



Statens
geotekniska
institut

Metodik konsekvensbedömning

– Energi och ledningsnät

Paul Frogner Kockum

GÄU - delrapport 21

Linköping 2011



GÄU
Göta älvtredningen
2009 - 2011



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Göta älvutredningen - delrapport 21

Metodik konsekvensbedömning – Energi och
ledningsnät

*Consequences of landslides in the Göta river valley
– Energy system and grids*

Paul Frogner Kockum

**Göta älvutredningen
delrapport 21**

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 ”Energi och ledningsnät”. Uppdragsledare har varit Yvonne Andersson-Sköld. Det arbete som presenteras i denna rapport har utförts av Paul Frogner Kockum, Rebecca Bertilsson och Tonje Grahn. Texten i rapporten har skrivits av Paul Frogner Kockum samt granskats av Yvonne Andersson-Sköld, Stefan Falemo och Tonje Grahn. Författarna till denna rapport vill också tacka Mats Öberg och Johan Axelsson, SGI, Cecilia Grundberg, Hans Johansson, Jan-Olof Olsson, Kerstin Kronstrand, Kurt Andersson och Magnus Karlsson, Vattenfall, samt Ulf Bergquist, Trollhättan Energi för att ha hjälpt till med att ta fram det underlag som rapporten bygger på. Författarna vill även framföra ett tack till Ann-Marie Wallin på Lilla Edets kommun, Jerker Persson på Göteborgs Energi, Jürgen Persson på Kungälv energi samt Malin Klarqvist på Göteborgs kommun för hjälp med kontaktinformation.

Linköping 2011

Marius Tremblay

Uppdragsledare, Göta älvutredningen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	2
1 SYFTE.....	5
2 BAKGRUND	5
2.1 Energiproduktion	7
2.2 Ledningsnät.....	7
2.3 Fjärrvärme	9
2.4 Bredband	10
3 FRAMTAGANDE AV VÄRDEN FÖR KONSEKVENSVÄRDERING	10
3.1 Motivering till val av fallstudieområde	11
3.2 Elnätet	11
3.3 Fjärrvärmenätet.....	12
3.4 Bredbandsnätet.....	12
3.5 Lilla Edets Vattenkraftverk	13
3.6 Avgränsningar.....	13
3.7 Fastighetskartan	13
3.8 Elnätskartor	14
3.9 Schablonvärden för fjärrvärmeledningar	14
3.10 Schablonvärden för el ledningar och transformatorstationer.....	14
3.11 Schablonvärden för optisk kabel.....	15
4 KONSEKVENSANALYS OCH KOSTNADSBERÄKNING FÖR ÅTERSTÄLLNING AV ELNÄTET OCH FJÄRRVÄRMENÄTET EFTER SKRED	15
4.1 Elledning och transformatorstationer.....	15
4.2 Konsekvensanalys av förstörda fjärrvärmeledningar i samband med skred	16
4.3 Sammanlagd kostnad för att återställa el- och fjärrvärmeledningar	16
5 SLUTSATS OCH BESKRIVNING AV KOMMANDE STUDIER.....	17
6 REFERENSER.....	18
BILAGA 1. BEFINTLIG DATA ÖVER ELNÄTET I UTREDNINGSOMRÅDET	20

1 SYFTE

Den här fallstudien handlar om att värdera konsekvenserna av ett skred som drabbar el- och fjärrvärmeförsörjningen i Göta älvdalen. För ett skreds konsekvenser på energiförsörjningen har Lilla Edet valts som fallstudieområde.

Syftet med denna fallstudie är att undersöka vilka konsekvenser ett skred ger för främst energi- och värmeförsörjningen av ett begränsat område inom utredningsområdet samt att beräkna vad kostnaden är för att nyanlägga elledningar, fjärrvärmeledningar och transformatorstationer inom området.

2 BAKGRUND

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

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

Texten i detta avsnitt baseras främst på information från Vattenfall och Svenska Kraftnät. De första kraftstationerna i Sverige anlades på 1880-talet för att förse städer och industrier med belysning. I början av 1900-talet bestämde sig staten för att bli företagare i kraftverksbranschen. Byggandet av det första kraftverket i Göta älv bidrog till att Sverige moderniserades och bygget av slussar och kraftstationer medförde att Göta älv kunde nyttjas för transport- och industriverksamheter, vilket har gynnat svenskt näringsliv. Det finns i dag cirka 1 800 vattenkraftverk i Sverige och drygt 200 av dem har en effekt på 10 megawatt eller mer. I sydvästra Sverige är Göta älv en betydande kraftleverantör. År 2004 producerade Göta älv 1,4 terawattimmar, vilket motsvarar 4 procent av Sveriges vattenkraftsproduktion och elbehovet för cirka 80 000 eluppvärmda småhus. Vattenkraftverken nyttjar älvarnas fallhöjd och vattenflöden. Det är med andra ord vattnets lägesenergi mellan två nivåer som används för att skapa elektricitet. För att öka fallhöjden och kunna lagra vatten bygger man dammar. Dammarna skapar stora vattenmagasin som gör det möjligt att anpassa elproduktionen efter säsong och användning. Överskottsvatten, som kan bildas vid snösmältning och höstregn, kan lagras för att användas under de perioder när mer elektricitet behövs. Vänern, Sveriges största sjö, utgör

det största vattenmagasinet i Sverige. Av Vänerns totala volym (153 000 miljoner kubikmeter) är cirka 6 procent (9 180 miljoner kubikmeter) möjliga att utnyttja för vattenkraft.

I Göta Älv finns följande vattenkraftverk från Vänern sett (Fig. 1).

- Vargöns kraftverk, 1934
- Hojums kraftverk, Trollhättan, 1942
- Olidans kraftverk, Trollhättan, 1910
- Lilla Edets kraftverk, 1926



Källa: Vattenfall (<http://www.vattenfall.se/sv/karta-over-vara-vattenkraftve.htm>)

Figur 1: Översiktsbild som visar vattenkraftverkens placeringar i Göta älv (www.vattenkraft.se). Lilla Edets vattenkraftverk är beläget längst ned av kraftverken i Göta älv, närmast Göteborg.

2.1 Energiproduktion

I Sverige är ungefär hälften av elen som produceras vattenkraft och hälften kärnkraft (Svenska Kraftnät 2007a), fast tittar man på energitillförseln total sett där bl.a. uppvärmningen av fastigheter ingår så ser den annorlunda ut (Se: tabell 1).

Tabell 1. Sveriges energitillförsel Fördelad på energislag, TWh

	1970	1980	1990	2009
Kärnkraft*	0	76	202	149
Råolja och oljeprodukter	350	285	191	183
Biobränslen, torv m.m.	43	48	67	127
Vattenkraft**	41	59	73	66
Kol och koks	18	19	31	18
Natur- och stadsgas	0	0	7	13
Vindkraft	0	0	0	2,5
Värmepumpar i fjärrvärmeverk	0	1	7	5,5
Elimport – Elexport	4	1	-2	4,7
= Total tillförsel***	457	489	576	568
- Omvandlings- och distributionsförluster	49	84	171	143
- Bunkeroljor för utrikes transporter och icke energiändamål	33	25	38	49
= Total slutlig inhemsk användning	375	380	373	397

Källa: Energimyndigheten, Energiläget 2010* Beräknat enligt FN/ECE vilket även inkluderar förluster i form av värme.

** Inklusiv vindkraft t.o.m. 1996.

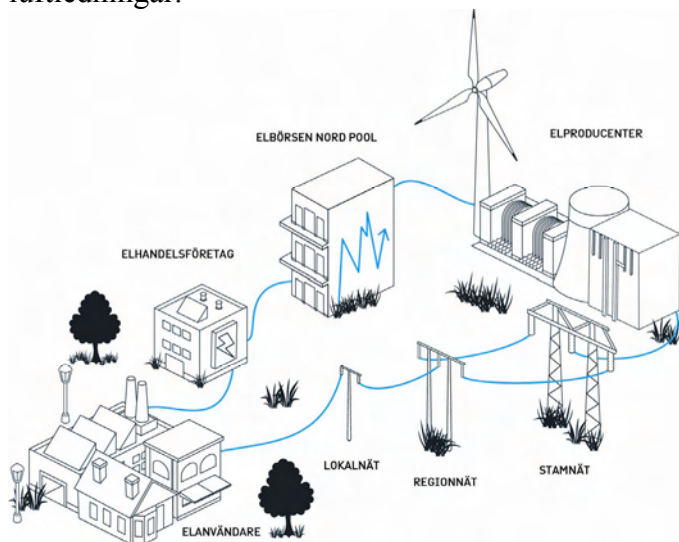
*** På grund av avrundning i delsummor kan en skillnad i totalsummorna uppstå.

De viktigaste energislagen i Sverige är olja, biobränslen, vattenkraft och kärnkraft. Energitillförselns sammansättning har inte alltid sett likadan ut utan har förändrats över tid. Exempelvis har tillförseln av råolja och oljeprodukter minskat med cirka 60 procent sedan 1970. Nettoproduktionen av el har under samma tidsperiod ökat avsevärt (år 2009 var energitillförseln inom det svenska systemet 568 terawattimmar, TWh, inklusive en nettoimport av el på knappt 5 TWh). Ökningen har skett med hjälp av en utbyggd vattenkraft, men mest genom kärnkraften som installerades i Sverige mellan 1975 och 1985 (Se tabell. 1). I Göta älv dalen finns vattenkraftverk, vindkraftverk samt fjärrvärmeverk. Dessutom finns ett stort ledningssystem för samtliga energislag. Vindkraftverken ligger oftast på hårdmark, och är därför inte skredutsatta, och inga fjärrvärmeverk har identifierats inom utredningsområdet. Vid skred kan således vattenkraftverk samt ledningssystemet påverkas negativt. Sårbarheten skulle därför vid en annan typ av olycka kunna bli större än i föreliggande studie till följd av att fler energikällor kan drabbas. I föreliggande studie kan istället en omdirigering till annan producent göras. Denna låga sårbarhet gäller för Sverige i sin helhet till följd av mångfalden av energislag.

2.2 Ledningsnät

Det svenska stamnätet sträcker sig över hela Sverige och ägs av staten. Svenska Kraftnät har ansvaret för att driva och underhålla stamnätet (Svenska Kraftnät 2009). På stamnäten transporteras elen från de stora kraftverken till de regionala elnäten genom 10 600 km 400kV-ledningar och 4 400 km 220kV-ledningar. Ett brott i stamnätet leder i värsta fall till att stora delar av landet blir utan el, även om elen i de flesta fall kan ta

andra vägar om det skulle bli ett brott någonstans. Alla elproducenter i Sverige är anslutna till stamnätet (se fig. 2 och 3). Stamnätet är också anslutet till våra närmast grannländer samt till Polen och Tyskland. Förutom vissa utlandsförbindelser, som är byggda som sjökablar, så sker överföring av energi i dag främst genom luftkablar. Det förväntas inte några större förändringar på stamnätets konstruktionsutförande de närmsta 25-30 åren vilket betyder att majoriteten av stamnätet även i framtiden kommer att bestå av luftledningar.



(Källa: Svenska Kraftnät 2009)

Figur 2: Det fysiska flödet av el och relationerna mellan olika aktörer på elmarknaden. Elproducenten som producerar elen matar in den i nätet. Nätägarna ansvarar för att elen transporteras från producent till användaren. Lokalnäten distribuerar elen till elanvändaren (Svenska Kraftnät 2007a).



Figur 3: Det svenska stamnätet och dess förbindelser med angränsande länder

Källa: Svenska Kraftnät

Inget skred har hittills orsakat haveri eller störningar på stamnätet. (Svenska kraftnät, 2007b). De väderfenomen som starkast påverkar stamnätet är höga vindhastigheter eller kombinationen höga vindhastigheter och isbeläggning. Vindhastigheterna under stormen Gudrun orsakade inte avbrott i eltransport på stamnätet. (Svenska Kraftnät 2007b).

Inget skred har hittills orsakat haveri eller störningar på stamnätet. (Svenska kraftnät, 2007b). En analys för de ledningar som går genom området visar att endast ett fåtal stolpar står i lös mark inom Göta älvdalen (SOU 2007:60). Enligt samma utredning är kostnaden för återställande, då enbart ett fåtal (2-3) drabbas, 3-5 Mkr.

Sveriges elnät består, utöver stamnätet, av lokala och regionala nät. De flesta el-användare är anslutna till ett lokalt elnät som är anslutet till ett regionalt elnät vilket i sin tur är anslutet till stamnätet. Det är Svenska Kraftnät som förvaltar stamnätet (220kV och 400kV) och är ansvarig för dess drift och underhåll. Regionnäten (40 kV-130kV). ägs till stor del av Vattenfall, E.ON och Fortum Lokalnät, också kallat för distributionsnät (40kV och lägre), ägs av regionala företag eller av mindre företag med lokal anknötning. Lokalnäten distribuerar el ut till användare t.ex. hushåll, butiker och industrier (Svensk Energi 2007).

2.3 Fjärrvärme

Texten i detta avsnitt baseras på information från Energimyndigheten. Fjärrvärme är en metod för produktion och distribution av värme till ett flertal användare inom ett visst geografiskt område (t ex en tätort som Lilla Edet). Värmen produceras i ett centralt värmeverk och fördelas genom rörsystem (fig. 4) ut till konsumenterna som kan bestå av allt från flerbostadshus och lokaler till småhus, där den används för uppvärmning.

Vanliga värmekällor för fjärrvärme är förbränning av bränslen som kol, olja, naturgas, biobränslen och avfall. Till andra värmekällor som används hör exempelvis industriell spillvärme, värmepumpar, geotermisk värme, solvärme och kärnenergi. Ofta används i ett fjärrvärmesystem flera olika källor och mixen kan varieras efter värmebehovet. En produktionsanläggning kan förse ett helt fjärrvärmenät med värme, men ofta finns flera samverkande anläggningar i varierande storlek placerade på olika platser i nätet. Efter produktionen distribueras värmen till konsumenterna i isolerade rör.



Ofta finns åtminstone en ackumulator någonstans i nätet där varmvatten kan lagras kortare perioder, vilket underlättar att en jämn produktion bibehålls och kapar effekttoppar.

Fjärrvärmen har byggts upp sedan slutet av 1940-talet, till en början i kommunal regi. Fjärrvärme produceras vanligen i värmeverk, där vattnet värms upp genom förbränning av bränsle eller genom att man tillvaratar spillvärme från industri eller avloppsnät.

Figur 4: Isolerade fjärrvärmerör nedlagda i marken. Ett rör leder det upphettade vattnet till fastigheterna och ett annat leder det avkylda vattnet tillbaka till fjärrvärmeverket.

2.4 Bredband

Texten i detta avsnitt baseras på information från Post & telestyrelsen. Tillgången till bredband är överlag god i Sverige, men det finns skillnader. I mer tätbebyggda områden är tillgången och valfriheten större medan valmöjligheterna i småorter och på landsbygden är mer begränsade. Det finns också områden som saknar tillgång till bredband eller har bredband med låg kapacitet och kvalitet. Ett sätt att bygga bredbandsnät är att utnyttja ledigt frekvensutrymme i befintlig infrastruktur för till exempel el-, tele- och kabel-tv. Kostnaden för nyanläggning av denna typ av bredbandsnät hamnar därmed under respektive kategori. (Dock är detta inte helt realistiskt då dagens teknik nått hastighetskapaciteten för de gamla ledningarna och det vore en kompromisslösning att bygga nya el-, tele-, och kabel-tv-nät som ska uppgraderas för bredband istället för att bygga ny infrastruktur för bredbandsnät). Ett annat sätt att bygga bredbandsnät är med helt ny infrastruktur med optisk fiberkabel (som i dag även i viss utsträckning används för telefoni och tv).

En stor del av kostnaderna vid bredbandsutbyggnad är grävkostnader. Det är därför kostnadseffektivt om bredband samförläggs eller kanalisering för bredband (exempelvis tomrör) grävs ner när elnät, vatten och avlopp, fjärrvärme eller annan infrastruktur byggs ut eller rustas upp.

3 FRAMTAGANDE AV VÄRDEN FÖR KONSEKVENSVÄRDERING

För att identifiera möjliga konsekvenser, och de kostnader detta medför, vid skred som drabbar objekt inom detta sektorsområde gjordes en första studie för ett avgränsat fallstudieområde inom Lilla Edets kommun. Lilla Edet på den östra sidan av Göta Älv är idag, tillsammans med Ström m.fl. områden väster om älven, en centralort belägen 22 km söder om Trollhättan och 54 km norr om Göteborg (Se: Fig 5).

Lilla Edet är generellt sett skredbenäget¹ eftersom tätorten ligger inom skredriskzonen, sekundärzonen enligt skredriskkommissionen (Varia 548; SGI Rapport 58). Detta beror på att det förekommer kvicklera i en stor del av Lilla Edet och att eventuella skred vid Göta älv kan ge upphov till sekundärskred, som kan omfatta stora områden. Vilket gör området intressant som fallstudieområde.

¹ Stabiliteten är låg utefter älvkanten och området är väl undersökt genom ett flertal geotekniska undersökningar (Alén et al., 2000).



Figur 5: Översiktsskiss som visar en tidigare utförd geoteknisk (markerat i rött) som har gjorts i det aktuella fallstudieområdet utefter Göta Älv.

Källa: SGI Rapport 58

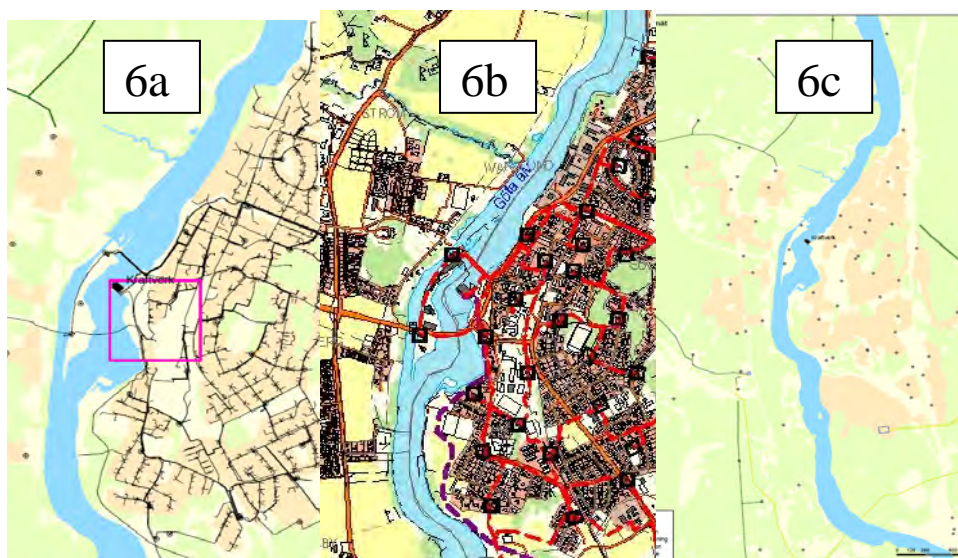
3.1 Motivering till val av fallstudieområde

Fallstudieområdet har valts baserat på följande faktorer:

- Lilla Edet är en tätort som är beroende av eldistribution
- Lilla Edet har ett fjärrvärmenät
- Inom området ligger ett vattenkraftverk som producerar el

3.2 Elnätet

I Fig 6a - b visas elnätskartor för det markburna och det luftburna elnätet. I Fig 6a framgår även det 400 x 400 m² stora område som har valts som fallstudieområde inom Lilla Edets tätort och det framgår att det endast finns ett markburet elnät. Inom området finns 5 414 m markbundna elledningar (0,4-10 kV). Fördelningen av 0,4 kV respektive 10 kV kabel inom området är 65 % 0,4 kV och 35% 10 kV kabel. Det finns även två transformatorstationer och ett vattenkraftverk inom området (Se fig. 6a och b). Inga stam- region- eller fördelningsledningarna finns inom området.



Källa: Vattenfall

Figur 6a-c: 6a) Markburna ledningar (heldragen linje). 6b) transformatorstationer (fyrkanter) och 130 kV elledningar (streckad lila). 6c) luftburet elnät (heldragen linje) i lilla Edets tätområde. Bakgrundskarta © Lantmäteriet

3.3 Fjärrvärmenätet

Vattenfall äger Lilla Edets Fjärrvärme AB tillsammans med Lilla Edets kommun, 50 procent vardera. Förvaltningen sköts på uppdrag av bolaget. Lilla Edet fjärrvärmeverk köper värme från SCA, som använder bibränsle vid produktionen. Värmeverket levererar sedan miljövänlig fjärrvärme som står sig väl i konkurrensen med andra uppvärmningsalternativ. Fjärrvärmenätskartorna har distribuerats av Vattenfall (Grundberg 2010). Kartmaterialet har utgjort underlaget vid bedömning av antal meter elledningar inom området (se: fig. 7).



Källa: Vattenfall

Figur 7: Karta över lilla Edets fjärrvärmekulvertar. Fallstudieområdet 400 x 400 m är avgränsat med en fyrkantig box.

3.4 Bredbandsnätet

För Lilla Edet är fördelningen mellan bredbandsnät i gammal respektive ny infrastruktur i dagsläget 100/0. Trollhättan energi har ett stadsnät av fiber (<http://www.trollhattanstadsnat.se/pages/svartfiber>) som går längs E45:an. All markbunden bredbandstrafik i Lilla Edets tätort är förlagd till el-, tele- och kabeltv-nät, vilken tillhandahålls av Vattenfall (2010).

3.5 Lilla Edets Vattenkraftverk

Lilla Edets vattenkraftverk började byggas 1918 för att möjliggöra elektrifiering av Västra stambanan och kraftverket stod klart för invigning 1926. Lilla Edet har en årlig el-produktion på ca: 220 GWh med hjälp av fyra aggregat. För att leda vattnet genom dessa aggregat har en damm byggts i Lilla Edet, genom vilken skeppstrafiken leds genom ett slussystem. Dammbrott är per definition en händelse som leder till fritt strömmande vatten genom hål i damm eller genom sluss. Enligt den risk- och sårbarhetsanalys som har gjorts (Sjöfartverket, 2009; Vattenfall m.fl. 2009) är skred en av de faktorer som kan orsaka dammbrott. Ett dammbrott skulle i sin tur leda till att kraftverket förlorar del av eller hela kraftproduktionen samt till stora återställningskostnader (se kap 3.6). Sannolikheten för dammbrott bedöms vara låg (10^{-4} /år). Den allmänna bedömningen är även att sannolikheten för dammbrott kommer att minska pga. de förstärkningar som görs av befintliga dammar (Sjöfartsverket, 2009). Konsekvensen kan dock bli mycket stor för samhället (elavbrott, dämning med alla dess följder) men har ansetts i denna fallstudie inte påverka elleveranser inom det aktuella fallstudieområdet eftersom de kan, om nödvändigt, omdirigeras från annan producent.

3.6 Avgränsningar

I en beräkning, som gjorts för skadekostnader av ett antaget skred, ingår direkta kostnader för att det markburna ledningsnätet totalförstörs inom det markerade området, genom att vi ansätter kostnader för nyanläggning av det markburna elnätet. Kostnader till följd av elavbrott ingår inte. Avbrott i produktionen till följd av utebliven elförsörjning diskuteras inom konsekvensområdet Näringsliv, men ansatsen i denna fallstudie är att elförsörjningen antingen dirigeras om och/eller åtgärdas mycket snabbt. Fastighetsvärdet innefattas inom konsekvensområdet Bebyggelse. Konsekvenser av dämning, till exempel vid dammbrott, är mycket stora men också mycket komplicerade att bedöma. I föreliggande uppdrag finns därför inte möjlighet att göra några bedömningar av en sådan händelse.

Det luftburna kraftnätet samt nätstationer och frånskiljare finns inte med i beräkningarna eftersom det inte finns något luftburet ledningsnät eller nätstationer och frånskiljare inom det avgränsade fallstudieområdet (se Fig. 6c). Inom fallstudiens beräkningar nedan ingår även fjärrvärmeledningar samt transformatorstationer. Rörledningar och kablar som inte omfattas i utredningen är avlopp och dagvattenledningar dessa ledningssystem hör till, och behandlas inom, konsekvensområde va. Kablar som inte omfattas i konsekvensanalysen är telenätsledningar.

3.7 Fastighetskartan

Fastighetskartan har använts för att göra en grov bedömning av var det kan vara intressant att lägga fallstudien med utgångspunkt ifrån var kraftverket ligger (Lantmäteriet MS2009/09509, för mer information om fastighetskartan se Falemo, 2011)

3.8 Elnätskartor

Vattenfall står som elnätsägare i Lilla Edets tätort och har tillhandahållit kartmaterial över mark- och luftburna elledningar (stam-, region- och fördelningsledningar samt lokalnätet) inom fallstudieområdet. Kartmaterialet har utgjort underlaget vid bedömning av antal meter elledningar inom området (se: Fig. 6a - b).

3.9 Schablonvärden för fjärrvärmeledningar

I Tabell 2 visas ett par exempel på schablonkostnader för nyanläggning av fjärrvärmeledningar. Priserna avser 2009 års kostnader exklusive moms (Grundberg, 2010; SOU 2007:60)

Tabell 2. Schablonkostnad exklusive moms för att anlägga nya fjärrvärmerör / m kulvert

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

3.10 Schablonvärden för elledningar och transformatorstationer

I Tabell 3 visas exempel på schablonkostnader för nyanläggning av markburna elledningar. Priserna avser 2009 års kostnader, exkl. moms (Kronstrand, 2010; Johansson, 2010; Viksten, 2010).

Tabell 3. Schablonkostnad exklusive moms för att anlägga nya markbundna ledningar

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

Till priset för att nyanlägga elledning kommer det till en kostnad för att nyanlägga en transformatorstation. De allra största stationerna kostar runt 550 000 kr att nyanlägga (se tabell 4). Stationer av den storleken finns det bara någon enstaka av i området kring Lilla Edet. De mindre stationerna kostar runt 400 000 kr att nyanlägga. Denna storlek kan ses som en typstorlek för Lilla Edet (Hans Johansson, Vattenfall).

Tabell 4. Schablonkostnad exklusive moms för att nyanlägga en transformatorstation

Spänning	Uppskattad kostnad i kr
Stor transformatorstation	550 000
Liten transformatorstation	400 000

Uppgifter har senare inhämtats från Vattenfall för att kunna beskriva värdet av transformatorstationer för hela utredningsområdet (Karlsson, 2011). Enligt dessa är kostnaden för nyanläggning av en liten transformatorstation för distribution (matning av ett kvarter, villaområde): 0,5 - 1 Mkr, för en transformatorstation 40/10 kV (försörjning till mindre samhälle): 15 - 20 Mkr och en transformatorstation 130 kV (försörjning större samhälle, större industri typ Akzo Nobel Bohus m.m): 50 Mkr. De siffror som presenteras i Tabell 4 används således för den fallstudie som presenteras i denna rapport, emedan de betydligt högre siffrorna från Vattenfall används generellt för hela utredningsområdet.

3.11 Schablonvärden för optisk kabel

I Tabell 5 visas exempel på schablonkostnader för nyanläggning av markburen, optisk kabel. Kostnaden för att nyanlägga fibernät är främst beroende på var den anläggs. Anläggning på landsbygd (åkermark exempelvis) kan vara endast en sjättedel av kostnaden för anläggning i stadsmiljö. Kostnaden för återställningsarbetet i stadsmiljö är främsta orsaken till ett högre pris.

Om fiberkabel läggs ner samtidigt som exempelvis el- eller telekabel delas grävkostnaden vanligtvis mellan aktörerna. Priserna i tabell 5 avser kostnader exklusive moms (Bergquist, 2010).

Tabell 5. Schablonkostnader exklusive moms för att anlägga optisk kabel

	Uppskattad kostnad i kr per m
Materialkostnad (kabel)	50 (Trollhättan Energi)
Anläggnings- och återställningskostnad landsbygd (åkermark)	200 (Trollhättan Energi)
Anläggnings- och återställningskostnad stadsmiljö	1 200 (Trollhättan Energi)

4 KONSEKVENSANALYS OCH KOSTNADSBERÄKNING FÖR ÅTERSTÄLLNING AV ELNÄTET OCH FJÄRRVÄRMENÄTET EFTER SKRED

4.1 Elledningar och transformatorstationer

Baserat på ovan antaganden, beräkningar och de schablonvärden (per meter) som anges i tabellerna 2–5 kan en kostnadsberäkning göras. Som framgår av ovanstående blir inte heller elkonsumenterna alltid drabbade om ett kraftverk eller ledningar från kraftverket skulle förstöras av ett skred. De som köper el får den distribuerad från ett stamnät med elektricitet från flera olika typer av elproducenter (Se tabell 1). Om konsumenterna blir drabbade är det inte för att kraftstationen sätts ur funktion eller pga. minskad elproduktion, utan för att distributionsledningar får brott eller förstörs.

I Fig 6a visas en karta över det 400*400m stora område som har valts som fallstudieområde inom Lilla Edets tätort. Inom fallstudieområdet finns 5 414 m markbundna elled-

ningar (0,4-10 kV). Fördelningen av 0,4 kV respektive 10 kV-kabel inom området är 65 % för 0,4 kV- och 35 % för 10 kV-kabel. Det finns även två transformatorstationer och ett vattenkraftverk inom området. Inga stam- region- eller fördelningsledningar finns inom området.

Kostnad för nyanläggning av 0,4 kV-ledningar inom området blir då, baserat på de schablonvärden som finns angivna i tabellerna 3 och 4 ovan, 2 Mkr (d.v.s. $(482\,320 + 668\,298 + 500\,000) / 3 \times 0,65 \times 5,414 = 1\,936\,229$ kr). Även kostnad för nyanläggning av 10kV-ledningar inom området blir knappt 2 Mkr ($1\,000\,000 \times 0,35 \times 5,414 = 1\,894\,900$ kr, Tabell 3 och 4). Den totala kostnaden för att nyanlägga 5 414 m markburna ledningar (0,4-10 kV) blir således knappt 2 Mkr (3 831 129 kr). Läger man sedan till kostnaden för att nyanlägga två stora transformatorstationer till summan för att nyanlägga 5 414m markledningar, så blir den totala kostnaden utan moms knappt 5 Mkr ($3\,831\,129$ kr + $800\,000 = 4\,631\,129$ kr) och inkl. moms (25 %) blir knappt 6 Mkr ($5\,788\,911$ kr).

4.2 Konsekvensanalys av förstörda fjärrvärmeledningar i samband med skred

Konsumenterna blir sannolikt hårt drabbade om fjärrvärmerören förstörs av ett skred. De som köper fjärrvärme får sin värme från en central källa och är i många fall beroende av fjärrvärmens för sin uppvärmning.

I Fig 7 visas en karta över det $400 \times 400 \text{ m}^2$ stora område som har valts som fallstudieområde inom Lilla Edets tätort. Inom området finns ca 1 140 meter fjärrvärmenät med markbundna dubbla fjärrvärmerör; en varmvattenledning till hushållen och en ledning från hushållen med avkyllt varmvatten (se: Fig. 4).

Baserat på ovanstående antaganden, beräkningar och de schablonvärden (per meter) som anges i tabell 2, blir kostnaden för nyanläggning av 1 140 meter x 2 fjärrvärmerör per schakt knappt 6 Mkr ($1\,140 \times 2 \times 2\,500 = 5\,700\,000$ kr). Med moms blir detta drygt 7 Mkr ($7\,125\,000$ kr).

4.3 Sammanlagd kostnad för att återställa el- och fjärrvärmeledningar

Baserat på ovan nämnda antaganden, beräkningar och de schablonvärden (per meter) som anges i tabellerna 3 – 5, blir den sammanlagda kostnaden för att återställa det $400 \times 400 \text{ m}$ stora området med avseende på både el, transformatorstationer och fjärrvärmeledningar 10 331 000 kr exkl. moms, och 12 913 000 kr inkl. moms.

5 SLUTSATS OCH BESKRIVNING AV KOMMANDE STUDIER

Fallstudiens metodik kommer att användas för utökade studier och beräkningar i hela utredningsområdet (Göta älvdalen). Det fortsatta arbetet handlar om att ta fram ett utökat underlag för ledningar av de olika slag som har behandlats i rapporten och som finns i utredningsområdet. Utredningsområdet kommer att indelas i ett rutnät med kvadratiska rutor på 100 x 100m. Tanken är att man för varje ruta inom rutnätet skall beräkna antalet meter ledning för el- och fjärrvärme men även för optisk kabel (bredband) och sätta en totalkostnad för varje enskild typ av ledning. Syftet är att i framtiden kunna göra en riskanalys för varje delområde för att snabbt bedöma sårbarheten och beräkna kostnaden för eventuella skred, samt för att kunna göra en risk- och sårbarhetsanalys för byggande i olika delområden. Information om mark- och luftburna elledningar har beställts och finns nu för hela området (Se bilaga 1). Följande inventering kvarstår när studien utökas till hela utredningsområdet. Information om ledningsstolparnas position i stamnätet och information om fjärrvärmeledningar finns endast för Lilla Edet och behöver beställas in för övriga kommuner i utredningsområdet. Information angående optisk kabel behöver beställas in för samtliga områden, med undantag för Lilla Edet där det vid utredningstillfället (2010) inte finns någon optisk kabel. (För detaljer kring underlag, se bilaga 1).

6 REFERENSER

Alén, C; Bengtsson, P-E; Berggren, B; Johansson, L; Johansson, Å (2000). Skredriskanalys i Göta älvdalen – Metodbeskrivning. Statens geotekniska institut. Rapport 58, Linköping.

Bergquist, U., 2010, Stadsnätchef, Trollhättan Energi, e-post: 2010-08-31.

Falemo, S., 2011. Metodik konsekvensbedömning. Bebyggelse. Statens geotekniska institut, SGI. Göta älvutredningen, GÄU. Delrapport 14. Linköping.

Fallsvik, J., Hågerryd, A-C, Lind, B., Alexandersson, H., Edsgård, S., Löfling, P., Nordlander, H., Thunholm, B., 2007, Klimat- och sårbarhetsutredningen, Klimatförändringens inverkan i Sverige, Varia 571, Statens geotekniska institut.

Grundberg, C., 2010, Vattenfall, e-post 2010-06-09 och 2010-06-21

ICOLD, 1995. Dam Safety - Statistical Analysis, ICOLD Bulletin 99.

Johansson, H., 2010, optimering, Vattenfall eldistribution, e-post: 2010-04-06

Kronstrand, K., 2020, nätinformation, Vattenfall Norden Distribution, e-post: 2010-05-17

Viksten, I., 2010, Fortum, e-post: 2010-03-31.

Sjöfartsverket, 2009, Risk- och sårbarhetsanalys 2009. Diariernr: 0100302-09-3321.

SOU 2007:60, Bilaga B7.

Svensk Energi 2007. Elförsörjningen i Sverige. Underlagsrapport utarbetat för Klimat- och Sårbarhetsutredningen, SOU 2007:60 (B8).

Svenska Kraftnät 2007a. Den svenska elmarknaden och Svenska Kraftnäts roll

Svenska Kraftnät 2007b. Konsekvenser för Svenska kraftnäts anläggningar p.g.a. klimatförändringar. Underlagsrapport utarbetad för klimat- och sårbarhetsutredningen, SOU 2007:60 (B7).

Svenska Kraftnät, 2009. Samhällets elberedskap, analys och förslag beträffande elberedskapslagen (1997:288), En redovisning av regeringsuppdrag N2009/5027/E. Diariernr: 2009/722.

Svenska Kraftnät, 2010, Dammsäkerhetsutveckling i Sverige år 2008-2010, Diariernr: 2010-212.

Trollhättan Energi äger Trollhättan stadsnät
(<http://www.trollhattanstadsnat.se/pages/svartfiber>).

Schälin, Jan och Hagberg, M., 2004, Skredriskanalys för östra Göta älvdalen inom Lilla Edets kommun. Varia 548. Statens geotekniska institut. Dnr 5.51-9411-0555. Linköping.

Vattenfall, Sjöfartsverket, Svenska Kraftnät, Länsstyrelsen Västra Götalands län, Vänersborgs kommun, Trollhättans Stad, Lilla Edets kommun, Ale Kommun, Kungälv Kommun, Göteborgs stad, Statens geotekniska institut, 2009, Underlag för samordnad beredningsplanering för dammbrott i Göta älv, PV-2009/0437:1.

Westerblom, E. och Molak-Brindell, M., 2005, Bredband i Sverige, Utbyggnaden av IT-infrastruktur med hög överföringskapacitet, Post och telestyrelsen, Rapport: PTS-ER-2005:24.

BILAGA 1. BEFINTLIG DATA ÖVER ELNÄTET I UTREDNINGSOMRÅDET

Göteborg - Alafors

- Transformatorstationer
- Ledningsnät 130kV. (Vattenfall har inte 10kV och 0,4kV i Göteborgsområdet)
- Frånskiljare

Alafors - Lödöse

- Transformatorstationer
- Ledningsnät 130kV, 20kV
- Norr om Alvhem finns 10kV nätstationer och 10kV ledningsnät
- Frånskiljare

Lödöse - Lilla Edet

- Transformatorstationer
- Ledningsnät 130kV, 20kV, 10kV och 0,4kV
- Nätstationer
- Kabelskåp
- Frånskiljare

Lilla Edet - Sjuntorp

- Transformatorstationer
- Ledningsnät 130kV, 20kV, 10kV och 0,4kV
- Nätstationer
- Kabelskåp
- Frånskiljare

Sjuntorp - Trollhättan

- Transformatorstationer
- Ledningsnät 130kV, 20kV, 10kV och 0,4kV
- Nätstationer
- Kabelskåp
- Frånskiljare
- Bixia har nätet i innerstaden, så där saknas data

Trollhättan - Vänersborg

-
- Transformatorstationer
 - Ledningsnät 130kV, 20kV, 10kV och 0,4kV
 - Nätstationer
 - Kabelskåp
 - Frånskiljare

BE, BL, BS = Frånskiljare

HK = Hängkabel (I luften)

KA = Kabel (I mark)

LL= Luftledning

KB = Kabelskåp

NS = Nätstation

0 = spänningslös

132 000 =130kV HÖGSPÄNNING (HSP)

42 000 = 40kV HÖGSPÄNNING (HSP)

11 000 = 10kV HÖGSPÄNNING (HSP)

400 = 0,4kV LÅGSPÄNNING (LSP)

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