



Statens
geotekniska
institut

Metodik konsekvensbedömning

– Kartläggning, exponering,
sårbarhet och värdering av liv

Stefan Falemo

GÄU - delrapport 15

Linköping 2011



GÄU
Göta älvutredningen
2009 - 2011



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Göta älvutredningen - delrapport 15

Metodik konsekvensbedömning – Kartläggning,
exponering, sårbarhet och värdering av liv

*Consequences of landslides in the Göta river valley
– Identification, exposure, vulnerability and valuation of life*

Stefan Falemo

**Göta älvutredningen
delrapport 15**

Beställning

Dnr SGI

Uppdragsnr SGI

Statens geotekniska institut (SGI)
581 93 Linköping

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

1001-0043

14101

FÖRORD

Göta älvutredningen (GÄU)

För att möta ett förändrat klimat och hantera ökade flöden genom Göta älv har Regeringen gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att under en treårsperiod (2009-2011) genomföra en kartläggning av stabiliteten och skredriskerna längs hela Göta älv dalen inklusive del av Nordre älv. Tidigare utförda geotekniska undersökningar har sammanställts och nya undersökningar har utförts längs hela älven. Metoderna för analys och kartering av skredrisker har förbättrats. Nya och utvecklade metoder har tagits fram för att förbättra skredriskanalyser och stabilitetsberäkningar, förbättra kunskapen om erosionsprocesserna längs Göta älv, bedöma effekten av en ökad nederbörd på grundvattensituationen i området, utveckla metodiker 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. Arbetet har omfattat att bedöma och visualisera konsekvenser av potentiella skred i Göta älv dalen. Resultaten har tillsammans med övriga analyser utgjort grund för bedömning av risker och åtgärdsbehov. Metodiken presenteras i flera delrapporter och innefattar följande huvudpunkter;

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

I föreliggande rapport redovisas identifiering, inventering och metod för värdering inom konsekvensområdet *Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv*.

Uppdragsledare har varit Yvonne Andersson-Sköld. Det arbete som presenteras i denna rapport har utförts av Stefan Falemo, Tonje Grahn och Johan Axelsson. Rapporten har skrivits av Stefan Falemo och granskats av Helena Helgesson och Yvonne Andersson-Sköld. Författarna till denna rapport vill också tacka alla som medverkat med underlag och expertkunskap hos kommuner, myndigheter och andra organisationer.

Linköping 2011

Marius Tremblay

Uppdragsledare, Göta älvutredningen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING.....	6
1. BAKGRUND TILL KONSEKVENSONMRÅDE KARTLÄGGNING, EXPONERING, SÅRBARHET OCH VÄRDERING AV LIV	7
2. OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR.....	7
3. METOD FÖR INVENTERING OCH BERÄKNING AV OMFATTNING	9
3.1. Var spenderar människor sin tid?	9
3.2. Boende.....	10
3.2.1. Boendeinventering med GIS	10
3.3. Arbetande	12
3.4. Skolelever	12
3.5. Vårdplatser	14
3.6. Trafikanter på väg	14
4. NÄRVAROFAKTORER OCH BETINGAD SÅRBARHET	14
4.1. Tidigare studier av närvarofaktorer	14
4.2. Beräkningar och förslag till närvarofaktorer i Göta älvutredningen.....	16
4.3. Betingad sårbarhet	17
4.3.1. Bakgrund.....	17
4.3.2. Beräkning	17
5. TRAFIKANTER PÅ VÄG	21
5.1. Beräkningsmetodik.....	22
5.2. Storleksordning jämfört med andra konsekvenser.....	25
5.3. Skredutbredning och visualisering	25
6. METOD FÖR VÄRDERING AV LIV	26
7. FALLSTUDIER	29
8. DISKUSSION	29
9. SLUTSATSER	29
10. REFERENSER	30
BILAGA 1 - TRAFIKANTER PÅ VÄG	33
BILAGA 2 – VAR UPPEHÅLLER SIG SVERIGES BEFOLKNING?	40
BILAGA 3 – BERÄKNING AV BETINGAD SÅRBARHET I SVENSKA OCH NORSKA SKRED	43

SAMMANFATTNING

Föreliggande rapport syftar till att geografiskt beskriva var människor spenderar sin tid, sannolikheten för att en person som är närvarande i skred omkommer, samt hur ett liv ska värderas. Studien är avgränsad till Göta älvutredningens avgränsningsområde. Den begränsas till människor i bostäder, på arbetsplatser, studieplatser och vårdplatser och personskador ingår inte.

I rapporten beskrivs först hur boende, arbetande, skolelever, vårdtagare och vägtrafikanter inventeras och karteras med GIS. De olika gruppernas exponering för skredrisken beskrivs i form av närvarofaktorer. Betingad sårbarhet beräknas för människor som befinner sig i ett skredområde när skred inträffar. Beräkningarna utgår från svensk och norsk skredstatistik, och den betingade sårbarheten 0,16 används i Göta älvutredningen (dvs. dödligheten för människor som befinner sig inom skredområdet då ett skred inträffar är 16 %).

För värdering av statistiskt liv följs rekommendationen för trafikverken under perioden 2010-2021 (SIKA, 2009), och år 2009 används som basår för att beräkna värdet av konsekvenserna.

Beräkning och redovisning av konsekvenser för liv baseras på medeldygnsnärvaron och blir därför ett fiktivt scenario. Mer detaljerade analyser där man skiljer på natt och dag går att genomföra, men i en översiktlig analys anser arbetsgruppen att det är rimligt att hålla nuvarande detaljeringsgrad.

Fallstudierna visar att konsekvensbedömning med föreslagen metodik fungerar. Befolkningen i åldrarna 20-84 år kartläggs mycket bra, och av dessa karteras ca 84 % av personernas tid i konsekvensanalysen. Den övriga befolkningen kartläggs på samma villkor som ovan, men statistik för hur deras tid fördelas mellan olika platser ingick inte i underlaget för tidsfördelningen mellan olika platser. Inventeringsmetod och valda närvarofaktorer anses spegla verkligheten väl. Värdering av statistiskt liv enligt SIKA (2009) anses tillämpligt även för skred och kan användas för översiktlig skredriskanalys.

1. BAKGRUND TILL KONSEKVENSONOMRÅDE KARTLÄGGNING, EXPONERING, SÅRBARHET OCH VÄRDERING AV LIV

Metodikerna för konsekvensanalys är omfattande och redovisas förutom i denna rapport också 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

Denna rapport syftar till att geografiskt beskriva var människor spenderar sin tid, sannolikheten för att en person som är närvarande i skred omkommer, samt hur ett liv ska värderas.

Gemensamt för de flesta människor är att de spenderar en stor del av tiden i hemmet. De som arbetar eller studerar tillbringar mycket tid på arbetsplatsen eller skolan. Gamla eller sjuka människor kanske spenderar all sin tid på sjukhus eller vårdinrättningar. Människor som reser är tillfälliga besökare i de områden de reser till, och spenderar kanske nätterna på hotell och dagarna som trafikanter på vägar eller som passagerare på tåg eller buss. När man lämnar individnivån och ser på en större grupp kan fördelningen i tid mellan olika platser uttryckas med närvarofaktorer, dvs. hur stor del av dygnet eller året som gruppen spenderar på en plats. Genom att kombinera antalet boende, arbetande m.fl. med närvarofaktorerna för respektive aktivitet kan man beräkna ett förväntat antal drabbade individer då ett eventuellt skred sker i ett definierat geografiskt område. Genom att utföra sådana beräkningar för hela Göta älvdalen kan en karta med förväntat antal omkomna skapas, givet att ett skred inträffar på den specifika platsen. När det förväntade antalet omkomna i ett område kombineras med värdet av ett statistiskt liv kan de förväntade samhällsekonomiska kostnaderna för liv till följd av skred beräknas.

2. OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR

Kartläggning av konsekvensområdet *Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv* begränsas till människor i bostäder, på arbetsplatser, studieplatser, vårdplatser samt trafikanter på vägar.

Personskador ingår inte i beräkningarna. Anledningen till det är främst bristen på statistiskt underlag för att bedöma omfattningen av sådana skador i samband med skred. För trafikanter på väg finns visserligen underlag för att beräkna personskador, men även här

tas endast omkomna med i beräkningarna för att möjliggöra jämförelser med t.ex. konsekvenser för boende. En känslighetsanalys av möjlig storleksordning på antalet skadade i förhållande till dödsfall och den samhällsekonomiska kostnad detta kan medföra redovisas i Grahn et al., 2011.

Avseende närvarofaktor och dag/nattbefolkning så beräknas antalet närvarande personer i dygnsgenomsnitt, dvs. beräknat antal omkomna är ett teoretiskt fall som är avsett för översiktlig riskanalys, men som inte är avsett att spegla det faktiska utfallet vid ett enskilda skred. Beräkningar för dag respektive natt har utförts i en fallstudie för Ale kommun (Falemo et al., 2011).

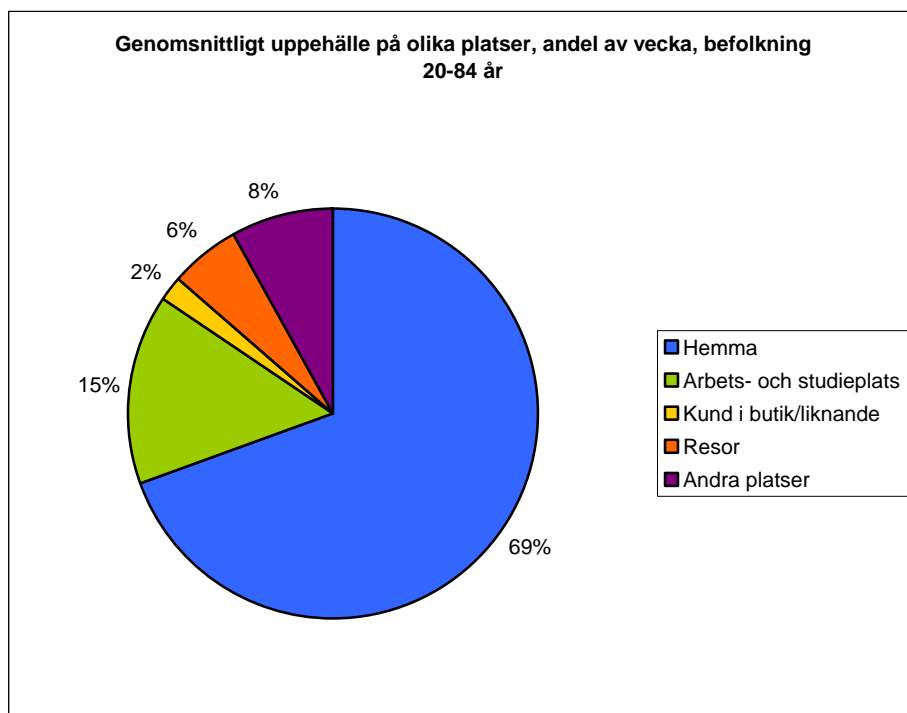
3. METOD FÖR INVENTERING OCH BERÄKNING AV OMFATTNING

Antal boende, arbetsplatser, elever/förskolebarn och vårdplatser i riskområdet är viktiga faktorer för att bedöma konsekvenserna av skred. Även antal trafikanter på vägar tas upp i detta kapitel.

3.1. Var spenderar människor sin tid?

För att få en överblick över hur Sveriges befolkning spenderar sin tid studerades SCB:s resultat från Tidsanvändningsundersökningen år 2000/01 (SCB, 2003). Tiden per aktivitet för en genomsnittlig vecka och som medelvärde av kvinna och man beräknades. Aktiviteterna delades sedan in i olika fysiska platser: hemma, arbets- och studieplats, kund i butik och liknande, resor samt andra platser. Resultatet av beräkningarna visas i Figur 1, och beräkningar och antaganden redovisas i bilaga 2. Figuren visar hur stor del av en genomsnittlig vecka som spenderas på olika platser och gäller för befolkningen i åldern 20-84 år. Beräkningen ger en god översikt över hur stor del av människors tid som täcks in av de närvarofaktorer som används i Göta älvutredningen: närvaro i hemmet, närvaro på arbetsplats samt i skolor ger tillsammans en täckning på 84 % av all tid. Även trafikanter på väg har studerats (kap 3.6).

Det är endast närvarofaktorn för närvaro i hemmet (0,69) från denna beräkning som används i konsekvensbedömningen. Samtliga närvarofaktorer som används redovisas i kapitel 4.2. Resultaten från denna beräkning är ändå viktiga som grund för andra antaganden, och för att visa förklaringsgraden som uppnås med valda närvarofaktorer.



Figur 1: Genomsnittligt uppehålle på olika platser, alla dagar, för befolkningen 20-84 år i Sverige. Indelning av aktiviteterna i platser visas genom färgningen i figuren och i tabell B2.2, bilaga 2.

En överslagsräkning för att kontrollera analysens täckningsgrad avseende dagtidsvistelse gjordes med hjälp av riksstatistik från SCB:

Sveriges folkmängd 31 oktober 2009 var ca 9 332 000 personer (SCB, 2010a). 4 042 000 personer arbetade under 3e kvartalet 2009 (SCB, 2010b). 967 303 personer var i utbildning, undantaget förskola och grundskola, år 2009 (SCB, 2010c). 992 010 personer gick på förskola eller i grundskola läsåret 2009-2010 (Skolverket, 2010). Det summerar till ca 6 miljoner personer, 64 % av befolkningen, som har kartlagts mycket bra med metoden.

Under tredje kvartalet 2009 var 399 000 personer arbetslösa (SCB, 2010d). Under samma period var 779 600 personer pensionärer och 434 900 personer var ej i arbetskraften p.g.a. sjukdom (SCB, 2010e). Dessa personer, totalt 1,6 miljoner, 17 %, kartläggs inte fullt ut med metoden, men det antas att närvarofaktorn i hemmet till viss del beskriver deras vistelseort.

Övriga 19 % av befolkningen kartläggs inte dagtid, förutom genom det bidrag till hemmavarande som de ger i Tidsanvändningsundersökningen. En framträdande del av dessa personer är befolkningen mellan 0 och 5 år, som var 653 800 personer år 2009 (SCB, 2010f). Dessa 7 % av befolkningen kan inte kartläggas dagtid eftersom deras förmodade hemmavistelse inte ingår i resultaten från Tidsanvändningsundersökningen, utan kartläggs enbart genom sitt boende med antagandet att deras hemmavistelse är lika stor som övriga befolkningens.

Genom sitt boende kartläggs hela befolkningen nattetid.

3.2. Boende

För inventering av antal boende i utredningsområdet identifierades två möjliga vägar: använda SCB:s befolkningsstatistik där antal boende enligt folkbokföringen redovisas per 100 x 100 m² ruta, eller ta reda på antalet hushåll i ett område och använda boendestatistik för att beräkna ungefärligt antal boende. Valet föll på SCB:s befolkningsstatistik eftersom inventeringsarbete gentemot kommuner kunde minskas, befolkningsdata för hela utredningsområdet är registrerat på samma sätt, detaljeringsgraden är tillräckligt hög för översiktlig konsekvensanalys och data finns redan från början i GIS-format. SCB:s befolkningsstatistik beskrivs mer utförligt nedan.

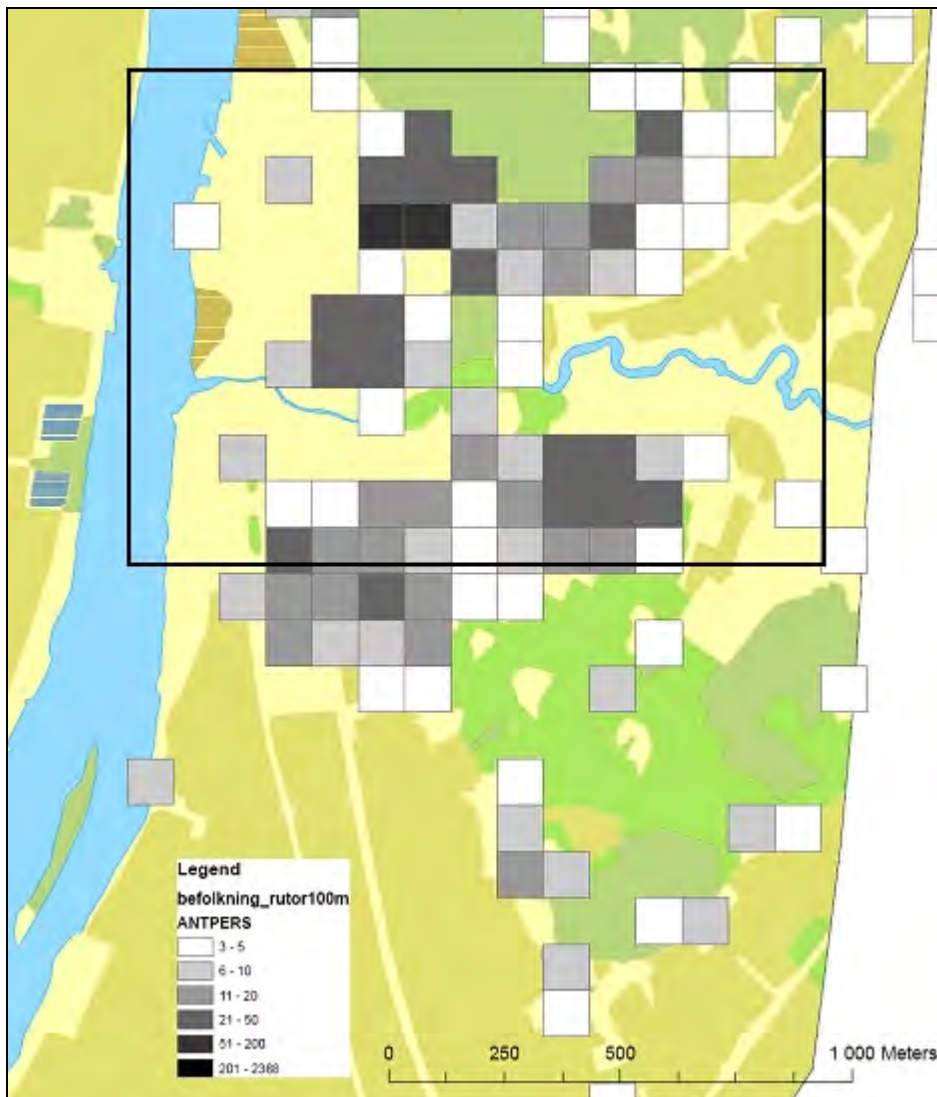
3.2.1. Boendeinventering med GIS

Ett utdrag ur SCB:s register över totalbefolkningen per 2008-12-31, redovisat som befolkningsstatistik per ruta, köptes in som GIS-data från SCB (SCB, 2009). Antal boende per fastighet är inte tillgängligt p.g.a. sekretesslagstiftningen. Istället redovisas antal boende geografiskt i ett rutnät med upplösningen 100 x 100 m², där varje ruta innehåller information om antal boende samt befolkningstygdpunkt i rutan. I SCB:s material har de rutor som har värde 2 (två personer) satts till 3, och de rutor som har värde 1 satts till 0, även det p.g.a. sekretesslagstiftningen. I övrigt redovisas exakt antal boende per ruta. Detta är den mest högupplösta befolkningsdata som går att beställa utan att speciellt tillstånd måste sökas. Ett utdrag ur befolkningsstatistiken visas i Figur 3, och en satellitbild över samma område visas i Figur 2.

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



Figur 2: Satellitbild över Lödöse. Området på bilden motsvaras av rektangeln i Figur 3. Google Maps ©2011 Google.



Figur 3: Exempel på hur befolkningsdata kan redovisas. Ett exakt värde finns för varje ruta. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet. Befolkningsdata från SCB 2009.

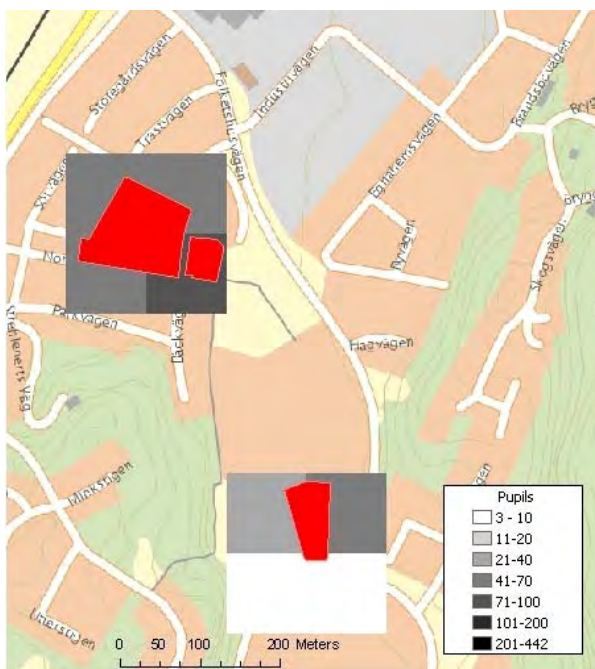
3.3. Arbetande

För de arbetsställen som ligger inom utredningsområdet för Göta älvutredningen har uppgifter om antal förvärvsarbetande och platsen för deras sysselsättning köpts in som GIS-data från SCB (2010g), (Förvärvsarbetande dagbefolkning 16+ år efter bransch, november 2009). Statistiken hämtas från den registerbaserade arbetsmarknadsstatistiken (RAMS). Informationen redovisas liksom befolkningsstatistiken i ett rutnät med upplösningen 100 x 100 m². På grund av sekretess har de rutor som har värde 2 (två personer) satts till 3, och de rutor som har värde 1 satts till 0. I övrigt redovisas exakt antal arbetande per ruta. Resultatet innefattar även deltidstjänster och liknande, men varje person räknas endast en gång, till det arbetsställe som bedömdes vara den huvudsakliga sysselsättningen i november 2009 (Löfqvist, 2010). Redovisning av dagbefolkning och arbetsställen görs med ett visst bortfall som beror på att alla arbetsställen inte går att placera geografiskt.

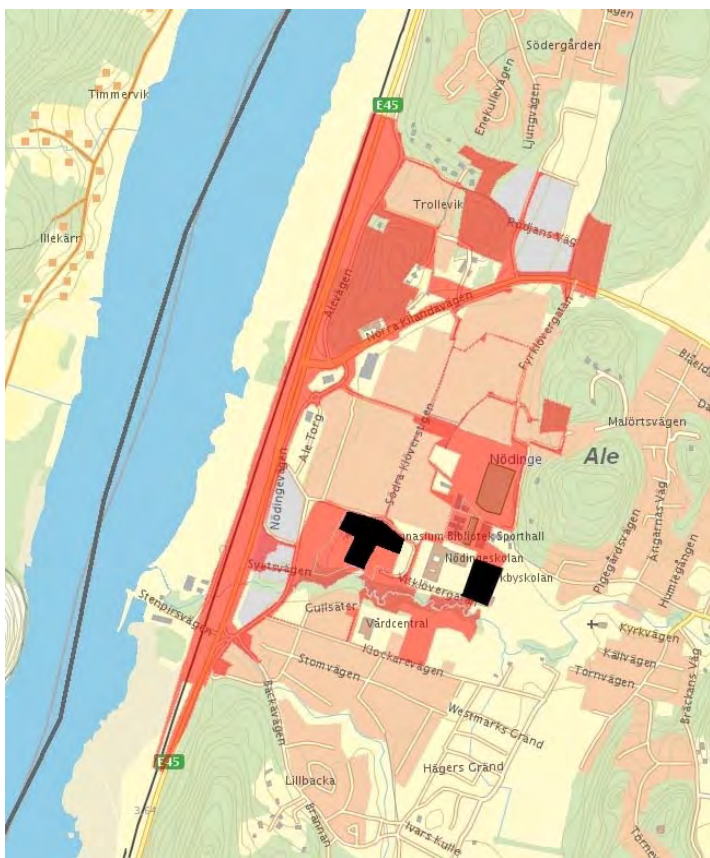
SCB:s data för förvärvsarbetande redovisas punktvis, dvs. varje arbetsgivare är registrerad på en ruta i rastret, och alla företagets anställda redovisas i den rutan. För små och medelstora arbetsgivare anses inte det vara ett problem. Korrigering av utbredning görs för arbetsplatser med mer än 50 arbetande i de fall då arbetsplatsens utbredning är betydligt större än de 100 x 100 m² som är standardutbredningen i SCB:s data. I dessa fall har antalet arbetande fördelats jämnt över bebyggd yta på arbetsplatsen.

3.4. Skolelever

Förekomst av skolor, förskolor, gymnasier och andra utbildningsställen inom utredningsområdet inventeras med hjälp av Fastighetskartan, där fastigheter innehållande sådan verksamhet är registrerade med särskilda typkoder. Antalet elever på utbildningsställena inventeras genom kontakter med respektive kommun, vilket resulterar i kunskap om antal elever per fastighet. I GIS-analysen fördelas antalet elever på en skola över ytan av fastigheten som skolan tillhör. En utbredning över fastighetens yta tros ge en mer verklig bild av utbredningen än att sätta hela värdet i en punkt. En kontroll utförs för att undvika utbredning över orimligt stora ytor. Den övre gränsen för när antalet elever ska fördelas över hela fastigheten sätts till 10 ha (10 celler), och om fastigheten är större görs en manuell justering av utbredningen. Ett exempel på fungerande fördelning visas i, och såhär är det i de allra flesta fall. I Figur 5 krävs en manuell justering.



Figur 4: Kartutsnittet visar tre skolfastigheter (rött) i Ale kommun. Rastret i gråskala visar hur många elever som har fördelats på varje cell som delvis täcker någon av fastigheterna. Antalet elever fördelas proportionellt mot arean som varje cell täcker. Cellstorleken är 100 x 100 meter. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet.



Figur 5: Kartutsnittet visar en fastighet (rött) som innehåller två skolor (svart), men även stora grönytor och några gator. För fastigheter av den här typen justeras fördelningen av elever manuellt till skolans närområde. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet.

3.5. Vårdplatser

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

3.6. Trafikanter på väg

För att bedöma konsekvenser för trafikanter på väg som drabbas av skred krävs uppgifter om:

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

Detaljerad information om dessa samt ytterligare underlag som kan används för att bedöma konsekvenser för trafikanter på väg som drabbas av skred finns i avsnitt 5 samt i bilaga 1.

4. NÄRVAROFAKTORER OCH BETINGAD SÅRBARHET

För att beskriva individens tid under risk används begreppet närvarofaktor. Närvarofaktorn uttrycker hur stor del av tiden som en individ spenderar på en viss plats, sett i ett årligt tidsperspektiv. Närvarofaktorn anges alltså som en procentsats, en andel av året. Närvarofaktorer används även i andra typer av riskanalyser, exempelvis vid beräkning av risker kopplade till farligt-godsolyckor i bebyggda områden.

4.1. Tidigare studier av närvarofaktorer

Litteratursökning på närvarofaktorer inom Sverige gav inga resultat från externa organisationer. SGI har åtminstone två gånger tidigare använt närvarofaktorer: ursprungligen i en riskanalysmetodik som beskrivs i Berggren et al. (1991), och nyligen i en kostnadsnyttoanalys för förebyggande åtgärder mot skred och ras (Fallsvik et al., 2010). Närvarofaktorerna presenteras i Tabell 1 respektive Tabell 2.

Tabell 1: Föreslagna närvarofaktorer i Berggren et al (1991).

Hotad befolkning	Närvarofaktor
Nattbefolkning (dvs. de boende inom zonen)	
Permanentboende	1
Boende i fritidshus	0,3
Boende i hotell (antal bäddar)	0,5
Patienter på sjukhus (antal bäddar)	1
Patienter inom åldringsvården	1
Dagbefolkning	
Antal anställda, elever, dagbarn etc.	0,35
Genomsnittligt antal butikskunder / dag	0,008
Andra tillfälliga besökare, genomsn. antal / dag	0,008

Närvarofaktorerna från Berggren et al. (1991) togs fram inom arbetsgruppen baserat på antaganden och uppskattningar. Följande antaganden gjordes (Berggren, 2010):

- Alla antas vara hemma på natten.
- De som har fritidshus antas använda dem under ca tre månader per år.
- Hotell antas ha ca 50 % beläggning, sjukhus och åldringsvård 100 % beläggning.
- Antal anställda etc. antas vara på jobbet/skolan 8 timmar per dag (alla dagar).
- Butiksbesök och tillfälliga besökare motsvarar 12 minuter.

Det är tvetydigt om närvarofaktorerna i Tabell 1 avser hela dygnet eller endast natt- respektive dagdelen av dygnet. Ovanstående närvarofaktorer var utgångspunkt för de närvarofaktorer som användes i Fallsvik et al. (2010), se Tabell 2.

I Tabell 2 avser närvarofaktorn ”andel av dygnet”. Följande antaganden gjordes:

- Befolkningen spenderar 12 h/dygn i sin permanenta bostad.
- De som har fritidshus antas vistas där motsvarande ca 12 h/dygn i totalt 2 månader per år.
- Hotell antas ha 70 % beläggning och medelgästen spenderar 10 h/dygn.
- Patienter antas spendera hela dygnet på vårdinrättningen, som antas ha 100 % beläggning.
- Antal anställda etc. antas vara på jobbet/skolan 8 timmar per dag (alla dagar).
- Butiksbesök och tillfälliga besökare motsvarar 20 minuter.

Tabell 2: Närvarofaktorer (Fallsvik et al., 2010). Närvarofaktorer har antagits med utgångspunkt i Berggren et al. (1991) med vissa justeringar.

Hotad befolkning	Närvarofaktor
Permanentboende	0,5
Boende i fritidshus	0,1
Boende i hotell (antal bäddar)	0,3
Patienter på sjukhus (antal bäddar)	1
Patienter inom åldringsvården	1
Anställda, elever, dagbarn, etc.	0,35
Genomsnittl. Antal butikskunder/dag	0,014
Andra tillfälliga besökare, genomsnittl. ant./dag	0,014

4.2. Beräkningar och förslag till närvarofaktorer i Göta älvutredningen

I Göta älvutredningen används närvarofaktorer uttryckta som andel av året, dvs. man gör ingen skillnad på dag och nattbefolkning, utan beräknar istället medelnärvarofaktorn med dygn. För en översiktlig riskanalys, och med en skredsannolikhet som inte tydligt skiljer sig mellan dag och natt, bedöms detta vara en lagom detaljnivå.

Närvarofaktor för boende

Om man utgår ifrån att alla människor har en bostad så är närvarofaktorn i bostaden samma sak som den tid genomsnittsinvididen spenderar hemma, dvs. 69 % eller 0,69 (Figur 1). D.v.s. om ett skred går i ett bostadsområde så är det förväntade antalet drabbade = antal boende * 0,69. Närvarofaktorn antas gälla även för befolkningen under 20 respektive över 84 år. Även äldreboende räknas in i kategorin boende eftersom de är folkbokförda på sitt boende.

Närvarofaktor för arbetande

Eftersom långt ifrån alla människor arbetar så går det inte att ta närvarofaktorn 0,15 från Figur 1, på det sätt som gjordes för boende. För de som har ett arbete beräknas närvarofaktorn istället som andelen av veckan som spenderas på arbetsplatsen. 40 timmars arbetsvecka ger därmed $närvarofaktor = \frac{40}{7 \cdot 24} = 0,24$.

Semester behöver inte tas hänsyn till förutsatt att semestervikarier anställs för att hålla verksamheten igång. Närvarofaktorn för arbetande är baserad på heltidsarbete med 40 timmar per vecka, vilket ger ett högre värde än den verkliga medelnärvarofaktorn, eftersom en del bara arbetar deltid, och därmed har kortare arbetsvecka än 40 timmar. Det medför att beräknade konsekvenser för liv vid arbetsplatser kommer att ligga något högt. Däremot räknas personer som har flera deltidsarbeten endast en gång, hos sin huvudsakliga arbetsgivare.

Närvarofaktor för skolelever

Elever har kortare arbetsperioder och även kortare skoldagar. Enligt 3 kap 11§ Skollagen får antalet skoldagar per år maximalt vara 190; skoldagens längd får vara högst 8 timmar (högst 6 timmar för de två lägsta årskurserna). Det lägsta tillåtna antalet skoldagar per år är 178 dagar (4 kap 1§ Grundskoleförordningen). Elevernas närvarofaktor uppskattas utifrån 180 skoldagar per år, 7 timmar per dag, vilket ger närvarofaktorn 0,14 (andel av året).

Patienter inom sjukvården

För inlagda patienter antas samtliga sjukhusplatser belagda och de inlagda antas spendera all sin tid på platsen, således är närvarofaktorn 1,00.

Sammanställning av valda närvarofaktorer

De valda närvarofaktorerna visas i Tabell 3.

Tabell 3: Valda närvarofaktorer.

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

4.3. Betingad sårbarhet

4.3.1. Bakgrund

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

Sårbarhet för människor som hamnar i skred hanteras på liknande sätt genom att utgå från inträffade skred och beräkna kvoten mellan antal dödsfall och antal närvarande för ett stort antal skred.

Sårbarhet definieras enligt rekommendationen i ISSMGE Glossary of Risk Assessment Terms som graden av förlust för ett objekt eller en grupp av objekt inom området som drabbas av olyckan (ISSMGE TC32, 2004). Graden av förlust uttrycks på en skala från 0 (ingen förlust) till 1 (maximal förlust). I Göta älvutredningen används begreppet *betingad sårbarhet* för att beskriva graden av förlust för olika typer av objekt som drabbas av ett skred. Det är objekten *inom skredområdet* som studeras och den betingade sårbarheten är alltså sårbarheten givet att objektet är inom skredområdet när ett skred inträffar.

I föreliggande rapport används betingad sårbarhet för att beskriva dödligheten i skred. Allvarliga och lindriga skador kan i princip beskrivas på samma sätt, men tyvärr saknas statistiskt underlag för att genomföra sådana beräkningar. Eftersom ingen hänsyn tas till personskador i beräkningen så är sårbarheten för individen binär; 0 för överlevande och 1 för omkomna. Genom att studera ett stort antal inträffade skred och söka upp information om antal närvarande i skredområdet och antal omkomna kan ett genomsnittligt värde på betingad sårbarhet beräknas.

Konsekvensen av skredet räknat i antal omkomna beräknas sedan genom att multiplicera förväntat antal närvarande personer med den betingade sårbarheten. Den samhälls-ekonomiska kostnaden av omkomna i skredet fås genom att multiplicera förväntat antal omkomna med värdet av ett statistiskt liv (se kapitel 6).

4.3.2. Beräkning

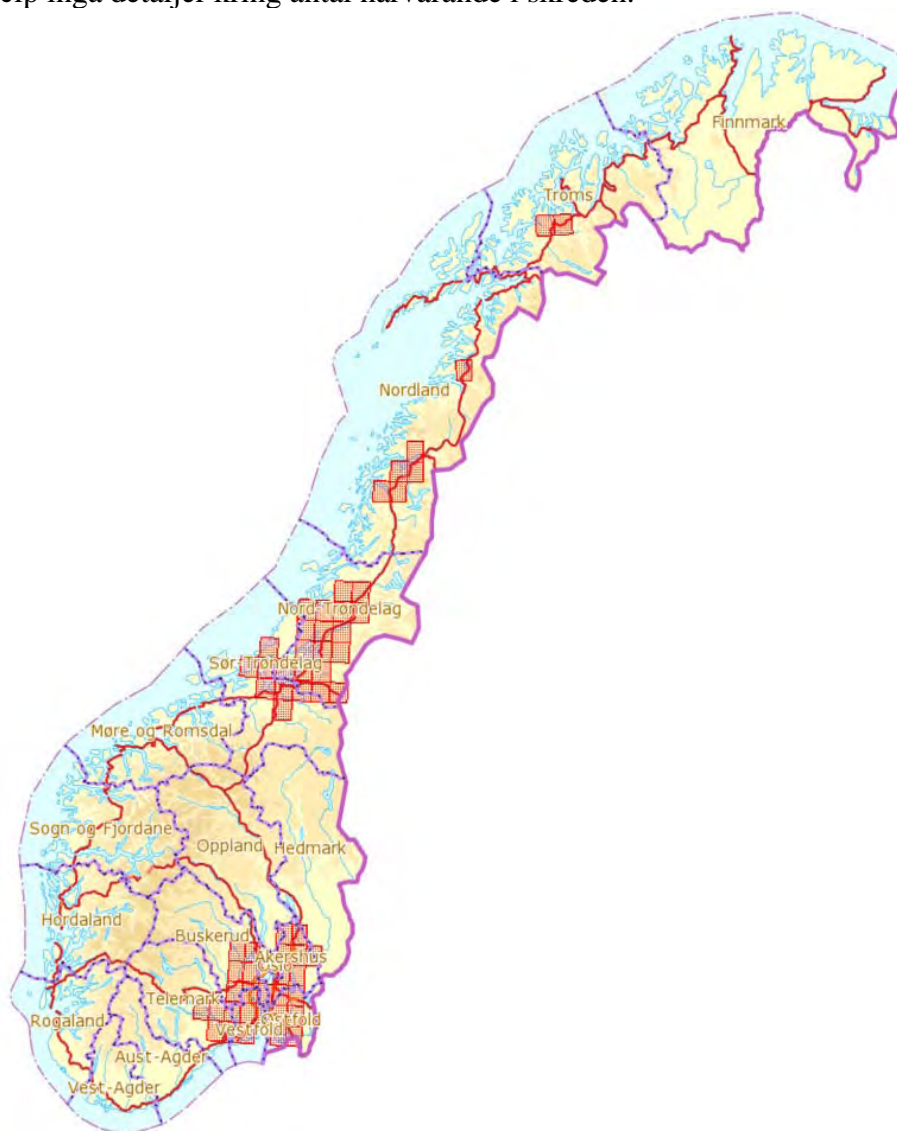
Dokumentation

Underlag från Skrednett, Naturolycksdatabasen och skredrapporter, tolkning av skredbeskrivningar, antaganden och beräkningar är sammanställda i Bilaga 3 som är ett Microsoft Excel kalkylblad (Falemo & Andersson-Sköld, 2011).

Underlag för beräkningen

MSB har upprättat en nationell databas över inträffade naturolyckor: Naturolycksdatabasen (MSB, 2010). I Norge finns en motsvarande skreddatabas: Skrednett, med ett mångdubbelt större underlag.

I norska skredatabasen Skrednett (NGU & NVE, 2010) studerades de områden där kvicklereförekomst är kartlagd (Figur 6). Ett utdrag ur Skrednett med de rödmarkerade områdena och med skred klassificerade som lerskred tillhandahölls av NGU (Nordahl, 2010). Karteringen är grov vilket innebär att både kvicklereskred och övriga lerskred förekommer. Innanför det som markerar ett kartlagt kartblad så är det stora områden som inte har några zoner med kvicklera. Kvikklara finns också i andra områden utanför det som är kartlagt och det finns flera skredolyckor med lera utanför de kartlagda kartbladen (Nordahl, 2010). Urvalet gjordes för att bättre spegla Göta älvdalens förutsättningar, där vissa områden har kvicklera och andra inte. Om Göta älv dalen hade ingått i den norska kvicklerkarteringen hade den högst sannolikt benämnts som ett område där kvicklara förekommer. Omkring 360 lerskred har registrerats i Skrednett i det studerade geografiska området mellan år 950 och 2009. För beräkningar i föreliggande rapport studerades samtliga skred från år 1800 och framåt: omkring 260 skred med sammanlagt 223 omkomna. Anledningen till den begränsningen är att för tidigare skred finns i princip inga detaljer kring antal närvarande i skreden.



Figur 6: Utdraget ur Skrednett omfattar områden där kvicklereförekomst är kartlagd, vilka markeras med rött. Bild från Skrednett.no (NGU & NVE, 2010).

Totalt 14 svenska skred från år 1950 till 2006 studerades. Information om samtliga skred, undantaget Göta, har hämtats från Naturolycksdatabasen (MSB, 2010). Information om skredet i Göta har tagits från SGI skreddatabas. Mer detaljerad information om de svenska skreden har tagits från diverse skredrapporter.

I beskrivningen av varje skred söks information om antal omkomna och antal närvarande, eller uppgifter som kan ligga till grund för antaganden om antal närvarande (t.ex. tid för skredet, antal drabbade bostäder och liknande). I Tabell 4 visas ett exempel på underlag och bedömning. Sårbarheten beräknas sedan som kvoten av antal döda och antal närvarande. Generellt är antal omkomna noggrant noterat. Antal närvarande är i vissa fall nedtecknat, men det vanliga är att antalet måste tolkas utifrån beskrivningen av skredet med vissa antaganden. Skred där informationen anses ofullständig så att inga underbyggda antaganden om antal närvarande kan göras undantas från beräkningen. Om boende har evakuerats före skredet räknas de inte som närvarande, endast de som fysiskt är på plats vid tiden för skredet räknas. Skred där inga personer är inblandade ger givetvis ingen påverkan på sårbarhetsberäkningen.

Tabell 4: Exempel på utdrag ur underlag från Skrednett (grönt) och författarens tolkning (gult). ANT_NÄRV är det antagna antalet närvarande. Antagna min och maxvärden redovisas också. Närvarofaktorn 0,69 antas när information saknas om tidpunkt för skredet. För småhus antas 2,5 boende om ingen annan information finns.

ÅR	PLATS	BESKRIVNING	OMKOMNA	TOLKNING	ANT_NÄRV	MIN	MAX
1989	Hovin	Melhus. På eller ved Hovin gjekk den 29. november 1989 eit leirskred på 4000 m3. Ei kvinne døde då huset ho budde i vart teke av raset. Det kom etter uvanleg kraftig regn. Breidde var 45 m, lengde var 120 m. Høgste nivå var 85 m o.h. lågaste 55 m o.h. Uklart skadeomgang elles. Kartreferanse etter SINTEF.	1	En person omkom. Står inget om eventuella andra i huset. Antagande enligt överst i bladet: dygnsmedelnärvarofaktor 0,69. 2,5 pers per hus.	1,7	1	2,5

Grund för antaganden av antal boende i småhus och lägenhet

I de fall antal boende i småhus eller lägenheter måste antas används boendestatistik från SCB för år 2006 som summeras i Tabell 5 (SCB, 2008). För småhus (alla ägandeformer) beräknades medelvärdet av antal boende i småhus till 2,5 personer. För lägenheter i flerbostadshus (alla ägandeformer) beräknades medelvärdet av antal boende i lägenhet till 1,6 personer. Siffrorna antogs vara representativa även för Norge.

Tabell 5: Genomsnittligt antal boende per boendeform i Sverige. Från SCB (2008).

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

Beräkning och osäkerheter

För varje skred gjordes en tolkning av skredbeskrivningen som motivering till det satta antalet närvarande, tolkningarna är redovisade i kalkylbladet.

I de fall där antal närvarande har antagits har ett min och max-värde på antal närvarande satts. Spannet har satts med ett maxvärde som är ”troligt max”, lägre än det teoretiskt maximala. Det resulterar i att det beräknade min-värdet på betingad sårbarhet ligger högre än det verkliga min-värdet.

För skred med tidsangivelse togs hänsyn till tidpunkten för skredet vid val av närvarofaktor. Dygnet delades i dag (07-19) och natt (19-07) för att antaganden om närvarofaktor skulle kunna göras. För natt antogs närvarofaktorn i bostäder vara 1 (sannolikt överbestämd), och för dag 0,38 (sannolikt underbestämd). För skred utan tidsangivelse användes närvarofaktorn per dygn: 0,69.

Antalet omkomna som anges i databaserna anses vara tillförlitligt.

Människor som bodde inom skredområdet men som evakuerades före skredet räknas inte som närvarande. De som evakueras efter skredet räknas som påverkade av skredet. Utifrån genomgången av skreden framstår evakuering som en framgångsrik metod för att begränsa konsekvenserna av skred, dvs. evakuering har räddat många liv genom åren.

Av de ca 270 studerade skreden ansågs 55 av de norska och 11 av de svenska vara tillräckligt utförligt beskrivna för att kunna avgöra eller göra underbyggda antaganden om antal närvarande. Dessa 66 skred utgjorde underlag för beräkningen av betingad sårbarhet i skred. Övriga skred ansågs ha bristande detaljer i skredbeskrivningen, vilket gör

antaganden om antal närvarande omöjligt. Enligt utförda tolkningar gjorda i föreliggande rapport fanns människor inom skredområdet i 40 av skreden, och i resterande 26 skred fanns inga personer närvarande. Totalt bedömdes 1036 personer ha varit närvarande i skreden, där sammanlagt 167 personer omkom. Betingad sårbarhet beräknades enligt ekvation 6, och beräkningarna sammanställs i Tabell 6.

$$\text{Sårbarhet} = \frac{\text{omkomna}}{\text{närvarande}} \quad (6)$$

Tabell 6: Betingad sårbarhet för människor i skred. Resultat från beräkningar utförda i föreliggande rapport.

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

Det framgår av resultaten att i det urval av skred som gjorts är betingade sårbarheten mångfaldigt högre för de norska skreden än för de svenska. Det finns flera möjliga orsaker till detta. De studerade områdena i Norge är alla klassade som områden där kvicklera förekommer, vilket ansågs vara ett urval som passar tillämpning i Göta älv dalen bra. Om en liknande områdesindelning fanns i Sverige så skulle Göta älv dalen markeras som ett område med kvicklerreförekomst. I Sverige har inget sådant urval gjorts, utan alla skred i databasen togs med i första urvalet. En möjlig orsak till skillnaden i statistiken mellan svenska och norska skred kan vara att dödligheten skiljer sig mellan områden med och utan kvicklera. För de svenska skreden har skredrapporter funnits tillgängliga för vissa skred, där ytterligare information om närvarande har kunnat hämtas. Det medför att sårbarheten beräknas till ett lägre värde för de svenska skreden. Slutligen är antalet registrerade skred med information om närvarande och omkomna betydligt fler i Norge än i Sverige. De norska skreden är tillräckligt många för att ge ett robust värde på sårbarhet för norska förhållanden, men detsamma kan inte sägas om Sverige och svenska skred. Därför utgår vi från hela skredunderlaget vid val av betingad sårbarhet för användning i Göta älvutredningen.

Tolkningen av skredbeskrivningar och bedömningen av vilka skred som är tillräckligt väl beskrivna för att göra antaganden om antal närvarande har visat sig vara mycket viktig för resultatet.

Valt värde för sårbarhet

Värdet 0,16 för betingad sårbarhet används i Göta älvutredningen. Underlag, tolkning och beräkningar redovisas i sin helhet i Bilaga 3 (Falemo & Andersson-Sköld, 2011).

5. TRAFIKANTER PÅ VÄG

Trafikanter skiljer sig från boende och de flesta andra konsekvenskategorier som kan drabbas av ett skred eftersom de befinner sig i rörelse. Därför redovisas separat i detta avsnitt samtliga steg efter själva inventeringen som ingår i beräkningsmetodiken för att bedöma konsekvenser för trafikanter på väg som drabbas av skred. Texten är ett sam-

mandrag av bilaga 1, som i mer detalj beskriver de underlag och ansatser som använts för att beräkna risken för att trafikanter omkommer eller skadas till följd av skred som drabbar en väg.

Från inventeringen krävdes enligt avsnitt 3 uppgifter om skredets utbredning, trafikmängd som årsmedeldygnstrafik, ÅDT, samt hastighetsgräns för att kunna utföra de beräkningar som behövs. Nedan beskrivs kortfattat den metodik som utvecklats inom Göta älvutredningen för att bedöma konsekvenser för trafikanter på väg som drabbas av skred.

5.1. Beräkningsmetodik

Det är lättast att sätta sig in i trafikantens tid under risk om man betraktar ett avgränsat riskområde med en given färdsträcka och fordonshastighet. Det finns mer eller mindre avancerade metoder för att beräkna ”tillfällig sårbarhet”, eller temporal vulnerability, som den engelska termen lyder. Fell et al. (2005) beskriver en enkel metod, och Roberds (2005) beskriver mer detaljerade metoder och fallstudier.

I Göta älv används en blandning av de två presenterade metoderna med anpassning till de data som finns tillgängliga för svenska förhållanden. En summering görs nedan. Beräkningar och källor till antaganden finns i bilaga 1.

Vi utgår från följande möjliga händelser:

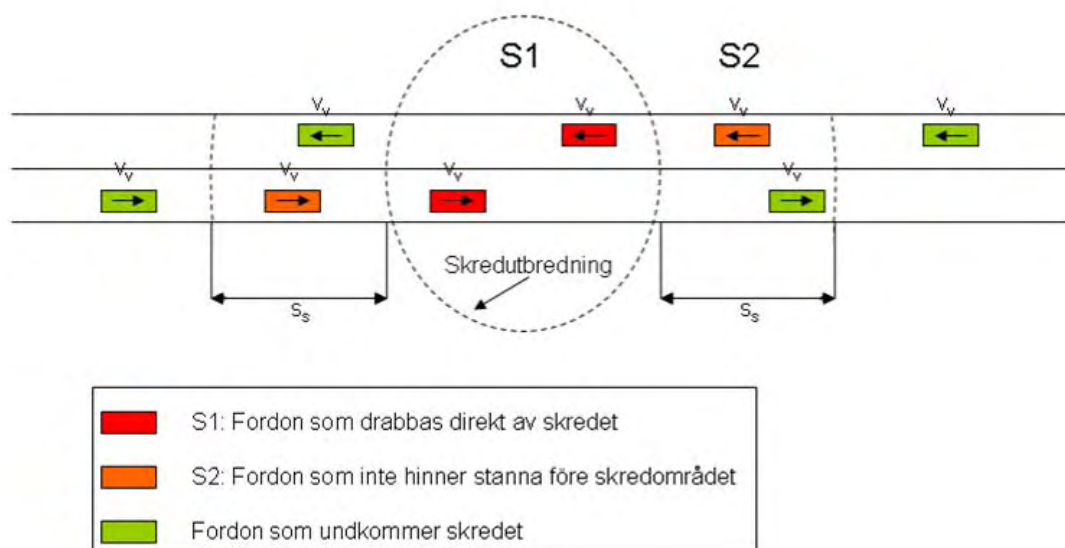
S1: Trafikanter befinner sig inom skredområdet vid tidpunkten för skredet.

S2: Trafikanter som kör i riktning mot skredet hinner inte stanna före skredet.

Antaganden:

- Alla trafikanter inom skredområdet drabbas (S1).
- Trafikanter som vid tidpunkten för skredet befinner sig på ett avstånd som är mindre än stoppsträckan S_s från skredet och som färdas i riktning mot skredet antas köra in i skredet, köra av vägen eller liknande (S2).
- Alla andra trafikanter antas hinna stanna utanför skredområdet och är således inte inblandade.
- Skredet antas ske momentant.
- Fordonets längd försummas i beräkningarna.
- Sikten framåt antas inte utgöra en begränsning; endast reaktionstid och bromssträcka beaktas.
- Samtliga körfält drabbas.

De möjliga händelserna illustreras i Figur 7.



Figur 7: Skiss över skredsituationen för trafikanter.

Scenario S1

Antalet fordon inom skredområdet vid tidpunkten för skredet kan uttryckas som:

$$P(S1) = \frac{\dot{A}DT}{24} \cdot \frac{L}{1000 \cdot V_v} \quad (1)$$

Där

$P(S1)$ = Förväntat antal fordon inom skredområdet vid tidpunkten för skredet (händelse S1)

$\dot{A}DT$ = Årsmedeldygnstrafik, dvs. genomsnittligt antal fordon/dygn som trafikerar vägen.

L = Väglängd som täcks av skredområdet (m).

V_v = Fordonets hastighet före inbromsning. Antas vara lika med hastighetsgräns för vägsträckan (km/h).

Scenario S2

För att undvika att köra in i skredområdet krävs att föraren har tid att reagera och att bromsa till stillastående före skredkanten. Antalet fordon som, i genomsnitt, befinner sig på kortare avstånd än S_s från skredkanten, dvs. det förväntade antalet drabbade fordon in händelsen S2, kan uttryckas som:

$$P(S2) = \frac{\dot{A}DT}{24} \cdot \frac{S_s}{1000 \cdot V_v} \quad (2)$$

Där

$P(S2)$ = Förväntat antal fordon som befinner sig på kortare avstånd än stoppsträckan S_s från skredet med riktning mot skredet (händelse S2)
 S_s = Stoppsträcka (m). Den sträcka som krävs för att hinna reagera och bromsa till stillastående. S_s är beroende av fordonshastigheten före inbromsningen och av reaktionstiden.

Totalt för scenarierna

Stoppsträckan beror av fordonets hastighet före inbromsning (V_v), reaktionstid (T_r) och bromssträckan (S_b). Det förväntade totala antalet drabbade fordon kan uttryckas som:

$$P(bil) = P(S1) + P(S2) = \frac{\text{ÅDT}}{24} \cdot \frac{L + S_s}{1000 \cdot V_v} = \frac{\text{ÅDT} \cdot \left(L + \frac{V_v \cdot T_r}{3,6} + S_b \right)}{24000 \cdot V_v} \quad (3)$$

Där

$P(bil)$ = Förväntat antal fordon som kan påverkas av skredet
 T_r = Reaktionstid (s)
 S_b = Bromssträcka (m)

Bromssträckan kan beskrivas som en andra gradens funktion av hastigheten (Figur B1.2 Bilaga 1), med utgångspunkt i av Vägverket insamlad inbromsningsdata. Baserad på detta samband och med hänsyn till antal personer i fordonet (A) samt den betingade sårbarheten (V) för dessa beräknas förväntat antal omkomna, allvarligt respektive lindrigt skadade för scenarierna S1 och S2 som:

$$P(pers) = \frac{\text{ÅDT} \cdot A \cdot V}{24 \cdot 1000} \cdot \left(\frac{L}{V_v} + \frac{T_r}{3,6} + (0,0128 \cdot V_v - 0,2031) \right) \quad (4)$$

Där

$P(pers)$ = Förväntat antal omkomna (eller på motsvarande sätt kan antalet lindriga resp. allvarliga skador beräknas)
 A = Genomsnittligt antal personer i bil
 V = Betingad sårbarhet för personer i fordon som hamnar i skred, avs. dödsfall, (eller lindriga resp. allvarliga skador)

Fullständig härledning av formler ges i Bilaga 1. Den betingade sårbarheten (V) har inom ramen för detta projekt beräknats baserat på tidigare händelser och diskussion med Trafikverket (Johansson, 2010) för dödsfall och allvarlig respektive lindrig skada. Den totala samhällsekonomiska kostnaden (C) beror förutom sårbarheten på det värde man anser skadan vara för samhället. I föreliggande projekt utgår vi från de värderingar, kalkylvärden, som rekommenderas för statistiskt liv och skador för trafikverken under perioden 2010-12 (SIKA, 2009). Förväntad samhällsekonomisk kostnad blir:

$$C = P(dödsfall) \cdot \text{Värde}_{iv} + P(lindr.skada) \cdot \text{Värde}_{lindr.skada} + P(allv.skada) \cdot \text{Värde}_{allv.skada} \quad (5)$$

Där

C = totala samhällsekonomiska kostnaden

$P(\text{dödsfall})$ = sannolikheten för att ett dödsfall skall inträffa till följd av att fordon påverkas av skredet

$P(\text{allv. skada})$ = sannolikheten för att en allvarlig skada skall inträffa till följd av att fordon påverkas av skredet

$P(\text{lindr. skada})$ = sannolikheten för att en allvarlig skada skall inträffa till följd av att fordon påverkas av skredet

$\text{Värde}_{\text{liv}}$ = kalkylvärde för statistiskt liv (SIKA, 2009)

$\text{Värde}_{\text{allvskada}}$ = kalkylvärde för allvarligt skadad (SIKA, 2009)

$\text{Värde}_{\text{lindrskada}}$ = kalkylvärde för lindrigt skadad (SIKA, 2009)

Sannolikheterna för de olika skadorna, dvs. $P(\text{dödsfall})$, $P(\text{allv. skada})$ respektive $P(\text{lindr. skada})$, kan var och en beräknas enligt ekvation (4) ovan och då baseras på den betingade sårbarheten med avseende på dödsfall, allvarlig respektive lindrig skada som tagits fram inom detta projekt (Bilaga 1, Tabell B1.1). Den totala samhällsekonomiska kostnaden kan därefter beräknas med hjälp av kalkylvärden. Rekommenderade kalkylvärden för respektive skada visas under det avsnitt som beskriver betingad sårbarhet med avseende på dödsfall och allvarliga respektive lindriga personskador generellt, dvs. i avsnitt 5 Tabell 10.

5.2. Storleksordning jämfört med andra konsekvenser

I bilaga 1 redovisas två fallstudier på högratifierade vägar med olika hastighetsgräns. Slutsatsen av fallstudierna är att risken för att någon trafikant omkommer är liten (förväntat antal omkomna var 0,04 resp. 0,006 för de två beräknade fallen). De samhällsekonomiska kostnaderna för denna risk (inklusive personskador) är i storleksordningen 10-100 gånger mindre än kostnader för återuppbyggnad och minskad framkomlighet på den drabbade vägen. I jämförelse med riskerna för människor i bostäder, på arbetsplatser, skolor och inom vården så bedöms risken för trafikanter som liten. Betydelsen kommer ytterligare att testas genom känslighetsanalys som kommer att färdigställas sommaren 2011 (Grahm et al., 2011). Personskador ingår inte i övriga konsekvensberäkningar för människor i skred. Att inkludera personskador i den här delen av konsekvensanalysen skulle visserligen göra att konsekvenskartan hamnar närmare den verkliga kostnaden av ett skred, men vid jämförelser mellan olika områden skulle vägar framstå som farligare än de faktiskt är, vilket skulle kunna leda skredförebyggande åtgärder fel. Mot den bakgrunden har författaren valt att endast beräkna konsekvenser för liv även avseende trafikanter.

5.3. Skredutbredning och visualisering

För en given skredutbredning kan man alltså beräkna förväntad samhällsekonomisk kostnad till följd av förlorade liv i trafiken. För att visualisera konsekvenserna på en karta krävs att en skredutbredning antas. Kostnaden för scenario S1 beräknas per meter väg. Scenario S2 måste fördelas över den väglängd som drabbas av skredet. För denna utbredning antas att 100 meter väg drabbas. Vald utbredning kan jämföras med stoppsträckan som är $S_s = 135$ m vid hastigheten $V_v = 90$ km/h, och $S_s = 50$ m vid $V_v = 50$ km/h. Valet av skredutbredning innebär att för skred som omfattar en längre vägsträcka än 100 meter så kommer kostnaden att överskattas med metoden, och tvärtom för skred

som drabbar en vägsträcka kortare än 100 meter. GIS-analysen utförs enligt ekvation 6 med värden enligt Tabell 7 och värden på sårbarhet vid olika hastigheter enligt Bilaga 1,

$$\text{Tabell B1.1. } C_{liv} = \frac{VSL \cdot \dot{A}DT \cdot A \cdot V_{liv}}{24 \cdot 1000} \cdot \left(\frac{L}{V_v} + \frac{T_r}{3,6} + (0,0128 \cdot V_v - 0,2031) \right) \quad (6)$$

Där

C_{liv} = totala samhällsekonomiska kostnaden

VSL = kalkylvärde för statistiskt liv, 2009 års penningvärde

$\dot{A}DT$ = årsmedeldygnstrafik

A = Genomsnittligt antal personer i bil

V_{liv} = Betingad sårbarhet för personer i fordon i skred, avs. dödsfall

L = Väglängd som täcks av skredområdet (m).

V_v = Fordonets hastighet före inbromsning. Antas vara lika med hastighetsgräns för vägsträckan (km/h).

T_r = Reaktionstid (s)

Tabell 7: Beräkningsparametrar för GIS-analys med beräkning av förväntad samhällsekonomisk kostnad för dödsfall till följd av skred som drabbar väg.

Parameter	Värde
VSL	22 321 000 kr
A	1,7 personer
L	100 m
T_r	2 s
$\dot{A}DT$	Årsmedeldygnstrafik enligt Trafikverket GIS / Trafikföreteelser / $\dot{A}DT$ fordon
V_v	Hastighetsgräns enligt Nationell Vägdatatabas NVDB

6. METOD FÖR VÄRDERING AV LIV

Värdering av liv

Ekonomisk värdering av att rädda liv föreslogs först av Schelling (1968). Tanken är inte att värdera förhindrandet av en specifik individs död, utan att värdera en liten förändring i risken för att dö hos en hel population. Värdet av ett statistiskt liv (VSL) kan beskrivas som den summa som en population tillsammans är beredda att betala för att eliminera en risk som dödar en slumpmässigt vald individ ett år (Hammit, 2000).

I ASEK 4 (Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkylvärden och analysmetoder) presenterar SIKÄ (Statens institut för kommunikationsanalys) rekommenderande kalkylvärden för trafikverken under perioden 2010-2021. Nuvarande VSL för trafikolyckor är vetenskapligt väl underbyggt, ett av de mest väl underbyggda av ASEK:s kalkylvärden för externa effekter (SIKÄ, 2009). Naturvårdsverket har med hjälp av Enveco Miljöekonomi AB gjort en studie på monetära schablonvärden för miljöförändringar. Som en del av detta projekt utreddes det om ASEK-värdena kunde användas som generella

schablonvärden utanför transportsektorn (Björkman, 2009). Slutsatsen blev att ASEK:s värden på VSL kan användas som schablonvärde.

Det kan dock finnas anledning att tro att förtida död kan värderas olika beroende av vad som leder fram till händelsen. En studie av Viscusi (2009) visar resultat att förebyggande åtgärder, för att förhindra att avlida på grund av terrorism, värderades ungefär lika med att förhindra att avlida i förbindelse med en trafikolycka, men värderas dubbelt så högt som förebyggande åtgärder för att förhindra att avlida i förbindelse med en naturkatastrof. Det sammanhang i vilket värderingen av liv sker kan alltså ha viss betydelse. Detta talar i så fall mot att VSL för trafikolyckor skulle kunna användas som mått på förlust av liv och hälsa i andra sammanhang. Å andra sidan den studie som genomfördes av Viscusi bygger bland annat på underlag från attacken på World Trade Centre respektive New Orleans för terrorattack kontra naturkatastrofen. Inverkan av status, inkomst och andra aspekter kan dock ha påverkat bedömningen av värdet för dessa händelser. Förekomsten av en sammanhangsfaktor är vidare inte entydigt bevisad (SIKA, 2009). Detta tillsammans med att VSL för trafikolyckor är vetenskapligt väl underbyggt gör att vi i Göta älvutredningen väljer att använda det värdet på VSL som rekommenderas av SIKA och Naturvårdsverket (Tabell 8).

I konsekvensberäkningen i Göta älvutredningen används det totala värdet för dödsfall. Det totala värdet ska motsvara den samhällsekonomiska kostnaden för en trafikolycka och består av två delar. Dels en riskvärdering, som skall spegla kostnaden för olycksdrabbade individer på grund av förlust av liv eller hälsa, dels materiella kostnader i form av kostnader för sjukvård, administration och skador på egendom samt produktionsbortfall på grund av sjukskrivning eller dödsfall (SIKA, 2009).

Tabell 8: Rekommenderande kalkylvärden för statistiskt liv och skador för trafikverken under perioden 2010-2021 (SIKA, 2009). Värdena är i 2006 års penningvärde.

	Materiell kostnad	Riskvärdering	Totalt
Dödsfall	1 321 000	21 000 000	22 321 000
Svårt skadad	661 000	3 486 000	4 147 000
Lindrigt skadad	66 000	133 000	199 000

Det totala värdet räknas om till 2009 års penningvärde med hjälp av årsmedelvärden för konsumentprisindex KPI (Tabell 9). Värdet för ett dödsfall (VSL) i 2009 års penningvärde beräknas med följande formel:

$$VSL_{2009} = VSL_{2006} \cdot \frac{KPI_{2009}}{KPI_{2006}} = 22321000 \cdot \frac{299,66}{284,22} \approx 23534000kr \quad (7)$$

Tabell 9: Konsumentprisindex, årsmedelvärden år 2000-2009.
Utdrag ur tabell från SCB (2010h).

År	KPI, Årsmedel
2009	299,66
2008	300,61
2007	290,51
2006	284,22
2005	280,4
2004	279,2
2003	278,1
2002	272,8
2001	267,1
2000	260,7

Tabell 10: Kalkylvärden för år 2009 används i Göta älvutredningen. Värdena har räknats upp till 2009 års penningvärde med konsumentprisindex.

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

Kostnader för räddningsinsats

Eftersom räddningsinsatserna främst inriktas på att rädda liv så bör denna samhällskostnad inkluderas i konsekvenser för förlorade liv. För att uppskatta kostnaden för räddningsinsatsen vid ett skred kan jämförelser göras med tidigare inträffade skred. Fallsvik et al. (2010) gjorde en sådan jämförelse med skredet i Vagnhärad 1997 för att uppskatta kostnader för tre fallstudier. Skredet i Vagnhärad 1997 omfattade 1,5 ha, fem villor drogs med i jordmassorna men ingen person förolyckades (SRV, 1998). För skredet i Vagnhärad 1997 betalades 3,4 Mkr i statlig ersättning till Trosa kommun (SRV, 2008). Då hade kommunens självrisk på ca 200 000 kr dragits av, vilket innebär att kostnaden för insatsen var 3,6 Mkr i 1997 års penningvärde. Kostnaden räknades om till 2009 års penningvärde och sedan uppskattades omfattningen av räddningsinsatsen i de tre fallstudierna och sattes i relation till Vagnhäradinsatsen. På så sätt kunde kostnaden för räddningsinsatserna uppskattas. Ingen noggrann undersökning om vad som ingår i räddningstjänstens kostnader gjordes, men det rör sig om faktiska kostnader, dvs. ingen värdering av obehag inför evakuering eller liknande.

För att en schablon ska kunna tillämpas utan hänsyn till skredstorlek måste kostnaden ange som kr/enhet av något slag. En möjlighet är att beräkna räddningsinsatskostnaden per närvarande person för skredet i Vagnhärad. Tyvärr är antalet närvarande personer i skredet inte rapporterat (SRV, 1998; Haverikommissionen, 1998). Fyra av de förstörda husen var bebodda. Skredet skedde på natten, så alla boende antas ha varit hemma. Genomsnittligt antal boende i småhus är 2,5 personer (se stycke 4.3.2), så antalet direkt drabbade personer uppskattas till 10 personer. Kostnaden för räddningsinsatsen i 2009 års penningvärde är 4,2 Mkr (Fallsvik et al., 2010), och kostnaden per närvarande person kan därmed uppskattas till ca 0,4 Mkr. Osäkerheten är naturligtvis stor i denna beräkning. Endast ett skred har studerats, och antalet närvarande är baserat på antaganden. I tillägg görs förenklingen att räddningsinsatsens kostnad är direkt proportionell mot antalet närvarande personer, men kostnaden skulle förmodligen beskrivas bättre med en

konstant och en proportionell del. Schablonkostnaden 0,4 Mkr per närvarande person används för att uppskatta kostnaderna för räddningsinsatser i Göta älvutredningen.

7. FALLSTUDIER

Två fallstudier utfördes under utvecklingen av den föreslagna metodiken (Falemo et al., 2011). Den första fallstudien genomfördes tillsammans med konsekvensområdena Bebyggelse, Väg och Järnväg på ett 16 ha stort område i samhället Nol, Ale kommun. Fallstudien ledde fram till ett antal föreslagna förbättringar, vilka genomfördes i den andra fallstudien. Här testades metodiken i stor skala, då hela utredningsområdet inom Ale kommun analyserades. Slutsatsen blev att metodiken fungerar även i stor skala.

8. DISKUSSION

När den svenska Naturolycksdatabasen har kompletterats med fler svenska skred kan värdet på betingad sårbarhet (dödlighet) i skred beräknas noggrannare. En osäkerhetsanalys kommer under våren 2011 att göras på nuvarande beräkningar och ansatser för att kvantifiera osäkerheterna.

I konsekvensbedömningen ingår boende, arbetande, elever och patienter inom vården. Arbetslösa och pensionärer kommer med indirekt, förutsatt att de som grupper spenderar en större del av sin tid i hemmet än den övriga befolkningen. Det sker genom beräkningen av närvarofaktorn i hemmet, som grundar sig på en stor tidsanvändningsundersökning för personer mellan 20-84 år och som inkluderar både arbetslösa och pensionärer. De som spenderar mer tid i hemmet drar upp den beräknade närvarofaktorn och således sprids arbetslösas och pensionärens dagtidshemmavistelse ut över populationen. Dagtidsvistelse för barn yngre än förskoleåldern ingår inte i inventeringsmetoden. Var människor spenderar sin övriga tid kartläggs heller inte i konsekvensanalysen.

Beräkning och redovisning av konsekvenser för liv baseras på medeldygnsnärvaron och blir därför ett fiktivt scenario. Mer detaljerade analyser där man skiljer på natt och dag går att genomföra, men i en översiktlig analys är det rimligt att hålla nuvarande detaljeringsgrad.

9. SLUTSATSER

Fallstudierna visar att konsekvensbedömning med föreslagen metodik fungerar. Befolkningen i åldrarna 20-84 år kartläggs mycket bra, och av dessa karteras ca 84 % av personernas tid i konsekvensanalysen. Den övriga befolkningen kartläggs på samma villkor som ovan, men statistik för hur deras tid fördelas mellan olika platser ingick inte i underlaget för tidsfördelningen mellan olika platser. Inventeringsmetod och valda närvarofaktorer anses spegla verkligheten väl. Värdering av statistiskt liv enligt SIKÄ (2009) anses tillämpligt även för skred och kan användas för översiktlig skredriskanalys.

10. REFERENSER

- Berggren, Bo (2010). Statens geotekniska institut. Personlig kommunikation 2010-01-12.
- Berggren, B., Fallsvik, J., Hintze, S. & Stille, H. (1991). *LerslänTERS stabilitetsförhållanden. Riskvärdering och beslutsteori. Förslag till metod för riskvärdering*. Statens geotekniska institut, SGI. Varia 333. Linköping.
- Björkman, G.(2009). Rapport om ASEK-värden, bilaga A till *Monetära schablonvärden för miljöförändringar*. Naturvårdsverket. Rapport 6322.
- Falemo, S., Axelsson, J., Grahn, T. & Tobiasson-Blomén, H.(2011). *Metodik konsekvensbedömning. Bebyggelse och kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv. Fallstudie Ale kommun*. Statens geotekniska institut, SGI. Göta älvutredningen, GÄU. Delrapport 24. Linköping.
- Fallsvik, J., Svahn, V., Falemo, S. & Lundström, K. (2010). *Kostnadsnyttoanalys för förebyggande åtgärder mot skred och ras till följd av förändrat klimat*. Statens geotekniska institut, SGI. Varia 603. Linköping..
- Fell, R., Ho, K.K.S., Lacasse, S. & Leroi, E. (2005). *State of the Art Paper 1 - A framework for landslide risk assessment and management*. Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada, 31 May-3 June 2005.
- Grahn, T. et al. (2011). *Metodik konsekvensbedömning. Känslighetsanalys*. Statens geotekniska institut, SGI. Göta älvutredningen, GÄU. Delrapport 23., Linköping.
- Hammit, J.K. (2000). *Valuing Mortality Risk: Theory and Practice*. Environmental Science and Technology, nr 64, pp 1396-1400.
- Haverikommissionen (1998). *Jordskred den 23 maj 1997 i Vagnhärad, D län*. Rapport O 1998:1.
- ISSMGE TC32 (2004). *Glossary of Risk Assessment Terms – Version 1, July 2004*. Technical Committee on Risk Assessment and Management. (http://jyching.twbbs.org/issmge/2004Glossary_Draft1.pdf).
- Löfqvist, Harriet (2010) Regionala tjänster och indelningar, Statistiska centralbyrån. Personlig kommunikation 2010-02-15.
- MSB (2010). *Naturolycksdatabasen*. Databas. <http://ndb.msb.se/>.
- NGU & NVE (2010). *Skrednett*. Databas. <http://www.skrednett.no/>
- Nordahl, Bo (2010) NGU. Utdrag ur Skrednett i shp-format. Personlig kommunikation 2010-10-11, 2010-10-07.
- Roberds, W. (2005). *State of the Art Paper 5 - Estimating temporal and spatial variability and vulnerability*. Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada, 31 May-3 June 2005.
- SCB (2010a). *Befolkningsstatistik. Nyckeltal för Sverige*. (http://www.scb.se/Pages/Product____25785.aspx)
- SCB (2010b). *Kortperiodisk sysselsättningsstatistik. Antal anställda efter näringsgren och sektor*. (http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____20543.aspx).

- SCB (2010c). *Befolkningens studiedeltagande*.
(http://www.scb.se/Pages/Product____9601.aspx).
- SCB (2010d). *Arbetslösa 15-74 år (AKU) efter arbetslöshetstidens längd, kön och ålder. Kvartal 2006K2-2010K3*. Statistikdatabasen. (<http://www.ssd.scb.se/>).
- SCB (2010e). *Ej i arbetskraften, antal personer 15-74 år (AKU) efter orsak, kön och ålder. Kvartal 2005K2-2010K3*. Statistikdatabasen. (<http://www.ssd.scb.se/>).
- SCB (2010f). *Folkmängden efter region, civilstånd, ålder och kön. År 2009*. Statistikdatabasen. (<http://www.ssd.scb.se/>).
- SCB (2010g). *Förvärvsarbetande dagbefolkning 16+ år efter bransch: Arbetsmarknadsstatistik per ruta för en buffertzona längs Göta älv*. SCB 199160/ 858923-6.
- SCB (2010h). *Konsumentprisindex*.
(http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____272151.aspx).
- SCB (2009). *SCB:s register över totalbefolkningen 2008-12-31: Befolkningsstatistik per ruta för en buffertzona längs Göta älv*, SCB 198102/ 858584-6.
- SCB (2008). *Boende och boendeutgifter 2006*. ISSN 0085-6991 Serie BO – Bostäder och byggande. Statistiska centralbyrån.
- SCB (2003). *Tid för vardagsliv. Levnadsförhållanden, Rapport nr 99*. ISBN 91-618-1182-3. Statistiska centralbyrån.
- Schelling, T.C. (1968). *Problems in Public Expenditure Analysis*; Chase, S. Red., Brookings: Washington DC.
- SIKA (2009). *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser - ASEK 4*. Rapport 2009:3. Statens institut för kommunikationsanalys.
- Skolverket (2010). *Samtliga skolformer – Elever – Riksnivå. Tabell 1: Skolor och elever läsåret 2009/10*.
(http://www.skolverket.se/content/1/c6/01/96/38/Samtliga%20skolformer_Elever_Riksniv%20E5_Tabell1webb.xls).
- SRV (2008). *Statlig ersättning enligt lagen om skydd mot olyckor - Rapport och sammanställning 2007*. Diarienumr 200-13-2008, Räddningsverket.
- SRV (1998). *Stora olyckor - Skredet i Vagnhärad 23 maj 1997*. Räddningsverket.
- Statens Haverikommission (2009). *Jordskred vid vägbygge E6 i Småröd, Ö län, den 20 december 2006*. Rapport RO 2009:01.
- Viscusi, W.K. (2009). *Valuing risks of death from terrorism and natural disasters*. Journal of Risk and Uncertainty, vol 38, pp 191-213.
- Vägverket (1994). *Vägutformning 94*. Publikation 1994:049.

BILAGA 1 - TRAFIKANTER PÅ VÄG

I denna bilaga presenteras hela materialet och de beräkningar som är grunden för slutsatser och beräkningsformler som presenteras i rapporten.

Inventering

För att bedöma konsekvenser för trafikanter på väg som drabbas av skred krävs uppgifter om:

- a. Skredets utbredning: den väglängd som täcks av skredområdet. Antaganden för detta måste göras, t.ex. utifrån typskred i olika områden. Motsvarande antagande krävs för att beräkna skadekostnader på vägen.
- b. Trafikmängd som årsmedeldygnstrafik, ÅDT. Trafikverket kan tillhandahålla uppgifter om ÅDT för alla vägar (sektionsvis) i GIS-format. Gatunätet har Trafikverket ingen information om. Samma information krävs för att beräkna omledningskostnader för vägen.
- c. Hastighetsgräns. Finns sektionsvis för alla vägar i samma GIS-material som ovan. För gatunätet kan det vara rimligt att anta 50 km/h överallt.

Beräkning

Det är lättast att sätta sig in i trafikantens tid under risk om man betraktar ett avgränsat riskområde med en given färdsträcka och fordonshastighet. Det finns mer eller mindre avancerade metoder för att beräkna "tillfällig sårbarhet", eller temporal vulnerability, som den engelska termen lyder. Fell et al. (2005) beskriver en enkel metod, och Roberds (2005) beskriver mer detaljerade metoder och fallstudier. För konsekvensanalys för trafikanter som drabbas av skred i Göta älvutredningen har en egen metod utvecklats, en blandning av de två presenterade metoderna med anpassning till de data som finns att tillgå för svenska förhållanden.

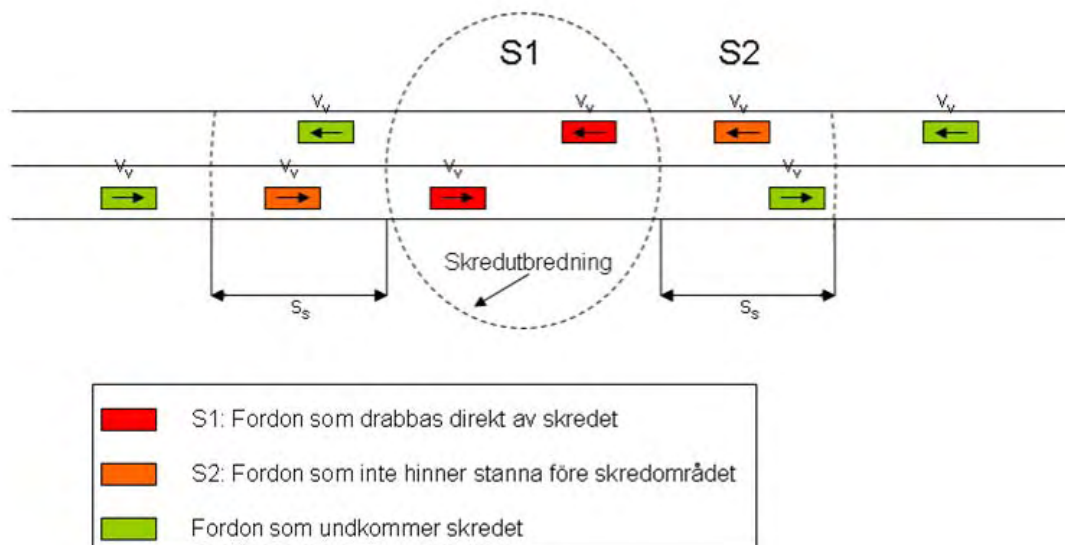
Vi utgår från följande möjliga händelser:

- S1:** Trafikanter befinner sig inom skredområdet vid tidpunkten för skredet.
S2: Trafikanter som kör i riktning mot skredet hinner inte stanna före skredet.

Antaganden:

- Alla trafikanter inom skredområdet drabbas (S1).
- Trafikanter som vid tidpunkten för skredet befinner sig på ett avstånd som är mindre än stoppsträckan S_s från skredet och som färdas i riktning mot skredet antas köra in i skredet, köra av vägen eller liknande (S2).
- Alla andra trafikanter antas hinna stanna utanför skredområdet och är således inte inblandade.
- Skredet antas ske momentant.
- Bilens längd försummas i beräkningarna.
- Sikten framåt antas inte utgöra en begränsning; endast reaktionstid och bromssträcka beaktas.
- Samtliga körfält drabbas.

De möjliga händelserna illustreras i Figur B1.1.



Figur B1.1: Skiss över skredsituationen för trafikanter.

Scenario S1

Antalet fordon inom skredområdet vid tidpunkten för skredet kan uttryckas som

$$P(S1) = \frac{\text{ÅDT}}{24} \cdot \frac{L}{1000 \cdot V_v} \quad (\text{B1.1})$$

Där

$P(S1)$ = Förväntat antal drabbade fordon av händelsen S1

ÅDT = Årsmedeldygnstrafik, dvs. genomsnittligt antal fordon/dygn som trafikerar vägen.

L = Väglängd som täcks av skredområdet (m).

V_v = Fordonets hastighet före inbromsning. Antas vara lika med hastighetsgräns för vägsträckan (km/h).

Scenario S2

För att undvika att köra in i skredområdet krävs att föraren har tid att reagera och att bromsa till stillastående före skredkanten. Stoppsträckan som krävs för att lyckas med detta kan beräknas som

$$S_s = \frac{V_v}{3,6} \cdot T_r + S_b \quad (\text{B1.2})$$

Där

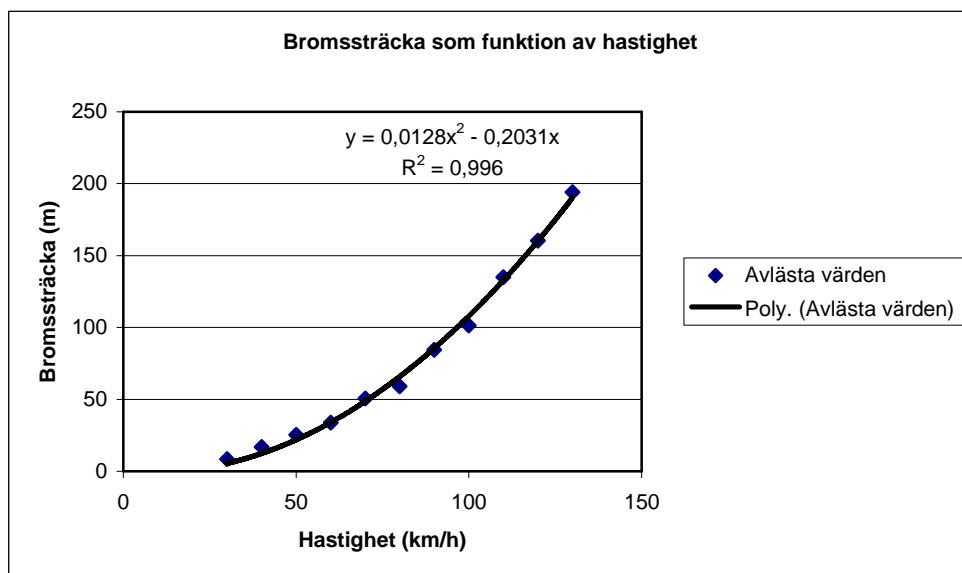
S_s = Stoppsträcka (m)

V_v = Fordonets hastighet före inbromsning (km/h)

T_r = Reaktions tid (s)

S_b = Bromssträcka (m)

Stoppssträckan S_s är den sträcka som krävs för att hinna reagera och bromsa till stillastående. S_s är beroende av fordonshastigheten före inbromsningen, V_v , och av reaktionstiden, T_r . Fordonets hastighet före inbromsning, V_v , antas vara samma som hastighetsgränsen för vägsträckan. Reaktionstiden, T_r , är den tid som åtgår för att fatta beslut och påbörja beslutad handling. Reaktionstiden varierar med förarens prestationsförmåga och trafiksituationen. Utifrån Vägverket (1994) tabell 3.3.9-1 antas förarens reaktionstid vara $T_r=2$ sekunder, en ganska lång tid eftersom skredet får förmodas vara mycket oväntat för föraren. Bromssträckan S_b är den sträcka som krävs för att bromsa till stillastående beror av V_v , fordonets hastighet före inbromsning. I föreliggande projekt användes data från Vägverket (1994, figur 3.3.2-2) för att illustrera sambandet mellan hastighet och bromssträcka med dimensionerande bromsfriktion. Ett antal värden lästes av manuellt från Vägverkets diagram, där bromssträckan visas som linjer. I föreliggande projekt anpassades en linje till de avlästa värdena, i avsikt att kunna beskriva bromssträckan med en formel (Figur B1.2). Den anpassade linjens ekvation används för att beräkna de sökta bromssträckorna i konsekvensanalys för trafikanter i skred.



Figur B1.2: Samband mellan in- och uthastighet och bromssträcka med dimensionerande bromsfriktion. Avlästa värden kommer från Vägverket 1994, Figur 3.3.2-2. Linjeanpassningen är gjord i arbetet med föreliggande rapport. Linjens ekvation används för att beräkna bromssträckan i konsekvensberäkningen.

Antalet fordon som, i genomsnitt, befinner sig på kortare avstånd än S_s från skredkanten är beroende av trafikmängden och beskrivs här med årsmedeldygnstrafik, ÅDT.

Det förväntade antalet drabbade fordon i händelsen S2 beräknas som

$$P(S_2) = \frac{\text{ÅDT}}{24} \cdot \frac{S_s}{1000 \cdot V_v} \quad (\text{B1.3})$$

Totalt för scenarierna

Det förväntade totala antalet drabbade fordon kan uttryckas som

$$P(bil) = P(S1) + P(S2) = \frac{\dot{A}DT}{24} \cdot \frac{L + S_s}{1000 \cdot V_v} = \frac{\dot{A}DT \cdot \left(L + \frac{V_v \cdot T_r}{3,6} + S_b \right)}{24000 \cdot V_v} \quad (B1.4)$$

Förväntat antal omkomna trafikanter pga. skred i vägbanan

För att beräkna förväntat antal omkomna trafikanter krävs även information om antalet passagerare per fordon och om betingad sårbarhet för trafikanter i skred.

Antal personer per fordon, A

Antalet drabbade personer beräknas med hjälp av medelantalet passagerare i personbil, A, som vid resor med bil är 1,7 personer inklusive förare (Holmström, 2010).

Betingad sårbarhet för förare och passagerare i fordon, V

Betingad sårbarhet (sannolikheten för att omkomma) till följd av att skredmassor träffar ett fordon som hamnar i skred har undersökts av Finlay (1996) som ger följande rekommendationer:

Grad av skada Rekommenderat värde

om fordonet begravs eller krossas: 1,0

om fordonet endast skadas: 0,3

Underlaget för rekommendationerna är från Hong Kong, där terrängförhållandena skiljer sig från Göta älv dalen genom att vara betydligt mer kuperat med många skärningar.

Det är svårt att säga något om hur fördelningen för fordons- och personsador i samband med skred kan se ut i svenska förhållanden. En diskussion har förts med Trafikverket; Johansson (2010) anser att en olycka där ett fordon kör in i ett skredområde kan liknas vid en avkörningsolycka. Avkörningsolyckor resulterar i 70 % av fallen endast i skador på bilen; i 30 % av fallen skadas även trafikanter. För hastigheten 90 km/h gäller att 3 % av personskadorna har dödlig utgång, 25 % är allvarliga skador och resterande 72 % är lindriga skador. För 70 km/h är motsvarande dödlighet ca 1,5 %, och andelen allvarliga skador sjunker också. (Johansson, 2010). I föreliggande projekt har konservativa antaganden gjorts om dödlighet vid övriga hastigheter, för att möjliggöra konsekvensberäkningar i Göta älvutredningen (Tabell B1.1).

För att bedöma rimligheten i ovanstående liknelse har skredet i Småröd studerats. Vid skredet i Småröd 2006 hamnade 13 fordon i skredområdet, vilket resulterade i allt från totalskada till lättare skador på fordonen. Av de 28 förare och passagerare som fanns i fordonen inom skredområdet fördes sammanlagt 13 personer till sjukhus. Av dessa bedömdes 10 som mycket lindrigt skadade eller oskadade. Övriga tre personer hade allvarliga, moderata respektive lindriga skador (Statens Haverikommission, 2009). Det är inte känt vilken hastighetsgräns som gällde vid skredet, möjligen var den sänkt pga. pågående vägarbeten. Väntevärdet utifrån avkörningsolycksstatistiken (för 90 km/h) är 2 allvarligt skadade och 6 lindrigt skadade. Utfallet av skredet i Småröd är således något högre än, men ligger i linje med, den svenska statistiken för avkörningsolyckor.

Med den bakgrund som presenteras ovan antas betingad sårbarhet för trafikanter i skred för olika skador och hastigheter enligt Tabell B1.1.

Tabell B1.1: Betingad sårbarhet, V, för olika skador och hastigheter. Sårbarhet vid hastigheterna 90 och 70 km/h har beräknats med ledning av Johansson (2010). Sårbarheten vid 90 km/h antas gälla även för 80 km/h. Sårbarheten vid 70 km/h antas gälla även för 60 km/h. Sårbarhet vid 30-50 km/h antas vara hälften av sårbarheten vid 70 km/h. Sårbarhet vid 100-120 km/h antas vara dubbelt så hög som sårbarheten vid 90 km/h.

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

Förväntat antal omkomna beräknas som

$$P(\text{pers}) = \frac{\text{ÅDT} \cdot A \cdot V \cdot \left(L + \frac{V_v \cdot T_r}{3,6} + S_b \right)}{24000 \cdot V_v} \quad (\text{B1.5})$$

Där

A = genomsnittligt antal personer i personbil

V = Betingad sårbarhet för dödsfall, allvarlig, eller lindrig skada

För beräkning i GIS kan S_b ersättas med ekvationen i Figur B1.2, vilket ger

$$P(\text{pers}) = \frac{\text{ÅDT} \cdot A \cdot V}{24 \cdot 1000} \cdot \left(\frac{L}{V_v} + \frac{T_r}{3,6} + (0,0128 \cdot V_v - 0,2031) \right) \quad (\text{B1.6})$$

Förväntad samhällsekonomisk kostnad blir

$$C = P(\text{dödsfall}) \cdot \text{Värde}_{\text{liv}} + P(\text{lindr.skada}) \cdot \text{Värde}_{\text{lindr.skada}} + P(\text{allv.skada}) \cdot \text{Värde}_{\text{allv.skada}} \quad (\text{B1.7})$$

Kalkylvärde för respektive skada visas i Tabell 10 i huvudrapporten.

Fallstudier

Två fallstudier har genomförts för att avgöra om det är relevant att inkludera trafikanter i konsekvensanalysen i Göta älvutredningen. Slutsatsen av fallstudierna är att risken för att någon trafikant omkommer är liten (förväntat antal omkomna var 0,04 resp. 0,006 för de två beräknade fallen). De samhällsekonomiska kostnaderna för denna risk (inklu-

sive personskador) är i storleksordningen 10-100 gånger mindre än kostnader för återuppbyggnad och omdirigering av trafik på den drabbade vägen. I jämförelse med riskerna för människor i bostäder, på arbetsplatser, skolor och inom vården så bedöms risken för trafikanters som liten.

Fallstudie 1: E45 vid Hjällbo, Göteborg.

Beräkningar gjordes enligt ekvation B1.6 där

$$\text{ÅDT} = 12000$$

$$A = 1,7$$

$$V(\text{dödsfall}) = 0,009$$

$$V(\text{allvarlig skada}) = 0,075$$

$$V(\text{lindrig skada}) = 0,216$$

$$V_v = 90 \text{ km/h}$$

$$T_r = 2 \text{ s}$$

$$L = 300 \text{ m}$$

Vilket gav följande förväntat antal döda och skadade:

$$P(\text{dödsfall}) = 0,04$$

$$P(\text{allvarlig skada}) = 0,31$$

$$P(\text{lindrig skada}) = 0,89$$

Förväntad samhällsekonomisk kostnad för dödsfall, allvarliga och lidriga skador beräknades enligt ekvation B1.7 till

$$C = 0,04 \cdot 22,3 + 0,31 \cdot 4,1 + 0,89 \cdot 0,2 = 2,3 \text{ Mkr}$$

Kostnaden för enbart dödsfall är 0,9 Mkr.

Kalkylvärde för respektive skada visas i *Tabell 10* i huvudrapporten.

Fallstudie 2: E45 genom Lilla Edet

Beräkningar gjordes enligt ekvation B1.6 där

$$\text{ÅDT} = 8000$$

$$A = 1,7$$

$$V(\text{dödsfall}) = 0,002$$

$$V(\text{allvarlig skada}) = 0,019$$

$$V(\text{lindrig skada}) = 0,054$$

$$V_v = 50 \text{ km/h}$$

$$T_r = 2 \text{ s}$$

$$L = 200 \text{ m}$$

Vilket gav följande förväntat antal döda och skadade:

$$P(\text{dödsfall}) = 0,006$$

$$P(\text{allvarlig skada}) = 0,05$$

$$P(\text{lindrig skada}) = 0,15$$

Förväntad samhällsekonomisk kostnad för dödsfall, allvarliga och lidriga skador beräknades enligt ekvation B1.7 till

$$C = 0,006 \cdot 22,3 + 0,05 \cdot 4,1 + 0,15 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ Mkr}$$

Kostnaden för enbart dödsfall är 0,1 Mkr.

Referenser Bilaga 1

- Fell, R., Ho, K.K.S., Lacasse, S. & Leroi, E. (2005). *State of the Art Paper 1 - A framework for landslide risk assessment and management*. Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada, 31 May-3 June 2005.
- Finlay, P.J. (1996). *The risk assessment of slopes*. School of civil engineering, University of New South Wales, Australia. Doktorsavhandling.
- Holmström, Andreas (2010). Trafikanalys. Personlig kommunikation 2010-09-10.
- Johansson, Östen (2010) Trafikverket. Personlig kommunikation 2010-10-04.
- Roberds, W. (2005) *State of the Art Paper 5 - Estimating temporal and spatial variability and vulnerability*. Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada, 31 May-3 June 2005.
- Statens Haverikommission (2009). *Jordskred vid vägbygge E6 i Småröd, Ö län, den 20 december 2006*. Rapport RO 2009:01..
- Vägverket (1994). *Vägutformning 94*. Publikation 1994:049.

BILAGA 2 – VAR UPPEHÅLLER SIG SVERIGES BEFOLKNING?

Koppling mellan aktiviteter och platser

För att få en överblick över hur Sveriges befolkning spenderar sin tid studerades SCB:s resultat från Tidsanvändningsundersökningen år 2000/01 (SCB, 2003), där genomsnittlig tid för aktiviteter har undersökts (se Tabell B2.1). Tiden per aktivitet för en genomsnittlig vecka och som medelvärde av kvinna och man beräknades.

Aktivitetserna delades sedan in i olika fysiska platser: hemma, arbets- och studieplats, kund i butik och liknande, resor samt andra platser. Indelningen i olika platser för aktiviteterna är författarens bedömning. Bearbetningen av statistiken visas i Tabell B2.2 och resultatet åskådliggörs i Figur B2.1.

Beräkningarna ger en uppfattning av hur stor andel av människors tid som kartläggs i konsekvensbedömningen. Man ska dock inte förväxla uppgifterna i Figur B2.1 med närvarofaktorerna som beskrivs i kapitel 4.2.

Tabell B2.1: Genomsnittlig tid för aktiviteter (SCB, 2003: Tabell B:4).

Genomsnittlig tid för aktiviteter år 2000/01 efter kön.

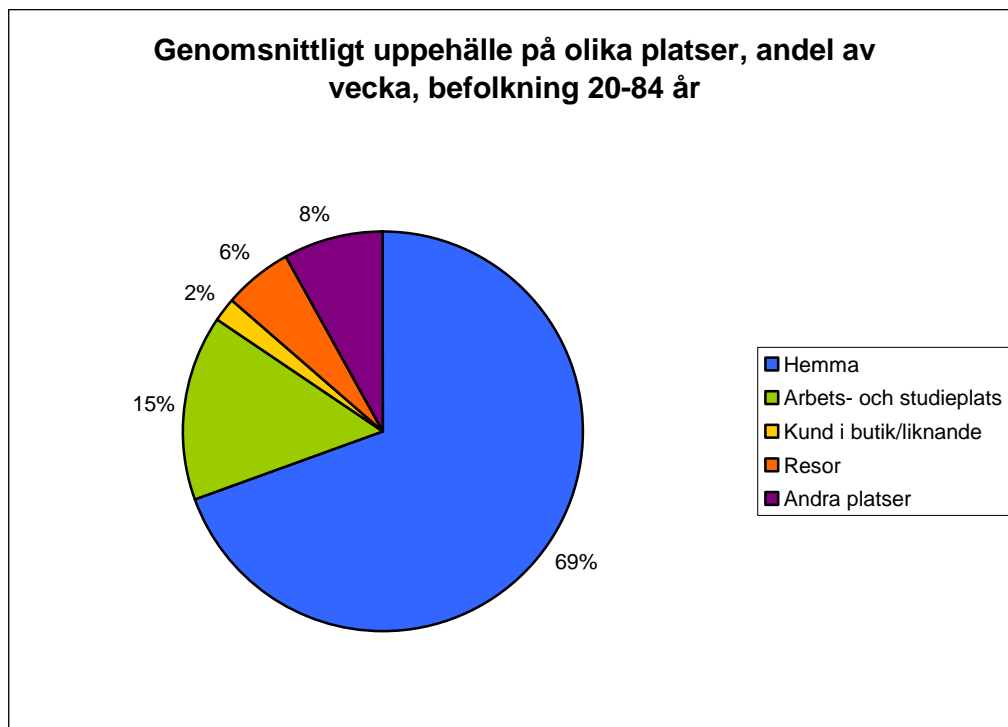
Timmar och minuter per dygn med 95-procentigt konfidensintervall. Befolkningen 20-84 år

	Kvinnor			Män		
	Vardagar	Veckoslut	Alla dagar	Vardagar	Veckoslut	Alla dagar
Förvärvsarbete, mm	3,31 ±0,10	0,44 ±0,06	2,43 ±0,08	5,12 ±0,12	0,55 ±0,08	3,59 ±0,09
Arbetsresor	0,22 ±0,02	0,04 ±0,01	0,17 ±0,01	0,34 ±0,03	0,08 ±0,02	0,26 ±0,02
Förvärvsarbete, totalt	3,53 ±0,11	0,49 ±0,07	3,00 ±0,08	5,46 ±0,13	1,03 ±0,09	4,25 ±0,10
Hushållsarbete	2,01 ±0,04	2,25 ±0,04	2,08 ±0,03	0,56 ±0,03	1,20 ±0,04	1,03 ±0,03
därav Matlagning	0,43 ±0,02	0,53 ±0,02	0,46 ±0,01	0,22 ±0,01	0,31 ±0,02	0,25 ±0,01
Diskning, avdukning	0,20 ±0,01	0,25 ±0,01	0,22 ±0,01	0,10 ±0,01	0,14 ±0,01	0,11 ±0,01
Städning av bostaden	0,30 ±0,02	0,36 ±0,02	0,32 ±0,02	0,14 ±0,02	0,24 ±0,02	0,17 ±0,01
Tvätt, strykning	0,18 ±0,02	0,17 ±0,01	0,18 ±0,01	0,03 ±0,01	0,04 ±0,01	0,04 ±0,01
Underhållsarbete	0,22 ±0,02	0,25 ±0,02	0,23 ±0,02	0,33 ±0,04	0,49 ±0,05	0,38 ±0,04
Omsorg om egna barn	0,28 ±0,03	0,23 ±0,02	0,26 ±0,02	0,15 ±0,02	0,16 ±0,02	0,15 ±0,02
Omsorg om andra	0,09 ±0,02	0,11 ±0,02	0,10 ±0,01	0,08 ±0,02	0,09 ±0,02	0,08 ±0,02
Inköp av varor och tjänster	0,30 ±0,02	0,25 ±0,02	0,29 ±0,02	0,24 ±0,02	0,19 ±0,02	0,23 ±0,02
Annat hemarbete	0,12 ±0,01	0,10 ±0,01	0,11 ±0,01	0,10 ±0,01	0,09 ±0,01	0,10 ±0,01
Resor i samband med hemarbete	0,29 ±0,02	0,26 ±0,02	0,28 ±0,01	0,26 ±0,02	0,29 ±0,02	0,27 ±0,01
Hemarbete, totalt	4,10 ±0,07	4,25 ±0,07	4,14 ±0,06	2,51 ±0,07	3,31 ±0,07	3,03 ±0,06
Personlig omvårdnad	8,50 ±0,05	9,42 ±0,05	9,05 ±0,04	8,22 ±0,06	9,36 ±0,06	8,43 ±0,05
Måltider	1,24 ±0,02	1,53 ±0,03	1,32 ±0,02	1,18 ±0,02	1,50 ±0,03	1,27 ±0,02
Resor i sb med personliga behov	0,01 ±0,00	0,01 ±0,00	0,01 ±0,00	0,01 ±0,00	0,02 ±0,01	0,02 ±0,00
Personliga behov, totalt	10,15 ±0,06	11,36 ±0,06	10,38 ±0,05	9,41 ±0,06	11,28 ±0,07	10,11 ±0,05
Studier	0,23 ±0,04	0,09 ±0,02	0,19 ±0,03	0,17 ±0,04	0,07 ±0,02	0,14 ±0,03
Resor i samband med studier	0,04 ±0,01	0,00 ±0,00	0,03 ±0,01	0,02 ±0,01	0,01 ±0,00	0,02 ±0,00
Studier, totalt	0,26 ±0,04	0,10 ±0,02	0,22 ±0,03	0,20 ±0,04	0,07 ±0,02	0,16 ±0,03
Idrott och friluftsliv	0,31 ±0,03	0,44 ±0,03	0,35 ±0,02	0,34 ±0,03	0,53 ±0,04	0,40 ±0,03
Föreningsverksamhet mm	0,05 ±0,02	0,07 ±0,02	0,06 ±0,01	0,08 ±0,02	0,09 ±0,02	0,08 ±0,02
Underhållning, kultur	0,05 ±0,01	0,08 ±0,02	0,06 ±0,01	0,04 ±0,01	0,09 ±0,02	0,05 ±0,01
Social samvaro	0,59 ±0,04	1,39 ±0,05	1,10 ±0,03	0,47 ±0,04	1,33 ±0,06	1,00 ±0,04
TV och radio	1,46 ±0,05	2,04 ±0,05	1,51 ±0,04	1,58 ±0,05	2,36 ±0,06	2,09 ±0,04
Läsning	0,36 ±0,02	0,40 ±0,03	0,37 ±0,02	0,32 ±0,03	0,34 ±0,02	0,32 ±0,02
Hobbies	0,18 ±0,02	0,25 ±0,03	0,20 ±0,02	0,26 ±0,03	0,37 ±0,04	0,29 ±0,03
Övrig fri tid	0,25 ±0,03	0,28 ±0,03	0,26 ±0,02	0,23 ±0,03	0,29 ±0,03	0,25 ±0,03
Resor i sb med fri tid	0,22 ±0,03	0,40 ±0,03	0,27 ±0,02	0,24 ±0,03	0,44 ±0,04	0,30 ±0,03
Fri tid, totalt	5,07 ±0,08	6,55 ±0,08	5,38 ±0,07	5,15 ±0,09	7,44 ±0,10	5,58 ±0,08
Övrigt, okodbart	0,09 ±0,03	0,06 ±0,01	0,08 ±0,02	0,07 ±0,02	0,08 ±0,02	0,07 ±0,01
Totalt	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Antal dagboksdagar			4420			3535

Tabell B2.2: Bearbetning av SCB (2003), Tabell B:4. Färgningen visar hur indelningen av aktiviteter i olika platser har gjorts: hemma (blå), arbets- och studieplats (grön), kund i butik/liknande (gul), resor (orange) och andra platser (lila). Resultatet visas i Figur B2.1.

**Genomsnittlig tid för aktiviteter år 2000/01 efter kön. Närvarofaktor på olika platser.
Tid per dygn. Befolkningen 20-84 år**

	Kvinnor, Alla dagar		Män, Alla dagar		Medel, män och kvinnor	
	timmar+min	timmar decimalt	timmar+min	timmar decimalt	timmar decimalt	timmar decimalt
Förvärvsarbete, mm	2,43	2,72	3,59	3,98		
Arbetsresor	0,17	0,28	0,26	0,43		
Förvärvsarbete, totalt	3,00	3,00	4,25	4,42		
Hushållsarbete	2,08	2,13	1,03	1,05		
därav Matlagning	0,46	0,77	0,25	0,42		
Diskning, avdukning	0,22	0,37	0,11	0,18		
Städning av bostaden	0,32	0,53	0,17	0,28		
Tvätt, strykning	0,18	0,30	0,04	0,07		
Underhållsarbete	0,23	0,38	0,38	0,63		
Omsorg om egna barn	0,26	0,43	0,15	0,25		
Omsorg om andra	0,10	0,17	0,08	0,13		
Inköp av varor och tjänster	0,29	0,48	0,23	0,38		
Annat hemarbete	0,11	0,18	0,10	0,17		
Resor i samband med hemarbete	0,28	0,47	0,27	0,45		
Hemarbete, totalt	4,14	4,23	3,03	3,05		
Personlig omvårdnad	9,05	9,08	8,43	8,72		
Måltider	1,32	1,53	1,27	1,45		
Resor i sb med personliga behov	0,01	0,02	0,02	0,03		
Personliga behov, totalt	10,38	10,63	10,11	10,18		
Studier	0,19	0,32	0,14	0,23		
Resor i samband med studier	0,03	0,05	0,02	0,03		
Studier, totalt	0,22	0,37	0,16	0,27		
Idrott och friluftsliv	0,35	0,58	0,40	0,67		
Föreningsverksamhet mm	0,06	0,10	0,08	0,13		
Underhållning, kultur	0,06	0,10	0,05	0,08		
Social samvaro	1,10	1,17	1,00	1,00		
TV och radio	1,51	1,85	2,09	2,15		
Läsning	0,37	0,62	0,32	0,53		
Hobbies	0,20	0,33	0,29	0,48		
Övrig fri tid	0,26	0,43	0,25	0,42		
Resor i sb med fri tid	0,27	0,45	0,30	0,50		
Fri tid, totalt	5,38	5,63	5,58	5,97		
Övrigt, okodbart	0,08	0,13	0,07	0,12		
Totalt	24,00	24,02	24,00	24,03		
Antal dagboksdagar	4420		3535			
Närvarofaktor på olika platser						
Hemma		17,38		15,95		16,67
Arbets- och studieplats		3,03		4,22		3,63
Kund i butik/liknande		0,48		0,38		0,43
Resor		1,27		1,45		1,36
Andra platser		1,85		2,03		1,94
Totalt		24,02		24,03		24,03



Figur B2.1: Genomsnittligt uppehålle på olika platser, andel av vecka, för befolkningen 20-84 år. Indelning av aktiviteterna i platser visas genom gemensam färgkodning i figuren och i Tabell B2.2.

Referenser Bilaga 2

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

BILAGA 3 – BERÄKNING AV BETINGAD SÅRBARHET I SVENSKA OCH NORSKA SKRED

Ansatser:					
<ul style="list-style-type: none"> • De som evakueras innan skredet räknas inte som närvarande. De som evakueras efter skredet räknas som påverkade av skredet. Evakuering framstår som en framgångsrik metod för att begränsa konsekvenserna av skred. • Om antal närvarande per hus saknas används närvarofaktor för dag respektive natt. Utgångspunkt är SCBs tidsanvändningsundersökning (SCB 2003) med bearbetning enligt Falemo et al 2011. Dygnet delas i natt (kl 19-07) med närvarofaktor 1,0 och dag (07-19) med närvarofaktor 0,38. 					
Beskrivning av Kolumnnamn: PLATS är platsen för skredet. ÅR anger året för skredet. BESKRIVNING innehåller källans beskrivning av skredet. TOLKNING är författarnas tolkning av antal närvarande enligt beskrivningen					
Skredtillfälle	Beskrivning	Tolkning av antal närvarande	Ansatt antal närvarande	Antal omkomna	
Plats	År	SKRED I NORGE. Källa: Skrednett (2010)			
Brådalen 2	1848	<p>Trondheim. Byneset. I Brådalen frå myrområda ved Songdal ned mot Gaulosen er gått mange leirskred gjennom tidene. Ved Gustadmyra, ved Brågardane glei i 1848 ein husmannsplass ut. Plassemannen omkom. Skredet kom den 27. september 1848, kl. 3 om natta. Storleiken var ca. 60 a 70 mælinger (90 mål) jord som kom med stor fart, tok med seg brua ved Bråplassen og øydela vegen i ca. 400 meters lengde. Av dei tre personane på plassen, lukkast det ei jente og ei kone å redde seg ut gjennom vidnua, medan mannen ikke rakk å kome seg ut. Den einaste kua i fjøset, vart redda ut sjølv om husa vart tekne. 'Efterat jeg i henved 9 aar havde levet i et kjerligt ægteskab med min mand Haagen Andersen, behagede det Herren, natten til den 27de f. M. At bortkalde ham herfra, i en alder av 39 1/2 år. Tung og haard maa skilsmissen være, paa hvad Maade det end skeer, men dog! - meget haardere paa saadan Maade, som det ved denne tildragelse foregik, idet han blev et Rov for et overordentligt jordfald benævnte nat, der tillige ogsaa berøvede mig mit huus og hjem; og blev jeg saaledes ganske blottet for alt, undtagen mit eget liv, som jeg tilfældigviis reddede ved i en ganske fortvivlet og nøgen tilstand og i en overhængende fare at flygte du, efterat huset for en deel var sønderbrudt. Med bedrøvet hjerte bringes dette til slægts og venners kundskab. 'Vær trøstig, mit hjerte! Bedrøv dig ei meer! Tænk, at dig til bedste dog all ting skeer.' Anne Marie sal. Andersen.</p> <p>I dette området gjekk skred også i 1831, 1858, 1865 og 1928, sjå 16034 og 16045, 16059, 16103. Kartreferansen er omtrentleg.</p>	3 personer inom skredområdet.	3	1
Stjørdalsbrua	1859	<p>Stjørdal. Den 5. september 1859 kom eit jordfall i ein leirbakke rett nedafor Stjørdalsbrua. Veggen var teken, og massa rasa ned til eit tegelbrenneri der, tok eit planert område og 7-8000 steinar vart ødelagt. Der arbeidde eit par personar, og dei kom seg så vidt unna skredmassane. Dette er vel Hell sentrum aust for Steinmohaugen, der bensinstasjonen ligg i dag. Det var danske P.V. Nielsen fra Trondheim som starta produksjon av teglestein, med uttak av leir sør for bedrifta. Truleg vart teglesteindrifta innstilt etter raset.</p>	Ett par personer tolkas som 2.	2	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

Kvidal	1871	Rissa. Stadsbygda. Kvidalsraset. Eit stort leirras gjekk sundag den 17. desember 1871 rett sør for Kvidalsgarden i dag. Eit leirras glei ut og gjekk mot garden Kvidal. Raskanten vart om lag 5-6 meter djup. Nede på Kvidalsvaldet låg ein husmannsplass Rønningen der det budde 3 kvinner og eit spedbarn. Dei såg raset kome og rømde heldigvis huset og berga så vidt livet, for raset for over tunet og husa, tok stove, stabbur, fjøs. I ku og 3 sauer døde. Skredet tok alt inventar og husdyrfor. Leirsupa for ned elvedalane, ved Prestelvmunninga lage det flodbølger som gjorde lite skade. Raset stogga 150 meter frå husa på Kvidal, og det tok nokre dagar før raset stabiliserte seg. Leira ligg m.a der idrettsplassen er i dag. Volum er rekna til ca. 4-500 000 m ³ . Det gjekk ut 80-90 mål jord. Raslengde var 1000 alen, breidde 3-500 alen. Kartreferansen er omtrentleg.	4 personer fanns inom skredområdet men hann undan.	4	0
Holem	1874	Snåsa. Holem gard, Snåsa. I skråninga nedanfor husa på Holem kom den 7. april 1874 eit stort jordfall. Dette var 3. påskedag, og heile plassen Holemsrønningen med hus, buskap og jord rasa ut i Snåsavatnet. Skredet kom frå ei høgde kalla Holemsaksla. Inger Marie Holem var i fjøset og kom inn i skredet, med ein klare å berge henne om kvelden. Då var ho så sjokkskadd at ho aldri kom seg til att. Elles var tilfeldigvis dei andre ikkje heime då skredet gjekk. Arealet som rasa ut var ca. 100 mål, truleg med eit volum på 1 000 000 m ³ (Kåre Sand). Før ulykka var det stormvêr i området. Raset laga store flodbølger på Snåsavatnet. Sjøane slo langt innover land m.a. på Holemsøya. Bølgehøgden er ikkje kjende. Kartreferansen er omtrentleg.	1 person var inom skredområdet.	1	0
Holum	1883	Ullensaker. På Holum på Romerike, den 25. og 26. november 1883 vart alle husa og uthusa på gardane Søndre og Nordre Holum tekne av leirskred. Dei låg litt nord for Kløfta. 6 menneske døde, alle frå søre Holum. 'Hans Paulsen og kone samt 4 Barn ble herunder ihjeslagne.' Fire personar som budde i ein loftsetasje kom seg ut gjennom ei takluke og redda livet. 'Hele Lerelven er opfyldt af Blaaler saa man kan gaa den hvorsomheldst naar man lægger ut Bord aa gaa paa'. Dei fleste husdyra omkom. Om lag 120 000 m ³ forsvann ut i Leirelva. Vatnet stod på høgde med taket på Kråkefoss mølle. Volum (SINTEF) er rekna til 1.330 000 m ³ . Hausten hadde vore regnvåt og dei hadde fått forvarsel fjorten dagar før ved eit leirras på 5-6 mål tett ved Holum. Sjølve hovudraset skjedde natt til 26.11. 10 menneske låg i hovudbygningen på Holum, og alle følgde med på den kilometerlange ferda i leirmassane, men fire overlevde. Det vart laga ei demme med høgde på 12,5 m og 6, 5 km lang, som brast og skylde over land og vegar, samt sette Krogfos bruk ut av drift. Alle bruene vart tekne. 28 husdyr døde.	Tio personer fanns på den gård som drogs med i skredet. Inga oppgifter finns om att några fler ska ha varit inom skredområdet.	10	6
Verdalsraset	1893	Verdal. Verdalsraset. Verdalselva renn gjennom den breie Verdalen og munnar ut ved Verdalsøra. Leiravsetningar opp til 200 m o. h. I mellomalderen skal her gått fleire store leirskred, og i 1822 ved Follobekken, også skred her m.a. i 1853 og 1867. Folk merka at våren 1893 kom med uvanleg mange ultras langs bekkar og elvar i det seinare rasområdet. Bonden på Kråg merka fleire småras i området. Den 18. mai skjedde ei utgilding ved Reppe, og så kom det typiske fenomenet at elva vart slamførande og grå, endå det hadde vore tørt ver ei stund. På fredagskvelden 19. mai gjekk folk til sengs som vanleg, men gardkona på Øvre Skjørdal på sørsida av elva såg ved halv-eitt tida mot Follo og Jermstad, vart merksam på første skredet. Eit parti av garden Kråg glei ut i bekkefare. Tett etterpå gjekk nye skred som tok med seg heile Follogrenda, kom tvers over dalen og sprøyta seg opp gjennom liene mot motsatt side. Endeleg kom eit siste skred, det største, då heile Jermstadgrenda glei ut. Skredet varte frå ein halv time opp til halvannen. Leirfallet vart eit såkalla flaskehalsskred,	250 personer bodde i området, antar att de var inom skredområdet eftersom det var sen kväll.	250	116

		<p>rasmasse strøymde gjennom ein skredporten mellom Eklo og Mo. Det første skredet tok kursen oppover langs elva i søraustleg retning. Nokre minutt etterpå kom neste skredbølgja tvers over dalen og velta som brottsjøar mot Bjørkberga både oppover og nedover. Kort tid etter kom det siste og største som breidde seg nedover dalen i stor fart, tok den eine garden etter den andre. Gardane og plassar i denne sonen var m.a. Gjermstad, Trøgstad, Lunden, Ness Østre, Ness Mellom, Ness vestre, Kålen, Lennes, Nordlyng, Blåmelenget osv.</p> <p>Raset laga ein stor innsjø: Vukusjøen, og nye gardar kom i fare og vart evakuerte. Vukusjøen vart 4 km lang, og utpå dagen 20. mai begynte det å renne over. Men demninga gav ikkje plutseleg etter, og det kom ikkje ytterlege dødsulykker, berre nye materielle skadar. Massane var lenge ustabile. Natt til 21. mai gjekk eit av dei første, store etterrasa nord for Rognhaugen. Og om morgonen den 6. september kom eit nytt, svært ras som varte i 20 minutt.</p> <p>Mange omkom av utmatting og kulde før hjelpa nådde fram, eller var så hardt skadde at dei døde kort tid etterpå. Det tok si tid å få oversikt. Det endelege talet vart 111 døde under raset, og i tillegg fem rett etterpå, slik at det samla talet vart 116 menneskeliv, av i alt 250 menneske som budde i bygdesamfunnet her. Tap av husdyr: 33 hestar, 202 storfe, 345 småfe og 25 griser strauk med. Dei materielle skadane viste seg å bli enorme: 55 millionar m³ masse hadde rasa ut frå eit område på ca. 3000 dekar, og dekt over 9000 dekar med fleire meters slam. I tillegg kom etterskredet den 6.9. med ca. 10 mill. m³. Over 100 gardar og bruk fekk store skader av sjølve raset, mens ytterleg 20-30 vart skadd av Vukusjøen.</p>			
Sandbakken	1898	<p>Målselv. Målselvdalen. Garden Sandbakken på vestsida av Målselva, grensar mot Rossvoll Øvre og Takhombukt. Ligg litt ovafor kyrkja. Det hadde vore små utrasingar i dagane forut. Der gjekk så eit katastrofalt leirfall i bitande kulde (20-30 minusgradar) den 6. desember 1898 kl. 0500. Det rasa ut mest der gardshusa stod, bustadhuset reiste medan fjøs og stall stod att. Heile garden med om lag alle andre husa kom bort, rapet fylte nesten heile elva. Garden hadde to stovebygningar, og i hovudbygningen låg gardkona, ein son og to vaksne dotrer saman ein gjest. I den andre stova losjerte ein familie med 3 barn. Sju menneske døde, 2 skadde. I alt 5 vart redda av folk som kom til etter halvannen time. (To dagar seinare kom eit mindre skred på om lag same staden, og dette tok eit uthus.) Sjølv raset skjedde medan folka var i ferd med å stå opp. Dei som omkom var Dorthea Knudsdatter, gardkona, sonen Jakob og dotrene Lorenze og Magna. Der budde på den tid ein fotograf Simon Kjæreng og kona Elive med eit 16 dagars barn, og desse to omkom. Også ein gjest, kårmann Nils Anton Jensen 'omkom under Besøg pa Gaarden Sandbakken ved Udrasning af Maalselven.' Mange husdyr døde. Raset var 50 m breitt, 170 m langt og om lag 20 m djupt, dvs. eit volum på ca. 200 000 m³. Fotografen var på eit møte oppe i bygda denne natta og berga seg. Husa vart bygde opp att 3-400 m lenger nord. Tre av dei døde vart aldri funne. Det vart laga ei vise om ulykka. I 1998 vart det avduka ein minnestein der.</p>	Sju personer omkom, och 5 blev räddade. Tolkas som 12 personer inom skredområdet.	12	7
Grubbåsen	1900	<p>Levanger. Grubbåsen i Åsen. Laurdag 5. mai 1900 gjekk eit leirskred i Vuddudalen ved Kleiven gard, om lag der rasteplassen i dag er ved riksvegen. Det skjedde i samband ned jernbaneanlegget ved å 'skjere seg' gjennom Grubbåsen sør for Åsen. Fire menn var i området der skredet kom, alle vart tekne og tre omkom. Dette var Andreas Noem, Nils Indset, Ole Lundkvist. Ein kar vart berga av andre som var i nærleiken. Raset var kanskje løyst ut av ei dynamittsalve. I mars 1901 kom eit nytt ras her, tok heile hovudvegen, som glei ut ved Grubbåsen, sjå idnr. 17120.</p>	4 personer fanns inom skredområdet.	4	3

Göta älvutredningen – delrapport 15

Gullsmed- vika	1902	Rana. Mo, Gullsmedvika. Tysdag kl. 1800 den 11. november 1902 gjekk eit leirskred i utskjeringa i Gullsmedvika i Mo. Dette kom i samband med jernbanearbeid, og 12 arbeidarar kom inn i skredet. Det skjedde på sørsida av Gullsmedvika, og første volumanslag var på 4000 m ³ . Det vart eit stor redningsarbeid med å grave dei rastekne ut. Ein del av arbeidarane hadde søkt ly bak stimstussen, og mange av desse vart snart funne i live, men med større og mindre kvestingar, og 2 var døde. Seinare vart funne ein død til og ein så sterkt skadd at han døde kort tid etter på sjukehuset, slik at i alt fire menneske omkom i skredet, og 8 vart skadde. 'omkom ved lerras under jernbanearbeide. Ved lerraset i Guldsmevik omkom 3 arbeidere og flere saaredes, hvoraf 1 senere døde. Alfred Lund fandtes først etter lengre tids graving.' Dei døde: Alfred Edvardsen Lund, Brønnøy, 38 år, Emil Peder Strøm, Velfjord 32 år, Syver Thorsen Herten, Alstahaug 31 år, formann Andreas Haukland, Vefsn 32 år. Skredet kom i samband med graving for jernbanetraseen og var truleg årsaka av det. Kartreferansen er omtrentleg.	12 personer var inom skredområdet.	12	4
Volden	1909	Verdal. Volden. Sist i juli 1909 gjekk leirfall aust fot Volden (Vollen), Vollaraset. Området som glei ut heiter Dynnvollflata. I alt gjekk med 35 mål. Folk dreiv med slåtten her, men ingen kom inn i skredet då det gjekk i matpausen. Kartreferansen er omtrentleg (aust for dagens Vollen).	Inga personer var nærvarande.	0	0
Sim	1920	Skaun. VedLaugen i Børsla gjekk leirskred den 24. september 1920, kl. 0700. Her gjekk skred også den 18.10 og 13.11. same året. Skredet skjedde ved garden Sim på nordaust enden av vatnet, 65 m o.h. Kan hende vart dette løyst ut av vegarbeid, då vegen i området vart lagt om og flytta nærare vatnet. Ein kar vart teken av skredet, men kom frå det utan større skadar. Skade på veg og dyrka jord. Ingen flodbølger.	1 person fanns inom skredområdet.	1	0
Harseraset	1921	Verdal. Dalbakken. Etter Hærfossens gjennombrot. Vest for Dalbakken går ein dal kalla Harsvedalen, der det våren 1921 kom eit leirskred: Harseraset. Ein mann var i området, og han merka grunnen tok til å bevege seg og sprang unna, men han fall ned i sprekken i utkanten av raset. Heldigvis kom folk straks til og drog han opp. 10-15 mål glei ut. I desse områda har gått fleire, mindre skred seinare, m.a. på Tyve, Skjelstad og Overholmen. Kartreferansen er plassert vest for Dalbakken.	1 person fanns inom skredområdet.	1	0
Gretnes	1925	Fredrikstad. Gretnes var ein gard heilt nord i Borge, sør for Glomma, 450 m vest for E6 i dag på Årum. Gretnes låg 25 m o.h. og 350 m vest for garden rann Gretnesbekken. Her gjekk leirskred den 17. og 18. april 1925, etter ein lang nedbørsperiode. Det begynte med ei skredopning på 35 m fra bekkens og austover mot garden, glei utover mot dalen til Gretnesbekken og vidare ned til Glomma. Det gjekk fleire skred i løpet av to døgn, og skredkanten kom nær gardshusa. Det vart opp til 220 m breitt og hadde ei lengde på 260 m. Det totale skredområdet av innmark var 40 mål. Då det begynte med småras, klarte ein å flytte innbo og husdyr, men det viste seg at bustadhus (15 m frå raskanten) og fjøs ikkje kom til skade. Men det strauk med mindre hus. Store jordskadar. Høgdeforskjell 25m - 5m. 15 år tidlegare var her gått mindre ras.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. Ganska detaljerad beskrivning.	0	0
Gullsmed- vika	1925	Rana. Mo. Eit leirskred gjekk midt i juli 1925 i den store Gullsmedvikskjeringa på Nordlandsbana. Dunderlsandsbana går gjennom staden og vart heilt blokkert i 50 meters lengde. Dette skjedde ved Kongestøtten, og volum på skredet var 6000 m ³ . Det gjekk føre seg arbeid på denne strekningaa, men skredet kom utanfor arbeidstida.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. Skred utanför arbetstid på järnvägsområde.	0	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

Roghella	1925	Hemnes. Eit leirskred i Leirdalen den 14. april 1925. Skredet kom kloss inntil husa på garden Roghella, og gjekk over elva. Det vart stor jordskade, truleg også uthus gjekk med, samt skade på veg. Det finst foto av dette skredet.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. Tolkning: ansatt värde för antal närvarande är noll, men kan uppgå till 2,5 personer enligt schablon per små hus	0	0
Helgerud	1927	Lier. Helgerud. På garden Helgerud gnr. 55, nordvest for Lierbyen, gjekk 22. mars 1927 eit leirskred. Skredet gjekk rett nedanfor garden og tok med seg store jordområde. Skredet gjekk over mot naboeigedommen mot vest til Berfløtbekken, og danna ein høg kant berre 15 meter frå bustadhus. Mange mål fall ut. Det gjekk også skred på andre eigedommen. Det er fire bruk på Helgerud. Husdyra vart redda unna og folk måtte evakuere bustadhusa. Kartreferansen er omtrentleg.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Grungstadvatnet	1932	Høylandet. Den 31. mars 1932 gjekk eit stort kvikkleirskred på Eidsmoskogen ved Grungstadvatnet. 720 000 m ³ (Holmsen) leirmasse glei ut frå ei skredgrop på 1200 m lengde og 2-300 m breidde. Leirfallets munning var nokre meter nord for Føttbekken, på sørsida av vatnet, mellom Seterhaugen og Hessidalen. Skredet tok jord og skog. Det låg is på Grungstadvatnet då det skjedde. Tre mann var på ei tømmerlune der då grunnen tok til å svikte, og rømde unna og klarte seg så vidt. Like etterpå kom granskogen seilande i ein straum. I ca. 3 kvarter stod det på. 120 mål glei ut i djupn på 6 m. Stor vegskade (1000 m). Årsaka var truleg senking av vasstanden pga. av at tidlegare flaum hadde endra elvefaret. Skade for over 100 000 kr.	3 personer inom skredområdet.	3	0
Drammens Glassverk	1935	Drammen. Den 8.(7?) januar 1935 gjekk eit strandsoneskred ved Drammens Glassverk, der er eit industriområde no. Leirskred, og delvis eit undersjøisk skred. Heile fabrikkens kaianlegg i ei lengde på 2-300 m og breidde på 20-30 meter glei plutseleg ut og forsvann i elva med brygger og lagerhus (skjervehus). Fire mann som var i området, kom med i skredet og omkom. To andre arbeidarar redda seg i siste liten ved å hoppe over sprekkene som opna opp seg framføre dei.	6 personer inom skredområdet.	6	4
Kleivbogen	1937	Holmestrand. I Kleivbogen, på Botne, nær Holmestrand gjekk eit leirras i 1937 den 12. januar kl. 10.30. Breidda på raset var 50 m. Dette var eit strandsoneskred. Eit stykke av riksvegen glei ut i fjorden. To vegarbeidarar måtte springe for livet, og berga seg så vidt. Jernbanelinja var også truga. Vegen vart bygd opp att med steinfundament. Kartreferansen er omtrentleg.	2 personer inom skredområdet.	2	0
Herøya	1943	Porsgrunn. På Herøya gjekk eit jord/leirskred den 24. juli 1943, 200 m breitt og 200 m langt. Årsaka var bomberaidet dei allierte gjorde for å treffe fabrikkane. Eit bustadområde på Klevstrand på flata ved Gunnekleivfjorden vart råka av ca. 50 bomber. Dette gav årsak til eit stort leirskred. Skredet glei ut mot fjorden i eit område på 50 mål, og 10-12 bustadhus vart øydelagde, grunnmurane skadde og hustaka fall av. 50 menneske var i fare, men ingen vart alvorleg skadde. I dag er dette området sør for skolen, frå fjellknausane og ned mor fjorden.	50 människor var i fara.	50	0

Göta älvtredningen – delrapport 15

Huserud	1950	Enebakk. Huserud gnr. 56.1. Den 10. oktober 1950 gjekk eit stort kvikkleirskred på andre sida av Øyeren i høve til Trøgstad-ulykka seinare. Storleiken var på 65-120 mål. Volumet var på 1.400.000 m ³ . Dette skredet gjekk på Huserud, utanom busetnad og førte ikkje til husskade, men gav skade på jord, og ein traktor vart teken. Skredet rasa ut i Bølerbekken og gjekk vidare etter Sandsåa og ut i Øyeren, og laga også oppdemming av alle sidebekker ned mot Øyern. Dette er i volum klart større enn det 17 år seinare Trøgstadskredet som gjekk ca. 1 mil unna. Området er seinare planert og dyrka opp att.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Borgen	1953	Ullensaker. Natt til veslejulaften 1953 vart Fagereng gard på Borgen (Børgen) teken heilt ut av kvikkleirskred, alle husa (7) vart tekne, også eit sagbruk forsvann. (Borgensskredet) Dagen før var det oppdaga utglidingar i skråninga ved ein bekk, og familien flytta ut akkurat før raset kom. Folket her var vant med trussel om leirskred. Ein hest og ei ku vart redda ut av leira 1 km nede i bekkedalen, men andre husdyr vart drepne. Skredet var 1,5 km langt og demnde ein bekk nedanfor, og det vart laga ein innsjø. Dette skredet er omtalt i mange fagtidsskrift etc. som eit klassisk eksempel på leirskred, ei såkalla flaskehalsskred. Volum 2-300 000 m ³ . Skråninga var her ca. 4 %, og ein skulle ikkje tru at her var fare for skred. I dette område skjer mindre leirskred nesten kvart år, dei fleste på ubebodde stader.	En hel gård drogs med i skredet. De boende hade flyttat ut före skredet. Antar att ingen var inom skredområdet.	0	0
Furu	1959	Overhalla. På Furre (Furu) i Skage gjekk leirskred den 14. april 1959 kl 0850, ned mot Namsen. Furu utgjer to gardar og ligg på venstre breidd av Namsen ca. 12 km ovafor utløpsosen. 180 mål glei ut, 850 m i lengde og 300 m i breidde, ca. 3 mill m ³ i volum, demde opp halve elva (til ei øy der). Høgdeforskjell frå 20-2 m o. h. Bustadhusa vart tekne både på nordlege og sørlege bruket, også uthus og fjøs, samt stor jord- og skogskade. På det sørlege bruket budde ein invalid som vart ført med huset, men redda seg. Men ei kvinne der som var gått ut for å møte bussen, kom inn i skredet og ho omkom. Skredet skjedde på eit 10 cm lag av kvikkleire i grunnen, på ei svært slak skråning. I 1957 hadde starta ein auka erosjon av elva, særleg på elvebreidda på sørrsida, noko som kan ha destabilisert området. Sjå 1808.	2 bostadshus och några uthus drogs med i skredet, minst två personer fanns där. Texten tyder på att det inte var fler personer som var inom skredområdet. Tiden för skredet var kl 9.	2	1
Hovrasen	1962	Stjørdal. Skjelstadmarka. Natt til 15. september 1962 gjekk eit digert leirras, Hovrasen, i Hegra. 2000 mål skog og innmark vart øydelagt, og ein stor leirmasse rann nedover Rømodalen og sette under vatn ei parti på 2-3 km lengde. Det hadde regna mykje forut. Ein to år gammal gut miste liv. Folk i Hovgrenda merka eit bulder, og landskapet vart lyst opp av skarpe glimt. 6 menneske kom inn i raset som flaut lik ei grå elv nedover Rømodalen. Etter to timars seilas kom dei seg på trygg grunn, to km frå utgangspunktet. Raset enda om lag der det kjende Mørsetfallet begynte. Volum var på over 2 millionar m ³ . Heile garden med jord og alle husa for. Ein toårs gut vart snart sakna, og vart seinare funnen død ute i leirmassane. Vegane vart tekne, også tre bruer. Innsamlingsaksjon. Til saman vart 19 gardbrukarar råka; husdyr, hus, jord, skog og gjerder, vegar, kraftlinjer. Naturskadefondet betalte ut 958 747 kr. Tradisjonen fortel at her skal ha gått eit ras i eldre tid, det såkalla Hovfallet.	Sex personer drogs med i skredet. En person omkom. Svårtolkat, men 6 pers antas befinna sig i skredområdet. Kan vara upp till minst 19 bostadshus. Antagande för max enligt ovan: närvarofaktor natt 1,0. 2,5 pers per hus ger ett möjligt max antal närvarande av 47,5 personer	6	1
Haga bru	1965	Midtre Gauldal. Haga bru (Håggåbrua), Støren. Den 1. juni 1965 gjekk eit leirras med volum 4000 m ³ . Skredet kom tett ovafor brua og laga flodbølgjer i elva som slo heilt opp på E-6, og det var så vidt ein mann som sykla forbi ikkje vart teken. Her er skjedd fleire mindre utrasingar, men det har eigentleg ikkje kome større leirskred i Støren sidan 1345.	En man var i kanten av skredområdet, och bedöms ha varit innanför. Inga ytterligare uppgifter.	1	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

Selnes	1965	Namsos. Selnes (Solnes) på Klinga gjekk eit leirskred den 18. april 1965, over eit areal på om lag 30 mål dyrka mark med volum på 140 000 m3. Gjennom rasstaden går bekken Dølaelva. Det gjekk med bustadhus, kårstove, uthus, og nesten alle husdyra omkom, m.a. 7 kyr og 2 ungdyr. Raset raserte så og seie 1 ½ gard. Raset varte berre i nokre få minutt, og gjekk nesten til sjøen. Vegen vart også teken.	Skredet gick en söndag. 1,5 gård tolkas som 2 drabbade gårdar. Inga uppgifter om närvarande, inga tidsuppgifter. Antagande enligt ovan: närvarofaktor 0,69. 2,5 per hus.(vi ansätter 0 som min och 5 som max)	3,45	0
Kattuglemoen	1965	Hemnes. Røssåga. I januar 1965 gjekk leirskred i Kattuglemoen ovafor Hundbekken ved Nerleirmo. Det kom to skred på til saman 70 000 m3. Eit nytt skred gjekk ca. 20. mai. Då var garden Kattuglemoen evakuert. Det vart meir jordskade og ei løe vart teken (hang utfor kanten). I førstninga av september 1965 gjekk også leirskred i Røssåga, rett overfor Vekt-haugen, og eitt til litt ovanfor dette, som trua Rana-verkets kraftline. Dette skredet var på fleire tusen m3. Det laga også ei oppdemming. Kartreferansen er omtrentleg.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. En gård blev evakuerad och räknas som berörd. Antagande enl ovan: dygnsmedelnärvarofaktor 0,69 och 2,5 pers per hus. .(vi ansätter 0 som min och 2,5 som max)	1,725	0
Nordby	1967	Trøgstad. På Nordby søndag den 29. oktober 1967 kl. 11.36 kom eit stort leirras som tok bustadfeltet Nordbygrenda ved tettstaden Skjønhaug i Trøgstad. Det låg i eit blidt terreng, utan elvebreidd eller innsjøkant, heller ikkje var der bratte skråningar. Det heile var over på 2-3 minutt. Raset kravde fire menneskeliv, medan 45 menneske miste alt dei åtte. Ein mengde hus (derav 12 bustadhus), 20 bilar, 3 bussar og fleire vegar følgde raset eller forsvann i leirmasse, samt mange mindre bygningar. Husa vart førte 20-200 meter vekk. På raskanten stod att fleire hus på vippen. Arealet for skredet var meir enn 100 mål, og volumet er rekna til 1 mill. m3. Skredet tok også 500 meter av riksvegen. Det var ein regnfull dag, og det hadde også regna mykje og vedvarande førut, og folk hadde merka utglidingar i jorda, sprekk i vindu etc. dagen før. Det gjekk stadig nye småras etterpå, også ei elvedemme, men den gjorde lite skade. Dei omkomne var: Kvinne (70), mann (70), kvinne (50) kvinne (?).Sjå også 1974, idnr. 01013. Kartreferansen er omtrentleg.	Minst 12 bostadshus anses drabbade. Dagtid närvarofaktor 0,38 enl antagande ovan. antar 2,5 pers per hus. Max 45 antas kunna vara närvarande, utifrån antalet som miste det de ägde. Inga antaganden om bussar/bilar görs. (vi ansätter 11,4 som min och 45 som	11,4	4
Buvika veg	1973	Skaun. Buvika. Ved Pieres Mølle i Buvika gjekk eit leirskred den 30. desember 1973, med volum på 1500-2000 m3 som rasa ut i sjøen og sperra riksveg 65. Ein mann kom inn i skredet, men vart berga ut.	Ein person fanns i skredområdet, men räddades.	1	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

Båstad	1974	Trøgstad. I Båstad (anneks til Trøgstad) gjekk kl. 16.30 den 5. desember 1974 eit kvikkleirskred på ca. 1 mill m ³ . Det var ein vanlig mildvêrs dag. Breidde på skredet var 500 m, lengde 1200 m. Høgdeforskjell: 167 m. o. h - 145 m. o. h. Eit sterkt bulder kom i området, så tok området ved Vestby og Lunder til å gli ut. Dette skredet var eigentleg minst så stort som Trøgstad-skredet, men tok ingen menneskeliv. Jord- og skogskade. På garden Lunder vart låve, uthus og veg tatt, raskanten gjekk i ein boge forbi bustadhuset, og det heldt fram med å rase ut slik at raskanten på 15-20 m var heilt inntil grunnmuren på Lunder, også på bustadhuset på Vestby. Våningshusa måtte seinare rivast ned.	Loge och uthus på en gård drog med i skredet. Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. De två husen på kanten tolkas som drabbade. Antagande enl ovan: dagtidsnärvarofaktor 0,38. 2,5 pers per hus . (vi ansätter 0 som min och 5 som max)	1,9	0
Rafnes	1976	Bamble. Rafnes. Eit leirras i 1976 gjekk i ein tunnel mellom Nordsjø og petrokjemianlegget på Rafnes. Tre vart tekne, og ein kar av desse omkom i leirskredet. Kartreferansen er omtrentleg.	Tre personer drogs med i skredet, en omkom.	3	1
Rissa	1978	Rissa. Staden ligg mellom Trondheimsfjorden og brakkvatnsjøen Botnen. Den 29. april 1978, ein laurdags ettermiddag kl. 14.10, gjekk eit digert leirras i Rissa, der ei heil grend med 11 gardar, samt småbruk og bustader vart tekne. Skredet tok til ved Fissøya ved strandkanten og arbeidde seg fort oppover i løpet av ein halv time. Misjonshuset, Fossan, Bjørkli osv. vart tekne. I alt 19 eigedommar vart skadde. Ein person som var på besøk hos foreldra døde i skredet, ho var ufør og rakk ikkje å kome seg ut i tide. Dei andre i grenda berga seg, takka vere effektiv varsling. Dette er det største leirskredet i Noreg dette hundreåret. 330 mål dyrka mark, eit bygdelag vart teke ut, fem bustadhus heilt øydelagde. Ein del av fylkesvegen vart øydelagt. Skredet laga ei flodbølge i vatnet Botnen, ein bølge så stort at ho tok eit lager og andre hus på Leira, om lag 4 km borte. Skredvolum var på 5-6 mill. m ³ . Skredet kan ha blitt m.a. utløyst av graving av ei fjøstomt på ein av gardane. 23 personar miste alt dei åtte.	Lördagseftermiddag. 19 egendomar skadades, tolkas som 19 bostadshus. Enligt antagande överst i bladet: näravofaktor dagtid 0,38. 2,5 pers per hus. (vi ansätter 1 som min och 47,5 som max)	18,05	1
Fredrikstad	1980	Fredrikstad. Den 17. august 1980 gjekk eit leirskred på Lahelle, og 8 familiar vart evakuerte. Dette var ein uventa skredplass, og truleg skjedde det ved at 200 tonn masse var blitt køyrt på for å lage til hageområde. Ingen bustadhus gjekk med, men nokre hus vart ståande nesten på kanten. Dette skjedde 3-400 m vest for Glomma i området kalla Lahelle, ved Hjalmar Bjørgesvei.	Inga bostadshus drabbades. Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Hov	1980	Hobøl. Hov. Ca. 1980 gikk det fleire leirskred på strekninga Tomter-Jaren. Desse kom langs Hobøelva ved Hov, gjorde skade på jord og veg, men truga ikkje bustader. Skredet demde elva nesten eit års tid, før elva rann normalt att. Kartreferansen er plassert ved Hobøelva ved Hov.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Djupdal	1982	Rissa ligg mellom Trondheimsfjorden og brakkvatnsjøen Botnen. Den 17. mars 1982 gjekk eit leirras på Djupdal (Dypdahl) i Rissa. 70 m langt og 8 m høgt, over i alt ca. 6000 m ³ , m. a. dyrkajord. Verken menneske eller dyr kom til skade. Bustaden låg 100 meter frå raskanten	Hus låg en bit från raskanten. Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. Inga människor skadades.	0	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

Ogndal	1982	Steinkjer. Ogndal. Eit leir/sand/jordskred (mest leirras) kom over vegområdet noko aust for Håmmaren, om morgonen den 4. oktober 1982. 150 m forsvann av fylkesveg 263 mellom Vibe og Bruem. Skredet var 250 m langt, med volum ca. 100 000 m ³ , og laga demme i elva Ognå. Forutan stor vegskade, tok skredet maskinar og utstyr verdt 1, 5 mill kr. Ingen folk var til stades då skredet gjekk. Det har tidlegare gått skred ved Jordfalla på Vibe.	Inga personer var nærvarande.	0	0
Øver-Bjørnåga	1984	Vefsn. Ved Øver-Bjørnåga gjekk i juli 1984 eit leirfall i sjølve dalbotnen som sperra E-6 i fleire dagar. Det var grunnen under vegen som glei ut. Bjørnådalen består mykje av leir. Kartreferansen er omtrentleg.	Skredet gick över vägen. Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Fosshaugen	1984	Målselv. Den 2. mai 1984 kom eit leirskred ved elva i Målselv. Kl. 11 om føremiddagen rett ut for Fosshaugen ca. 1 km nedanfor Målselvfossen. Store leirmassar la seg over elva heilt opp på Elvskiftnes-sida, kasta elvevatn, isflak og fisk 50 m innover land. Folk på Elvskiftnes, vis a vis rasstaden, merka at elva tok til å renne feil veg. Elva braut igjennom og laga flaum. Volumet var kanskje i millionar av m ³ Seinare gjekk eit nokså stort skred igjen i same området.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Nordset 2	1985	Klæbu. Nordset, sør for Trondheim. Den 30. oktober 1985 kl. 11.30 velta leirmassar ned lia mot bustadfeltet der, like ved Krambua i Klæbu. Tre hus vart tekne, sju personar kom til skade, men ingen let liv. Det hadde vore kraftig regn forut, Sjø 1956, Idnr. 16069. Kartreferansen er omtrentleg.	Tre hus och sju personer skadades. Statistik för boende i Sverige år 2006 används. Enligt SCB(2008) är genomsnittligt antal boende per hushåll 2,5 personer för boende i småhus. Nligt vår metodik skulle antalet vara mindre än 7. Antar därför 7 personer.	7	0
Vasstvet	1986	Spydeberg. Vasstvet. Leirfall. På eigdommen Vasstvet, som er Spydeberg prestegard, rasa eit parti av fylkesveg 122 ut i Mørkbekken i 1986. Dette området er rapportert heilt frå J.N. Wilse i 1779, at det skal vere utsett for (rel. mindre) jordfall. Leirskredet i 1986 gav jordskade og vegskade.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Hovinsåsen	1987	Melhus. Ein mann var noko skadd av eit leirskred på Hovinsåsen i Melhus den 13. desember 1987. Store nedbørmengder forut løyste eit leirras som slo inn mot sokkeletasjen til eit nytt bustadhus. Huset må fråflyttast. Det vart ikkje behov for evakuering av andre hus i området. Kartreferansen er vilkårleg plassert ved byggjefeltet.	En man blev skadad när skredmassor kom in i bostadshuset. Statistik för boende i Sverige år 2006 används. Enligt SCB(2008) är genomsnittligt antal boende per hushåll 2,5 personer för boende i småhus. Antar	1,725	0

			2,5 personer. Medeldygnsnärvarofaktor 0,69 antas. (vi ansätter 1 som min och 2,5 som max)		
Lundsbecken	1988	Spydeberg. Ved Spydeberg kyrkje. Om våren 1988 gjekk eit leirskred i dalgangen til Lundsbecken nedanfor kapellet ved kyrkja i retning Bjåberg. Eit granskogsparti og ei kraftlinje vart m.a. rasert. Det vart truleg utløyst av vatn som hadde underminert den faste, tørre leirskråninga som låg på eit lag av kvikkleire.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Hovin	1989	Melhus. På eller ved Hovin gjekk den 29. november 1989 eit leirskred på 4000 m ³ . Ei kvinne døde då huset ho budde i vart teke av raset. Det kom etter uvanleg kraftig regn. Breidde var 45 m, lengde var 120 m. Høgste nivå var 85 m o.h. lågaste 55 m o.h. Uklart skadeomgang elles. Kartreferanse etter SINTEF.	En person omkom. Står inget om eventuella andra i huset. Antagande enligt övest i bladet: dygnsmedelnärvarofaktor 0,69. 2,5 pers per hus. (vi ansätter 1 som min och 2,5 som max)	1,725	1
Kåbøl nordre	1994	Våler. Kåbøl nordre (Nordre Kaabbe). Eit leirskred gjekk her den 18. oktober 1994 kl. 20 00. Volum var på 70 000 m ³ . Breidde på skredet var 100 m, lengde 100 m, og det gjekk over 6 mål ned mot elva. Høgdeforskjell: 41 m. o. h - 38 m. o. h. På motsett side av elva er ein noko engsteleg for riksveg og hus.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Finneidfjord	1996	Hemnes. Finneidfjorden, sør for Mo i Rana. 1 mill. m ³ leirmasse rasa ut natt til 20. juni 1996, som nådde riksvegen E6 og tok 300 meter av vegbanen. Dette var eit strandsoneskred i grenseområde mellom undersjøisk og overflateskred. Det var tett ved bygda Finneidfjord, i vika rett sør for busetnaden. Fire menneske døde, to bustadhus som låg 30-40 meter frå sjøkanten, og ein bil forsvann også. Dei som omkom var i eine bustadhuset, folk i det andre huset kom frå det i live. Det gjekk fleire mindre ras etterpå, m.a. nær skolen, samfunnshuset og eit bustadfelt. Jernbanetrafikken og E-6 vart stogga. Ei badestrand vart borte. Det er noko uklart om det hadde vore mistanke om skredfare her. Rashøgde: 7 m. o. h. til -33 m o.h.! Raset var 250 m breitt, lengde 200 m. Etterpå kom denne hendinga for retten, ved Norsk Naturskadepool som krevde tilbake 6 millioner av erstatningssummen, frå m.a. vegvesen og kommune, då dei meinte at fyllingsarbeid ved ein rasteplass og sprengningsarbeid her hadde vore årsak til skredet. Andre fagfolk meinte at det ikkje var råd å peike på nokon klar enkeltårsak. Og kommune og vegvesen vart frikjende.	Skredet skjedde nattetid, så det är sannolikt att de boende var hemma. Två bostadshus drabbades, och de i ena huset (4st) omkom. De andra klarade sig. Ett bostadshus, nattetid, och de 4 omkomna i grannhuset. Statistik för boende i Sverige år 2006 används. Enligt SCB(2008) är genomsnittligt antal boende per hushåll 2,5 personer för boende i småhus. Enligt antagande överst i bladet: Antar 2,5 personer i andra huset,	6,5	4

			närvarofaktor 1, dvs totalt 6,5 personer närvarande.		
Kåbøl	1999	Våler. Kåbøl (Kaabøl). Eit leirskred rasa i 1999 ut i ein sving i Kåbøelva ved Kåbøl. Jordskade. Kartreferansen er omtrentleg.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Frogner	2000	Sørum. Frogner. Her gjekk eit (mindre?) leirskred 19. november 2000. Skredkanten kom nær eit bustadhus. Dei store nedbørsmengdene utløyste skred som gjorde at tre bustader med i alt 8 personar på Bjerke måtte evakuerast. Dette gjaldt Trondheimsvegen nr. 573, 575 og 589 på gnr. 90. Eit bustadhis vart ståande på kanten og måtte rivast. Jord (mest flaum?) rasa ut og husfundamenta var i ferd med å bryte saman.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet.	0	0
Kongshaug	2000	Modum. Ved Åmot, på Kongshaug som ligg på vestsida av elva rett ovafor Åmot, gjekk eit kvikkleirskred i Kongshaugskråninga ned mot Drammenselva hausten år 2000. Fem bustadhus var i faresonen, og desse vart etterpå revne ned og flytta derifrå. Det er også gjort sikringstiltak i skråninga	5 Byggnader i farozonen, men träffades inte av skredet. Det står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. Enligt antagande överst i bladet: dygnsmedelnärvarofaktor 0,69. 2,5 pers per hus. (vi ansätter 0 som min och 12,5 som max)	8,625	0
Karlstad	2001	Målselv. Mortenselv. Den 12. juni 2001 gjekk eit kvikkleirskred ved Mortenselv, ei sideelv til Målselva. Dette var ved Karlstad og skredet tok vegen til tre bustadhus, og glei ned mot Mortenselva. Skredet gjorde skade på den private vegen og var 40 m breitt, 70-80 m langt og 5 m tjukt, dvs, om lag 1500 m ³ . Kartreferansen er omtrentleg.	Står inget om att någon person befunnit inom skredområdet.	0	0
Malvik	2002	Malvik. Den 24. april 2002 kom eit stort leirras natt til onsdag kl. 0400. Dette skjedde 5 km nord for Trondheim sentrum, nær Malvik, ved Leistadkrysset der ein veg går ned mot Vikhammer. Volum på 100-200 000 m ³ . Parkeringsplass og ei avkøyrsløse frå motorvegen vart teken. E6 vart stengd, ein bil som stod parkert på plassen vart teken av skredet. 20 mål glei ut. To hus vart evakuerte. Vatn- og kloaknett skadd. Fylling av jordmasse i eit område med kvikkleire var truleg årsak til utløyising av raset. Fallhøgda var svært liten. Fyllinga var ulovleg og Vegvesenet hadde prøvd å stoppe dette.	Står inget om att någon person befunnit inom skredområdet. Oklart om husen var inom skredområdet. Enl antagande överst i bladet: natt ger nærvarofaktor 1. 2,5 pers per hus. (vi ansätter 0 som min och 5 som max)	5	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

Beitstad	2002	Steinkjer. Ved Beitstad på vegen mellom Jådåren og Dalbygda, gjekk eit leirskred om natta den 27. april 2002. Dette skjedde nede i dalbotnen rett før Stølsbrua over Moldelva. Raset var 50 m breitt, og demde opp Moldelva, men elva fann seg snart nytt løp. Volum var ca. 12 000 m ³ . Ein bil køyrde rett i rasgropa, bilen vart tolalt vrak, men sjåføren berga seg sjølv ut. Jordskade.	En bil med en person körde ner i rasgropen. I övrigt inga närvarande.	1	0
Sjåenget	2007	Overhalla. Den 23. mars 2007 om formiddagen gjekk eit kvikkleirras over vegen RV 17, mellom Namsos og Overhalla. Skredet kom i Sjåenget, og var 100 breitt og 400 m langt. Flere tusen kubikkmeter løsmasse raste over rv. 17. Det kom til skog og vegskade. Ingen var på vegen då dette hende. Skredet kom nokså sakte. Kvikkleireraset var kanskje utløyst som ei følge av anleggsarbeid og sprenging som har pågått over ei tid.	Skredet gick över vägen. Ingen var på vägen när det hände.	0	0
Reina	2007	Overhalla. Den 16. mai 2007 gjekk eit stort kvikkleirskred mellom Litl-Amdal og Stor-Amdal, ned mot elva Reina som var i flaum. Folk kunne ha kome i fare, og garden Dal vart evakuert, og også småbruket Olstad vart berørt. Det var 800 m langt og 400 meter breitt, og kom relativt sakte, og omfatta 100 mål. Elva vart demd opp og dei to bruka vart evakuerte. Ingen hus vart tekne. Raset delte seg og gjekk i to retningar. Elvevatnet fann nye avløp, men elva Namsen vart sterkt merkt av leirmassane. Ei kommunal vegbru ligg ca. 800 meter nedanfor raset og leirmassene vart pressa heilt oppunder brudekket. Nokre dagar etterpå kunne gardsfolka flytte tilbake. NGI-rapporten opplyser at volum på utrasa masse er på 950 000 m ³ . Årsaka til raset var erosjon frå elva Reina.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. 2 gårdar berördes. Enligt antagande överst i kalkylbladet: närvarofaktor 0,69 (dygnsgenomsnitt), 2,5 pers per hus ger 3,45(vi ansätter 0 som min och 5 som max)	3,45	0
Solberg	2008	Skiptvet. Det kom fleire jordskred (leir) på Solberg gård, særleg den 15. april 2008. Ein fem-seks meter høg raskant står nå igjen midt på jordet. En stor skalk på rundt 70x70 meter har glidd ut og etterlate seg ein stupbratt raskant. Årsaka til raset må vere mykje nedbør. Jordet som har rasa ut er ein gammal, bulldosert planering. Raset kom ikkje nær busetnad. Kartreferansen er plassert ved Solberg gård.	Står inget om att någon person skulle varit inom skredområdet. Raset var inte nära byggnaderna.	0	0
Kattmarka	2009	Namsos. Gullholmstranda. Fredag 13. mars 2009 kl. 11.50 kom eit kvikkleireskred i Gullholmstranda. Skredvolum vart vurdert til ca. 400 000 m ³ ? Dette råka eit bustadfelt i Kattmarkvegen nede ved fjorden. Fire bustadhus og seks hytter vart tekne av eit leirskred om lag 2-300 meter breitt som gjekk 150-200 meter ut i sjøen. To bustadhus stod att tett ved skredgropa. Fleire andre hus vart skadde og om lag 50 menneske vart evakuerte. Folka i dei husa som vart tekne, kom alle frå det utan alvorlege skadar. Sju av desse følgde med raset og måtte bergast ut av leirmassane med helikopter. Mange av dei evakuerte husa vart verande ubebodde, i det minste i fleire månader. 100 menneske vart berørte av skredet. Det var skade på hus, veg, bilar, vatn og kloakk. Skadeomfang var ca. 50 mill kr. Det var vegarbeid i området, og det hadde nyss blitt utført sprengingsarbeid rett før raset kom. Statens vegvesen opplyste under en pressekonferanse at det var ein viss samanheng mellom sprengingsarbeidet på vegen og skredet. I avisene går det fram at i 2001 gjekk eit mindre leirskred nær dagens rasstad, men dette er ikkje stadfesta av geologar.	Står 7 dras med, men 50 evakuerade och 100 påverkade. Tolkas som 50 närvarande, men kan vara allt från 7-100.	50	0
		SKRED I SVERIGE. Källa: Om ej annat anges Naturolycksdatabasen (2010)			

Göta älvutredningen – delrapport 15

Surte	1950	1950-09-29 kl 08.00. Ca 270 ha (600*400 m). 31 villor och 10 uthus drogs med i skredet. En person omkom, 90 st skadades. Ca 300 pers blev hemlösa pga skredet. Skredplatsen ligger ca 1400 m söder om Surte kyrka på östra sidan om älven. Jorden på platsen utgörs av lera med en mäktighet på 7-30 meter. I de övre delarna innehåller leran organisk jord och gyttjelera. I de undre delarna innehåller leran sand och siltskikt som ev kan vara vatten förande. Stora delar av leran bestod av kvicklera och artesiskt vatten förekom inom området. Leran underlagras av friktionsjord på berg. I området hade flera dricksvattenbrunnar drivits ner genom leran till grundvattenförande sandlager, troligen artesiskt grundvatten. Torrskorpan var tunn, ca 1 meter. Det var känt att den brantaste delen av sluttningen hade en låg beräknad stabilitet. Sprickor i marken hade observerats dagarna innan skredet. Pålning hade utförts i området några dagar innan skredet, vibrationerna från detta tros ha kunnat initiera skredet. Skredmassorna rörde sig ut mot Göta älv och en fördämning bildades. Tack vare att vattnet uppströms kunde passera ut genom Nordre älv blev det ingen uppdämning uppströms. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b). 31 bostadshus (egnahem och hyreshus) samt lador och förrådsbyggnader. Totalt 118 bostadslägenheter och 10-tal affärslokaler. Området beboddes av ca 375 människor. Olyckan krävde ett dödsoffer och 2 andra personer skadades svårt. (SOU 1962).	90 personer skadades, så antalet närvarande måste ha varit fler än så. I MSB står att "...De personer som fortfarande fanns i husen klarade sig då många av husen stod intakta på rasmassorna", dvs fler närvarande än skadade. Antal närvarande är osäkert, men ligger troligt inom intervallet 90-375. Skredet skedde på en fredag. Att döma av tiden för händelsen så bör många arbetare och skolelever ha hunnit lämna området, och affärslokalerna bör ha varit stängda. Enligt definition ovan skedde skredet dagtid och närvarofaktorn 0,38 användes för beräkningen. Antal närvarande beräknas vara $375 * 0,38 = 142,5$ personer. (vi ansätter 90 som min och 375 som max)	142,5	1
Guntorp	1953	1953-04-13 kl 14.00. Ca 30*60 meter stort (?). Vid skredtillfället fanns en vakt på banvallen samt ett borrarlag vid släntfooten, ingen av dessa personer kom till skada. Skredplatsen är belägen ca 1800 meter öster om St Peders kyrka i Gårdaåns dalgång, Lödöse. Järnvägslinjen "Bergslagsbanan" gick parallellt med bäcken längst med sluttningen där skredet gick. Lagerföljden utgjordes av ca 15 m glacial lera, den understa delen hade en hög halt av silt. Leran underlagrades av grundvattenförande sand och siltlager, artesiskt grundvatten. Ev även ett grundvattenförande skikt i ett siltlager på ca 10 m djup. Sensitiv lera på platsen (10-300). Skjuvhållfastheten under torrskorpan uppmättes till 10 kPa och ökade något med djupet. Stabilitetsberäkningar gjorda efter skredet visar att säkerhetsfaktorn låg omkring 1,0 för flera glid-	Ett borrarlag antas vara 4 personer, dvs totalt 5 personer var närvarande. Internetkällor pekar på att antalet varierar mellan 3-5. http://www.euro-pea-na.eu/portal/reco	5	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

		<p>ytor. Ej onormalt grundvattentryck för årstiden. Mindre skred hade tidigare inträffat i området. Månaderna innan skredet hade rörelser i området upptäckts och bla sänktes tillåten hastighet för förbipasserande tåg. Strax innan skredet passerade ett godståg platsen. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)</p>	<p>rd/91637/1B9047D189790CC70389391E425121A1588A18F8.htm http://www.dt.se/nyheter/falun/artic-le466574.ece?service=print http://stockholm.music.museum/arbetetsmuseum/utst_texter.htm (vi ansätter 3 som min och 6 som max)</p>		
Göta	1957	<p>1957-06-07, kl 11.25. Ca 37 ha (1,5 km längst älven, största bredd 250 m). 3 personer omkom och 3 skadades. Skredet berörde Göta industriområde och halva sulfitfabriken, 2 kajer, 3 oljecisterner, en vedgård mm raserades. Älven dämades delvis upp till bara 30 m bredd. Jordlagerföljden på platsen består av lera på grus eller berg. Lerdjup mestadels 20-30 m, maximalt uppmätt djup 45 m. Kwicklera på flera ställen inom skredområdet. Dessutom var grundvattnet förorenat av sulfitlut vilket minskar lerans skjuvhållfasthet. På morgonen, strax innan skredet gick, observerades en spricka vid den ena kajen, ca 130 m lång och någon mm bred). Detta föranledde att utrymning och avspärning av området närmast omkring. Pågående erosion i älvbotten var en starkt bidragande orsak till skredet. (SGI skreddatabas). Inom skredområdet låg en stor del av Sulfit AB Götas anläggningar. Bolaget sysselsatte vid katastrofen 273 arbetare och 37 tjänstemän. (SOU 1962). I ett tv-reportage från händelsen ("Journalextra - Katastrofen vid Lilla Edet", http://svtplay.se/v/1455451/jordskred_vid_lilla_edet_1957) beskrivs omfattningen som: "...Göta Sulfitfabrik raserades till hälften...".</p>	<p>Hela fabriksområdet drabbades inte, och delar av skredområdet var utrymda. Enligt journalfilm förstördes halva fabriken. Hälften av arbetarna antas vara direkt drabbade av skredet. Det innebär 155 personer. Vid känslighetsanalys kan allt från 50-310 vara</p>	155	3
Norsälv	1969	<p>1969-04-12, ca kl 04.00. Ca 350 m långt och 150 m brett. Inga personskador (inga personer fanns i skredområdet), ett uthus följde med massorna och förstördes helt, väg 699 skars av. Skredplatsen ligger på Norsälvens östra sida, ca 1500 m norr om Nors kyrka. Vattenytan i älven låg vid skred tillfället ca 7 m lägre än omgivande mark pga att älven skurit sig ned genom jordlagren. Älvslänterna var mycket branta vid skredområdet. I skredområdet fanns ett par meter sand och silt ovanpå 14-30 m lera som innehöll tunna sand och siltskikt. Leran underlagrades av sand och grus. Den främsta skredutlösande faktorn var erosion i älvbotten och älvslänten. Stabilitetsundersökningar hade gjorts i området tidigare efter att markrörelser och mindre skred hade observerats. Det framgick då att stabilitetsförhållandena längst älven på flera ställen var otillfredsställande. Det halvcirkelformade landområdet som gled ut i älven vid skredet medförde en uppdämning på 750 m. En sättning hade observerats i vägbanken kvällen före skredet. Skredbranten var ca 4 m hög, sett från vägen. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)</p>	<p>Inga personer inom skredområdet.</p>	0	0

Göta älvtredningen – delrapport 15

Jordbro	1972	1972-10-17, nattetid. Ca 200 m långt och 50-90 m brett. Inga människor fanns i området. Materiella skador på grundplattor, ängsmark, åkermark och skogsmark vid nybyggnadsområde för småhusbebyggelse. Området bestod av ett område för småhusbebyggelse (byggnadsarbete pågick) samt en sluttning söder om området där det rann en bäck. Jordlagerföljden karaktäriseras av växellagring mellan lera, silt och sand. Leran är varvig och 5-16 m mäktig. Torrskorpan på platsen är 2-3 m tjock. Inslaget av sand- och siltskikt ökar mot djupet i både frekvens och tjocklek. Djupet till fast botten är 5-16 m. skjuvhållfastheten var på 5-6 m djup ca 10 kPa och ökade med ca 2 kPa per meter därunder, i de tunna lerskikten endast ca 5 kPa. Grundvattenytan ligger relativt högt inom delar av området, troligtvis artesiskt vattentryck i den nedre delen av sluttningen. Området ligger i närheten av en rullstensås, denna har troligen en betydande vattenkapacitet. Stabilitetsberäkningar visade att säkerheten mot utglidning i slänten var låg redan innan byggnadsarbetena påbörjades pga terrängens form, jordlagerföljden och grundvattenförhållanden. Utlösande faktorn till skredet tros vara jordmassor som deponerades ovanför slänten i samband med byggnadsarbetet. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)	Inga personer inom skredområdet.	0	0
Tuve	1977	1977-11-30 kl 16.05. Ca 27 ha (800 m långt och 600 m brett som mest). Bostadsområde med 65 fristående hus som följde med i skredet. Ca 200 personer tros ha funnits inom skredområdet, ca 100 av dessa fick hjälpas ut. Ett 60-tal skadade och 9 omkomna. Jordlagren består i huvudsak av lera, upp till 40 m mäktighet. Skikt av silt och sand förekommer i den undre delen av leran. Berggrunden innehåller grundvattenförande sprickor. De viktigaste faktorerna till att skredet utlöstes och fick den stora omfattningen var den brant lutande bergytan under Tuve Kyrkväg, artesiskt grundvattentryck under lerlagren samt sannolikt även i silt- och sandskikt i leran, låg skjuvhållfasthet, förekomst av kvicklera samt exploatering av området (ökad belastning samt vibrationer från trafik). Dessutom hade veckorna innan skredet varit ovanligt nederbördsrika. Eventuellt kan även läckage från vatten- och avloppsrör längs Tuvebäcken samt en igensatt eller underdimensionerad vägtrumma under Tuve Kyrkväg ha bidragit. Kostnadsuppgift: ca 140 miljoner (1977). (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)	200 personer tros ha funnits inom skredområdet.	200	9
Gideåbacka	1987	1987-11-21, nattetid. 300 m långt längst med Gideån, som mest 115 m räckvidd från strandkanten. Skredområdet är beläget ca 20 km nordost om Örnsköldsvik, nära Gideåns utlopp i Bottenhavet. En enskild väg och en vattenledning skadades. Området har varit bebott men det utrymdes några år före skredet. Ån har eroderat ut en nipslänt med en höjd av ca 11 m över vattenytan, släntlutning som mest 35 grader. Jorden i området består till största delen av gyttjig silt färgad av järnsulfid (sk svartmocka). Även skikt av svartmockelera förekommer. Före skredet fanns svartmocka till som mest 12-15 m djup. På större djup finns fast friktionsjord. Förutsättningar för erosionsangrepp fanns på den del av släntfoten som skredade. Vattenståndet var normalt vid tiden för skredet. Ingen förändring i stabilitetsförhållandena på platsen har heller inte gjorts tiden före skredet. Sannolikt är åns erosion den primära orsaken till skredet. Ån dämades upp av skredmassorna vilket resulterade i en erosion på den motsatta (östra) strandkanten. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)	Inga uppgifter om att personer skulle ha funnits inom skredområdet.	0	0

Göta älvtredningen – delrapport 15

Ballabo	1996	1996-04-16 kl 18.40. 110 m långt (längst älven) och 50-70 m brett. Inga människor eller hus fanns i skredområdet. Skredplatsen är belägen på Göta älvs västra sida, ca 5 km söder om Lilla Edet. Vattendjupet i älven minskade vid farledskanten från 9-10 meter till 4-5 meter. Området är svagt sluttande (1:50) med en brant slänt (ca 7 m) närmast älven. Jorden inom området består huvudsakligen av lera som sannolikt vilar på friktionsjord. Lermäktigheten vid älvfåran bedöms till ca 50 meter och avtar sedan för att möta berg i dagen ca 400 meter från älven. Det övre lagret bakom släntrönet ner till ca 5 m djup består av högplastisk gyttjig lerig silt/ siltig lera. Detta underlagras av högplastisk till mycket högplastisk lera ner till ca 25 m djup. Från 25 m djup och neråt består jorden i huvudsak av mellanplastisk siltig lera och lerig silt med inslag av skal. Leran är låg till mellansensitiv ned till 25 m djup och under detta högsensitiv. Undersökningar visar att det förekommer kvicklera på 25-45 m djup. Vattenförande sandskikt förekommer i leran på 30-40 m djup. Den skredade slänten hade låg säkerhet mot brott. Skredet skedde nära en krök av älven som blivit utsatt för erosion. Vid skredtillfället rådde lågt vattenstånd i älven i kombination med höga portryck i omgivande mark. Analyser visar att skredet skett till stora delar under odränerade förhållanden. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)	Inga personer inom skredområdet.	0	0
Vagnhärad	1997	1997-05-23 kl 00.59. Ca 12 ha (200*60 meter) stort område skredade längst Trosaån. Inga allvarliga personskador inträffade, 5 personer sökte dock vård på sjukhus. 7 villor drabbades (varav 3 drogs med, 2 bröts itu och 2 underminerades) samt en GC-väg och att åfåran försköts ca 15 meter. Mindre skred hade förekommit i området under veckan innan. Slutligen revs totalt 29 villor och radhus och området gjordes om till parkmark. Skredområdet är beläget på sluttningen mot Trosaån och bestod av en brant och långsträckt slänt med lös lera. Leran i slänten var varvad med siltskikt och mäktigheten varierade från 1-14 meter. Leran och silten i slänten underlagrades av ett friktionsjordlager som utgjorde ett slutet grundvattenmagasin. Vattenmagasinet skapade ett högt vattentryck i friktionsjorden i skredområdet och närmast omkringliggande områden. I den nedre delen av slänten var vattentrycket artesiskt. Pågående erosionsprocesser i området medförde att stabiliteten i området hela tiden försämrades, under exploatering på 70-talet ökade belastningen på slänten och de hydrogeologiska förutsättningarna förändrades. Huvudorsak till skredet var förhöjda portryck i slänten mot Trosaån. Mättade marklager och artesiskt portryck, bla beroende på exceptionellt mycket regn tiden innan skredet. Mindre skred hade tidigare skett i området. Geotekniska undersökningar visade att stabiliteten var otillfredsställande. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b). Av Haverikommissionens rapport och Räddningsverkets rapporter om skredet framgår att ett av de drabbade husen var utrymt vid tiden för skredet.	De tre hus som drogs med, de två som bröts itu samt det hus vars bottenplatta delvisa lossnade anses inom skredområdet. Den andra underminerade villan anses utanför området. Två av villorna inom skredområdet var utrymda. Enligt SCB(2008) är genomsnittligt antal boende per hushåll 2,5 personer för boende i småhus. Antar 10 personer.	10	0
Torpadalen	2006	2006-12-13, morgonen. Inga personskador. 2 byggnader (villor?) utrymdes och de boende kunde flytta tillbaka efter en akut stödfyllning hade utförts. Markskador uppstod på en villatomt och även på omkringliggande tomter under arbetet med stabiliseringsåtgärder, bla avschaktning. Bäckens kulverterades. Ravinområde med delvis mycket brant sluttande terräng ner mot Torpadalsbäcken. Parallellt med bäcken går en mindre väg som utgör enda tillfartsväg till ett 40-tal bostads- och fritidshus. Fastigheten där skredet inträffade består av glaciärra, siltig lera med en mäktighet av ca 22 m. Överst är det en 3-4 m tjock torrskorpa. Jordlagrens mäktighet i området är ca 10-40 m, kvicklera förekommer från ca 12 m djup. Sedimenten överlagras ställvis av fyllnadsmassor. Området började byggas ut på 1940- och 1950-talen. Orsaken till skredet är förtätad bebyggelse i ett inte tillfredsställande stabilt område i samband med att det ej utförts tillräckligt med stabili-	De utrymda villorna skadades inte i skredet; därför sätts antal närvarande till 0, liksom antal omkomna och skadade.	0	0

Göta älvutredningen – delrapport 15

		tetshöjande åtgärder. Under hösten innan skredet gjordes iakttagelser på sättningar och glidningar i området. Mätningar visade på ökade markrörelser och 2 fastigheter utrymdes samt att förstärkningar i området påbörjades. Hösten och förvintern 2006 var ovanligt nederbördsrik. Total kostnad för att återställa och förebygga skador uppskattas till drygt 5 milj.kr (2008). Området är idag stabiliserat och nyexploatering är möjlig. (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)			
Småröd	2006	2006-12-20 ca kl 19. Ca 550 m långt och 280 m brett. 13 fordon inblandade och 28 personer varav 3 personer skadades fysiskt. 2 fastigheter förstördes. Ett tåg stannade ca 800 m norr om skredet pga brott på spänningsledningen. Skador på vägar (E6 samt anslutningsväg), järnväg (Bohusbanan), 8 fastigheter, el- och teleavbrott, Taske å dämades upp mm. Markförhållandena i skredområdet består till största delen av glacial lera. Över leran finns en 1-2 m tjock torrskorpa. Leran är i huvudsak lös till halvfast siltig lera men inslag av sand och silt. Leran vilar på friktionsjord som i sin tur vilar på berg. Generellt hög sensitivitet i leran. Lermäktighet ca 10-35 m. Branten mot Taske å var ca 3-4 m djup jämfört med omkringliggande mark. Stora regnmängder hade fallit i området månaden före skredet. Den rasade vägsträckan var en nyligen utbyggd del av E6an. I samband med utbyggnaden hade jordmassor lagts upp i en större mängd än vad som planerats. Säkerhetsfaktorn mot brott var låg i den del av området där massorna placerats. Glidytans stora utbredning berodde på kvicklerans känslighet för störning som ledde till progressivt brott. Haverikommissionen bedömer att olyckan orsakades av brister inom riskbedömning, ledning, styrning och uppföljning vid projektering och byggnation av nya E6an. Enligt Vägverket var de geotekniska undersökningarna i området utförda i normal omfattning men de geohydrologiska undersökningarna borde ha varit mer omfattande. Uppskattad total samhällskostnad 519 Mkr (2007 års prisnivå). (Utdrag från MSBs naturolycksdatabas; MSB, 2009b)	Nio bilar och tre lastbilar med sammanlagt 28 personer körde ner i skredområdet.	28	0
Summa	Svenska (11) och norska (55) skred			1036,5	167
	Enbart svenska skred			540,5	13
	Enbart norska skred			496	154
Betingad sårbarhet				Beräknat värde på betingad sårbarhet	
	Svenska och norska skred (ansatt värde på antal närvarande)			0,16	
	Svenska och norska skred (max. värde, baseras på min. antal närvarande)			0,11	
	Svenska och norska skred (min. värde, baseras på max. antal närvarande)			0,23	
	Enbart norska skred ansatt värde, (min. –max. värde) på betingad sårbarhet			0,31 (23 – 38)	
	Enbart svenska skred ansatt värde, (min. –max. värde) på betingad sårbarhet			0,02 (0,01 – 0,04)	
Värde på betingad sårbarhet som föreslås för Göta älvutredningen				0,16	

Referenser

Skrednett, 2010, NGU & NVE 2010, Skrednett, Databas. Tillgänglig: <http://www.skrednett.no/>
Utdrag ur Skrednett levererades av Nordahl 2010 (Nordahl, Bobo. NGU. Utdrag ur Skrednett i shp-format. E-post 2010-10-11, 2010-10-07. Bobo.Nordahl@ngu.no).

Naturolycksdatabasen kompletterat med ett antal skredrapporter (MSB 2010, Naturolycksdatabasen. Databas. Tillgänglig: <http://ndb.msb.se/>).

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