för förebyggande åtgärder mot skred och ras till följd av förändrat klimat". Statens geotekniska institut. Varia 603 www.swedgeo.se.
- Fell, R., Ho, K. K. S., Lacasse, S. och Leroi, E. (2005). "State of the Art paper 1 - A framework for landslide risk assessment and management" International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada.
- Friberg, J. (2006). "Riskinventering Göta älv - aktuellt läge. Översiktlig inventering av risker och riskanalyser". Göta älvs vattenvårdsförbund.
- Frogner-Kockum, P. m fl (2011). "Energi". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 21 www.swedgeo.se.
- Geertsema, M. och Pojar, J. J. (2007). "Influence of landslides on biophysical diversity - A perspective from British Columbia". *Geomorphology*, 89, 55-69.
- Grahn, T., mfl (2011a). "Kultur". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 24 www.swedgeo.se.
- Grahn, T., (2011b). "Näringsliv". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 23 www.swedgeo.se.
- Grahn, T. m fl (2011c). "Känslighetsanalys". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 25 www.swedgeo.se.
- Grimvall, G., Jacobsson, P. och Thedéen, T. (2003). "Risker i tekniska system (in Swedish), Studentlitteratur, Lund, Sweden", pp. 420.
- Grundberg, C. (2010-06-09). "Säljare, Vattenfall". Personlig kommunikation.
- Grundberg, C. (2010-06-21). "Säljare, Vattenfall". Personlig kommunikation.
- Göransson, G. (2011). "Sammanställning av hydrologiska konsekvenser av skred i Göta-älv dalen". Statens geotekniska institut. I Andersson-Sköld, 2011, Sammanställning av underlagsmaterial för Metodik konsekvensbedömning av skred i Götaälv dalen, SGI Varia. www.swedgeo.se.
- Göta älvs vattenvårdsförbund (2006). "Fakta om Göta älv 2005 - En beskrivning av Göta älv och dess omgivning" Göta älvs vattenvårdsförbund, Göteborg.

- Göta älvs vattenvårdsförbund (2005). "Fakta om Göta älv - En beskrivning av Göta älv och dess omgivning 2005" Göta älvs vattenvårdsförbund, Göteborg.
- Hammit, J. K. (2000). "Valuing Mortality Risk: Theory and Practice. Environmental Science and Technology, nr 64, ss. 1396-1400".
- Helgesson, H. & Rihm, T. m fl (2011). "Miljöfarlig verksamhet och förorenade områden". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 19 www.swedgeo.se.
- Hellman, B. (2005). "Toxikologi som vetenskap och konstart, Toxikologisk riskbedömning, www.medsci.uu.se/ocmed/webkurs/tox_zen.htm "
- Hultén, C. Olsson, M, Rankka, K, Svahn, V, Odén, K, och Engdahl, M (2005). Släntstabilitet i jord. Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat. Deluppdrag 1, Statens geotekniska institut. SGI Varia 560:1. www.swedgeo.se.
- Hultén, C., Edstam, T., Arvidsson, O. och Nilsson, G. (2006). "Geotekniska förutsättningar för ökad tappning från Väneren till Göta älv". Statens geotekniska institut. SGI Varia 565. www.swedgeo.se.
- ISSMGE (2010). "ISSMGE Glossary of Risk Assessment Terms, tillgänglig på TC32 web page: <http://www.engmath.dal.ca/tc32/>"
- Jacobson, P.-E. (2010-03-05). "Sportfiskarna". Personlig kommunikation 2010-03-05.
- Johansson, H. (2010-04-06). "Teknisk Distribution, Vattenfall". Personlig kommunikation.
- Johansson, M. och Blumenthal, B. (2009). "Att mäta sårbarhet mot naturolyckor - Om sårbarhet som begrepp och indikatorer, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), MSB 0110-09".
- Karlsson, M. (2011-06-01). "Vattenfall". Personlig kommunikation.
- Kinell, G., Söderqvist, T. och Hasselström, L. (2009). "Monetära schablonvärden för miljöförändringar". Naturvårdsverket. NV 6322. www.naturvardsverket.se.
- Kirchner, K. och Lacina, J. (2004). "Slope movements as a disturbance agent increasing heterogeneity and biodiversity of landscape in eastern Moravia". Ekologia-Bratislava, 23, 94-103.
- Kling, J. (2010-03-04). "Vattenmyndigheten, Länsstyrelsen Västra Götaland". Personlig kommunikation.
- KPfakta (2010). "KP-fakta 2010, 360 40 Rottne."
- Kronstrand, K. (2010-05-17). "Nätinformation, Vattenfall". Personlig kommunikation.
- Kronstrand, K., Jan-Olof Olsson och Andersson, K. (2011-08-11). "Digitalt kartmaterial, Vattenfall". Personlig kommunikation.
- Kågerbo och Johansson (2008). Ekonomiska verktyg som beslutsstöd i klimatanpassningsarbetet Stockholm : Förvarsanalys, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), 2008
- Lantmäteriet (2010). "GSD-Fastighetskartan - Presentation, http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=449"
- Larsen, R. E. "Fishery habitat: 3) Sediment and pollutants". University of California. Fact Sheet No 28. <http://danr.ucop.edu/uccelr/h28.htm>.
- Larsson, M. och Sparrevik, E. (2009). "Återskapande av vandringsmöjligheter för havsvandrande fisk - ekologiska effekter och verksamhetspåverkan". Vattenfall. http://www.vattenfall.se/www/vf_se/vf_se/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/196015vatt/815691omxv/819790medi/P02157076.pdf.
- Larsson, R., Ottosson, E. och Sällfors, G. (1994). "Agnesbergsskredet". Statens geotekniska institut. 44. www.swedgeo.se.

- Li, J. och Che, W. (2006). "Evaluation of nearshore environmental resources". State Key Laboratory of Marine Environmental Science/Environmental Science Research Centre, Xiamen University.
- Lindahl, S. (2011). I Andersson-Sköld, 2011, Sammanställning av underlagsmaterial för Metodik konsekvensbedömning av skred i Götaälvdalen, SGI Varia. www.swedgeo.se
- Linderson (2010-03-17). "Banverket, Leverans". Personlig kommunikation.
- Lingenhult, G. (2010). "Göteborg Vatten". Personlig kommunikation.
- Länsstyrelsen i Västra Götalands län (2009). "Utdrag ur databasen EMIR ABC-anläggningar, december 2009".
- Länsstyrelsen Västra Götaland (2011). "Informationskartan Västra Götaland". <http://gis.lst.se/gisvg/>
- Länsstyrelsen Västra Götaland (2000). "Värdebeskrivningar riksintresse för naturvård". beslut 2000-02-07, uppdaterad 2008-01-16. http://www.lst.se/NR/rdonlyres/21BDDC30-9697-486B-9224-CA161AA4D83C/94822/Riksintressen_beskr_friluftslev.pdf.
- Löfqvist, H. (2010-02-15). "Regionala tjänster och indelningar, Statistiska centralbyrån". Personlig kommunikation.
- Löfstedt, R. (2005). "*Risk och sårbarhet i samhället* (in Swedish), Presenterat på kunskapsseminariet Extremt väder och klimatförändring - med Göteborgsperspektiv, Burgårdens konferenscenter den 25 nov., Göteborg, <http://www.media.goteborg.se/fotoweb/Grid.fwx>"
- Mattson (2006). "249".
- Miljödepartementet (2000/01:130). "Svenska miljömål - delmål och åtgärdsstrategier". Proposition.
- Miljödepartementet (1997/98:145). "Svenska miljömål. Miljöpolitik för ett hållbart Sverige". Proposition.
- MSB (2009a). "Analys av samhällsekonomisk kostnad - Skredet vid Småröd, 2006. ISBN 978 - 91-7383-032-4. Mynidgheten för samhällskydd och beredskap (MSB)".
- MSB (2009b). "Naturolyksdatabasen". <http://ndb.msb.se/>
- MSB (2011). "Naturolyksdatabasen". <http://ndb.msb.se/> (2011-09-14)
- MSB (2010). "Skred -olika typer". <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturoluckyor/Skred-ras-och-erosion/Vad-ar-skred-och-ras/Skred/> 2011-10-12.
- Månsdahl, B. (2010-09-06). "Nautisk driftledare, Sjöfartsverket Trollhättan". Personlig kommunikation.
- Naturvårdsverket (1999). "Metodik för inventering av förorenade områden". Naturvårdsverket. 4918. www.naturvardsverket.se.
- Naturvårdsverket (2011). "Miljömålsportalen". <http://www.miljomal.nu/>
- Naturvårdsverket (2008). "Samhällsekonomisk konsekvensanalys av miljöåtgärder. Handbok 2008:4, Naturvårdsverket".
- NGU och NVE (2010). "Skrednett". Norges vassdrags- og energidirektorat. www.skrednett.no.
- Nilsson, G., Rosqvist, H., Andersson-Sköld, Y., Starzec, P. och Norrman, J. (2005). "Föroreningsspridning. Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat. Deluppdrag 3". Statens geotekniska institut. SGI Varia 560:3 www.swedgeo.se.
- Rihm, T., m fl. (2011). "VA". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 16. www.swedgeo.se.
- Riksantikvarieämbetet (2010). "Fornsök". <http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html>.

- Riksantikvarieämbetet (2008). "Metodhandledning i samhällsekonomisk konsekvensanalys - Kulturmiljön i miljömålsarbetet". Riksantikvarieämbetet (Swedish National Heritage Board). Riksantikvarieämbetet 2008:2.
http://www.raa.se/cms/showdocument/documents/extern_webbplats/2008/juni/9789172095083.pdf.
- Roberds, W. (2005). "State of the Art paper 5 - Estimating temporal and spatial variability and vulnerability" International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada.
- Rosén, L. och Steier, K. (2006). "Riskanalys. Avbrott i råvattentillgång i Göteborgs vattenförsörjning. ". SWECO, uppdragsnummer 1310786, 2006-02-06.
- Röcklinger, M. (2011). "Samhällsekonomiska effekter av långvariga trafikavbrott". Linköpings tekniska högskola.
- Sandebing, H. och Ottosson, E. (1994). "Agnesbergsskredet. Skredförebyggande åtgärder. Agnesbergsutredningen". Statens geotekniska institut. 45. www.swedgeo.se.
- SCB (2008). "Boende och boendegifter 2006". Statistiska centralbyrån, Serie BO - Bostäder och byggande. ISSN 0085-6991
- SCB (2011). "Konsumtprisindex (KPI)".
http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_272151.aspx
- SCB (2010). "SCB:s Marknadsprofiler Produktkatalog 2010,
http://www.scb.se/Grupp/Produkter_Tjanster/Skraddarsydd/Regionala_produkter/Marknadsprofiler/ProdKat100205.pdf" Accessed 2010 16 Juli.
- SCB (2009). "SCB:s register över totalbefolkningen 2008-12-31". Befolkningsstatistik per ruta för en buffertzonen längs Göta älv, [SCB 198102/ 858584-6](http://www.scb.se/198102/858584-6).
- SCB (2003). "Tid för vardagsliv", Levnadsförhållanden. 99.
- Schelling, T. C. (1968). "Problems in Public Expenditure Analysis; Chase, S. Red., Brookings: Washington DC".
- SFS 1988:950. "Kulturminneslagen".
- SFS 1998:808. "Miljöbalk (Environmental Code)". Changes included up to SFS 2008:1406.
- SFS 1998:899. "Förordningen om miljöfarlighet och hälsoskydd".
- SFS 1999:381. "Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor".
- SFS 1999:382. "Förordning (1999:382) om åtgärderna för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor".
- SIKA (2002). "Natur- och kulturmiljön. Rapport från arbetsgrupp inom etappmål miljöuppdraget".
- SIKA (2010). "Statistik".
http://www.sika-institute.se/Doclib/2009/Statistik/Sjötrafik%202008_ny.xls 2010-03-15.
- SIKA (2009). "Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser - ASEK 4. ". Statens institut för kommunikationsanalys. Rapport 2009:3.
- Sjöfartsverket (2009a). "Risk- och sårbarhetsanalys för sjöfartssektorn 2009, 2009-11-13". 0100302-09-3321.
- Sjöfartsverket (2009b). "Utbyggnad av slussar i Trollhätte kanal - Sjötransporter, godsolymer, fartygsstorlekar, laster och scenarion". Sweco Infrastructure AB, Anders Mattson. 2009-08-31.
- Sjöström, M. (2007). "Monetär värdering av biologisk mångfald. En sammanställning av metoder och erfarenheter". Konjunkturinstitutet. KI specialstudie 14.
http://www.konj.se/download/18.135d774d116cb6c847680009118/Specialstud_14.pdf.
- Skogsstyrelsen (2009). "Skogens pärlor".
<http://www.skogsstyrelsen.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=12524>.

- SOU 1962:48. "Rasriskerna i Götaälvdalen - Betänkande avgivet av Götaälvskommittén". Inrikesdepartementet, Stockholm.
- SOU 2007:60. "Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter". Regeringen, Miljödepartementet: Klimat- och sårbarhetsutredningen. <http://www.regeringen.se/sb/d/8704/a/89334>: kap 4
<http://www.regeringen.se/content/1/c6/08/93/34/c46c3ace.pdf>: bilageförteckningen
<http://www.regeringen.se/content/1/c6/08/93/34/4ccbfb50.pdf>.
- SRVFS 2005:2. "Statens räddningsverks föreskrifter om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor". Statens räddningsverks författningssamling. www.msb.se.
- Suer, P., m fl (2011). "Natur". Statens geotekniska institut, Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 - Metodik konsekvensbedömning, SGI Rapport GÄU 20 www.swedgeo.se.
- Sundberg, S. (2004). "Replacement costs as economic values of environmental change: A review and an application to Swedish sea trout habitats". Beijer International Institute of Ecological Economics, Kungliga Vetenskapsakademien.
- Sundberg, S. och Söderqvist, T. (2004a). "The economic value of environmental change in Sweden - A survey of studies". Swedish Environmental Protection Agency. Naturvårdsverket rapport 5360. www.naturvardsverket.se.
- Sundberg, S. och Söderqvist, T. (2004b). "ValueBaseSWE. A valuation study database for environmental change in Sweden". Beijer International Institute of Ecological Economics, The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm. <http://www.beijer.kva.se/valuebase.htm>.
- Svahn, V. och Elliot, A-L, (2011-04-20). Personlig kommunikation.
- Svensk Energi (2007). "Elförsörjningen i Sverige. Underlagsrapport utarbetat för klimat- och sårbarhetsutredningen, SOU 2007:60". B8.
- Svenska Kraftnät (2007). "Konsekvenser för Svenska kraftnäts anläggningar p.g.a. klimatförändringar. Underlagsrapport utarbetad för klimat- och sårbarhetsutredningen, SOU 2007:60".
- Svenska Kraftnät (2009). "Samhällets elberedskap, analys och förslag beträffande elberedskapslagen (1997:288) - En redovisning av regeringsuppdrag N2009/5027/E". 2009/722.
- Svensson, K. (2010-04-23). "Senior advisor, Willis AB". Personlig kommunikation.
- TEEB (2010a). "The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the economics of nature - A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB". UNEP, United Nations Environment Programme. www.teebweb.org
http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=bYhDohL_TuM%3d&tabid=924&mid=1813
- TEEB (2010b). "The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The ecological and economic foundations. Appendix C: Estimates of monetary values of ecosystem services". UNEP, United Nations Environment Programme. www.teebweb.org.
- Thor, A. (2010). "Lilla Edets kommun, tekniska avdelningen.". Personlig kommunikation.
- Tietenberg och Lewis (2009). Environmental & Natural Resource Economics (8th Edition "37,38".
- Tobiasson-Blomén, H. (2011). I Andersson-Sköld, 2011, Sammanställning av underlagsmaterial för Metodik konsekvensbedömning av skred i Götaälvdalen, SGI Varia. www.swedgeo.se
- Trafikuskottet (2007). "Uppföljning av hur stormen Gudrun hanterats inom transport- och kommunikationsområdet".

- Unesco (2011). "The international Committee of the Blue Shield (ICBS)". http://portal.unesco.org/culture/en/ev.php-URL_ID=36887&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- Walker, L. R., Velazquez, E. och Shiels, A. B. (2009). "Applying lessons from ecological succession to the restoration of landslides". *Plant and Soil*, 324, 157-168.
- Vattenfall, Sjöfartsverket, Svenska Kraftnät, Länsstyrelsen Västra Götaland, Vänersborgs kommun, Trollhättans Stad, Lilla Edets kommun, Ale kommun, Kungälv kommun, Göteborgs Stad och Statens geotekniska institut (2007). "Underlag för samordnad beredskapsplanering för dammbrott i Göta älv". Vattenfall Power Consultant AB. SGI Dnr 5.50-0611-0703.
- Wedin, P. (2007). "Underlagsrapport för klimat och sårbarhetsutredningen". Post och Telestyrelsen (PTS).
- Viksten, L. (2010-03-31). "Fortum". Personlig kommunikation.
- Viscusi, W. K. (2009). "Valuing risks of death from terrorism and natural disasters. *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 38, ss 191-213".
- Vägverket (2009a). "Gemensamma förutsättningar, Kapitel 5: Trafikundersökningar, prognoser och vägnät - Effektsamband för vägtransportsystemet, samhälle och trafik". Vägverket. 2009:150.
- Vägverket (2009b). "Info om vägar. GIS, tillgänglig (<<http://gis.vv.se/iov/>>)."
- Vägverket (2005). "Riskanalys vald vägsträcka. Fördjupning. Publikation 2005:55".
- Vägverket, Banverket och Ale kommun (2005). "Väg 45 - NorgeVänerbanan. Arbets- och järnvägsplan samt detaljplaner, Angeredsbron - Älvängen. Miljökonsekvensbeskrivning". Vägverket, Banverket och Ale kommun.
- Åkesson, J. (2011). "Trafikverket, diskussioner under längre tid". Personlig kommunikation.

BILAGA 1

Sektorsvisa rapporter inom GÄU uppdrag 14101 Metodik konsekvensbedömning

Ramona Bergman, mfl., 2011a, Järnväg. SGI GÄU 18. 2011.

Ramona Bergman, m fl 2011b, Väg. SGI GÄU 17. 2011.

Ramona Bergman, m fl 2011c, Sjöfart. SGI GÄU 16. 2011.

Stefan Falemo, m fl 2011a, Bebyggelse SGI GÄU 14. 2011.

Stefan Falemo, m fl 2011b, Kartläggning, exponering sårbarhet och värdering av liv. GÄU 15. 2011.

Stefan Falemo, m fl 2011c, Fallstudie Ale kommun - Konsekvensområden: Bebyggelse och Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv. SGI GÄU 26. 2011.

Tonje Grahn m fl, 2011b. Kulturarv. SGI GÄU 24. 2011.

Tonje Grahn, m fl 2011a, Näringsliv. SGI GÄU 23. 2011.

Tonje Grahn , m fl 2011c, Känslighetsanalys. SGI GÄU25. 2011.

Paul Frogner-Kockum m fl., 2011, Energi. SGI GÄU 21. 2011

Helena Helgesson & Thomas Rihm, m fl 2011, Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden. SGI GÄU19. 2011.

Thomas Rihm, m fl 2011, VA-system. SGI GÄU 22. 2011.

Pascal Suer, 2011, Naturmiljö. SGI GÄU 20. 2011

Göta älvutredningen, GÄU delrapporter 1-34

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



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