



Statens
geotekniska
institut

Metodik konsekvensbedömning

– Järnväg

Ramona Bergman

GÄU - delrapport 18

Linköping 2011



GÄU
Göta älvutredningen
2009 - 2011



**STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE**

Göta älvutredningen - delrapport 18

Metodik konsekvensbedömning – Järnväg

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

Ramona Bergman

**Göta älvutredningen
delrapport 18**

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 älv dalen inklusive del av Nordre älv. Tidigare utförda geotekniska undersökningar har sammanställts och nya undersökningar har utförts längs hela älven. Metoderna för analys och kartering av skredrisker har förbättrats. Nya och utvecklade metoder har tagits fram för att förbättra skredriskanalyser och stabilitetsberäkningar, förbättra kunskapen om erosionsprocesserna längs Göta älv, bedöma effekten av en ökad nederbörd på grundvattensituationen i området, utveckla metoder för kartläggning och hantering av högsensitiv lera (kvicklera) samt utveckla metodik för konsekvensbedömning. Utredningen har genomförts i samverkan med myndigheter, forskningsinstitutioner samt nationella och internationella organisationer.

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

Konsekvensbedömning

För att värdera de konsekvenser som ett skred kan ge upphov till initierades ett särskilt deluppdrag, *Metodik konsekvensbedömning*, i syfte att uppdatera, vidareutveckla och använda den modell som tidigare använts för skredriskanalyser. I föreliggande rapport redovisas identifiering, inventering och metod för värdering inom konsekvensområdet Järnväg.

Den metodik som redovisas skall användas för hela Göta älvutredningens avgränsningsområdet men baseras på arbete med fallstudier.

Uppdragsledare har varit Yvonne Andersson-Sköld. Det arbete som presenteras i denna rapport har utförts av Ramona Bergman, Yvonne Andersson-Sköld, Ingrid Södergren och Tonje Grahn. Texten i rapporten har skrivits av Ramona Bergman och granskats av Joel Åkesson och Yvonne Andersson-Sköld. Författarna till denna rapport vill också tacka alla som medverkat med underlag och expertkunskap hos kommuner, myndigheter och andra organisationer. Arbetet med rapporten har delvis gjorts i samarbete med Trafikverket där Joel Åkesson varit expertstöd och granskare samt delvis med stöd av Per Bergström-Jonsson.

Linköping 2011

Marius Tremblay

Uppdragsledare, Göta älvutredningen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD.....	3
SAMMANFATTNING	6
1 KONSEKVENSONOMRÅDET – BAKGRUND OCH SYFTE.....	6
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Konsekvenser Järnväg	7
2 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING	8
3 METOD FÖR INVENTERING	9
4 POTENTIELLA METODER FÖR VÄRDERING	10
4.1 Finansiella konsekvenser av vägavstängning	10
4.1.1 Sampers-systemet.....	10
4.1.2 Bansek.....	12
4.1.3 BVH 706	12
4.1.4 Banverkets översiktliga riskanalys	13
4.1.5 Kostnad för återställande av en skredad räls.....	14
5 RESULTAT AV INVENTERING	15
5.1 Befintlig och planerad järnväg	15
5.1.1 Sträckning.....	15
5.1.2 Omledningsmöjligheter	15
5.1.3 Trafikflöde (personmängd, godsmängd, godssort)	17
5.2 Konsekvenser, omfattning och sannolikhet.....	19
5.2.1 Konsekvenser	19
5.2.2 Omfattning	20
5.2.3 Sannolikhet	21
5.3 Tankeschema Konsekvenser.....	21
6 RESULTAT AV VÄRDERING	22
6.1 Resultat av fallstudie.....	22
6.1.1 Omledning	22
6.1.2 Återställningskostnad.....	23
6.1.3 Totalt fallstudie.....	23
6.2 Generellt	23
6.2.1 Metoder som användes	24
7 DISKUSSION.....	25
8 SLUTSATSER	26
9 REFERENSER	27
BILAGOR	
Bilaga 1 - Beräkningar för omledning av gods- och persontåg	
Bilaga 2 - Bansek, Beräkning av Restid	
Bilaga 3 - Fallstudie Väg och Järnväg	

SAMMANFATTNING

Studien i rapporten har behandlat möjliga metoder för att beskriva kostnaden för järnvägssystemet i händelse av skred längs Göta älv. Fokus i studien har varit att järnvägsrälsen blir avskuren. Möjliga konsekvenser har identifierats och de mest relevanta och betydande har värderats i monetära termer. De konsekvenser som har värderats som mest relevanta, i det fall rälsen blir avskuren, är kostnader för omledning samt kostnader för att återställa rälsen. I rapporten finns en sammanställning av möjliga metoder för beräkning av kostnaderna. Två av dessa metoder, Bansek samt BVH 706, har testats i en fallstudie och resultatet har sedan legat som grund för att ange en generell kostnad längs hela Göta älv. Den största kostnaden blir för omledning, där kostnaden kan ligga mellan 70-110 MSEK för omledning under 100 dygn. För återställande av rälsen ligger kostnaderna kring 20-30 MSEK för 400 m dubbelspår. I Göta älvutredningen presenteras alla resultat per rutenheter på en hektar i en GIS-karta.

För järnvägen ligger konsekvensen mellan 41-43 MSEK per hundra meter räls om ett skred går söder om Älvängen (omledning och återställande). Ett skred norr om Älvängen kan ge ett konsekvensvärde på 29-31 MSEK per 100 meter räls (omledning och återställande). Konsekvensvärdet blir högre söder om Älvängen då antalet pendlare ökar. Resultatet visar även att omledning av persontrafik utgör en betydande del av kostnaden. För persontrafik har det antagits att tågen ersätts med bussar. För godstrafiken har det antagits att Bohusbanan kan användas nattetid.

I denna studie har enbart möjlig samhällsekonomisk kostnad beräknats i händelse av skred och hänsyn till sannolikheten för att järnvägen i realiteten ska drabbas har därmed inte inkluderats. Parallellt med detta arbete tas en metodik fram inom Göta-älvutredningen som behandlar sannolikheten för skred som skall användas för hela utredningsområdet.

I beräkningen av den samhällsekonomiska kostnaden har enbart den direkta finansiella delen inkluderats, och således inte personskador, dödsfall, miljöskador och skador på egendom. Inte heller den immateriella konsekvensen är inkluderad i denna översiktliga riskanalys.



Figur 1 Skredet i Småröd 2006, Foto: SGI

1 KONSEKVENSBEDÖMNING – BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 Bakgrund

Metodik för konsekvensanalys är omfattande och redovisas i detalj i följande rapporter:

Metodik Konsekvensbedömning-

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

1.2 Konsekvenser Järnväg



Figur 2 BanaVäg i Väst (2010b).
Kartbild: Trafikverket

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 2 kan den framtida sträckningen av väg och järnväg ses. Efter utbyggnaden av dubbelspår kommer kapaciteten på banan vara dubbelt så stor som innan. Se inventeringen i stycke 5.1 för info om antal tåg idag och efter utbyggnaden.

Det finns djupa lerlager längs älven vilket gör att man i samband med utbyggnaden får utföra 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/Vänern banan 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 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.

2 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING

Vid skred finns möjligheten att rälsen, tåg- och/eller driftsystemet drabbas och ger följdkonsekvenser. Utifrån dessa möjligheter har tre scenarier satts upp:

Scenario 1 - Ett skred drabbar en järnväg så att den blir obrukbar genom att järnvägen dras med, delvis förstörs eller att driften slås ut.

Scenario 2 - Ett skred drabbar en järnväg så att järnvägen blir obrukbar samt att ett persontåg direkt blir drabbat i skredet där personskador/dödsfall kan inträffa.

Scenario 3 - 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 scenario 2 och 3 kan bli mycket stora, men sannolikheten för att tåg direkt ska drabbas i skred i Göta älvdalen är troligen liten (se rapporten inom sektorn Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv). Dessa scenarier har därför inte behandlats ytterligare i denna rapport. Det scenario som delvis kommer behandlas i denna rapport är scenario 1, och studien kommer således avgränsas till att gälla en drabbad räls. Avgränsningar för analysen:

- Sträckning längs Göta älv (mellan Göteborg och Trollhättan)
- Utbyggd bansträcka samt prognos för år 2020
- Endast svenska aktörer
- Delar av de **finansiella** kostnaderna för omledning och återställande av väg
 - Återställande
 - Omledning
 - Restid
 - Fordonskostnader
 - Godskostnader
 - Olyckskostnader
 - Miljökostnader
 - Drift och underhåll

Syftet med rapporten är att:

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

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

3 METOD FÖR INVENTERING

- För att se samtliga av järnvägens banor i Sverige kan man gå till Trafikverkets hemsida.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sveriges-jarnvagsnat/>
- Järnvägen kommer bli utbyggd till dubbelspår. Hela sträckan planeras vara klar år 2012. För ritningar över respektive sträckning finns följande länk:
<http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/BanaVag-i-Vast/Deletapper/>
- Trafikverkets hemsida tillhandahåller information och rapporter som kan nyttjas i en konsekvensvärdering av järnväg.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Service--e-tjanster/Sok-dokument/>
- En del information om metoder som är kopplad till andra trafiksorter går att hitta hos Trafikverket.
http://publikationswebbutik.vv.se/shopping/itemlist_____3367.aspx
- För att få information om hur en järnväg kan drabbas av skred och vilka följd effekter det får kan förslagsvis en jämförelse göras med tidigare skred. Information om Små-röd och ett flertal andra skredolyckor går att finna på MSB:s hemsida (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap).
<http://www.msb.se/sv/Kunskapsbank/Erfarenheter-fran-olyckor--kriser/>
- En uppfattning om möjliga kostnadsaspekter och som källa för data kan SIKÅ (Statens Institut för Kommunikationsanalys) användas.
<http://www.sika-institute.se/Templates/Page.aspx?id=6>

För fördjupad information, detaljkunskap och expertbedömning har personer på Trafikverket kontaktats personligen.

4 POTENTIELLA METODER FÖR VÄRDERING

Tidigare Vägverket och Banverket (nu Trafikverket) har delat in konsekvenser i följande grupper:

- Person
- Egendom
- Miljö
- Finans
- Immateriell

I denna rapport kommer vi presentera metoder för att värdera konsekvensgruppen finans. Beräkningar görs för område söder och norr om Älvängen eftersom fler tåg (nästan hälften av samtliga) fortfarande kan vara i trafik om skredet går norr om Älvängen. Således blir den finansiella konsekvensen mindre vid skred norr om Älvängen.

4.1 Finansiella konsekvenser av vägvästängning

Före detta Banverket har skrivit två rapporter om riskanalys på vägar med namnet *Riskanalys vald järnvägssträcka*; en huvudrapport och en fördjupning. Fördjupningen är intressant i ett skredkonsekvensperspektiv, och metodiken som beskrivs nedan är hämtad från fördjupningen. I fördjupningsrapporten delas de finansiella konsekvenserna för avstängd järnväg in i (Banverket, 2008):

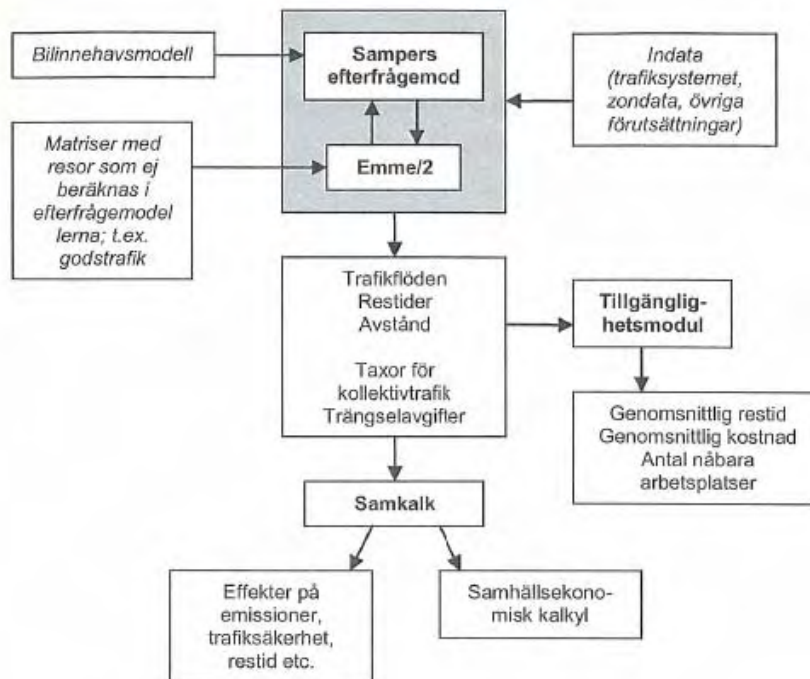
1. Direkta kostnader för järnvägstransportsystemet
 - a. direkta kostnader för att genomföra transport (leda om trafik samt återställa räls)
 - b. kostnader pga. förseningar eller utebliven transport
2. Kostnader för omgivningen och indirekta kostnader
 - a. indirekta kostnadsökningar för samhälle/industri på grund av försenade/inställda järnvägstransporter
 - b. samhällsekonomiska kostnader på grund av störningar/avbrott i annan infrastruktur (väg, el, tele, va etc.)

Det är främst de direkta kostnaderna för järnvägstransportsystemet vi studerar inom denna rapport, men även restid/transporttid för personer och gods i omgivningen inkluderas. Flera metoder för att beräkna kostnaden för omledning och återställande har identifierats och presenteras nedan.

4.1.1 Sampers-systemet

De direkta kostnaderna gällande omledning kan beräknas med metoder redovisade i ”Effekt-samband 2000” som har uppdaterats och nu kallas ”Effektsamband för vägtransportssystemet”. Denna publikationsserie redovisar åtgärder i transportsystemet och deras effekter på samhället. För att få fram dessa effekter på samhället används Sampers-systemet som inkluderar en prognosmodell samt en effekt- och kalkylmodell. I Sampers är effekt- och kalkylmodellen hopslagna och kallas gemensamt för kalkylmodell med benämningen Samkalk. Hela systemet

kallas Sampers 2.2, se Figur 3. Denna metod används av både Vägverket och Banverket för större investeringar.



Figur 3. Sampers-systemet (Vägverket, 2009:150)

Den första delen i systemet inkluderar Sampers efterfrågemodell som gör beräkningar och ger prognoser från lokal- till utrikesnivå. De inkluderar även påverkan över olika trafikslag. Samkalk är nästa huvudsteg i systemet. Samkalk är en modell som använder sig av prognoserna för att beräkna effekterna. Effekterna genomgår en samhällsekonomisk kalkyl och redovisas både som absolutvärden och i monetära värden. Effekterna som Samkalk tar fram är:

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

Samkalk tar även med marginellt slitage på kollektivtrafiken samt budgeteffekter (drivmedelsavgifter, banavgifter, moms på biljettintäkter). Både Sampers och Samkalk kan bytas ut mot Samgods respektive Samkalk gods, för att beräkna effekter för godstrafik istället för persontrafik. Dessa godsmodeller är dock inte lika väl utvecklade och är betydligt mindre använda. Hela Sampers-systemet används oftast för mer omfattande åtgärder och för större geografiska områden där flera trafikslag kan påverkas (Vägverket 2009:150).

4.1.2 Bansek

För mindre åtgärder gällande omledning kan man istället för Samkalk eller Samkalk gods använda Bansek-modellen (EVA för vägar). Den baseras på enklare antaganden och gäller enbart järnvägen. Den kan alltså inte användas i de fall trafik flyttas mellan olika trafikslag eller då ny trafik genereras. Det krävs även lite extra arbete för att föra över data från prognosen i Sampers eller Samgods till Bansek. Men Bansek-modellen kan även användas fristående, utanför Sampers-systemet. De effekter som kan tas fram i Bansek är (Vägverket 2009:150):

- Förändring i trafikarbete (miljoner fordonskm)
- Restid (tusen timmar)
- Drivmedel (m³)
- Trafiksäkerhet (antagen olyckskostnad per km)
- Miljöeffekter (utsläpp i ton)
- Ev. kompletterade effekter (ex. buller)

Dessa absoluta värden värderas sen i:

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

I värderingen kan kalkylvärden användas som SIKA och Trafikverket rekommenderar, exempel är SIKAs rapport ASEK 4 (SIKA 2008:3). Dessa kalkylvärden är i prisbasår 2006, men uppräkningsindex sker till 2009 års prisnivå med hjälp av konsumentprisindex (kpi).

4.1.3 BVH 706

En annan gångbar metod för beräkning av omledningskostnader är användning av schabloner och expertbedömning. I Banverkets beräkningshandledning för samhällsekonomiska analyser (BVH 706) finns schabloner. Följande stegvisa förfarande ha satts upp (Zachariadis, 2010):

- 1) Identifiera effekterna/konsekvenserna, dvs. vad blir effekterna av ett skred (omledning, överflyttning till buss, förseningar, omfattning infrastrukturskador m.m) (Trafik/Leverans på Trafikverket kan ev. ge svar på detta)
- 2) Kvantifiera effekterna, dvs. hur många resenärer och tåg påverkas (Trafik/Leverans på Trafikverket kan ev. svara på detta)
- 3) Värdera kvantifierade effekter och konsekvenser utifrån kalkylvärden och beräkningsförutsättningar för samhällsekonomiska kalkyler enligt BVH 706 och/eller ASEK.

Från BVH 706 (Banverkets ordinarie handbok för samhällsekonomiska beräkningar) kan värden hittas för bland annat:

- Operativa kostnader (inkluderar personalkostnad, kapitalkostnad, underhållskostnad, städning, drivmedel)
- Slitagekostnader
- Luftföroreningar
- Olyckskostnader

För detaljerad beskrivning av metoden som satts samman och för exempelberäkning, se bilaga 1. De värden som finns i BVH 706 utgår från prisbasår 2006.

4.1.4 Banverkets översiktliga riskanalys

I Banverkets riskanalys (Banverket 2008) finns en handledning för översiktlig riskanalys. Metoden inkluderar kostnader för både järnvägssystemet och omgivningen gällande avbrottet. I den igår sex steg:

1. Intresseobjekt som kan skadas
2. Vilka händelser som kan ge skada (*skred*)
3. Riskkällor (orsaker) samt sannolikhet
4. Konsekvensens totala skadevärde samt omfattning av konsekvens
5. Risknivå (sannolikhet och konsekvens)
6. Riskreducerande åtgärder

I denna rapport kan framförallt metod för steg 4 användas för att värdera konsekvenser.

För att använda metoden och få fram en konsekvensklass behöver man veta prioritetssklass på järnvägen samt tid för avstängning. I begreppet prioritetssklass ingår uppgifter om hur omfattande tågtrafiken är, om det är höga krav på kort transporttid och hög leveransprecision. Norge/Väner-banan har prioritetssklass 1 (Banverket 2008).

Tabell 1. Konsekvenser kan delas in i konsekvensklasser (1-4) genom faktorerna tid och prioritetssklass (Banverket, 2007a).

Konsekvensklass för finansiella konsekvenser			
Prioritetssklass	Avbrottets längd (dygn)		
	1	7	30
1	3	4	4
2	2	3	4
3	1	2	3

Tabell 2. Beskrivning av konsekvensklasserna (Banverket, 2007a).

Konsekvens	Ord	Siffror (MSEK)
1	Liten	0,1-1
2	Stor	1-10
3	Mycket stor	10-100
4	Katastrofal	> 100

Utifrån denna kan man tyda att de finansiella kostnaderna för en bana av prioritetklass 1 under ett avbrott på minst 1 vecka hamnar inom den högsta klassen, med ett värde på över 100 miljoner kr. Prisbasår antas vara år 2006.

4.1.5 Kostnad för återställande av en skredad räls

Utöver kostnader i samband med att banan är avstängd och trafik måste ledas om, blir det en utgift för att återställa banan. För att få schabloner för detta kan man se på tidigare händelser, ex. skredet i Småröd samt från pågående utbyggnad inom BanaVäg i Väst. Genom kontakt med expertpersoner har schabloner sammanställts för återställningskostnad (se fallstudierapport för mer information).

Tabell 3. Återställningskostnader.

Återställningskostnad	MSEK/100m dubbelspår
Småröd ¹	6
Banverket Leverans ²	5-6
BanaVäg i Väst ³	7
Min/Max	5-7

¹ MSB (2009) (Prisbasår 2007)

² Linderson, Hans. Banverket Leverans. Muntligt. (2010)

³ BanaVäg i Väst (2010a)

5 RESULTAT AV INVENTERING

5.1 Befintlig och planerad järnväg



Kartbild:
Trafikverket

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 inklusive en bro över Nordre älv drabbas av ett skred.

5.1.2 Omledningsmöjligheter

De alternativ som finns för att leda om trafiken från Norge/Vänerbanan är att kombinera Bohusbanan och Västra stambanan med Älvsborgsbanan.

Går det ett skred så att järnvägen blir drabbad, får man nyttja andra banor och prioritera den viktigaste trafiken. Det finns ingen planerad prioritering utan prioriteringen får göras när en eventuell olycka sker. För persontåg får man till exempel 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. Däremot kan Bohusbanan nyttjas mer (Linderson, 2010).

5.1.1 Sträckning

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 Alvhem) grenar sig järnvägen med ett huvudspår längre in i landet som fortsätter norrut till Trollhättan. Den andra förgreningen fortsätter ca 13 km längs Göta älv och slutar i Lilla Edet (Eniro 2010), denna bana har bara godstrafik. Översiktligt kan man säga att järnvägen går längs med ca 25 % av Göta älvs strandkanter. Hela sträckan är av prioritetklass 1, som betyder att den har omfattande godstågtrafik, persontågtrafik, 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

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 för stor (Linderson, 2010).

Bohusbanan: Banan går mellan Göteborg och Strömstad, men kan i Uddevalla länkas ihop med Älvsborgsbanan. Den är enkelspårig och saknar fjärrstyrt trafikstyrningssystem. Delar av banan (Uddevalla-Göteborg) är fjärrblockerad⁴ med ett nytt trafikeringsystem som gör att det blir mer flexibelt och säkrare och gör att fler tåg kan trafikera sträckan, bl.a. fler godståg kan transporteras på sträckan (Banverket 2010).

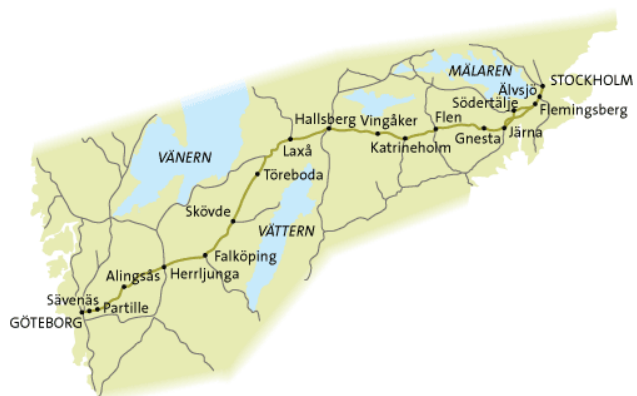
Västra stambanan: Banan går mellan Göteborg och Stockholm och kan länkas ihop med Älvsborgsbanan i Herrljunga. Banan är hårt trafikerad.

Älvsborgsbanan: Banan går mellan Borås och Uddevalla, med möjliga stopp i Herrljunga, Håkanstorp, Öxnared och Vänersborg. Den är enkelspårig (Banverket 2010).

Bohusbanan



Västra stambanan



Älvsborgsbanan



Kartbilder: Trafikverket

⁴ Fjärrblockering innebär att ett tåg inte kan köra in på en sträcka som ett annat tåg redan befinner sig på (Wikipedia 2010).

5.1.3 Trafikflöde (personmängd, godsmängd, godssort)

Frekvens av tåg:

År 2002

- 40 persontåg/dygn och 26 godståg/dygn på Norge/Vänerbanan (Banverket, Vägverket 2002)

År 2010

- 38 persontåg/dygn och 26,4 godståg på Norge/Vänerbanan (Linderson, 2010)

År 2020 (fullt utbyggd bana)

- 168 persontåg/dygn och 44 godståg/dygn på Norge/Vänerbanan (Åkesson, BV)

Enligt Bana/Väg i Väst finns det planer på att fördubbla gods- och persontrafiken till år 2012.

Tabell 4. Prognos av antal tåg vid utbyggd bana år 2020. Siffrorna är enbart en prognos.

	År 2020
Antal persontåg (st)	168
Antal godståg (st)	44
Källa	Åkesson, BV

Passagerare:

I prognosen år 2020 beräknas det finnas ca 1 082 passagerare per dygn åt ena hållet och 1 109 åt andra, totalt 2 191 passagerare/dygn. Sexton tåg beräknas passera på linjen (norr/söder) per dygn, vilket ger 136 passagerare/tåg. På samtliga fem linjer längs Norge/Vänerbanan beräknas det i medeltal vara mellan 27-184 passagerare/tåg.

Godsmängd:

År 2002

- 2,66 miljoner ton gods/år fraktades på Norge/Vänerbanan. Av detta var 400 000 ton farligt gods (Banverket, Vägverket 2002).

Godssort:

Gods som passerade Ale år 2002 (Banverket, Vägverket 2002):

- Gods i klass 3, brandfarliga vätskor var ca 40%
- Gods i klass 4-9 var ca 30%
- Gods i klass 2, giftig gas var ca 25%
- Gods i klass 2, brännbar gas var ca 5%
- Gods i klass 1, explosiva ämnen var < 1%

Enligt det underlag som togs fram av Vägverket och Banverket år 2002 inför eventuell utbyggnad till dubbelspår, antas att det mesta av det farliga godset i framtiden kommer vara klass 2 och 3 (brännbara gaser, giftiga gaser och brandfarliga vätskor).

Enligt data från Banverket (Åkesson, BV) finns följande godsprognos för fördelningen av gods på Norge/Vänerbanan (sträckan Göteborg-Älvängen) för år 2020:

Typ av gods	Procent
Färdiga industriprodukter	38 %
Papper, massa	27 %
Stålprodukter	9 %
Oljeprodukter	8 %
Livsmedel	6 %
Kemikalier	4 %
Jord, sten, bygg	2 %
Järnmalm, skrot	1 %
Trävaror	3 %
Jordbruk	1%
Rundvirke	1 %
Råolja, kol	0 %

5.2 Konsekvenser, omfattning och sannolikhet

5.2.1 Konsekvenser

Konsekvenser kan delas in i följande grupper (Banverket, 2008):

- Person
 - Personpåverkan
 - Personolyckor
- Egendom
 - Skada på byggnader/mark
- Miljö
 - Obrukbar vattentäkt
 - Skada på natur/djur
- Finans
 - Omledning
 - Järnvägsföretag
 - Omgivning
 - Återställande av järnvägen
- Immateriell
 - Förtroendeskada

Om ett godståg direkt blir drabbat kan kemikalier lösgöras och påverka omgivningarna. I vissa fall kan det ske en explosion som påverkar omgivningen flera hundra meter bort, beroende på mängden kemikalier som exploderar. Om giftig gas kommer ut och ett gasmoln bildas kan det ge toxiska effekter över stora områden, beroende på ämne, mängd, utsläpp, väderförhållanden samt topografin (Banverket, Vägverket 2002). Föroreningar kan även sprida sig i mark och vatten långt utanför det skredade området och ge effekter på andra miljöer och dricksvattensystem. Om ett persontåg direkt blir drabbat kan det ge mycket allvarliga effekter i form av dödsfall och personskador, som inte skulle ha uppkommit i lika stor omfattning om persontåget inte drabbats.

Samtliga konsekvensgrupper kan bli drabbade om skred inträffar längs Göta älv. Dock kan sannolikheten för detta variera. Konsekvenserna kan även delas in i direkta och indirekta konsekvenser/effekter.

Direkta effekter

De direkta kostnaderna för tågtrafiksystemet gäller utgifter för att genomföra transporten. Det innebär bland annat mycket arbete med att leda om gods och personer på andra banor eller genom andra trafikslag. Det kan alltså leda till att gods måste lastas om till lastbilar eller fartyg. Tågstationer, hamnar, fartyg och lastbilar måste finnas tillgängliga. Förseningar leder till att resegarantier måste betalas ut till resenärer och även till att biljettintäkterna sjunker. För att få igång banan igen behöver återställningen snabbt inledas. Det kräver mycket personal, samordning och administrativt arbete.

Broskador kan även uppkomma, vilket kan leda till mer omfattande kostnader och längre tid för återställande (SOU 2007:60).

Indirekta effekter

De indirekta och långsiktiga effekterna av trafikavbrott (merkostnader för ersättningstrafik, leveransgarantier, skadestånd och produktionsbortfall) bedöms ha större betydelse än de direkta effekterna enligt den undersökning som gjordes i samband med avbrottet på stambanan i Ekträsk 2005 (Infraplan AB). Många har sina lager i transportsystemet och havererar det kan industrierna stå utan produktionsmateriel. Förtroendet till underleverantörer riskerar sjunka och företagen förlorar kunder. Eftersom det även tar tid att komma ifatt den utlovade transporten, kan det behövas extra insatta tåg även efter att avbrottet är åtgärdat.

5.2.2 Omfattning

Konsekvensernas omfattning kan bero av (Banverket 2008):

- trafikflödet på den drabbade banan
- hur långvarigt avbrottet är
- möjlighet att leda om trafiken

Trafikflöde

Trafikflödet på Norge/Vänernbanan är av prioritetsklass 1 vilket innebär att omfattande gods- tågtrafik och persontågtrafik samt prioriterad trafik med höga krav på kort transporttid och hög leveransprecision. Till år 2012 kommer banan även ha byggts ut till dubbelspår och trafikflödet därmed ha ökat.

Tidsaspekten

Hur långvarigt ett avbrott kan bli beror på hur prioriterad banan är och på vilka resurser som finns tillgängliga. I samband med Skredet i Småröd år 2006 tog det ca 2 månader innan området hade återställts och banan kunde användas. I det fallet var det ca 200 meter räls som drabbades och 800 m ny räls drogs (MSB 2009). Det pågick även ombyggnation av E6:an vilket innebar att geotekniska förstärkningsåtgärder redan gjorts i området och utrustning därför fanns nära till hands. Detta påskyndade antagligen återställandet.

Enligt Banverkets bidrag till Klimat- och sårbarhetsutredningen kan en bortspolad järnvägsbank repareras inom några dagar eller veckor. Skulle en mindre bro drabbas och behöva bytas ut tar det 6-12 månader och för en större bro två till tre år. Det kan dock finnas tillfälliga lösningar med reservbromaterial (SOU 2007:60).

Enligt en undersökning av ett avbrott på stambanan i Norrland (Ekträsk) ger ett avbrott som varar längre än 24 timmar problem (Infraplan AB). Inom 24 timmar är sannolikheten mindre att industrier blir påverkade. Liknande uppgifter presenteras i Banverkets riskanalys där ett avbrott efter 1 dygn på en bana med prioritetsklass 1 ger en mycket stor konsekvens (konsekvensklass 3) (Banverket, 2007a).

Tabell 5. Konsekvensklasserna i siffror och ord (Banverket, 2007a)

Konsekvens	Ord	Siffror
1	Liten	0,1-1 Mkr
2	Stor	1-10 Mkr
3	Mycket stor	10-100 Mkr
4	Katastrofal	>100 Mkr

Omlledning

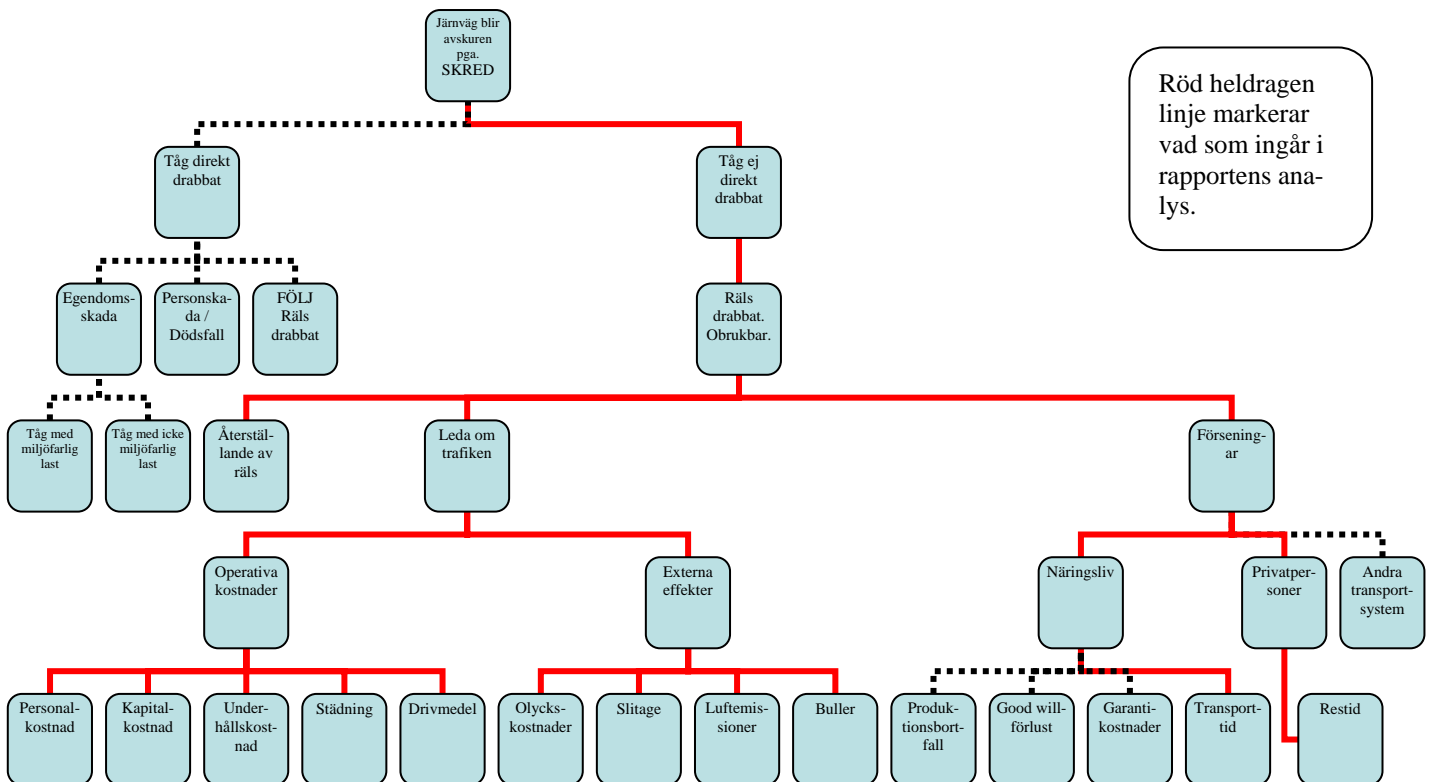
I samband med ett skred kan det underlätta om det finns flera stationer där omflyttning till annat trafikslag kan ske. Gods som transporteras på järnväg kan vara för tungt för att lastas om och transporteras med lastbil. Båt kan då vara ett alternativ, men tar lång tid. Det måste även finnas möjlighet att lasta av och på. Dock kan sjöfart vara ett tänkbart alternativ om ett tågstopp är avsevärt längre än en vecka (Infraplan AB). Man kan även nyttja andra banor och prioritera den viktigaste trafiken (Linderson, Banverket).

5.2.3 Sannolikhet

Sannolikheten för att ett skred ska drabba järnvägen längs Göta älv beror på markförhållanden och förstärkningsåtgärder som tidigare vidtagits. I detta deluppdrag, som behandlar konsekvenserna, beaktas dock inte skredförhållandena längs älven och därmed inte sannolikheten för att järnvägen ska drabbas av skred. I beräkningarna är avgränsningen för utredningsområdet 1 km. Eniros kartfunktion visar att längs Göta älvs södra del, på östsidan från Lärjemotet (Hjällbo) till ungefär Alvhem (Ale kommun) ligger i dagsläget 30 km räls inom 1 km från älven (Eniro 2010). Räkna man med förgreningen till Lilla Edet tillkommer 13 km räls. Vid Trollhättan tillkommer även bron (2 km). Totalt ca 45 km räls finns alltså relativt nära Göta älvs strandkant.

En avgränsning i föreliggande studie är att bedömningar av kostnader tas fram för huvudspåret som går mellan Trollhättan och Göteborg. För övriga järnvägssträckor som kan påverkas (den sydvästra delen av utredningsområdet, Bohusbanan som kan drabbas på en kort sträckning, samt förgreningen till Lilla Edet som är ett godsspår) antas samma kostnader som för huvudspåret inom föreliggande studie. För en mer detaljerad studie av dessa sträckningar krävs en fördjupad analys av påverkan för dessa specifika fall.

5.3 Tankeschema Konsekvenser



6 RESULTAT AV VÄRDERING

De relevanta kostnader som har identifierats i scenariet att järnvägsrälsen blir avskuren är följande:

- Återställande av järnvägen
- Omledning av trafiken
 - Restid
 - Operativa kostnader
 - Personalkostnad
 - Kapitalkostnad
 - Underhållskostnad
 - Städning
 - Drivmedel
 - Externa effekter
 - Trafiksäkerhet
 - Luftföroreningar
 - Slitage

Trafikoperatörer kan eventuellt åberopa force majeure (Act of God) om ett skred är orsaken till ett stopp i trafiken och därmed själva inte krävas på ersättning (Wieslander, Green Cargo).

6.1 Resultat av fallstudie

Inom uppdraget skredkonsekvenser fokuseras studierna på två olika storlekar av skred, ett litet och ett stort. Det lilla representerar små, mer vanliga skred i älvkanten och i sluttningar och omfattar 1 hektar. Dessa kan delvis ha byggts bort vid anläggningen av banvallen. Om ett skred drabbar järnvägen är det mer troligt att det är ett större skred, typ kvickleraskred, som är orsaken. Det stora skredet som ingår i studien är 400*400m.

En fallstudie har gjorts för att testa beräkningsmetoder. För fallstudien valdes Nol i Ale kommun. Ett område på ca 400*400 m inkluderar väg, järnväg och bebyggelse. I området ligger järnvägen ca 120 m från älvstranden (Eniro). Det valda området är i verkligheten inte skredbenäget, men detta är oväsentligt för fallstudien som syftar till att testa metoder att värdera konsekvenser. Hela beskrivningen av fallstudien finns i bilaga 3. Beräkningarna har gjorts utifrån att det tar 100 dygn att återställa rälsen.

6.1.1 Omledning

Fallstudieberäkningen visar på följande kostnader (för omledning under 100 dygn, för skred vid Älvängen eller söder därom) (uppräknat till 2009⁵ års priser):

- För omledning av godståg blir den totala kostnaden **25 Mkr**.
- För omledning av persontåg (operativa kostnader, externa effekters kostnad och restid) blir den totala kostnaden **83,4 Mkr**.
- Totalt för omledning av gods- och persontrafik blir kostnaden **108,4 Mkr**

⁵ Uppräknad med kpi 299,66 / 284,22

För skred norr om Älvängen (uppräknat till prisbasår 2009):

- För omledning av godståg blir den totala kostnaden **25 Mkr**.
- För omledning av persontåg (operativa kostnader, externa effekters kostnad och restid) blir den totala kostnaden **49,1 Mkr**.
- Totalt för omledning av gods- och persontrafik blir kostnaden **74,1 Mkr**

Med Banverkets översiktliga riskanalys anges en konsekvenskostnad på > **100 Mkr** för en järnväg av prioriteringsklass 1 som är avstängd över 30 dygn.

6.1.2 Återställningskostnad

Sammanställning av framtagna schabloner som finns redovisade i fallstudierapporten:

Tabell 6 Sammanställning av återställningskostnader.

Källa:	100 m dubbelspår (MSEK):	Fallstudien 400 m dubbelspår (MSEK):
BanaVäg i Väst ⁶	7	28
Banverket Leverans ⁷	5-6	20-24
Småröd ⁸	6	24
Totalt	5-7	20-28

6.1.3 Totalt fallstudie

För omledning och återställande tillsammans ligger kostnaden för fallstudien **på 128-136 Mkr**.

6.2 Generellt

Utifrån beräkningarna i fallstudierapporten har en storleksordning för kostnader tagits fram.

För ett kvickleraskred som drabbar ca 400 m av järnvägsspåret och stänger det under 100 dygn ligger kostnaden kring **128-136 Mkr** (omlednings- och återställandekostnad vid skred söder om Älvängen). Av de 169 persontåg som går längs Göta älv är det 76 st som trafikerar Göteborg-Älvängen, således om skred går ovan Älvängen kan dessa 76 tåg fortfarande vara i trafik. Vid ett större skred norr om Älvängen ligger totala kostnaden mellan **94-102 Mkr**. Då har det antagits att det beräknade restidvärdet kan halveras för att få det att stämma med antal drabbade tåg (dvs. 92 drabbade tåg istället för 169). Se bilaga 1 för beräkningen.

Per 100 m dubbelspår som drabbas och med en avstängning om ca 1 månad ligger kostnaden på ca **41-43 Mkr** (kostnad för återställande samt omledning). Detta värde gäller för skred som går söder om Älvängen, i det fallet måste alla 169 persontåg ersättas med

⁶ Prisbasår antas vara 2009.

⁷ Muntlig kommunikation, prisbasår antas vara år 2009.

⁸ Prisbasår 2007.

buss. Vid skred norr om Älvängen då 100 m spår drabbas ligger kostnaden på **29-31 Mkr**. Dock är denna siffra per 100 m mycket generell och är framtagen genom att omledningskostnaden i fallstudieresultatet är dividerad med tre. Omledningskostnaden blir då under ca 1 månad istället för 100 dagar.

	Per hektar (MSEK)	
	Skred söder om Älvängen	Skred norr om Älvängen
Omledning	36	24
Återställande	5-7	5-7
Totalt	41-43	29-31

6.2.1 Metoder som användes

- Återställande av järnvägen → **Insamlade schabloner**
- Omledning av gods och personer → **Banverkets översiktliga riskanalys**
 - Godstrafik → **BanseK**
 - Persontrafik
 - Restid → **BanseK**
 - Operativa kostnader → **BVH 706**
 - Personalkostnad
 - Kapitalkostnad
 - Underhållskostnad
 - Städning
 - Drivmedel
 - Externa effekter
 - Trafiksäkerhet → **BVH 706**
 - Luftemissioner → **BVH 706**
 - Slitage → **BVH 706**

7 DISKUSSION

Metoder

Bansek är ett beräkningsprogram som kan användas för beräkning av samtliga kostnadsposter inom persontrafiken och godstrafiken. I denna studie användes den enbart för godstrafiken och delar av persontrafiken. Det eftersom de värden som användes från BVH 706 ansågs vara mer uppdaterade och ge ett mer korrekt resultat. Det tar även tid att använda Bansekprogrammet och det är inte fritt tillgängligt att använda. En känslighetsanalys på indata borde utföras för att testa metoderna ytterligare.

Restid

Resultaten i denna rapport kan jämföras med resultaten från delrapport Väg avseende de flesta kostnadsposter, dock inte för *restid* där en faktor 1,5 har använts för persontågtrafiken. Denna siffra valdes som ett medelvärde mellan vanlig *restid* och *förseningstid*. Förseningstid klassas som en högre konsekvens och en faktor 2,5 används för att få fram den kostnaden (ASEK4). Att bli försenad är oplanerat och anses vara en större konsekvens, jämfört med att resa samma tid och veta om att det tar en viss tid extra innan man åker. För denna studie med ett skredscenario anses konsekvensen vara någonstans mellan vanlig restid och förseningstid, därav faktorn 1,5.

Dock visar en snabb beräkning, där faktorn 1,5 inte tas med, att resultatet inte blir betydande. Istället för en omledningskostnad på ca 90 Mkr blir det ca 80 Mkr, vilket visar att i jämförande syfte har faktorn 1,5 inte någon större betydelse. Restidsvärdet är även uträknat för skred norr och söder om Älvängen. Går ett skred norr om Älvängen blir inte lika många personer försenade och restidsvärdet borde vara lägre (nästan hälften då det blir 76 färre tåg som drabbas). Detta antagande har inkluderats och beräkningar har gjorts för de två fallen.

Övrigt

Kostnaderna för samhället har beräknats bli mellan ca 90-140 Mkr för 400 meter dubbelspår som är avstängt i 100 dygn. Flera antaganden har dock gjorts i beräkningarna. Beräkningarna är även förenklade och bör inte ses som en detaljerad analys av kostnaderna.

Resultatet från fallstudien visar även att omledningskostnaden är betydligt större än återställningskostnaden. Det är främst omledning av persontrafiken som blir en kostnad, mycket på grund av att persontågtrafiken får flyttas över på busstrafik. Godstrafiken fortsätter på samma sätt som innan, fast på ett annat spår med viss extra restid.

Resultatet för återställningskostnaden beror även på var skredet går och vad som drabbas, exempel en bro eller knutpunkt. Kostnader för att ersätta broar har inte räknats med. Det har inte heller gjorts en inventering över antal broar. Detta görs separat och redovisas i den sammanställande rapporten av Andersson-Sköld (2011).

En artikel i tidningen *På Väg* handlar om byggandet av den dubbelspåriga järnvägen längs Göta älv. Där beskrivs projektet som en geoteknisk utmaning, då järnvägen går mycket nära älven och måste ligga på gyttjemark. För att lösa det gjuts många kalkcementpelare som grund för spåret. I artikeln finns angivet att spåret på ett ställe ligger så nära som tio meter från Göta älv. Under konstruktionsfasen fanns oro att smältvatten efter den snörika vintern skulle översvämma bygget. Men det hade gått bra och man hoppades det skulle fortsätta så (*På Väg*, nr 3, 2010, Iréne Skogvold).

Utöver de direkta finansiella kostnaderna som omgivningen drabbas av, kan det för scenario 2 och 3 även leda till att personer, miljö och egendom skadas. Sannolikheten för att detta ska ske anses vara liten, men om det ändå sker kan konsekvenserna bli betydligt större än de som tagits fram för denna rapport.

I stycke 5.3 kan tankeschemat för konsekvenser visa vilka fler områden som kan beräknas för att ge en fullkomlig bild av konsekvenserna inom järnvägssektorn. Bland annat kan den immateriella delen med förtroendebortfall utredas mer.

Många antaganden och förenklingar har gjorts för beräkningarna i studien.

8 SLUTSATSER

Den samhällsekonomiska kostnaden om järnvägen längs Göta älv drabbas av ett stort kvickleraskred (ca 400*400m) kan ligga kring 90-140 Mkr. I denna siffra ingår omledningskostnad (operativa-, externa effekters- samt restidskostnader) och kostnad för att återställa järnvägsspåret. Det är omledningskostnaden för persontrafik som är den största kostnadsposten, där restidseffekten har störst inverkan. De metoder som har använts för beräkningarna är schabloner från Trafikverkets Beräkningshandledning 706 samt beräkningsprogrammet Bansek. Resultatet stämmer med Banverkets Översiktliga riskanalys (med finansiella konsekvenser) där fallstudiescenariot hamnar i konsekvensklass 4, dvs. > 100 Mkr.

Per hektar ligger konsekvensvärdet mellan **29-31 Mkr** om skred går norr om Älvängen, i det fallet kan Göteborg-Älvängenpendeln fortfarande vara i trafik. Kostnaden för omledning blir högre om skredet går söder om Älvängen, det eftersom fler pendlare finns närmre staden och att fler bussar därmed måste ersätta tågen. Söder om Älvängen ligger konsekvensvärdet per hektar på **41-43 Mkr**.

Beräkningarna har dock gjorts med flera antaganden och förenklingar. En känslighetsanalys kan visa på betydelsen av dessa antaganden. Värdet som presenteras som en möjlig samhällsekonomisk kostnad inom järnvägssystemet kan dock anses vara en god fingervisning om möjligt utfall om ett skred längs Göta älv drabbar järnvägen.



© bakgrundskarta Lantmäteriet

Per hektar (33 dygns stopp) (kostnad för omledning samt återställande):

Älvängen och söder därom: 41-43 Mkr

Norr om Älvängen: 29-31 Mkr

9 REFERENSER

- Banverket, Vägverket (2002), Underlag till MKB, Riskanalyser, Väg- och järnvägsutredning, December 2002
- Banverket (2002), Mikael Eriksson, *Slutrapport riskanalys Malmbanan*, 2002-01-10
- Banverket (2007a), *Metodbeskrivning, Riskanalys vald järnvägssträcka, Del 2 Fördjupning*, 2007-1214
- Banverket (2007b) Bohusbanan, Nyhetsbrev 1 januari 2007, Foto: Kasper Dudzik
- Banverket (2008), *Metodbeskrivning, Riskanalys vald järnvägssträcka, Del 1Handledning*, 2008-02-06
- Banverket (2010) hemsida, <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/BanaVag-i-Vast/> , 2011-06-22
- Banverket m.fl. (2008), Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket, Luftfartsstyrelsen, *Lägesrapport Samhällsekonomi stora objekt*, kapitel 2 och 4, 2008-09-29
- BanaVäg i Väst (2010a) Deletapper, <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/BanaVag-i-Vast/Deletapper/> 2011-03-29
- BanaVäg i Väst (2010b), hemsida, övergripande karta, <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/BanaVag-i-Vast/Deletapper/>
- BanaVäg i Väst (2010c), hemsida, foton, <http://www.flickr.com/photos/banavag/> 2010-12-20
- Bergman, Ramona (2011a) Väg Granskare Joel Åkesson och Yvonne Andersson-Sköld Medverkande handläggare: Tonje Grahn och Stefan Falemo. SGI GÄU 17. 2011.
- Bergman, Ramona (2011b) Sjöfart Granskare Gunnel Göransson och Yvonne Andersson-Sköld. Medverkande handläggare: Tonje Grahn och Stefan Falemo. SGI GÄU 16. 2011.
- Eniro (2010), hemsida, mätfunktion, <http://kartor.eniro.se/> , 2010-01-22
- Falemo, Stefan (2011a) Bebyggelse Granskare Helena Helgesson, Yvonne Andersson-Sköld och Thomas Rihm. Medverkande handläggare: Hanna Tobiasson-Blomén SGI GÄU 14.2011.
- Falemo, Stefan (2011b) Kartläggning, exponering sårbarhet och värdering av liv Granskare Helena Helgesson och Yvonne Andersson-Sköld. Medverkande handläggare: Tonje Grahn, och Jonas Axelsson. SGI GÄU 15..2011.
- Falemo, Stefan (2011c) Fallstudie Ale kommun - Konsekvensområden: Bebyggelse och Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv Granskare Helena Helgesson, Thomas Rihm och Yvonne Andersson-Sköld. Medverkande handläggare: Jonas Axelsson, Tonje Grahn och Hanna Tobiasson-Blomén, SGI GÄU 26. 2011.
- Grahn, Tonje (2011a) Näringsliv Granskare Yvonne Andersson-Sköld, Henrik Jaldell och Björn Sund. SGI GÄU 23. 2011
- Grahn Tonje (2011b) Kulturarv Granskare Pascal Suer, Yvonne Andersson-Sköld och Henrik Jaldell. SGI GÄU 24. 2011
- Grahn, Tonje m. fl. (2011/2011c) Känslighetsanalys Granskare Yvonne Andersson-Sköld), SGI SGI GÄU 25. 2011

- Helgesson, Helena & Rihm, Thomas (2011) Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden Granskare Yvonne Andersson-Sköld och Tonje Grahn Medverkande handläggare: Kristina Haglund och Gunnel Göransson SGI GÄU 19. 2011.
- Infraplan AB (?), Effekter av avbrott på stambanan i Ekträsk 29-31 mars 2005, Intervjuer av industriföretag och järnvägsföretag, Slutrapport 2005-04-20
- Linderson, Hans (muntligt 2010) Banverket, Leverans. Telefonsamtal 2010-03-17, Tel: 0243-44 64 33
- MSB (2009), Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, Magnus Johansson, Linda Ryen, Analys av samhällsekonomisk kostnad, Skredet vid E6 i Småröd 2006.
- Rihm, Thomas (2011) VA-system Granskare Yvonne Andersson-Sköld och Tonje Grahn. Medverkande handläggare: Helena Helgesson och Kristina Haglund. SGI GÄU 22. 2011.
- SIKA (2008:3), Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 4, 2009-10-19
- SOU (2007:60), Statens offentliga utredningar, Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter, 2007-10-01
- Suer, Pascal (2011) Naturmiljö Granskare Helena Helgesson, medverkande handläggare: Tonje Grahn. SGI GÄU 20. 2011. Bilaga: Suer, P., Falemo, S. och Andersson-Sköld, Y. (2010) "Göta älv - konsekvenser av skred - Fallstudie natur1: Nödinge". SGI, Dnr 1001-0043.
- VTI (2008), Lennart Helmersson, Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av gods på väg och järnväg, Rapport 387:4, utgivningsår 1994, andra tryckning 2008
- Vägverket (2009:150) Gemensamma förutsättningar, Kapitel 5 Trafikundersökningar, prognoser och vägnät, Effektsamband för vägtransportssystemet, Samhälle och Trafik, 2009-11-25
- Wieslander, Birgitta, Green Cargo, Telefonsamtal 2010-03-18 Tel: Telefon: 010 - 455 40 00
- Wikipedia (2010), hemsida, fjärrblockering, <http://sv.wikipedia.org/wiki/Linjeblockering> , 2010-01-22
- Åkesson, Joel, Banverket, Samhälle och planering, Mail: joel.akesson@banverket.se
- Zachariadis, Maria (2010) Banverket. Mail: maria.zachariadis@banverket.se 2010-03-08.

Bilaga 1

Järnvägen - Beräkningar för omledning av gods- och persontåg

Innehållsförteckning

Gods	1
Persontrafik	2
Operativa merkostnader	2
Avståndsberoende kostnad	3
Tidsberoende kostnad	5
Operativ merkostnad totalt för persontåg	6
Kostnad för externa effekter	6
Total merkostnad externa effekter för persontåg	10
Restid/förseningstid	10
Total kostnad – omledning av tåg	11
Referenser	11

Beräkningarna görs för fallstudien med ett större skred där avstängningen blir 100 dygn. Beräkningarna har gjorts för godståg samt persontrafik där olika metoder har använts för olika kostnadsposter.

Beräkningarna har utförts för scenariot att skred går i Älvängen och söder därom samt för sceneriet att skred går norr om Älvängen. Uppdelningen görs för att konsekvenserna blir mindre om skredet går norr om Älvängen. Vid ett skred norr om Älvängen kan 76 pendeltåg fortfarande trafikera sträckan Göteborg - Älvängen och kan exkluderas från konsekvensberäkningen. Går skredet söder om Älvängen kommer samtliga 168 tåg att drabbas.

Gods

Antaganden och beräkningar – godstrafik

Godstrafiken leds om på Bohusbanan, nattetid. Till en början blir det viss försening pga. att tåg ska flyttas om mellan banorna. Därefter antas att det blir ett konstant flöde med en något längre transporttid, ca 1 timme per tåg under en period av 2 månader.

Beräkningar har utförts i Bansek genom Joel Åkesson (Trafikverket). Prisbasår för beräkningarna är år 2006. För 1 timmes extra restid blev den uträknade extra kostnaden för att köra godstågen på Bohusbanan 7,2 miljoner kr. I det ingår:

Restidsuppostring	0
Transporttid, gods	-19,74
Tågdriftskostnader, gods	-22,90
Banavgifter, gods	-0,21

Dessa beräkningar är gjorda för 1 timmes extra tid och med antagandet att inga avstånd ändras då Bohusbanan inte är en betydligt längre sträcka. Alltså är det den tidsberoende effekten som beräknats och inte den avståndsberoende. Det tåg som kör varannan vecka på Lilla Edet-spåret har inte heller inkluderats i beräkningarna. Det godset skulle ev. behöva transporteras med lastbil istället.

I värdet för transporttid gods ligger motsvarande restid/förseningstid som inkluderats för persontrafiken. Tågdriftkostnaden är motsvarande fordonskostnader som ingår i EVA-beräkning för vägtrafiksystemet. I banavgifter ingår de externa miljöeffekterna.

Vi har även valt att se på 2 timmars extra restid för godståget då det anses vara mer rimligt. Det beräknade värdet multipliceras därför med 2 och den totala omledningskostnaden för godståg från Norge/Väner-banan blir 14,4 MSEK under 2 månader. För att få värdet för 100 dygn delar vi med 60 och multiplicerar med 100. Det ger en kostnad på 24 MSEK.

Persontrafik

Här följer antaganden och beräkningar för omledning av persontrafiken. För persontrafiken delas beräkningarna upp i:

- Operativa merkostnader
- Kostnad för externa effekter
- Restid/Förseningstid

Olika metoder har använts för de tre posterna.

Operativa merkostnader

De operativa kostnaderna berör de utgifter som finns i samband med att tåget körs. I kostnadsposten ingår således personalkostnad, kapitalkostnad, underhållskostnad, städning och drivmedel (BVH 706, s.79).

Beräkning

Beräkningen för de operativa merkostnaderna görs för både tidsberoende och avståndsberoende kostnader. Schabloner från BVH 706 samt ASEK 4 används. Först räknas kostnader ut per dygn för de tåg som normalt skulle köras. Därefter beräknas kostnaderna för de bussar som ersätter tågen. Bussarna måste köra den extra omledningsvägen, vilken kan vara olika beroende var längs E45:an som skredet har gått. Skillnaden mellan kostnaderna blir den operativa merkostnaden.

1 persontåg: Drivmedel + Personalkostnad

Antar fyra bussar per persontåg: Drivmedel + Personalkostnad (gissning)

- Pendeltåg till Älvängen räknas som pendel.
- Övriga linjer exklusive linje 6302 räknas som intercitytåg.
- Linjen 6302 räknas som dieseltåg.

För trafikflöde: se inventering i huvudrapporten.

Göteborg-Trollhättan (Tid och avstånd) (intercity och dieseltåg)

Sträcka, tåg: 70 km (Eniros mätfunktion)

Sträcka, buss: 90 km

Tid, tåg (intercity och dieseltåg): 30 min för (Joel Åkessons, gäller år 2020)

Tid, buss som ersätter icty och dieseltåg: 1,1 timmar (antar kör 80 km/tim)

Göteborg-Älvängen (Tid och avstånd) (pendeltåg)

Sträcka, pendel (Göteborg-Älvängen): 30 km

Sträcka, buss(Göteborg-Älvängen): 46 km

Tid, tåg (pendel) (Göteborg-Älvängen): 30 min

Tid, buss som ersätter pendeltåg (Göteborg-Älvängen): 1,1 timmar (antar kör 70 km/tim och 0,4 timme har inkluderats för att representera stopptid på stationer)

Avståndsberoende kostnad

Tåg

Operativa avståndsberoendekostnader per dygn för 82 intercitytåg och 10 dieseltåg på sträckan mellan Göteborg och Trollhättan och 76 pendeltåg på sträckan Göteborg-Älvängen.

TS (Tåg kostnad, Sträcka) = kostnadsschablon * antal tåg * sträcka = $x1 * y1 * z1$

Kostnadsschabloner (BVH 706 s. 163):

x1I, Intercitytåg = 9,35 kr/tågkm

x1D, Dieseltåg = 12,41 kr/tågkm

x1P, Pendeltåg = 16,25 kr/tågkm

Sträcka (Eniro, mätfunktion):

y1 Tåg, sträcka = 70 km

y2 Tåg, sträcka = 30 km

Antal tåg (Joel Åkessons):

z1I, Intercitytåg = 82 tåg/dygn

z1D, Dieseltåg = 10 tåg/dygn

z1P, Pendeltåg = 76 tåg/dygn

(Tåg sträcka Trollhättan) TST = $(9,35 * 70 * 82) + (12,41 * 70 * 10) = 62\ 356$ kr/dygn

(Tåg sträcka Älvängen) TSÄ = $(16,25 * 30 * 76) = 37\ 050$ kr/dygn

”Eftersom framdrivningskostnader ingår i de avståndsberoende kostnaderna enligt ovan bör förändrad el- respektive dieselförbrukning enbart beräknas och värderas då detta påverkas av annat än förändrat avstånd.” (Från BVH 706)

Buss

Operativa avståndsberoendekostnader per dygn för bussar som motsvarar 82 intercitytåg och 10 dieseltåg på sträckan mellan Göteborg och Trollhättan och 76 pendeltåg på sträckan Göteborg-Älvängen.

Vi antar att det går 4 bussar per tåg, alltså $(168 \cdot 4)$ 672 bussar per dygn. Vi måste även välja var längs E45:an skredet går och således vilken omledningssträcka som är rimlig. I detta exempel för fallstudien gäller omledningsväg 2, runt Nol.

$$BS \text{ (Buss kostnad, Sträcka)} = \text{kostnadsschablon} * \text{antal bussar} * \text{sträcka} = x2 * y2 * z2$$

Kostnadsschablon (ASEK 4, s.169):

$$x2, \text{ Buss} = 6,75 \text{ kr/busskm}$$

Sträcka (Eniro, mätfunktion):

$$y3 \text{ Buss, sträcka} = 90 \text{ km}$$

$$y4 \text{ Buss, sträcka} = 46 \text{ km}$$

Antal bussar

$$z2, \text{ Bussar (för intercitytåg och dieseltåg)} = 368 \text{ bussar}$$

$$z3, \text{ Bussar (för pendeltåg)} = 304 \text{ bussar}$$

$$\text{(Buss sträcka Trollhättan) BST} = 6,75 * 90 * 368 = 223\,560 \text{ kr/dygn}$$

$$\text{(Buss sträcka Älvängen) BSÄ} = 6,75 * 46 * 302 = 93\,771 \text{ kr/dygn}$$

Merkostnad, avstånd

$$\text{Merkostnad, avståndsberoende kostnad (Göteborg-Trollhättan)} = \text{BST} - \text{TST} = 223\,560 - 62\,356 = 161\,204 \text{ kr/dygn}$$

$$\text{Merkostnad, avståndsberoende kostnad (Göteborg-Älvängen)} = \text{BSÄ} - \text{TSÄ} = 93\,771 - 37\,050 = 56\,721 \text{ kr/dygn}$$

$$\text{Summa (skred söder om Älvängen)} = 161\,204 + 56\,721 \text{ kr/dygn} = 217\,925 \text{ kr/dygn}$$

Över 100 dygn:

$$217\,925 * 100 = \mathbf{21,8 \text{ MSEK}}$$

$$\text{Summa (skred norr om Älvängen)} = 161\,204 \text{ kr/dygn}$$

Över 100 dygn:

$$161\,204 * 100 = \mathbf{16,1 \text{ MSEK}}$$

Tidsberoende kostnad

På samma sätt beräknas den tidsberoende kostnaden.

Tåg

TT (Tåg kostnad, Tid) = kostnadsschablon * antal tåg * tid = x3* y3 * z1

Kostnadsschabloner (BVH 706 s. 163):

x3I, Intercitytåg (interregio) = 27,92 kr/tågminut

x3D, Dieseltåg = 27,08 kr/tågminut

x3P, Pendeltåg = 27,59 kr/tågminut

Tid (Göteborg-Trollhättan):

y5 Tåg intercity och dieseltåg, tid = 30 min (Joel Åkesson)

Tid (Göteborg-Älvängen):

y6 Tåg pendel, tid = 30 min (Joel Åkesson)

Antal tåg (Joel Åkessons):

z1I, Intercitytåg = 82 tåg/dygn

z1D, Dieseltåg = 10 tåg/dygn

z1P, Pendeltåg = 76 tåg/dygn

(Tåg tid Trollhättan) TTT = (27,92 * 30 * 82) + (27,08 * 30 * 10) = 76 807 kr/dygn

(Tåg tid Älvängen) TTÄ = (27,59 * 30 * 76) = 62 905 kr/dygn

Buss

Det antas att buss som ersätter intercitytågen (distanstrafik) åker i snitt 80 km/h. Buss som ersätter pendeltågen antas åka i snitt 70 km/h, det räknas även in stopptid för anhalt vid olika stationer på totalt ca 0,4 timme (uppskattning). Utifrån det och tillsammans med avståndet på 100 km har det beräknats att det tar 1,1 timmar för bussen som ersätter intercitytåg och dieseltåg till Trollhättan och för buss som ersätter pendeltågen till Älvängen tar det också 1,1 timmar inklusive tillägg för anhalt på 0,4 timme.

BT (Buss kostnad, Tid) = kostnadsschablon * antal bussar * tid = x4* y4 * z2

Kostnadsschablon (ASEK 4, s.169):

x2, Buss = 265 kr/busstimme

Tid

y7 Buss för intercitytåg och dieseltåg, tid = 1,1 timmar

y8 Buss för pendeltåg, tid = 1,1 timmar

Antal bussar

z2, Bussar för intercitytåg och dieseltåg = 368 bussar

z3, Buss för pendeltåg = 304 bussar

(Buss tid Trollhättan) BTT = 265 * 1,1 * 365 = 106 397 kr/dygn

(Buss tid Älvängen) BTÄ = 265 * 1,1 * 304 = 88 161 kr/dygn

Merkostnad, tid

Merkostnad, tidsberoende kostnad (Göteborg-Trollhättan) = BTT - TTT = 106 397 – 76 807 = 29 590 kr/dygn

Merkostnad, tidsberoende kostnad (Göteborg-Älvängen) = BTÄ – TTÄ = 88 161 – 62 905 = 25 256 kr/dygn

Summa (skred söder om Älvängen) = 29 590 + 25 256 kr/dygn = 54 846 kr/dygn

Över 100 dygn:

54 846 * 100 = **5,5 MSEK**

Summa (skred norr om Älvängen) = 29 590 kr/dygn

Över 100 dygn:

29 590 * 100 = **3 MSEK**

Operativ merkostnad totalt för persontåg

(Söder) Operativ merkostnad totalt för persontåg (Avstånd + Tid) = 21,8 + 5,5 = **27,3 MSEK**

(Norr) Operativ merkostnad totalt för persontåg (Avstånd + Tid) = 16,1 + 3 = **19,1 MSEK**

Kostnad för externa effekter

Med externa effekter menas här emissioner, slitage, olycka och ev. buller. Beräkningarna utförs på samma sätt som för de operativa kostnaderna, dvs. schablon används tillsammans med antal fordon. Skillnaden mellan kostnader för buss och tåg används. För bussberäkningen finns tre olika metodalternativ. Samtliga är redovisade, men den sista (vägtrafikens samlade externa effekter) har valts att användas.

Tåg

Persontågtrafikens externa effekter (s.173 i BVH 706) delas upp i:

Luftföroreningar och klimatgaser dieseldriven persontrafik (för de 10 dieseltågen)

Slitagekostnader persontrafik (samtliga tågtyper)

Olyckskostnader persontrafik (samtliga tågtyper)

Luftförorening

”Tills vidare gäller att luftföroreningar och koldioxid enbart beräknas för den dieseldrivna tågtrafiken.” s.105 BVH 706

LT (luftförorening, tåg) = Antal tåg * Schablon * Sträcka

Antal dieseltåg på sträckan = 10 tåg (Joels excel)

Schablon för luftförorening, tåg (landsbygd och tätort, HC, NOX, SO₂, partiklar = 9,376 kr/tågkm (BVH 706 s.173) (Antar < 140 platser per tåg)

Avstånd (Göteborg-Trollhättan) = 70 km (Eniro mätfunktion)

(Luftföroreningar tåg) $LT = 10 * 9,376 * 70 = 6\,563$ kr/dygn

Över 100 dygn

$6\,563$ kkr /dygn * $100 = 656\,300$ kr

+ CO₂

$3,494$ kr/tågkm (10 dieseltåg, 70 km, 100 dygn) = $244\,580$ kr

$656\,300 + 244\,580 = 0,9$ MSEK (gäller skred både söder och norr om Älvängen)

Slitage

ST (slitage, tåg) = Antal tåg * Schablon * Sträcka

Antal tåg (Göteborg-Trollhättan) = 92 tåg (Joel Åkessons Excel)

Antal tåg (Göteborg-Älvängen) = 76 pendeltåg

Schablon för slitage, tåg = 1,2-1,5 kr/tågkm (Joels Åkesson) (Stämmer bra med BVH 706 s.174)

Avstånd (Göteborg-Trollhättan) = 70 km (Eniro mätfunktion)

Avstånd (Göteborg-Älvängen) = 30 km (Eniro mätfunktion)

Slitage tåg, skred söder om Älvängen, $ST = (92 * 1,3 * 70) + (76 * 1,3 * 30) = 11\,300$ kr

Över 100 dygn

$11\,300$ kr /dygn * $100 = 1,1$ MSEK

Slitage tåg, skred norr om Älvängen, $ST = (92 * 1,3 * 70) = 8\,372$ kr

Över 100 dygn

$8\,372$ kr /dygn * $100 = 0,8$ MSEK

Olyckor

OT (olyckskostnad, tåg) = Antal tåg * Schablon * Sträcka

Antal tåg (Göteborg-Trollhättan) = 92 tåg (Joels excel)

Antal tåg (Göteborg-Älvängen) = 76 pendeltåg

Schablon för olycka, tåg = 0,75 kr/tågkm (BVH 706 s.174)

Avstånd (Göteborg-Trollhättan) = 70 km (Eniro mätfunktion)

Avstånd (Göteborg-Älvängen) = 30 km (Eniro mätfunktion)

Olycka tåg, skred söder om Älvängen, $OT = (92 * 0,75 * 70) + (76 * 0,75 * 30) = 6\,540$ kr

Över 100 dygn

$6\,540$ /dygn * $100 = 654\,000$ kr

Olycka tåg, skred norr om Älvängen, $OT = (92 * 0,75 * 70) = 4\,830$ kr

Över 100 dygn

$4\,830$ /dygn * $100 = 483\,000$ kr

Summa

(Söder) Summa externa effekter för tågets persontrafik (0,9 + 1,1 + 0,65): **2,65 MSEK**

(Norr) Summa externa effekter för tågets persontrafik (0,9 + 0,8 + 0,48): **2,18 MSEK**

Buller ingår inte.

Buss

För det ökade slitaget på vägen beräknas antal bussar som behöver köras per dygn.

EVA-schablon:

På grund av att EVA-modellen inkluderar ett flertal faktorer som inte bör medräknas för att undvika dubbelräkning och för att göra det jämförbart med tågberäkningar och godsberäkningarna används inte schablon från EVA (för beskrivning av EVA se delrapport Järnväg). Med EVA-schablon i beräkningarna blir de externa kostnaderna ca 15 MSEK, ungefär 5 gånger så mycket som resultat från andra beräkningar som har använts (se nedan).

För beräkning i EVA antas att lastbil utan släp (Lbu) motsvarar buss och att det gäller en 90-väg, således 8,027 kilokronor per 1 000 ÅDT (Vägverket, 2005).

Kostnad kilokronor (kk) per 1000 ÅDT och km och dygn för olika vägar och bredder för personbilar (Pb), lastbilar utan släp (Lbu) och lastbilar med släp (Lbs):

	Pb	Lbu	Lbs
Motorväg 110	3,268	7,967	14,277
Motorväg 90	3,350	8,027	14,173
Väg >11,5m 110	3,433	8,118	14,578
Väg >11,5m 90	3,482	8,175	14,455
Väg ≤11,5m 90	3,463	8,148	14,937
Väg ≤11,5m 70	3,630	8,312	15,090
Väg ≤11,5m 50	4,490	9,671	15,663

B1 (Slitage mm, buss) = $(368 * 8,027 * 90) / 1\ 000 = 265$ kkr/dygn

B2 (Slitage mm, buss) = $(304 * 8,027 * 46) / 1\ 000 = 122$ kkr/dygn

Skred söder om Älvängen: $265 + 122$ kkr/dygn = 377 00 kr/dygn

Över 100 dygn

$377\ 000$ kr/dygn * 100 = **37 MSEK**

Skred norr om Älvängen: 122 kkr/dygn

Över 100 dygn

$265\ 000$ kr/dygn * 100 = **26,5 MSEK**

(Denna beräkningsmetod har valts bort eftersom den innehåller för många faktorer.)

BVH-706 schabloner, Alternativ 1:

Luftförorening

LB (luftförorening, buss) = Antal bussar * Schablon * Sträcka

Antal bussar (Göteborg-Trollhättan) = 368 bussar

Antal bussar (Göteborg-Älvängen) = 304 bussar

Schablon för luftförorening, buss (landsbygd, HC, NOX, SO₂, partiklar) = 0,28697 kr/fkm (BVH 706 s.177) (1,15347 kr/fkm för tätort)

Avstånd (Trollhättan) (Omledningsväg 2) = 90 km (Eniro mätfunktion)

Avstånd (Älvängen) (Omledningsväg 2) = 46 km (Eniro mätfunktion)

(Söder) LB = (368 * 0,28697 * 90) + (304 * 0,28697 * 46) = 13 516kr/dygn

Över 100 dygn

13 516 kr /dygn * 100 = **1,3 MSEK**

Slitage

SB (slitage, buss) = Antal bussar * Schablon * Sträcka

Antal bussar (Göteborg-Trollhättan) = 368 bussar

Antal bussar (Göteborg-Älvängen) = 304 bussar

Schablon för slitage, tåg = 0,06 kr/fkm (BVH 706 s.178)

Avstånd (Trollhättan) (Omledningsväg 2) = 90 km (Eniro mätfunktion)

Avstånd (Älvängen) (Omledningsväg 2) = 46 km (Eniro mätfunktion)

(Söder) SB = (368 * 0,06 * 90) + (304 * 0,06 * 46) = 2 826 kr/dygn

Över 100 dygn

2 826 kr /dygn * 100 = **0,3 MSEK**

Olyckor

OB (olyckskostnad, buss) = Antal bussar * Schablon * Sträcka

Antal bussar (Göteborg-Trollhättan) = 368 bussar

Antal bussar (Göteborg-Älvängen) = 304 bussar

Schablon för olycka, landsbygd, buss = 0,36 kr/fkm (BVH 706 s.179)

Avstånd (Trollhättan) (Omledningsväg 2) = 90 km (Eniro mätfunktion)

Avstånd (Älvängen) (Omledningsväg 2) = 46 km (Eniro mätfunktion)

(Söder) OB = (368 * 0,36 * 90) + (304 * 0,36 * 46) = 16 957/dygn

Över 100 dygn

16 957 kr /dygn * 100 = **1,7 MSEK**

Summa externa effekter för busstrafiken, skred söder om Älvängen: 3,3 MSEK

(Denna metod har valts bort eftersom nedanstående schablon för samlade effekter även inkluderar koldioxid och buller och anses vara mer relevant.)

BVH 706 shabloner, Alternativ 2

Här används schablon för vägtrafikens samlade externa effekter (s.180-181 BVH 706).

Buss, landsbygd = 1,26797 kr/fkm (inklusive luftföroreningar, CO2, slitage olycka, buller)

Skred söder om Älvängen (Externa effekter buss) EB = (368 bussar * 1,26797 kr/fkm * 90 km) + (304 bussar * 1,26797 kr/fkm * 46 km) = 59 383 kr/dygn

Över 100 dygn

59 383 kr /dygn * 100 = **5,9 MSEK**

Skred norr om Älvängen (Externa effekter buss) EB = (368 bussar * 1,26797 kr/fkm * 90 km) = 41 995 kr/dygn

Över 100 dygn

41 995 kr /dygn * 100 = **4,2 MSEK**

Total merkostnad externa effekter för persontåg

Skred söder om Älvängen

Merkostnad för externa effekter, persontåg:

5,9 (buss) – 2,65 (tåg) = **3,3 MSEK** Merkostnad för externa effekter, persontåg.

Skred norr om Älvängen

Merkostnad för externa effekter, persontåg:

4,2 (buss) – 2,18 (tåg) = **2 MSEK** Merkostnad för externa effekter, persontåg.

Restid/förseningstid

Restid representerar värdet att resa på utsatt tid. Förseningstid är värdet för den extra oplanerade tiden som tillkommer vid förseningar. Förseningsvärdet är en faktor 2,5 av restidsvärdet. I det fall det blir ett skred och restiden blir förlängd under ca 100 dygn kan det nya restidsvärdet uppskattas att vara någonstans mellan det ursprungliga restidsvärdet och förseningstidsvärdet. Vi antar en faktor 1,5 på det ursprungliga restidsvärdet.

I de beräkningar som utförts i Bansek av Joel Åkesson (Trafikverket) fås värdet för restid till 118 MSEK per år (år 2020) fram (prisbasår 2006). Värdet multipliceras med faktorn 1,5 och delas med 365 dygn och multipliceras med 100 dygn

Skred söder om Älvängen $118 * 1,5 * (100/365) = 48,5$ MSEK

Skred norr om Älvängen $118 * 1,5 * (100/365) = 48,5$ MSEK / 2 = 24,2 MSEK

Går ett skred norr om Älvängen blir inte lika många personer försenade och restidsvärdet borde vara lägre (nästan hälften då det blir 76 färre tåg).

Total kostnad – omledning av tåg

För omledning under 100 dygn vid skred vid Älvängen och söder därom.

- För omledning av godståg blir den totala kostnaden **24 MSEK.**
- För omledning av persontåg (operativa kostnader, externa effekters kostnad och restid) blir den totala kostnaden $(27,3 + 3,3 + 48,5)$ **79,1 MSEK.**
- Totalt för omledning av gods- och persontrafik blir kostnaden $(24 + 79,1)$ **103 MSEK**

För omledning under 100 dygn vid skred norr om Älvängen.

- För omledning av godståg blir den totala kostnaden **24 MSEK.**
- För omledning av persontåg (operativa kostnader, externa effekters kostnad och restid) blir den totala kostnaden $(19,1 + 2 + 24,2)$ **46,6 MSEK.**
- Totalt för omledning av gods- och persontrafik blir kostnaden $(24 + 46,6)$ **71 MSEK**

Marginalsittplatser har inte inkluderats i beräkningarna.

Referenser

Sika PM, 2008:3. Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 4.

BVH 706. Beräkningshandledning, Hjälpmedel för samhällsekonomiska bedömningar inom järnvägssektorn. Banverket, Samhälle och Planering. 2009-09-01.

Joel Åkesson, Trafikverket, Muntligt 2010

Bilaga 2

Sammanvägning av effekter prognosår 2020

Objektnamn: SIG ic+diesel

Personprognos: P08132020Baspr

Objektnummer: Alternativ:

Godsprognos:

Norge/Vänerbanan

	Mkr år 2020	Stråk:	JA	UA
Samhällsekonomisk anläggningskostnad (*)				
Effekter för infrastrukturhållaren				
reinvesteringskostnader (**)	0,00	=	0,00	- 0,00
drift och underhåll (**)	0,00			
Effekter för trafikoperatörerna				
tågdriftskostnader, persontrafik	12,22	=	228,91	- 216,69
banavgifter, persontrafik	0,65			
omkostnader	-4,56			
overheadkostnader	0,00			
biljettintäkter	35,56			
moms på biljettintäkter	-2,13			
Effekter för kunden (resenärer och godskunder)				
restiduppoffring	118,01			
transporttid, gods	0,00			
tågdriftskostnader, gods	0,00			
banavgifter, gods	0,00			
förseningstid, persontrafik	0,00			
förseningstid, godstrafik	0,00			
Budgeteffekter				
drivmedelsskatt	-8,32			
banavgifter	0,65			
moms på biljettintäkter	2,13			
skattefaktor 1 på tågdriftskostnader	1,61			
Miljö och säkerhet				
plankorsningar	0,00			
externa effekter, tågtrafik	-0,64			
externa effekter, övrig trafik	5,61			
buller	0,00			
Övriga monetära effekter (**)				
Summa nyttor år 2020				160,81
Netto år 2020				160,75

Beräknat: 2010-12-15 10:38:54

Restvärde vid kalkyelperiodens slut ingår i redovisad anläggningskostnad.

(**) = kapitaliserat årligt belopp

(*) = årlig kapitalkostnad inklusive skattefaktorer

Sammanvägning av effekter prognosår 2020

Objektnamn: SIG älvängen pendeln

Personprognos: P08132020Baspr
Personer År

Objektnummer: Alternativ:

Godsprognos:

	Mkr år 2020	Stråk:	Norge/Vänerbanan	JA	UA
Samhällsekonomisk anläggningskostnad (*)		-0,06			
Effekter för infrastrukturihållaren		0,00			
reinvesteringskostnader (**)	0,00		=	0,00	-
drift och underhåll (**)	0,00				0,00
Effekter för trafikoperatörerna		-9,60			
tågdriftskostnader, persontrafik	-6,71		=	228,91	-
banavgifter persontrafik	0,00				235,62
omkostnader	0,33				
overheadkostnader	0,00				
biljettintäkter	-3,43				
moms på biljettintäkter	0,21				
Effekter för kunden (resenärer och godskunder)		-9,90			
restiduppoffring	-9,90				
transporttid, gods	0,00				
tågdriftskostnader, gods	0,00				
banavgifter, gods	0,00				
förseningstid, persontrafik	0,00				
förseningstid, godstrafik	0,00				
Budgeteffekter		-0,94			
drivmedelsskatt	0,61				
banavgifter	0,00				
moms på biljettintäkter	-0,21				
skattefaktor 1 på tågdriftskostnader	-1,34				
Miljö och säkerhet		-0,41			
plankorsningar	0,00				
externa effekter, tågtrafik	0,00				
externa effekter, övrig trafik	-0,41				
buller	0,00				
Övriga monetära effekter (**)		0,00			
Summa nyttor år 2020		-20,85			
Netto år 2020		-20,91			

Beräknat: 2010-12-15 09:36:10

Restvärde vid kalkyelperiodens slut ingår i redovisad anläggningskostnad.

(**) = kapitaliserat årligt belopp

(*) = årlig kapitalkostnad inklusive skattefaktorer

Bilaga 3 - Fallstudie Väg och Järnväg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	SYFTE	2
2	VAL AV FALLSTUDIEOMRÅDE	2
3	OMRÅDESBESKRIVNING	2
4	AVGRÄNSNINGAR	2
5	METODIK	3
5.1	JÄRNVÄG	3
5.1.1	<i>Inventering</i>	3
5.1.2	<i>Värdering</i>	3
5.2	VÄG	3
5.2.1	<i>Inventering</i>	3
5.2.2	<i>Värdering</i>	3
6	UTFÖRANDE OCH FALLSTUDIEBERÄKNINGAR	5
6.1	JÄRNVÄG	5
6.1.1	<i>Inventering</i>	5
6.1.2	<i>Värdering</i>	6
6.2	VÄG	8
6.2.1	<i>Inventering</i>	8
6.2.2	<i>Värdering</i>	9
7	DISKUSSION	14
8	SLUTSATSER	14
9	PLANERING AV FORTSATT ARBETE	15
10	REFERENSER	15

1 Syfte

Syftet med fallstudien är att testa en metod för att beräkna de samhällsekonomiska konsekvenserna för väg- och järnvägssektorn i fall det sker ett skred längs Göta älv. Det resultat som fås fram i beräkningarna kommer att användas i huvudrapporterna för Väg respektive Järnväg.

2 Val av fallstudieområde

Kriterier vid valet av fallstudieområde var att järnväg och en större väg ska finnas inom området. Fallstudien gjordes tillsammans med författarna till delrapport 14 Boende och liv, därför valdes ett område som skulle passa samtliga värden. Det visade sig vara svårt att hitta ett område som uppfyller alla kriterier. Valet av fallstudieområde föll till slut på Nol. Storleken på området sätts till ca 400*400 m så att Nols skola omfattas. I fallstudien antas att 400 m av både större väg och järnväg dras med i skredet. Utöver det så antas det att ca 1,5 km kommunala vägar kommer att drabbas i Nol. Fallstudieskredet på 16 ha är att betrakta som stort men är inte orimligt.

3 Områdesbeskrivning

Väg och järnväg ligger nära älven i det valda fallstudieområdet (ca 160 respektive 120 m ifrån älven (Figur 1). Det pågår även en utbyggnad av E45 som ska bli fyrfältsväg och Norge-Vänerbanan längs Göta älv ska bli dubbelspårig. Hela transportstråket kommer då att flyttas närmare älven, men för att hantera vattenståndsväxlingar i älven höjs väg och banvall upp. Planerna är att det ska vara klart år 2012 (BanaVäg i Väst, 2010a).



© bakgrundskarta Lantmäteriet

Figur 1 Översikt över Nol och fallstudieområdet.

4 Avgränsningar

- Endast konsekvensområdena väg och järnväg inkluderas i fallstudien.
- Vägen kommer att byggas om inom fallstudieområdet med en ny trafikplats. För att kunna genomföra konsekvensbedömning enligt föreslagen metod betraktas vägens förhållanden så som de var innan utbyggnaden påbörjades.
- För järnvägen kan tre scenarier i händelse av ett skred urskiljas, men endast det första (järnvägen blir obrukbar) ingår i fallstudien:
 - Järnvägen blir obrukbar
 - Järnvägen blir obrukbar samt att ett persontåg direkt blir drabbat
 - Järnvägen blir obrukbar samt att ett godståg direkt blir drabbat
- Samma gäller för konsekvensområdet Väg, där olycka för fordon (liv och egendom) inte räknas med.
- För väg-och tågssystemet inkluderas värdering av återuppbyggnad och omledning.

5 Metodik

5.1 Järnväg

5.1.1 Inventering

Järnvägsnätet finns på Trafikverkets hemsida och mer detaljerad information om Norge-Vänerbanan finns på Trafikverkets hemsida för projektet BanaVäg i Väst.

BanaVäg i väst – www.vv.se/banavag

5.1.2 Värdering

När det gäller kostnader för återställande av järnvägen kan exempel från tidigare händelse och andra värderingsstudier sammanställas (t. ex. Småröd). Kostnadsuppskattningen görs även utifrån pågående utbyggnad av järnvägen på Norge/Vänerbanan.

För att beräkna omledningen har Bansek använts och Beräkningshandledning 706.

5.2 Väg

5.2.1 Inventering

Vägnätet finns på Trafikverkets hemsida Info om Vägar. Där finns information bland annat om hastigheten, vägbredd, stickprovsmätning av trafikmängd på olika vägavsnitt med mer.

Info om vägar - <http://gis.vv.se/iov/>

5.2.2 Värdering

Omledning

Det finns ett modellsystem som kallas Sampers och innefattar en trafikprognosmodell, effektmodell och kalkylmodell. Sampers används för stora åtgärder som kan få effekter över flera trafikslag och stora områden. När det gäller mindre områden och investeringar kan EVA-modellen användas (motsvarande Bansek för tåg). EVA är Vägverkets kalkylprogram som används för mindre åtgärder och baseras på enklare antaganden om trafikens utveckling (Vägverket 2009:150).

I EVA ingår följande effekter:

- Förändring i trafikarbete (miljoner fordonskm)
- Restidseffekter (tusen timmar)
- Drivmedelseffekter (m³ drivmedel)
- Trafiksäkerhetseffekter (antal olyckor samt antal dödade, svårt respektive lindrigt skadade)
- Miljöeffekter, utsläpp (ton respektive tusen ton för koldioxid)
- Ev. andra kompletterande effekter, ex. buller

Schablonmetoden är ännu mer översiktlig än EVA-modellen. Indata för schablonmetoden är årsmedeldygnstrafik (ÅDT), tid som avstängningen varar samt vägförlängningen. Schablonmetoden gäller för en riksväg och då omledningsvägen har samma standard som den drabbade vägen (Vägverket, 2005).

I fallstudien uppskattas kostnader för omledning genom en förenklad EVA-modellen och schablonmetoden. Båda metoderna används för beräkning av omledning av större vägar. För mindre vägar kan bland annat uppgifter om ÅDT saknas. EVA-modellen används även i sin helhet och beräkningar görs av Sweco.

Återställning

Ett värde på återställningskostnaden kan fås fram genom exempel av tidigare skredhändelse i Småröd samt genom kostnadsuppskattning från pågående utbyggnad av E45:an. För kostnadsuppskattning av uppbyggnad av de kommunala vägarna har entreprenörerna Sweco, Skanska och NCC kontaktats.

6 Utförande och fallstudieberäkningar

6.1 Järnväg

6.1.1 Inventering

Trafikmängd

Inom fallstudieområde för vägar används dagens trafikflöde, innan E45:an är utbyggd. Detta bör även göras för järnvägen för att få beräkningarna jämförbara, dvs. dagens trafikflöde innan utbyggnad används.

Tabell 1 Prognos av antal tåg vid utbyggd bana år 2012 samt år 2020. Siffrorna är enbart en prognos.

	År 2012	År 2020
Antal persontåg (st)	78	168
Antal godståg (st)	53	44
Källa	Linderson, BV	Åkesson, Trafikverket

Antal passagerare

De tåglinjer som inkluderas i studien är de som finns för prognosåret år 2020. För en prognos för år 2020 kan det finnas fem linjer för persontåg (Åkesson, Banverket). På dessa fem linjer beräknas medeltal för antal passagerare ligga mellan ca 27-184 passagerare per tåg (underlagsdata är hämtad från Joel Åkesson, dåvarande Banverket).

Godsmängd

År 2002 var det 2,66 miljoner ton gods som fraktades på Norge/Vänerbanan. Av detta var 400 000 ton farligt gods. (Banverket, Vägverket 2002)

Enligt data via kontakt med Banverket finns följande godsprognos för Norge/Vänerbanan (sträckan Göteborg-Älvängen) för år 2020 (Banverket, 2010b):

Tabell 2 Godstyp och mängd som transporteras på Norge/Vänerbanan år 2020. (Åkesson, Trafikverket)

Godstyp:	%
Färdiga industriprodukter	38
Papper, massa	27
Stålprodukter	9
Oljeprodukter	8
Livsmedel	6
Kemikalier	4
Jord, sten, bygg	2
Järnmalm, skrot	1
Trävaror	3
Jordbruk	1
Rundvirke	1
Råolja, kol	0

Tidsaspekten

För beräkning av omledningskostnader är det viktigt att veta hur lång tid avbrottet varar. I samband med skredet i Småröd år 2006 där 200 m järnväg drabbades och 800 m ny järnväg drogs med, tog det ca 2 månader innan trafiken åter var igång. Förutsättningarna kan dock vara olika. Vid Småröd pågick ombyggnation av E6:an vid skredtillfället, vilket gjorde att utrustning och resurser var lättillgängligt. Ett antagande för fallstudieområdet i Nol är att det tar 100 dagar innan järnvägen är återställd.

Kostnadsposter

De kostnadsposter som identifierats inom järnvägssystemet är följande:

- Omledning (Banverket, 2009)¹
 - operativa kostnader
 - personalkostnad
 - kapitalkostnad
 - underhållskostnad
 - städning
 - drivmedel
 - slitagekostnader
 - luftföroreningar
- Återställande av järnväg
- Personskador (personal, passagerare)
- Egendomsskador (tåg, gods)
- Ev. miljöskador (tåg med farligt gods spårar ur)

De kostnadsposter som är mest sannolika att uppkomma om en järnväg dras med i skred är återuppbyggnads- och omledningskostnader. Det är mindre sannolikhet att ett tåg direkt ska drabbas i skredet. Om det sker kan det antingen drabba ett persontåg eller ett godståg och ge mycket skilda konsekvenser. Utöver kostnader för järnvägssystemet kan t.ex. industrier drabbas av försening och få produktionsbortfall. I denna fallstudie har omlednings- och återställande kostnader beräknats.

För mer uppgifter om inventeringen se huvudrapporten för Järnväg (Bergman m.fl. 2011).

6.1.2 Värdering

Omledning

För beräkning och resultat av omledningen se bilaga 1 till Järnvägens huvudrapport. Resultatet är **107 MSEK** för skred söder om Älvängen.

Återställande

För att få fram kostnader för återställande av järnväg har exempel från skredolyckan i Småröd år 2006 och exempel från pågående utbyggnad av Norge-Vänerbanan används. Förhållandena har även diskuterats med en anställd på Banverket (Leverans), Hans Linderson.

¹ De begrepp som ingår under omledningen kommer att förklaras och definieras i kommande fallstudier där även metoder för omledning kommer att testas.

BanaVäg i Väst

Enligt BanaVäg i Västs hemsida kostar projektet med utbyggnad av väg och räls ca 10 miljarder kr för 7,5 mil (BanaVäg i Väst, 2010b). Den 2,2 mil långa sträckan mellan Agnesberg och Älvängen kostar 4 miljarder kr och Banverket står där för 38 % av kostnaden (Vägverket 62%). Enligt beräkning utifrån detta får man fram att 2,2 mil har kostat 1,52 miljarder kr för Banverket. Det ger ca 69 miljoner kr per kilometer.

Enligt detta kan återställningen kosta ca 7 miljoner kr/100 m dubbelspår. Det ger för fallstudie 1 att återställningen av 400 m dubbelspår kostar 28 miljoner kr, se Tabell 3.

Banverket Leverans

Vid ett skred som drabbar järnvägen är det Banverket (nuvarande Trafikverket) som får bekosta reparationerna. Enligt en grov uppskattning från Banverket Leverans kan kostnaden komma att uppgå till i storleksordningen 30-40 miljoner kr per kilometer för en enkelspårig järnväg och 50-60 miljoner kr per kilometer för en dubbelspårig (Banverket, 2010c).

Återställningen kan alltså kosta ca 5-6 miljoner kr/100m dubbelspår. Det ger en återställningskostnad på 20-24 miljoner kr för 400 m dubbelspår i fallstudieområdet, se Tabell 3.

Vi har i de följande beräkningarna antagit att kostnaden för reparation av ett dubbelspår uppgår till 1,5 gånger kostnaden för reparation av en enkelspårig järnväg (antagandet görs utifrån beräkningar av uppgifterna från Banverket Leverans) .

Småröd (200 m järnväg drabbades, men 800 m ny sträckning drogs) (MSB, 2009)

Projektering: 4,9 miljoner

Projektledning, teknikhandläggare, information, byggledare: 1,2 miljoner

Spår, tele, inkoppling: 3 miljoner

Bullerplank, inlösen av mark, brunn, arkeologi: 1,7 miljoner

Markarbete som bekostades av Vägverket: 22,8 miljoner

Totalt: 33,6 miljoner kr (varav VV står för 22,8 milj.)

Återställningen av 100 m enkelspår kan alltså kosta ca 4 miljoner kr. Med faktorn 1,5 räknas kostnaden om till dubbelspår och ger en återställningskostnad på ca 6 miljoner kr/100 m dubbelspår. För fallstudie 1 med 400 m dubbelspår blir återställningskostnaden ca 24 miljoner kr. Siffrorna finns summerade i Tabell 3

Tabell 3 Beräkningar och uppskattningar har gjorts utifrån tre olika källor och gett en första kostnadsuppskattning av återställande av järnväg.

Källa:	100 m dubbelspår (kr):	Fallstudien 400 m dubbelspår (kr):
BanaVäg i väst	7 miljoner	28 miljoner
Banverket Leverans	5-6 miljoner	20-24 miljoner
Småröd	6 miljoner	24 miljoner
Totalt	5-7 miljoner	20-28 miljoner

Återställningskostnaden kring ett skred som drabbar 400 m räls kan bli ca 20-30 miljoner kr.

6.2 Väg

6.2.1 Inventering



Figur 2 Ritning över ny sträckning av E45 och dubbelspår genom Nol. Järnväg är märkt med gult och orange. Ny väg markeras med blått (BanaVäg i Väst, 2008).

Foto: Trafikverket

I figur 2 visas den planerade utbyggnaden av väg och järnväg i fallstudieområdet. Efter utbyggnaden finns industrin inte kvar i området. Istället har vi en stor trafikplats i fallstudieområdet. Vi kommer dock i denna fallstudie att utgå från hur det ser ut i dag innan ombyggnation.

Trafikmängd

Årsmedeldygnstrafiken på E45 i vägnittet som passerar genom fallstudieområdet är 18 516 fordon +/-9% enligt utförd stickprovsmätning (Vägverket, 2010).

Tidsaspekten

Tid för avstängning i fallstudien sätts till 100 dygn.

Kostnadsposter

För vägtrafiksystemet har följande kostnadsposter identifierats:

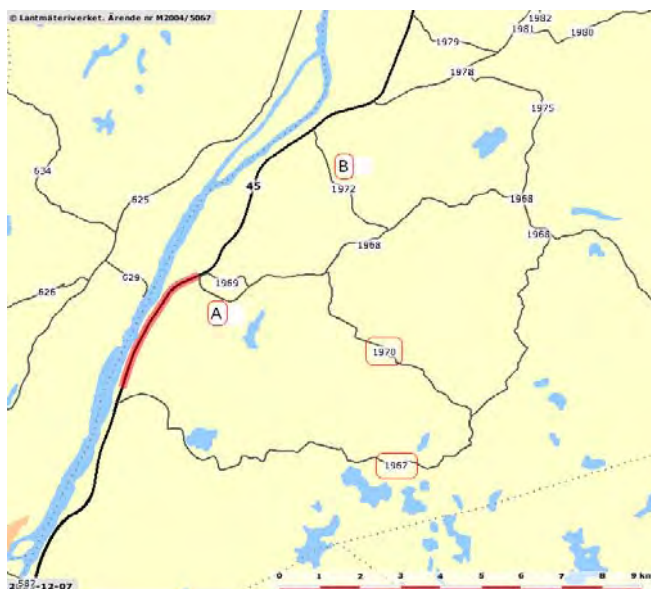
- Omledning
- Återställande av väg
- Personskador
- Egendomsskador
- Ev. miljöskador (lastbil)

Utöver kostnader för vägtrafiksystemet så kan industrier drabbas av förseningarna och få produktionsbortfall. Det inkluderas inte i denna fallstudie, inte heller skador för personer och egendom inom vägsystemet. Dock är det större sannolikhet att fordon och personer på vägar ska drabbas i skred (speciellt dagtid på en Europaväg) än om man jämför med tågtrafiken. De mest sannolika kostnadsposterna är dock återställning och omledning.

6.2.2 Värdering

Omledning

Nedan följer en beräkning av omledningskostnad för fallstudien i Nol, Ale kommun. I figur 3 visas två olika omledningsvägar, A samt B. Den väg som drabbats av skred är rödmarkerad.



Figur 6 Alternativ omledning A eller B från drabbad väg (rödmarkerad).

Tabell 4 Kostnad kilokronor per 1 000 ÅDT och km och dygn för olika vägar och bredder för personbilar (Pb), lastbilar utan släp (Lbu) och lastbilar med släp (Lbs).

	Pb	Lbu	Lbs
Motorväg 110	3,268	7,967	14,277
Motorväg 90	3,350	8,027	14,173
Väg >11,5m 110	3,433	8,118	14,578
Väg >11,5m 90	3,482	8,175	14,455
Väg ≤11,5m 90	3,463	8,148	14,937
Väg ≤11,5m 70	3,630	8,312	15,090
Väg ≤11,5m 50	4,490	9,671	15,663

EVA-systemet

För ÅDT måste man veta skillnaden på lastbil och bil med hjälp av axelpar och även mellan lastbil med och utan släp. Om uppgifter saknas om lastbilsandelar kan man använda de som anges i tabellen nedan.

Tabell 5 Referens Vägverket 2005 (Fördjupning).

Väggategori	Lastbil utan släp (lbu)	Lastbil med släp (lbs)
Europaväg	6%	8%
Riksväg och primär länsväg	4%	4%
Sekundär och tertiär länsväg	2,5%	2,5%
Tätort	4%	3%

Sträckans längd som stängs av är en Europaväg på (3 541 m) 3,5 km med hastighetsgräns på 70 km/h och bredd 13-40m. Den har ÅDT på 18 516 fordon. Tid för avstängning sätts till 100 dygn.

Delar av omledningssträckorna är med en hastighet på 50 respektive 70 km/tim, men procentuellt är det mest 70-sträcka. Vägarna är dock smala och kan troligtvis inte klara av en högre trafikmängd. Följande indata finns på <http://gis.vv.se/iov/>.

De vägsträckor som man ev. kan välja mellan kallar vi alternativ A samt B (se figur 3). Vägsträckorna inkluderar flera vägar som har varierande hastighetsbegränsning. Vi har valt att räkna med 70km/tim för hela vägsträckan pga. att det var den dominerande hastigheten. I högerspalten summeras alla sträckor inom respektive alternativ.

Vägalternativ A:	Delsträckor som summeras:
Väg 1967: 50 och 70 km/tim, 1-6,5m	10 138 m + 1 675 m = 11 813
Väg 1970: 50 och 70 km/tim, 1-6,5m	5 986 m
Väg 1968: 50 och 70 km/tim, 1-6,5m, 6,6-8,9m	2 053 m + 1 034 + 638 m = 3725
	Total omväg: 21,52 km
Vägalternativt B (se kartan):	
Väg 1967: 50 och 70 km/tim, 1-6,5m	10 138 m + 1 675 m = 11 813
Väg 1970: 50 och 70 km/tim, 1-6,5m	5 986 m
Väg 1968: 50 och 70 km/tim, 1-6,5m	1 491 m + 523 m = 2 014
Väg 1972: 50 och 70 km/tim, 1-6,5m, 6,6-8,9m	3 511 m
	Total omväg: 23,32 km

Vägalternativ A är en kortare omledningssträcka och därför valdes den för fortsatt beräkning.

Beräkning för att få fram andel av personbilar och lastbilar med och utan släp:

$$(1-0,06-0,08)*18\ 516 = 15\ 923 \text{ personbilar}$$

$$0,06*18\ 516 = 1\ 110 \text{ lastbilar utan släp}$$

$$0,08*18\ 516 = 1\ 481 \text{ lastbilar med släp}$$

Följande är en beräkning av kostnaden för den väg som drabbats av skredet. Antal fordon*väggkostnad*väglängd delat med 1 000 för att få väggkostnaden per fordon. Väggkostnaden har angetts per 1 000 ÅDT, men vi behöver ha den per fordon (därav division med 1 000).

$$(15\ 923*3\ 482*3,5)/1\ 000 = 194 \text{ kkr}$$

$$(1\ 110*8\ 175*3,5)/1\ 000 = 32 \text{ kkr}$$

$$(1\ 481*14\ 455*3,5)/1\ 000 = 75 \text{ kkr}$$

Följande är en beräkning av kostnaden för omledningssträckan. Samma typ av variabler och konstanter gäller här som vid beräkningen ovan.

$$(15\ 923*3\ 630*21,5)/1\ 000 = 1\ 242 \text{ kkr}$$

$$(1\ 110*8\ 312*21,5)/1\ 000 = 198 \text{ kkr}$$

$$(1\ 481*15\ 090*21,5)/1\ 000 = 480 \text{ kkr}$$

Skillnaden mellan den skredade vägens kostnad och kostnaden för omledningsvägen:

$$(1\,242+198+480)-(194+32+75) = 1\,619 \text{ kkr/dygn}$$

Värdet ovan är per dygn och multipliceras därför med 100 (dygn).

$$100 \text{ dygn} * 1\,619 \text{ kkr/dygn} = 161\,900 \text{ kkr}$$

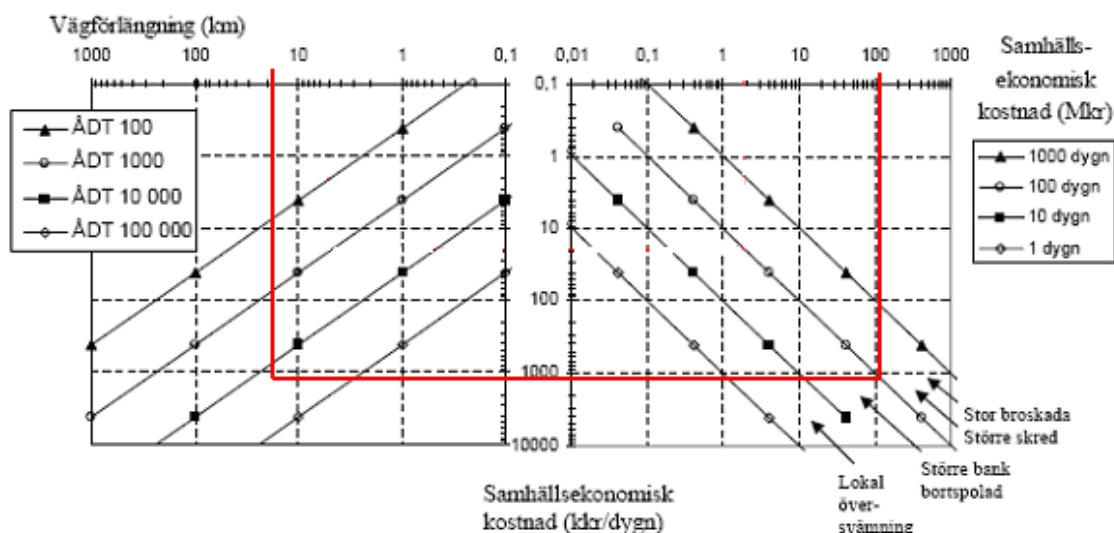
Resultat: 162 miljoner kr.

Schablonmetoden

ÅDT (väg 45): 18 516 fordon

Tid för avstängning: 100 dygn

Vägförläggning: 18 km



Resultatet: 100 miljoner kr.

Beräkningarna har gjorts utifrån att trafik måste ledas om från E45:an. Resultaten är följande:

- EVA: 161 MSEK/100 dygn och uppräknat till 2009 års nivå blir det **173 MSEK/100 dygn**
- Schablon: 100 MSEK/100 dygn och uppräknat till 2009 års nivå blir det **107 MSEK/100 dygn**

Uppräkningsfaktor med konsumentprisindex mellan år 2004 och 2009 (299,66/279,2).

I värdet från EVA-modellen ingår:

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

Schablonmetoden är mycket översiktlig och ska egentligen bara användas för omledning mellan vägar av samma standard. Vilket inte är beaktat i denna fallstudie.

En del av denna kostnadspost (omledning) bör innehålla omledning på kommunala vägar för lättare trafik som måste ta sig runt i området, t. ex. utryckningsfordon. För de kommunala vägarna finns dock inte uppgifter om årsmedeldygnstrafik på tjänsten Info om vägar, vilket gör det svårt att beräkna kostnad genom EVA-systemet eller Schablonmetoden. Denna omledningskostnad har alltså inte räknats med.

Återställande av väg

E45:an

Värden har sammanställts genom exempel från tidigare händelser och från pågående utbyggnad av E45:an.

Småröd

I samband med skredet i Småröd där 500 m väg drabbades kostade återställningen ca 60,4 miljoner kr (MSB, 2009) (Exklusive återställande av rasområdet vid Taske å för 39,8 miljoner kr. Återställande av området i övrigt ingår i delrapport 15 om Sjöfart).

Om man antar att återställningskostnaden är direkt proportionell mot vägsträckan (för alla motsvarande vägsträckningar) blir det ca 12 miljoner kr/100m. För fallstudien med 400 m väg skulle detta motsvara en kostnad på 48 miljoner kr.

BanaVäg i Väst

Den 2,2 mil långa sträckan mellan Agnesberg och Älvängen beräknas kosta 4 miljarder kr och Vägverket står för 62 % av kostnaden (Banverket 38 %) (Banverket, 2010a). Enligt beräkning från detta ger det att 2,2 mil har kostat 2,48 miljarder kr för Vägverket. Det ger en kostnad på ca 112 miljoner kr per kilometer och 11 miljoner kr/100 m. I fallstudieområdet där 400 m av vägen drabbats kan följaktligen kostnaden för återställning bli 44 miljoner kr. Dock går dessa uppgifter nu inte att finna på hemsidan för BanaVäg i Väst, men kontrollberäkning gentemot kostnader inom de olika deletapperna har gjorts och det angivna värdet i tabell 9 bör vara rimligt. Kostnaderna från BanaVäg i Västs hemsida inkluderar dock brobygge och tunnlar som kan ge en högre kostnadsbild än den vi söker.

Tabell 6 Sammanställning av kostnader för återställande av Europaväg.

Källa:	Kostnad per 100 m Europaväg (kr):	Kostnad för fallstudien (kr):
Småröd	12 miljoner	48 miljoner
BanaVäg i väst	11 miljoner	44 miljoner

Totalt E45:an

Från de två ovanstående beräkningarna och uppskattningarna ger det en återställningskostnad på ca 11-12 miljoner kr/100m Europaväg. För fallstudien där 400 m av E45 drabbas kan kostnaden alltså bli ca 44-48 miljoner kr/400m .

Kommunala vägar

En mindre (kommunal) väg kan vara ca 7 meter bred och en större (Europa) väg kan vara ca 18 meter bred. (NCC, 2010) Om vi antar att ca 1 500 meter kommunal väg måste byggas upp och vi använder oss av en bredd på 7 m blir det en area på (1 500*7m) 10 500 m².

NCC

NCC har angett att kostnad för uppbyggnad av kommunal väg kan ligga på ca 1 500 kr/m². (NCC, 2010) Enligt detta ligger kostnaden på ca 16 miljoner kr för kommunala vägar i fallstudie 1, Nol.

Sweco

Sweco anger att det kostar ungefär 1 000 kr/m² utan grundförstärkning. Exempelvis i Nol där det är mycket lera, kan grundförstärkning behövas och då kan det uppgå till den dubbla kostnaden på 2 000 kr/m² för kommunal väg (Sweco, 2010). Enligt uppgifter från Sweco ligger kostnaden på ett spann mellan 11-21 miljoner kr för kommunala vägar i fallstudie 1, Nol.

Skanska

Skanska anger en kostnad på ungefär 1 000-1 500 kr/m². I kostnaden ingår bara byggkostnad. Totalkostnaden (med marklösen, vägplaner, besiktningar mm) är högre (det kan Trafikverket och kommuner ha värden på). Även med grundförstärkning blir byggkostnaden högre, men det kan skilja mycket beroende på förhållandena på platsen och det finns ingen schablon för det (Skanska, 2010).

Kostnadsspannet ligger då mellan 11-16 miljoner kr för kommunala vägar i fallstudie 1, Nol.

Totalt kommunala vägar

Tabell 7 Sammanställning av kostnaderna för att återställa en kommunal väg med 7 m bredd.

Källa:	Kostnad per m ² (kr):	Kostnad för fallstudien (kr):
NCC	1 500	16 miljoner
Sweco	1 000-2 000	11-21 miljoner
Skanska	1 000-1 500	11-16 miljoner

De tre källorna ger att kostnaden för att återställa 1 500 m av kommunal väg med 7 m bredd kan ligga mellan 11-21 miljoner kr.

Sammanlagt (E45:an och kommunala vägar)

Tabell 8 Sammanställning av samtliga kostnader som inkluderats i fallstudie 1.

Kostnadsposter:	Kostnad (kr):
Omledning från E45:an	107-173 miljoner
Återställande av E45:an	44-48 miljoner
Återställande av kommunala vägar	11-21 miljoner
Totalt	162-242 miljoner

Den totala kostnaden för vägsystemet för de poster som inkluderas i denna fallstudie (återställande av väg samt omledning) blir 162-242 miljoner kr för återuppbyggnad av 400 meter av E45:an, 1,5 km kommunala vägar i Nol samt omledning där det i maxvärdet inkluderas slitage och föroreningar, m. m (genom EVA-modellen).

7 Diskussion

För järnvägssystemet ligger omledningen på ca 100 MSEK över 100 dygn och återställningen på ca 20-30 MSEK för 400 m spår. För vägen ligger den totala kostnaden mellan ca 150-250 MSEK.

De kostnader som har räknats fram för vägtrafiksystemet inkluderar återställande av väg samt omledning. Det ska ses som en första kostnadsuppskattning. Omledningen har beräknats med två olika metoder som inkluderar olika många faktorer.

Vilken metod som är mest lämplig att använda ska utredas under det fortsatta arbetet.

Schablonmetoden bör användas för riksväg och då omledningsvägen är av samma standard som den drabbade vägen, vilket inte stämmer för fallstudien och därför kanske det resultatet inte är användbart. I den beräkning som nu gjorts i EVA-systemet har en egen bedömning gjorts i valet av omledningsväg samt val av vilken vägtyp som troligt passar för fallstudien. Förslitningskostnad och liknande beror på storlek av väg och därför bör rätt vägtyp väljas i beräkningen. Denna beräkning har dock gjorts utifrån egna bedömningar och utifrån situationen i dag innan ombyggnad.

I fallstudien valdes också bara en omledningssträcka. I normalfallet kan den valda sträckan möjligtvis fungera för resor med destination längs Göta älv medan de långa resorna skulle dirigeras om till E6:an och de kommunala resorna till småvägar inom staden. Resultatet kan då bli annorlunda. Det finns dock inte information om ÅDT för mindre kommunala vägar på Trafikverkets hemsida *Info om vägar*, vilket försvårar användningen av metoderna.

8 Slutsatser

Genom fallstudien har vi nu en första uppfattning om storleken på kostnader inom väg- och järnvägssystemet. För trafiksystemet så är oftast kostnaden för omledning större än återställningskostnaden. Utifrån den slutsatsen borde mer resurser läggas på att förbättra metoder för att beräkna omledningen. Vi har dock genom fallstudien kunnat ge förslag på metoder att använda inom både väg- och järnvägssystemet. Det är en första studie som har givit oss en uppfattning om vilka konsekvenser som kan uppstå och på ett ungefär visat kostnadernas storlek.

Fler metoder för omledning testas med beräkningshjälp från Sweco, Trafikverket och examensarbetare från Tekniska högskolan vid Linköpings universitet. Deras resultat redovisas i delrapporten för Väg.

9 Planering av fortsatt arbete

Jämförelsen mellan återställningskostnader för järnväg, väg och kommunal väg kan i dagsläget ge en skev bild på fördelningen sinsemellan. Detta bör utredas mer.

Produktionsbortfall för industrier bör kopplas ihop med trafiksektorn. Kostnader i samband med liv och egendom på väg och järnväg bör räknas in för trafiksektorn också. För vägtrafiken är det sannolikt att egendom och liv på vägar kommer att drabbas om skredet går under dagen. För järnvägen är det mindre sannolikt att tåg direkt ska drabbas i skred även på dagtid.

För både väg och järnväg måste man besluta om vilka årtal man jobbar utifrån, om det är dagens trafikflöde eller ex. år 2020 (som används som prognosår inom järnvägsystemet).

10 Referenser

BanaVäg i Väst (2010a), hemsida, <http://www22.vv.se/bv_templates/Page____24096.aspx>, 2010-01-22.

BanaVäg i Väst (2010b), hemsida, http://www22.vv.se/bv_templates/Page_22150.aspx
2010-08-23

BanaVäg i Väst (2008). V45 NorgeVänerbanan Nödinge-Nol Illustrationsplan 2008-03-06.
Tillgänglig: http://www22.vv.se/filer/Ortof_oversikt.pdf.

Banverket, Vägverket (2002), *Underlag till MKB, Riskanalyser, Väg- och järnvägsutredning*,
December 2002

Banverket (2010), hemsida, <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/BanaVag-i-Vast/>, 2011-06-22

Banverket (2010b), Åkesson, Joel, Samhälle och planering, Mail: joel.akesson@banverket.se,
2010

Banverket (2010c), Linderson, Hans, Leverans, Telefonsamtal 2010-03-17,
Tel: 0243-44 64 33

Banverket (2009) Beräkningshandledning, Hjälpmiddel för samhällsekonomiska bedömningar
inom järnvägssektorn, BVH 706

MSB (2009). Analys av samhällsekonomisk kostnad - Skredet vid Småröd, 2006. ISBN 978 -
91-7383-032-4. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

NCC (2010). Telefonsamtal och mail, Sven Melkersson, 2010-09-22. Tel. 08-585 510 00.

Skanska (2010) Mail, Per Engerberg, 2010-08-30. per.engerberg@skanska.se

Sweco (2010) Telefonsamtal, Anders Aideborn, februari 2010. Tel. 08-695 60 00.

Vägverket (2010) Info om vägar. GIS-databas. Tillgänglig: <http://gis.vv.se/iov/>.

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

Göta älvutredningen, GÄU delrapporter 1-34

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



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