Statens geotekniska institut

# Metodik konsekvensbedömning

– VA-system

*Thomas Rihm*

***GÄU - delrapport 22***

Linköping 2011

GÄU
Göta älvutredningen
2009 - 2011

Foto: SGI

**STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT**
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

# Göta älvutredningen - delrapport 22

## Metodik konsekvensbedömning – VA-system

*Consequences of landslides in the Göta river valley*
*– Water and sanitary system*

Thomas Rihm

LINKÖPING 2011

**Göta älvutredningen**
**delrapport 22**

Statens geotekniska institut (SGI)
581 93 Linköping

Beställning

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

Dnr SGI 1001-0043

Uppdragsnr SGI 14101

# FÖRORD

**Göta älvutredningen (GÄU)**
För att möta ett förändrat klimat och hantera ökade flöden genom Göta älv har Regeringen gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att under en treårsperiod (2009-2011) genomföra en kartläggning av stabiliteten och skredriskerna längs hela Göta älvdalen inklusive del av Nordre älv. Tidigare utförda geotekniska undersökningar har sammanställts och nya undersökningar har utförts längs hela älven. Metoderna för analys och kartering av skredrisker har förbättrats. Nya och utvecklade metoder har tagits fram för att förbättra skredriskanalyser och stabilitetsberäkningar, förbättra kunskapen om erosionsprocesserna längs Göta älv, bedöma effekten av en ökad nederbörd på grundvattensituationen i området, utveckla metodiker för kartläggning och hantering av 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 älvdalen. 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 va-försörjning. Uppdragsledare har varit Yvonne Andersson-Sköld. Det arbete som presenteras i denna rapport har utförts av Helena Helgesson, Kristina Haglund, och Thomas Rihm. Texten i rapporten har skrivits av Thomas Rihm och granskats av Yvonne Andersson-Sköld och Tonje Grahn. 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** ..... 5

**SAMMANFATTNING** ..... 8

**1 KONSEKVENSOMRÅDET - BAKGRUND OCH SYFTE** ..... 8

**2 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING** ..... 9

**3 METOD FÖR INVENTERING** ..... 9

**4 METOD FÖR VÄRDERING** ..... 10

- **4.1 Ytformiga anläggningar** ..... 10
- **4.2 Linjeformiga anläggningar.** ..... 11
- **4.3 Punktformiga anläggningar** ..... 11
- **4.4 Kostnader för provisoriska åtgärder** ..... 11
- **4.5 Kostnader för påverkan på människors hälsa och på miljön** ..... 12
- **4.6 Konsekvenserna för va-försörjningen nedströms ett avloppsreningsverk eller pumpstation som havererar.** ..... 12

**5 RESULTAT AV INVENTERING** ..... 13

**6 RESULTAT AV VÄRDERING OCH FÖRSLAG TILL SCHABLONVÄRDEN** ..... 14

**7 DISKUSSION** ..... 15

**8 REFERENSER** ..... 15

**Bilagor**
**Framtagning av värden för konsekvensvärdering**

## SAMMANFATTNING

I den här rapporten presenteras en metod för att beräkna kostnader för skador på va-anläggningar till följd av ras eller skred. En del av kostnaderna ingår i fastigheternas marknadsvärde. Andra delar utgörs av återuppbyggande av ledningar som inte bara är nödvändiga för försörjningen av det aktuella skredområdet, utan som måste återuppbyggas för att kringliggande områden skall fungera. Dessutom uppstår särskilda kostnader om vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstationer eller tryckstegringsstationer skulle drabbas.

Metoden har utvecklats med utgångspunkt från en fallstudie i Lilla Edets kommun. Den bör vara lämplig även för andra kommuner, men utförda kostnadsuppskattningar kan då behöva kompletteras eftersom ledningsnäten på många håll har betydligt grövre dimensioner än vad som förekommer i Lilla Edets kommun. Om en högre detaljeringsgrad i beräkningarna behövs får avgöras för det aktuella fallet som skall bedömas.

## 1 KONSEKVENSOMRÅDET - BAKGRUND OCH SYFTE

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

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

Regeringen har uppdragit åt SGI att genomföra en riskkartering beträffande ras och skred i Göta älvdalen. Risk definieras som en funktion av sannolikheten för att ett ras eller skred skall inträffa och de konsekvenser som detta för med sig. Vid ett ras eller skred är det sannolikt att kommunernas va-system kommer att påverkas. Påverkan kan ske på så sätt att ledningar brister, ledningssträckor dras med av rasmassorna eller att andra anläggningar som vattenverk, avloppsledningsverk, pumpstationer eller tryckstegringsstationer raseras eller att funktionerna hos dessa anläggningar försämras eller upphör helt och hållet. Sekundära effekter kan bli att miljön påverkas genom att orenat spillvatten rinner ut, att människors hälsa kan påverkas på grund av minskad tillgång till rent vatten och att olika verksamheter drabbas av driftstörningar.

I den här rapporten redovisas förslag till hur en översiktlig värdering av konsekvenserna för kommunala va-system av ett ras eller skred kan genomföras. Målsättningen har varit att ta fram en översiktlig metod för att beräkna skadekostnader som ska redovisas i ett rutnät med upplösning 100 x 100 $m^2$. Syftet är att kunna addera dessa kostnader med andra kostnader, t.ex. kostnader till följd av skada på fastigheter, väg och järnväg för att skapa en så heltäckande värdering som möjligt av skadekostnaderna för ett skred inom respektive ruta som kan drabbas. Till slut kan risken[1] för respektive ruta i hela rutnätet beräknas. I föreliggande rapport redovisas enbart metodik för konsekvensbedömning och resultat genom att applicera denna.

## 2 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING

Värderingen omfattar kommunala ledningar för vatten, spillvatten och dagvatten liksom andra fasta anläggningar som vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstationer för spillvatten och tryckstegringsstationer för regnvatten. Konsekvensanalysen omfattar i första hand kostnader för återuppbyggnad av anläggningar. Eventuell miljöpåverkan eller påverkan på människors hälsa har inte värderats. Inte heller tas hänsyn till kostnader för provisoriska anordningar för vattenförsörjning och behandling av spillvatten under återuppbyggnadstiden. Påverkan på nedströms förhållanden, t.ex. beträffande råvattentillgången för Göteborg, har dock undersökts översiktligt. Detaljeringsgraden har inte varit så hög att privata brunnar eller andra anläggningar värderats. Konsekvenser i form av driftstörningar inom industri eller andra verksamheter till följd av skred redovisas i Grahn (2011).

Det totala utredningsområdet, för vilket konsekvensbedömningen inom detta sektorsområde utförs, utgörs av området närmast älven med undantag för områden med försumbar skredrisk (berg eller mycket låg lutning) som tagits fram av Johan Axelsson (beskrivs i Falemo, 2011c).

## 3 METOD FÖR INVENTERING

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

För CAD-baserade system finns ingen sådan koppling. Istället finns beskrivande text som redovisas på en viss plats på kartan. Det ger möjlighet att okulärt bestämma eller åtminstone bedöma t.ex. ledningsdimension för en viss ledning, men detta kan inte utföras med datoriserade metoder. I dessa fall får materialet bedömas okulärt. Mycket för-

[1] Risk är den sammanvägda funktionen för sannolikheten av en (negativ) händelse och dess konsekvens

enklade kartor kan ritas upp för hand och digitaliseras i ett GIS-system varefter olika beräkningar genomförs digitalt.

De digitala kartorna kan behöva kompletterats med intervjuer med personal från kommunernas tekniska avdelningar beträffande lokalisering av vattenverk, avloppsverk m.m.

# 4 METOD FÖR VÄRDERING

Vid värdering av skadekostnader antas att va-anläggningar och ledningssystem inom en ruta totalförstörs så att restvärdet blir noll. Vidare har olika anläggningar/ledningssystem indelats i tre kategorier:

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

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

## 4.1 Ytformiga anläggningar

Kostnaderna för uppbyggnaden av kommunens va-försörjning skall täckas av anslutningsavgifter. Dessa varierar mellan olika kommuner, men ligger vanligen i storleksordningen 100 000 kr för en normal villa (Thor 2010). En byggnad som är ansluten till ett va-nät har ett högre försäljningsvärde än vad samma byggnad skulle ha om det inte hade någon anslutning. Skillnaden kan uppskattas till ungefär samma belopp som anslutningsavgiften. Värdet av de ytformiga anläggningarna kan därmed sägas innefattas i fastigheternas marknadsvärde.

Om en ruta drabbas av ett ras eller skred på ett sådant sätt att marken inte kan användas för att återuppbygga nya byggnader uppkommer emellertid extra kostnader. Dels måste ledningsnätet återuppbyggas på annan plats, men dels måste också delar av det gamla lokala ledningsnätet återställas. Det gäller de spillvatten- och dagvattenledningar som behövs för att va-systemen för bebyggelse uppströms skredområdet skall kunna fungera. När det gäller de lokala vattenledningarna är dessa normalt utformade som nätverk så att vattnet kan matas från flera håll. Vattenledningar som behövs för den lokala vattenförsörjningen inom skredområdet bedöms därför i normalfallet inte behöva återuppbyggas om bebyggelsen flyttas till annan plats.

En fallstudie har genomförts inom en mindre del av Lilla Edets kommun (Haglund och Rihm 2010). Fallstudien, som har använts för att ta fram värden för konsekvensvärdering, redovisas i bilaga 1. På grundval av resultaten från fallstudien har merkostnaderna för en delvis återuppbyggnad av det befintliga va-nätet vid en förflyttning av bebyggelsen till en ny plats uppskattats till 200 kkr. per hektar. Som schablonvärde för skadekostnad för ytformiga anläggningar (utöver de som ingår i fastigheternas marknadsvärde) har valts 100 kkr per hektar. Detta utgör ett medelvärde för fallen när bebyggelsen kan återuppbyggas på samma plats och när bebyggelsen måste flyttas.

## 4.2 Linjeformiga anläggningar.

Om ett skred eller ras drabbar en huvudledning, en överföringsledning eller trycksatta ledningar måste dessa normalt återuppbyggas för att upprätthålla funktionerna hos va-nätet i andra områden än de som drabbats av skredet. På grundval av den genomförda fallstudien som redovisas i bilaga 1 har skadekostnader för de linjeformiga anläggningarna beräknats till 3 kkr/m. För vissa områden kan kostnaden vara högre. Vid mer detaljerade bedömningar och för områden som ligger i, eller nära, Göteborg bör en mer noggrann bedömning göras. Innan slutliga beräkningar genomförs bör således kostnaderna verifieras eller kompletteras, framför allt när det gäller kommuner som har ledningsnät med betydligt grövre dimensioner än Lilla Edets kommun där fallstudien genomförts.

Vilka ledningar som väljs ut som linjeformiga anläggningar får avgöras efter okulär granskning av va-ledningskartor och bedömningar av vilka ledningar som är oundgängligen nödvändiga för att ledningsnätet skall fungera även efter ett skred.

## 4.3 Punktformiga anläggningar

Till de punktformiga anläggningarna hör vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstationer och tryckstegringsstationer. Skadekostnader om dessa skulle drabbas har valts med utgångspunkt från de värden som redovisas i bilaga 1 och som beträffande dessa kostnader i sin tur bygger på intervjuer och uppgifter om nyanläggningskostnaderna för motsvarande anläggningar. Kostnaderna har schabloniserats till följande värden:

| | |
|---|---|
| Vattenverk och avloppsreningsverk | 150 Mkr |
| Pump- och tryckstegringsstationer | 0,500 Mkr |

## 4.4 Kostnader för provisoriska åtgärder

Om delar av ett va-nät drabbas av ras eller skred kan provisoriska anordningar behövas för att klara vattenförsörjningen i de områden som inte drabbas. Det kan vara frågan om att anordna platser där människor kan hämta rent vatten från tankbilar eller andra behållare. Provisoriska ledningar kan behövas. Vattenledningar och andra trycksatta ledningar är inte direkt beroende av topografin och kan därför läggas provisoriskt ovan mark utan alltför höga kostnader. Spillvatten- och dagvattenledningar är normalt lagda med självfall och kan inte ersättas med provisorium lika enkelt. Även om spillvatten kan läcka ut är detta dock ofta inte lika akut som att kunna försörja befolkningen med rent vatten.

Mycket stora kostnader för provisoriska anordningar kan uppstå om ett vattenverk drabbas och om det inte finns någon reservvattentäkt. Det gäller t.ex. Lilla Edets kommun. Inom kommunen är man väl medveten om riskerna med detta och arbetar för att kunna ordna reservvatten, t.ex. genom att bygga överföringsledning från Trollhättan men behålla befintligt vattenverk som reserv (Thor 2010).

Kostnaderna för provisoriska åtgärder bedöms dock bli måttliga i förhållande till kostnader för återuppbyggande och har inte värderats vid bedömning av skadekostnaderna.

## 4.5 Kostnader för påverkan på människors hälsa och på miljön

Då va-systemen påverkas eller sätts ur funktion kan människors hälsa och miljön påverkas. Ohälsa kan uppstå genom att tillgång på rent vatten saknas eller genom att förorenat avloppsvatten förorenar dricksvatten i samband med reparationer av vattenledningsnätet. Miljön kan påverkas genom att orenat avloppsvatten läcker ut eller måste bräddas till Göta älv. Kostnader för påverkan på människors hälsa och på miljön är mycket svåra att uppskatta och har inte ingått vid värderingen av skadekostnader.

## 4.6 Konsekvenserna för va-försörjningen nedströms ett avloppsreningsverk eller pumpstation som havererar

Om ett avloppsreningsverk eller en pumpstation för spillvatten havererar kommer orenat spillvatten att rinna ut eller bräddas till Göta älv. Detta kan påverka råvattenintagen nedströms. Utspädningen i älven är dock så stor att några förändringar av vattenkvaliteten till följd av tidigare bräddningar av spillvatten inte har kunnat uppmätas vid vattenintaget vid Alelyckan i Göteborg (Thor 2010). I Göta älv finns ett väl fungerande varningssystem så att vattenintaget vid Alelyckan kan stängas när vattenkvaliteten är för dålig. Detta är relativt vanligt och vattenintaget är normalt stängt ca 100 dagar per år. De vattenmagasin som Delsjön utgör beräknas kunna klara Göteborgs vattenförsörjning under ca tre veckor. Med reservvatten från Rådasjön kan tiden med gällande vattendomar förlängas med ytterligare ca tre veckor. Kvantitetsmässigt finns volymer i Råda- och Nedsjösystemet som räcker i åtta månader (Rosén och Steier 2006). Då vattenintaget vid Alelyckan är stängt bedöms extra kostnader på ca 0,020 Mkr. per dygn uppkomma (Lingenhult 2010). Detta beror på att Alelyckans vattenverk som normalt utnyttjar vatten direkt från Göta älv måste ta vatten från Delsjön, vilket leder till extra kostnader för pumpning av älvvatten upp till Delsjön.

Antal stängningar av vattenintaget vid Alelyckan redovisas av Rosén och Steier och sannolikheten för att vattenintaget skulle behöva stängas 20-240 dygn har beräknats till 0,09 till 0,5. (Rosén och Steier 2006). Det framgår dock inte vilka typer av föroreningar det rör sig om.

Med tanke på erfarenheter från tidigare bräddningar av spillvatten till Göta älv (Thor 2010) bedöms det inte vara sannolikt att ett utsläpp av orenat spillvatten skulle påverka vattenintaget vid Alelyckan i väsentlig grad under så lång tid att magasinen i Delsjön och Rådasjön inte räcker till.

# 5 RESULTAT AV INVENTERING

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

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

De avloppsreningsverk som har Göta älv som recipient framgår av Tabell 1. Av dessa är det dock bara Arvidstorp i Trollhättan, Hjärtum, Ellbo och Lödöse i Lilla Edet , Älvängen i Ale och Diseröd i Kungälv som ligger inom det undersökningsområde som berörs av skredriskkarteringen.

Avloppsvatten från Ale kommun söder om Älvängen och från Kungälv pumpas till Ryaverket i Göteborg.

*Tabell 1. Avloppsreningsverk som har Göta älv som recipient (Göta älvs vattenvårdsförbund 2006)*

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

* Den hydrauliska kapaciteten (vattenflödet) för Ryaverket är 10 $m^3/s$ och medelflödet är 4 $m^3/s$. Under vissa perioder har Ryaverket tagit emot flöden på 16-17 $m^3/s$.

# 6 RESULTAT AV VÄRDERING OCH FÖRSLAG TILL SCHABLONVÄRDEN

Förslaget till underlag för visualisering grundar sig i huvudsak på värden som arbetats fram och testats i fallstudien för Lilla Edet vilken redovisas i bilaga 1. Det skulle vara värdefullt med fler fallstudier för att bekräfta storleksordningen på kostnaderna. Förslaget till underlag för visualisering framgår av Tabell 2.

*Tabell 2. Förslag till visualisering för de skadekostnader (Mkr) på va-anläggningar som inte ingår i fastigheternas marknadsvärde (2009 års priser).*

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

* Gäller för huvuddelen av utredningsområdet. Inom Göteborgs kommun kan skadekostnaderna bli betydligt högre med tanke på att ledningsnätet är betydligt grövre. För vissa huvudledningar kan skadekostnaden uppgå till mellan 10 och 80 kkr per meter (Lundgren 2011).

# 7 DISKUSSION

Avsikten är att redovisa skadekostnader för va-anläggningar till följd av skred i ett rutnät. Det bör noteras att det bara kan bli en grov indikation av var skadekostnader kan komma att uppstå. Det finns en mängd faktorer som inte tagits hänsyn till i det föreslagna tillvägagångssättet, exempelvis:

- Kostnader för skador på miljön
- Kostnader för provisoriska åtgärder
- Ledningarnas ålder och skick

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

Den ökande användningen av moderna GIS-system kommer att innebära ökade möjligheter att i framtiden göra betydligt mera detaljerade beskrivningar av ledningssystem. Detta kan vara av stort värde vid inventeringar för olika beräkningar såsom att bedöma nyanskaffningsvärde inom ett specifikt område. Det förfarande som valts i det här projektet är som nämnts tidigare mycket grovt.

# 8 REFERENSER

Göta älvs Vattenvårdsförbund.(2006). Fakta om Göta älv 2005, En beskrivning av Göta älv och dess omgivning 2005.

Haglund, Kristina; Rihm, Thomas. Göta älvutredningen 2009-2012 – Metodik konsekvensbedömning va-system, Delrapport 1, 2010. (Bifogas)

KP-fakta 2010, 360 40 Rottne.

Lingenhult, Gunilla. Göteborg Vatten. Personlig kommunikation 2010.

Lundgren, Johanna. Göteborg Vatten. Personlig kommunikation 2011.

Rosén, Lars; Steier, Katrin. Riskanalys. Avbrott i råvattentillgång i Göteborgs vattenförsörjning. SWECO, Rapport uppdragsnummer 1310786, 2006-02-06.

Thor, Alf. Lilla Edets kommun, tekniska avdelningen. Personlig kommunikation 2010.

# BILAGA – FRAMTAGNING AV VÄRDEN FÖR KONSEKVENSVÄRDERING

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING


**1 SAMMANFATTNING ... 2**

**2 BAKGRUND OCH SYFTE ... 2**

**2.1 Deluppdrag Metodik och konsekvensbedömning ... 2**
**2.2 Konsekvensområdet va-system ... 2**

**3 METOD FÖR INVENTERING ... 2**

**4 BESKRIVNING AV MÖJLIGA SCENARIER TILL FÖLJD AV SKRED ... 3**

**5 VA-SYSTEM – EN ALLMÄN BESKRIVNING ... 5**

**5.1 Anläggningar för intag, behandling och distribution av råvatten ... 5**
**5.2 Anläggningar för bortledning och behandling av spillvatten ... 6**
**5.3 Bortledning av dagvatten ... 7**

**6 KOSTNADSUPPSKATTNING ... 7**

**6.1 Punktformiga anläggningar ... 7**
**6.2 Linjeformiga anläggningar ... 8**
**6.3 Ytformiga anläggningar ... 8**

**7 FALLSTUDIEOMRÅDEN ... 9**

**7.1 Fallstudieområde 1 – Lilla Edet ... 9**
7.1.1 Vattenförsörjningen i Lilla Edets kommun ... 9
7.1.2 Spillvattennätet i Lilla Edets kommun ... 10
7.1.3 Dagvattennäten i Lilla Edets kommun ... 10
**7.2 Kostnadsuppskattningar ... 10**
7.2.1 Skred vid vattenverket ... 10
7.2.2 Skred vid avloppsreningsverket ... 11
7.2.3 Skred vid bostadsområdet Stommen ... 11
7.2.4 Tryckstegringsstationer ... 14
7.2.5 Pumpstationer ... 15

**8 PÅVERKAN AV SKRED PÅ GÖTEBORGS VATTENFÖRSÖRJNING ... 15**

**8.1 Utsläpp av förorening i Göta älv ... 15**
**8.2 Skred i Göta älv ... 16**
**8.3 Kostnader för stängning av vattenintaget ... 17**

**9 DISKUSSION ... 18**

**10 FÖRSLAG TILL VÄRDEN FÖR KONSEKVENSVÄRDERING ... 19**

**11 SLUTSATSER ... 19**

**12 REFERENSER ... 20**

# 1 SAMMANFATTNING

En fallstudie har utförts beträffande konsekvenser av skred för delar av Lilla Edets va-system. Ett förslag till värdering av olika anläggningsdelar har utarbetats. Förslaget är preliminärt och ytterligare kompletterande studier måste genomföras

# 2 BAKGRUND OCH SYFTE

## 2.1 Deluppdrag Metodik och konsekvensbedömning

Syftet med deluppdraget Metodik konsekvensbedömning är att utveckla och tillämpa en metod för att bedöma och på en karta redovisa (visualisera) konsekvenserna av potentiella skred i Göta älvdalen. Resultatet skall, tillsammans med övrigt arbete inom Göta älvuppdraget, utgöra en grund för att bedöma de risker, fördjupade utrednings- och åtgärdsbehov som kan uppstå till följd av ett förändrat klimat.

Den modell som ska utvecklas ska innefatta:

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

## 2.2 Konsekvensområdet va-system

I föreliggande delprojekt har konsekvenserna när det gäller vatten- och avloppssystem studerats. Syftet med arbetet är att beskriva:

- läget för vattentäkter, pumpstationer och va-ledningar, det vill säga redovisa sårbara punkter
- möjliga scenarier för skredhändelser som påverkar vattentäkter, ledningsnät (vatten, avlopp och dagvatten), pumpstationer och bräddavlopp
- konsekvenser av de olika möjliga scenarierna, samt
- värdering av kostnader för de olika scenarierna/konsekvenserna

# 3 METOD FÖR INVENTERING

I ett första skede ingår att ta fram metoder för hur konsekvenserna kan värderas. I praktiken gäller det att sammanställa vilka olika konsekvenser ett skred kan förorsaka och vilka kostnader (skadekostnader, så långt det är möjligt räknat i kronor och ören) dessa konsekvenser innebär. Skadekostnader kan baseras på schablonvärden för nybyggnad av gator och va-ledningar, verkliga kostnader för utbyggda anläggningar eller erfarenhetsvärden för nybyggnad/återuppbyggnad av ledningar och anläggningar och för andra åtgärder som måste vidtas vid en skada.

Tanken är att de uppskattade skadekostnaderna ska kunna appliceras på ett rutnät med rutor om 100 x 100 $m^2$. I det fall där kostnaden är av punkformad karaktär (t.ex. ett reningsverk eller en pumpstation) innebär det att kostnaden ”smetas” ut på den eller de

rutor inom vilka anläggningen ligger. En kartläggning över hela Göta älvdalen avses utföras för att ta fram viktiga utsläppspunkter och vattentäkter, pumpstationer och större ledningar.

# 4 BESKRIVNING AV MÖJLIGA SCENARIER TILL FÖLJD AV SKRED

Vid ett ras eller skred i ett vattendrag, eller i dess omedelbara närhet, kan ledningar, pumpstationer och vattentäkter påverkas på följande sätt:

1. En händelse i närområdet: Skredet sker där anläggningen, vattenintaget etc. är beläget.
2. En händelse i fjärrområdet (uppströms, nedströms eller på motsatta stranden) som ger konsekvenser inte enbart i närområdet.

I Tabell 1 nedan har olika scenarion listats samt vilka kostnadskonsekvenserna blir. Varaktigheten av konsekvenserna från händelsen har delats in i kort (0-3 månader) och lång varaktighet (3-12 månader).

Även en grov indelning av konsekvenserna för människa och miljö har gjorts. Prioriteringen har delats in i 1(mycket allvarlig konsekvens), 2 (allvarlig konsekvens) och 3 (mindre allvarlig konsekvens).

För händelsen att ett skred sker vid någon del av va-systemet så att detta påverkas, har den betingade sårbarheten satts till 1. Den betingade sårbarheten vid dämning, dvs. sannolikheten för att va-systemet påverkas vid en större dämning sätts också till 1. Sannolikheten för att dessa scenarier ska uppstå kommer att bedömas i andra delprojekt inom Göta älvprojektet. Sannolikheten att det uppstår grumling i Göta älv till följd av ett skred är mycket stor.

*Tabell 1. Kostnadskonsekvenser till följd av skred (1= mycket allvarlig, 2= allvarlig 3=mindre allvarlig) samt varaktighet under en kort eller lång tid.*

| Scenario | Bedömning | Varaktighet | | Kostnader | Annat konsekvens område |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kort (0-3 mån) | Lång (3-12 mån) | | |
| **1. Skred sker:** | | | | | |
| 1a. vid intagspunkt för vattentäkt/Vattenverk | 1 | X | X | Stänga vattenverket, använda reservvattentäkt, nybyggnation efter skred | |
| 1b. där en pumpstation är belägen | 1 | X | | Kostnad för ett totalstopp, byta ut pumpstation | |
| 1c. där ett reningsverk finns | 1 | X | X | Kostnad för ett totalstopp/delar av funktionerna förstörs, reservlösningar, uppbyggnad | |
| 1e. Brott på va-ledningar | 1 | X | | Kostnad för ny ledningsdragning, reservlösning. | |
| **2. Skred orsakar uppdämning** som leder till översvämning. Detta kan orsaka: | | | | | |
| 2a. Avloppsnät blir överbelastat | 2 | X | | Stänga delar av reningsverket? Orenat vatten rinner ut i älven, förstör vattenintag. Kostnad för näringsläckage i älven (N, P) | |
| 2b. Dagvattennät blir överbelastat | 3 | X | | Oftast ingen åtgärd | |
| 2c. Enskild vattentäkt blir översvämmad och oanvändbar | 2 | X | X | Förstört dricksvatten | |
| **3. Skred orsakar grumligt vatten** som kan påverka: | | | | | |
| 3a. Vattenintaget för dricksvatten. | 1 | X | X | Stänga vattenintag och använda reservvattentäkt. Folk hinner bli sjuka? | Förorenade områden |
| 3b. Dricksvatten i enskilda brunnar | 2 | X | | Förstört dricksvatten. Folk blir sjuka? | |

# 5 VA-SYSTEM – EN ALLMÄN BESKRIVNING

I ett system för vatten och avlopp ingår följande delar:

- Anläggningar för intag och behandling av råvatten samt för distribution av dricksvatten
- Anläggningar för bortledning och behandling av spillvatten
- Anläggning för bortledning av dagvatten

## 5.1 Anläggningar för intag, behandling och distribution av råvatten

Anläggningar för intag och behandling av råvatten samt distribution av renvatten kan bestå av:

1. En eller flera intagsanordningar eller brunnar
2. Pumpstation för råvatten
3. Vattenverk
4. Överförings/matarvattenledningar
5. Tryckstegringsstationer
6. Högreservoarer (vattentorn)
7. Distributionsledningar
8. Servisledningar
9. Brandposter
10. Ventiler

Råvatten tas in via intagsanordningen och pumpas till reningsverket där vattnet behandlas. Från vattenverket pumpas vattnet dels direkt ut mot abonnenterna, dels mot en eller flera högreservoarer. Vid låg förbrukning fylls högreservoaren. Vid hög förbrukning strömmar vattnet till abonnenterna dels direkt från vattenverket, dels från högreservoaren. Förutom sin funktion som reservoar har högreservoaren också till funktion att rätt tryck upprätthålls i ledningssystemet.

Om det är stora nivåskillnader indelas systemet i flera zoner. Vatten från lägre belägna zoner pumpas i tryckstegringsstationer via särskilda tryckledningar till högre belägna zoner som ofta har egna högreservoarer. För mindre områden kan vattentrycket regleras med hjälp av varvtalsreglerade pumpar.

Överföringsledningar och distributionsledningar är normalt ordnade i ett nätverk så att vatten kan nå en abonnent från flera håll. Om en ledning skulle springa läck, eller om ett område skulle drabbas av skred, kan normalt området gränsas av genom att man stänger ventiler som finns på strategiska ställen i ledningsnätet. Vattentrycket kan då hållas uppe i övriga delar av nätet.

De investeringar som har gjorts i en kommun kan delas in i tre grupper:

*Punktvisa* anläggningar. Hit hör vattenintag, brunnar, vattenverk, tryckstegringsstationer och högreservoarer.

*Linjeformade* anläggningar. Hit kan räknas ledningar utanför bebyggda områden, som i liten utsträckning har påkopplade abonnenter, vars funktion är att transportera vatten från ett område till ett annat.

*Ytformade* anläggningar. Hit kan räknas ledningssystem inom bebyggda områden (distributionsledningar och servisledningar). Dessa anläggningar är i grund och botten också linjeformade, men med någorlunda homogen utformning över en yta vilket medger en kostnadsuppskattning per kvadratmeter eller hektar.

## 5.2 Anläggningar för bortledning och behandling av spillvatten

Anläggningar för bortledning och behandling av spillvatten kan bestå av

1. Servisledningar
2. Spillvattenledningar
3. Pumpstationer
4. Tryckledningar
5. Avloppsreningsverk
6. Utloppsledning

I servis- och spillvattenledningar rinner vattnet med självfall, antingen direkt till reningsverket eller till en pumpstation. Från en pumpstation pumpas spillvattnet via en tryckledning till en annan del av spillvattensystemet varifrån det kan rinna med självfall till reningsverket eller till en annan pumpstation.

En pumpstation har normalt ett visst magasin, en pumpsump, varifrån spillvattnet pumpas stötvis beroende på nivån i pumpsumpen. Vid driftavbrott fylls först pumpsumpen. Om inte åtgärder kan genomföras inom viss tid kommer spillvattnet därefter att bredda orenat ut till recipienten.

Avloppsreningsverk kan vara utformade på olika sätt men spillvattnet genomgår vanligen såväl mekaniska som kemiska och biologiska reningssteg innan det via utloppsledningen tillförs recipienten.

Till skillnad från renvattenledningarna är spillvattenledningarna utformade som olika grenledningar och inte som ett nätverk. Det betyder att om en skada eller ett skred drabbar en ledning kan inget spillvatten från områden uppströms skadan nå reningsverket.

Renvatten- och spillvattenledningar är ofta lokaliserade i samma ledningsgrav, och precis som för renvatten kan spillvattensystemet indelas i:

*Punktformiga* anläggningar t.ex. pumpstationer och avloppsreningsverk.

*Linjeformiga* anläggningar som spillvattenledningar i områden utanför bebyggelse.

*Ytformade* anläggningar t.ex. servisledningar och spillvattenledningar inom bebyggda områden.

## 5.3 Bortledning av dagvatten

Dagvatten leds normalt bort via ledningar med självfall direkt till recipienten utan rening. Ibland finns dock pumpstationer även för dagvatten. Det rör sig framför allt om lågpunkter vid planskilda korsningar och gångtunnlar som inte är möjliga att avvattna med självfall. Det förekommer också anordningar för att rena dagvatten. Det rör sig framför allt om dagvatten från trafikytor. Vanligtvis är anordningarna utformade som dammar där föroreningar kan sedimentera och där vissa föroreningar kan tas upp av vegetation.

Även dagvattenledningarna är ofta lokaliserade till samma ledningsgrav som vatten- och spillvattenledningar och anläggningarna kan delas in på samma sätt:

*Punktformiga* anläggningar t.ex. dagvattenpumpstationer och reningsanordningar

*Linjeformiga* anläggningar t.ex. dagvattenledningar utanför bebyggda områden

*Ytformiga* anläggningar t.ex. dagvattenledningar innanför bebyggda områden

# 6 KOSTNADSUPPSKATTNING

## 6.1 Punktformiga anläggningar

Om punktformiga anläggningar slås ut genom ett skred måste dessa återuppbyggas för att den tekniska va-försörjningen skall kunna vidmakthållas.

Om den nya punktformiga anläggningen inte kan anläggas på samma plats som den gamla kan nya ledningar behövas för att anpassa ledningsnätet till den nya lokaliseringen. På renvattensidan kan detta medföra att investeringar även måste göras i tryckstegringsstationer, matar- och överföringsledningar. På spillvattensidan kan nya pumpstationer och tryckledningar behövas.

Om ett vattenverk drabbas kan det finnas en reservvattentäkt. Kostnaderna för en reservvattentäkt kan vara relativt måttliga. Om reservvattentäkt saknas kan kostnaderna bli mycket stor för kommunen. Ett helt samhälle måste då försörjas med provisoriska anordningar under lång tid. Transportavstånden för vatten kan bli mycket långa. Sannolikt drabbas också vissa näringsverksamheter av produktionsbortfall på grund av vattenbrist.

Om en tryckstegringsstation drabbas kommer det att innebära att en eller flera zoner blir utan vatten. Även här kan vatten behöva transporteras, men omfattningen blir mindre och vattnet kan hämtas vid vattenverket eller vid någon lämplig punkt på den delen av ledningsnätet som fortfarande är i funktion.

Om ett avloppsreningsverk drabbas finns sannolikt ingen annan lösning än att spillvattnet får släppas orenat till recipienten. Det samma gäller om en pumpstation drabbas, men omfattningen av utsläppet blir då mindre. Möjligen kan någon provisorisk damm eller fördämning anläggas varifrån spillvattnet pumpas i provisorisk tryckledning till någon lämplig del av det intakta spillvattensystemet.

Högreservoarer bedöms alltid vara belägna på höjdpunkter utan risk för skred, varför några kostnader inte beräknats.

Kostnader för vattenverk och avloppsreningsverk bedöms behöva uppskattas med ledning av platsspecifika förhållanden. Beträffande kostnaderna för övriga punktformade anläggningar som tryckstegrings- och pumpstationer bedöms schablonvärden kunna användas, eventuellt med indelning för olika storlekar (personekvivalenter).

## 6.2 Linjeformiga anläggningar

Om en överföringsledning drabbas måste denna ersättas. Byggandet av en ny permanent ledning kan ta tid, men trycksatta ledningar kan ofta relativt enkelt ersättas med provisoriska ledningar ovan mark till dess den permanenta ledningen färdigställts.

Detsamma gäller för tryckledningar för spillvatten. För självfallsledningar kan det vara svårare att få provisoriska ledningar att fungera.

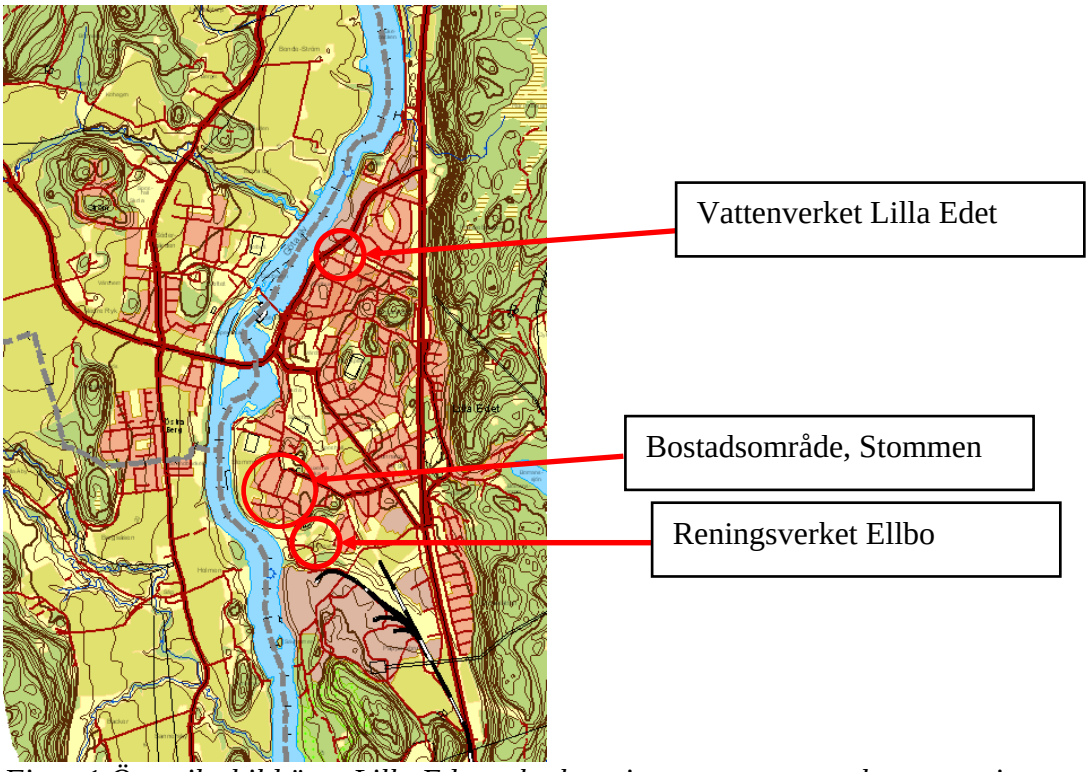
Beträffande uppskattning av kostnader för linjeformiga anläggningar bör schablonkostnader per meter kunna användas, t.ex. från KP-Fakta, som är en sammanställning av olika kostnader baserad på en mängd genomförda entreprenader.

## 6.3 Ytformiga anläggningar

Om ett bebyggt område drabbas måste såväl byggnader som ett nytt ledningsnät byggas upp, antingen inom skredområdet eller på annan plats. Investeringar som görs i ledningsnätet finansieras med anslutningsavgifter. En anslutning bör höja fastighetens värde med motsvarande belopp. Någon ytterligare skadekostnad utöver den berörda bebyggelsens marknadsvärde har därför inte medräknats om området återuppbyggs på samma plats. Om området byggs upp på någon annan plats måste man dock inte bara bygga nya ledningar för det nya området, utan även ersätta många gamla ledningar för att abonnenter uppströms skredet skall kunna få ett fungerande spill- och dagvattennät. En ytterligare skadekostnad kan uppkomma för kommunen om utbyggnaden av va-nätet har varit eller är subventionerat så att anläggningskostnaderna inte täcks av anslutningsavgifterna.

# 7 FALLSTUDIEOMRÅDEN

## 7.1 Fallstudieområde 1 – Lilla Edet




*Figur 1 Översiktsbild över Lilla Edet och placeringen av vattenverk samt reningsverket. Bakgrundskarta © Lantmäteriet*

Som första fallstudieområde har Lilla Edet valts ut eftersom det är en tätort som har både reningsverk och vattenverk samt ett stort ledningsnät som försörjer i stort sett hela kommunen. Speciellt har förhållandena vid vattenverk, avloppsreningsverk och bostadsområdet Stommen studerats.

Fallstudien syftar till att kostnadsuppskatta punkt- linje- och ytformade kostnader. I ett tidigt skede har intervjuer gjorts med ansvariga för va i Lilla Edet. Vidare har uppgifter hämtats ifrån KP-fakta (Kostnad Planering för Vatten & Avlopp).

Ledningssystemet för va i Lilla Edets tätort har tillhandahållits digitalt från Lilla Edets kommun. Kartmaterialet behövs för att kunna bedöma omfattningen av va-anläggningarna och uppskatta en kostnad/ha.

### 7.1.1 Vattenförsörjningen i Lilla Edets kommun

Vattenverket i Lilla Edet försörjer tätorterna i kommunen med dricksvatten. Undantaget är Hjärtum, cirka 5 km norr om Lilla Edet och väster om Göta älv, där det finns en mindre grundvattentäkt (300 personekvivalenter, pe).

Vattenverket i Lilla Edet tar sitt råvatten från Göta älv. Intagsanordningen är placerad på ca 5 meters djup. Produktionen uppgår till ca 2 000 $m^3$ per dygn och den maximala kapaciteten uppgår till ca 4 000 $m^3$ per dygn. För försörjning av de delar av Lilla Edet som är belägna väster om Göta älv (Ström) finns en dubblerad ledning på botten av

älven. Även om ledningarna är dubblerade bedöms de vara sårbara eftersom de är belägna intill varandra och kan drabbas samtidigt t.ex. vid nöddraggning av fartyg i älven. Det finns planer på att utföra en ny, säkrare, vattenförbindelse under älven som bl.a. ska leda till Hjärtum.

Från Lilla Edet finns en ca 12 km lång överföringsledning via Göta till Lödöse. Från Lödöse pumpas vattnet vidare ca 5 km mot nordost till Nygård. Tryckstegringsstationer finns bland annat i Lödöse.

Lilla Edets kommun har ingen reservvattentäkt. Vid ett driftstopp i vattenverket bedöms tillgänglig reservoarvolym motsvara 8 timmars förbrukning. För att öka säkerheten i vattenleveranserna och minska på egna driftskostnader övervägs att leda vatten i en överföringsledning från Trollhättan, ca 2 mil norr om Lilla Edet. Dessutom planeras en överföringsledning från Lilla Edet till Hjärtum.

Större industrier, t.ex. Edets pappersbruk har egen vattenförsörjning när det gäller processvatten.

### 7.1.2 Spillvattennätet i Lilla Edets kommun

I Lilla Edet finns reningsverket Ellbo som är dimensionerat för 10 000 pe. Här behandlas spillvattnet innan det släpps ut i Göta älv.

Tätorterna Hjärtum, Lödöse och Nygård har egna reningsverk som är dimensionerade för 300, 900 respektive 300 pe. Reningsverken i Hjärtum och Lödöse har Göta älv som recipient och i Nygård släpps behandlat spillvatten ut i Gårdaån. I Lödöse och Nygård finns ingen anläggning för slambehandling, utan slammet transporteras till rötkammare i Lilla Edet.

### 7.1.3 Dagvattennäten i Lilla Edets kommun

Dagvattenledningarna läggs normalt med självfall till Göta älv. Någon mindre pumpstation kan finnas men detta har inte undersökts närmare.

## 7.2 Kostnadsuppskattningar

### 7.2.1 Skred vid vattenverket

Kostnaderna för en återuppbyggnad av vattenverket är svåra att överblicka. En återuppbyggnad kanske inte sker på samma plats. Det innebär kostnader inte bara för nybyggnation av vattenverket utan också för kompletteringar och modifieringar av ledningsnätet. En gissning kan ligga mellan 100 miljoner och 500 miljoner kronor. (Thor 2010). Som jämförelse kan nämnas att Trosa kommun avser att bygga ett nytt avloppsreningsverk för 7 500 pe, d.v.s. i samma storleksordning som reningsverket i Lilla Edet. Detta har kostnadsuppskattats till mellan 60 och 70 Mkr. Man har även studerat ett alternativ för 14 000 pe för omkring 120 Mkr, inklusive överföringsledningar från mindre samhällen (Olsson 2010).

Om en överföringsledning istället anläggs från Trollhättan bedöms längden på ledningen bli ca 20 km och kosta omkring 4 000 kr per meter, dvs. totalkostnaden

bedöms bli ca 75 miljoner kronor (Thor 2010). Till detta kommer projektering och förundersökningar, ca 25 %.

Under tiden som ny vattenförsörjning byggs upp behöver provisoriska anordningar vidtas. Eftersom någon reservvattentäkt inte finns måste anordningarna klara i stort sett hela kommunens vattenbehov. Enligt kommunens tekniska kontor är erfarenheterna från provisoriska anläggningar av sådan storleksordning mycket få, om ens några. Utrustning som skulle kunna användas finns dock centralt inom försvaret. Kostnaderna för att utnyttja utrustningen är inte kända (Alf Thor 2010)

De större vattenkrävande industrierna i Lilla Edet har egen vattenförsörjning.

### 7.2.2 Skred vid avloppsreningsverket

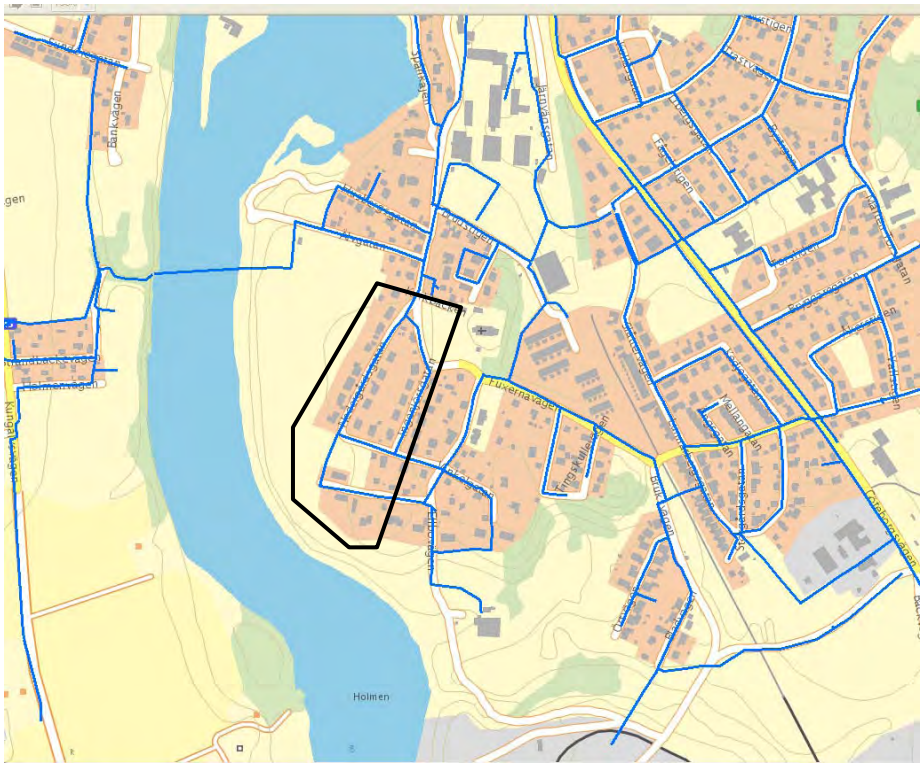
Även kostnaderna för ett nytt avloppsreningsverk är svåra att bedöma. Även här kan en ny lokalisering innebära att spillvattenledningarna måste modifieras, nya pumpstationer och tryckledningar byggas, osv. Investeringarna bedöms behöva uppgå till samma storleksordning som för ett nytt vattenverk, 100-500 miljoner kr (Thor 2010, Erlandsson 2010). Exempel på kostnadsuppskattningar i andra kommuner är 115 miljoner kr för 20 000 pe (SWECO 2009), 20-35 miljoner kr för 5 000 pe och 75-85 miljoner kr för 20 000 pe (Ramböll 2006). För ett mindre avloppsreningsverk (400 pe) kar kostnaden uppskattats till ca 5 miljoner kr. (SWECO 2009). Ett alternativ till återuppbyggnad är att lägga en tryckavloppsledning till Trollhättan i samma ledningsgrav som den alternativa vattenledningen.

Tidigare breddningar vid pumpstationer eller avloppsreningsverk i Lilla Edet har inte medfört mätbara förändringar vid råvattenintag nedströms i Göta älv. Några kostnader för stängningar av råvattenintagen bedöms därför inte uppkomma till följd av inverkan från va-verksamheten Thor 2010).

Vid breddning uppkommer kostnader för miljöpåverkan. Dessa är svåra att uppskatta, men en försiktig uppskattning är att kostnaderna för miljöskador är minst lika stora som kostnaderna för att rena spillvattnet. Det är ju en kostnad som samhället accepterat för spillvattenreningen som görs av miljöskäl. Normaltaxan för ett hushåll i Lilla Edets kommun är 3 000 kr per år i fast avgift samt 28 kr per $m^3$ i rörlig avgift (Thor 2010). För en familj med tre personer som förbrukar ca 350 liter per person och dygn motsvarar det ca 35 kr per $m^3$, varav ca en tredjedel utgör kostnader för vatten och två tredjedelar (ca 23 kr/$m^3$) utgör kostnaderna för avloppsrening. Kostnaderna för miljöskador skulle därmed kunna uppskattas till storleksordningen 25 kr per $m^3$ breddat spillvatten, vilket bedöms motsvara 35 till 40 kkr per dygn när det gäller reningsverket i Lilla Edet.

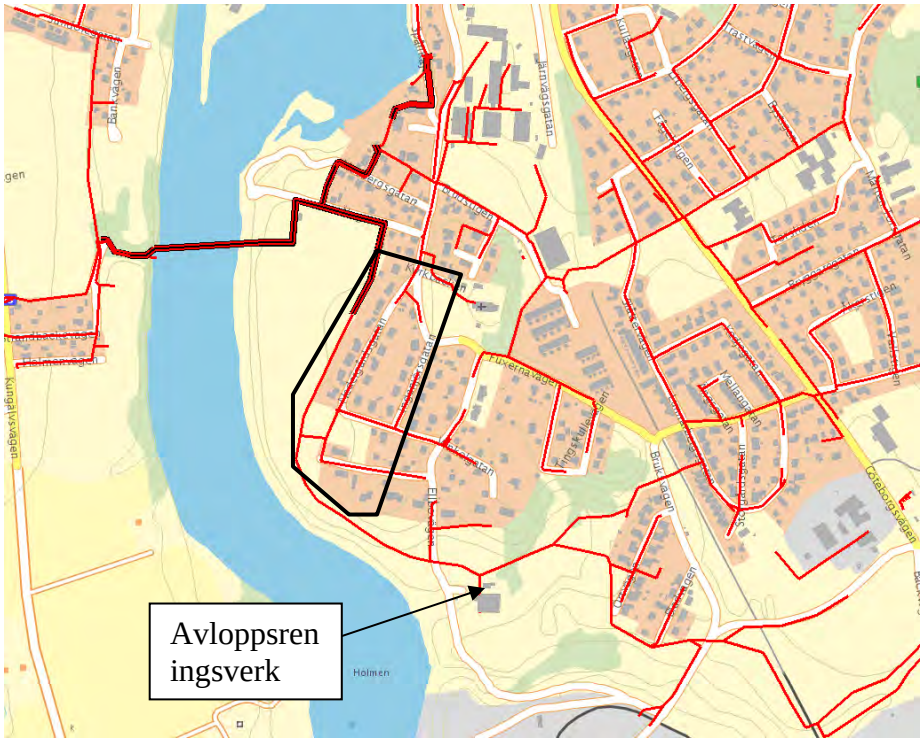
### 7.2.3 Skred vid bostadsområdet Stommen

Som ett exempel på skred inom ett område med bebyggelse har bostadsområdet Stommen valts. Den bebyggelse som antas drabbas redovisas i Figur 2. Området är ca 7 ha stort.




*Figur 2 Vattenledningsnätet vid Stommen. Bakgrundskarta © Lantmäteriet*

Vattenledningsnätet inom området redovisas i Figur 2. Vattenledningarnas längd uppgår till ca 800 m. Vid ett skred antas ledningarna förstöras helt. Området utanför skredområdet kan dock matas med vatten via andra ledningar. En vanlig ledningsdimension är 100 mm.

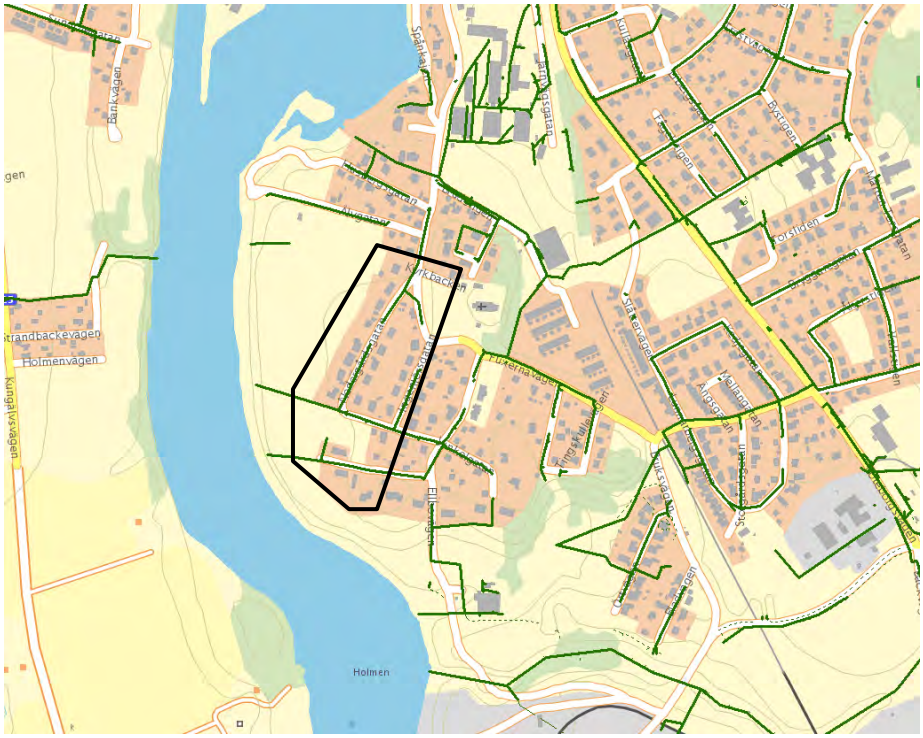



*Figur 3 Spillvattenledningsnätet vid Stommen. Bakgrundskarta © Lantmäteriet*

Ledningsnätet för spillvattnet framgår av Figur 3. Den sammanlagda ledningslängden inom området uppgår till 1 100 m, varav ca 75 m utgörs av tryckledning. Ledningar markerade med tjocka linjer markerar tryckledningar. Av figuren framgår att spillvattnet från de norra och nordöstra delarna av Lilla Edet, samt från områdena väster om Göta älv, pumpas till den norra delen av det antagna skredområdet varifrån det rinner med självfall i en större ledning längs områdets västra och södra kant till avloppsreningsverket. Halva Lilla Edets samhälle är beroende av denna ledning. Vid ett skred måste därför minst 525 m spillvattenledning med en dimension av 500 mm återställas.

Tills spillvattenledningen återställts kommer spillvattnet att bredda orenat till Göta älv på liknande sätt som vid ett längre driftavbrott i pumpstationen vid Göta älv. Vid sådana tillfällen kontaktas Göteborg Vatten och Kungälvs kommun omgående. Hittills har några breddningar inte medfört mätbara kvalitetsförsämringar vid nedströms råvattenintag. Några kostnader för att tillfälligt stänga dessa bedöms därför inte uppkomma.

Tryckledningen har dimensionen 200 mm och den 525 m långa ledningen från tryckledningen mot avloppsreningsverket har dimensionen 500 mm. I övrigt har spillvattenledningarna dimensionen 225 mm.




*Figur 4 Dagvattennät vid Stommen. Bakgrundskarta © Lantmäteriet*

Dagvattennäten framgår av Figur 4. Den sammanlagda ledningslängden uppgår till 550 m. Vid ett skred som berör det markerade området behöver ca 250 m återställas för att dagvatten från områden uppströms skredområdet skall kunna avbördas. För det fall ny bebyggelse inte byggs inom skredområdet kan ledningarna eventuellt ersättas med diken. Vanliga dimensioner är 225 till 300 mm.

Totalt innehåller området 800 m vattenledning, 1 100 m spillvattenledning och 550 m dagvattenledning, d.v.s. totalt 2 450 m ledningar. Om man mycket schablonmässigt räknar att tre ledningstyper (vatten, dagvatten och spillvatten, men inte 500 mm-ledningen), går i samma ledningsgrav blir sammanlagda längden ledningsgrav ca 650 m eller omkring 100 m per ha.

En vanlig ledningskombination är 100/225/225 mm. Enligt KP-Fakta (2010) är kostnaden för nyanläggning av en sådan ledningskombination ca 2 650 kr per meter vid 3 m läggningsdjup.

Ledningslängder, antal serviser m.m. har uppskattats från ledningskartorna och kostnader har uppskattats med ledning av KP-Fakta. Resultaten redovisas i Tabell 2.

Till entreprenadkostnaderna kommer kostnader för projektering, utsättning, m.m. som uppskattas till ca 25 % (Erlandsson 2010). Kostnaden utan tryckledning och 500 mm-ledning blir då ca 3 300 kkr eller 475 kkr per ha.

Kostnaden, inklusive alla ledningar, blir ca 5 000 kkr eller drygt 700 kkr per ha.

*Tabell 2 Uppskattad kostnad för bostadsområdet Stommen med ledning av KP-Fakta (2010)*

| Anläggning | Mängd | Á-pris | Kostnad kkr |
|---|---|---|---|
| **Ledningar (ren- dag- och spillvatten)** | 650 m | 2 650 | 1 770 |
| **Serviser** | 35 st | 15 000 | 525 |
| **Nedstigningsbrunnar** | 10 st | 15 000 | 150 |
| **Ventiler** | 10 st | 15 000 | 150 |
| **Brandpost** | 3 st | 20 000 | 60 |
| **Summa entreprenadkostnad exklusive tryck- och 500 mm-ledning** | | | **2 650** |
| **Tryckavloppsledning 200 mm** | 75 m | 1 200 | 90 |
| **Spillvatten 500 mm.** | 525 | 2 400 | 1 260 |
| **Summa entreprenadkostnad inklusive tryckavloppsledning och 500 mm-ledning** | | | **4 000** |

### 7.2.4 Tryckstegringsstationer

För tryckstegringsstationer bedöms kostnaden för nybyggnad ligga mellan 500 000 och 600 000 kr. (Erlandsson 2010).

### 7.2.5 Pumpstationer

Kostnaderna för nybyggnad av pumpstationer bedöms ligga på ungefär samma storleksordning som tryckstegringsstationer, d.v.s. mellan 500 000 kr och 600 000 kr (Erlandsson 2010)

Tidigare breddningar vid pumpstationer eller avloppsreningsverk i Lilla Edet har inte medfört mätbara förändringar vid råvattenintag nedströms i Göta älv (Thor 2010). Några kostnader för stängningar av råvattenintagen bedöms därför inte uppkomma till följd av inverkan från va-verksamheten.

# 8 PÅVERKAN AV SKRED PÅ GÖTEBORGS VATTENFÖRSÖRJNING

## 8.1 Utsläpp av förorening i Göta älv

En riskanalys har utförts beträffande avbrott i råvattentillgången i Göteborgs vattenförsörjning (Rosén och Steier 2006)

Enligt riskanalysen är råvattenintaget vid Lärjeholm är stängt ca 2 000 - 3 000 timmar per år. I de allra flesta fall beror stängningen på kvalitetsförsämring (Göteborgs va-verk, 2004). Råvattnet som tas in vid Alelyckan har en bättre kvalitet än vad Göta älv i medeltal uppvisar. Detta beror på den världsledande råvattenövervakningen och att möjligheten till intagsstängningar används. Föroreningstillfällena är dock nu så vanliga att intaget hålls stängt en tredjedel av tiden och under början av 2004 var det nödvändigt att acceptera råvatten som inte uppfyllde kraven för att tillräcklig dricksvattenleverans skulle kunna upprätthållas (Rosén och Steier 2006).

Stängningar kortare än 8 timmar har inte beaktats i riskanalysen, som är inriktad på leveransavbrott från vattenverken. I ansträngda lägen kommer dock även de kortare störningarna att påverka leveransförmågan, vilket ger en viss underskattning av riskerna i dessa beräkningar. I analysen har större olycksartade föroreningsutsläpp beaktats som kan leda till längre avbrott i användningen av Göta älv som råvattentäkt. Vid ett stort antal tillfällen under senare år har föroreningsincidenter som lett till stängningar (eller avbrott) längre än några få timmar inträffat, se Tabell 3.

*Tabell 3 Antal stängningar av intaget i Lärjeholm, i respektive tidskategori (Göteborgs va-verk och Kretsloppskontoret, 2005 i Rosén och Steier 2006)*

| År | 8-72 timmar | 3-20 dygn | 20-240 dygn |
|---|---|---|---|
| 2004 | 43 | 14 | |
| 2003 | 45 | 7 | 1 |
| 2002 | 35 | 13 | |
| 2001 | 53 | 3 | |
| 2000 | 29 | 10 | |
| 1999 | 29 | 13 | |
| 1998 | 58 | 9 | |
| 1997 | 80 | 14 | |
| 1996 | - | - | 1* |

**För 1996 redovisas endast avbrott på 20-240 dygn*

Den tillgängliga statistiken och kunskapen om inträffade föroreningsutsläpp i Göta älv har resulterat i de sannolikhetsbedömningar som anges i Tabell 4. Bedömningarna representerar den årliga sannolikheten att intaget någon gång skall vara stängt 8-72 timmar, 3-20 dygn respektive 20-240 dygn. För intervallen 8-72 timmar respektive 3-20 dygn har den årliga sannolikheten satts till 1. För intervallet 20-240 dygn har sannolikhetsintervallet beräknats med hjälp av beta-fördelningen. I bedömningen har antagits att övervakningssystemet fungerar fullt ut och att intaget stängs så snart Göta älv förorenats.

*Tabell 4. Sannolikheter för avbrott till följd av förorening i Göta älv (Rosén och Steier 2006).*

| Avbrottstid | Sannolikhet för störning som leder till avbrott i leverans av råvatten enligt krav | Sannolikhet för störning som leder till avbrott i leverans av råvatten oavsett krav |
|---|---|---|
| 8-72 tim | 1 | 0 |
| 3-20 dygn | 1 | 0 |
| 20-240 dygn | 0,09 – 0,5 | 0 |

## 8.2 Skred i Göta älv

Förutom föroreningsutsläpp genom olyckor kan älven förorenas också i samband med större skred där stora mängder föroreningar från förorenade markområden tillförs älven. Små skred förekommer ofta längs Göta älvs stränder, men större skred som kan leda till höga föroreningshalter är mera ovanliga (Rosén and Steier, 2006). Vid ett skred skapas en ny föroreningskälla som under relativt lång tid kan ge förhöjda föroreningshalter. Erfarenheter från förstärkningsarbeten vid EKA:s anläggning i Bohus har visat på förhöjda halter av ämnen som påverkar vattenkvaliteten under ca 1 års tid (Rosén and Steier, 2006). Troligen handlar därför ett avbrott till följd av större skred om avbrott i ett antal veckor till flera månader (Rosén and Steier, 2006).

Sammantaget visar den tillgängliga informationen på stora osäkerheter om sannolikheterna för framtida större skred i Göta älv. Utifrån det tillgängliga underlaget har överslagsmässiga bedömningar utförts av Rosén och Steier vilka resulterat i de värden på årlig sannolikhet för större skred (någonstans i älven uppströms råvattenintaget) som anges i Tabell 5 för de olika tidsintervall som studeras i riskanalysen.

*Tabell 5. Sannolikheter för avbrott till följd av skred i Göta älv (Rosén and Steier, 2006).*

| Avbrottstid | Sannolikhet för störning som leder till avbrott i leverans av råvatten enligt krav | Sannolikhet för störning som leder till avbrott i leverans av råvatten oavsett krav |
|---|---|---|
| 8-72 tim | 0,01 – 0,2 | 0 |
| 3-20 dygn | 0,01 – 0,2 | 0 |
| 20-240 dygn | 0,005 – 0,1 | 0 |

Några historiska skred kan ge en uppfattning av störningarnas längd. Skredet i Surte inträffade den 29 september 1950. Det omfattade ett ca 600 m långt och 400 m brett område i södra delen av Surte industrisamhälle. Cirka två månader senare, den 23 november hade man fått till stånd en kanalled med samma dimensioner som före raset (SOU 1962:48).

Skredet i Göta ägde rum den 7 juni 1957 och omfattade 370 000 $m^3$ (längd 1 500 m, bredd (inåt land) 300 m). Älvfåran, som haft en bredd av ca 120 m, sammanpressades till omkring 50 m. Den 7 juli kunde trafiken återupptas med ett till 4,1 m reducerat djupgående. Den 1 november, dvs. ca 5 månader senare, återupptogs trafiken i normal omfattning. De totala muddringsmassorna uppgick till ca 1 000 000 m3 (SOU 1962:48).

## 8.3 Kostnader för stängning av vattenintaget

Vid normal drift tas vatten in direkt till vattenverket vid Alelyckan. Samtidigt pumpas vatten via en tunnel till Delsjöarna varifrån vattnet leds vidare till vattenverket i Lackarebäck (Lingenhult 2010).

Om vattenintaget stängs fungerar Delsjöarna som reservvattentäkt och vatten från Delsjöarna rinner med självfall tillbaka via tunneln till vattenverket vid Alelyckan.

Den dominerande kostnaden vid stängningen av Göteborgs råvattenintag är återställningen av uppumpad volym, d.v.s. elkostnader. Dessa har uppskattats till mellan 15 000 och 20 000 kr/dygn (Lingenhult 2010).

Vid ett utnyttjande av Delsjöarnas hela magasinsvolym sker en avsevärd sänkning av vattenytorna som inte är önskvärd och som får konsekvenser för fiske, friluftsliv, m.m (Lingenhult 2010). Några kostnader för detta har dock inte uppskattats.

Vattendomen för Delsjöarna medger ett uttag av 4 $Mm^3$ vid fullt magasin. detta räcker ca 3 veckor för hela Göteborgs behov. Normalt finns även möjligt att fylla på med vatten från Rådasjön. Vattendomen medger maximalt 5 $Mm^3$ per tillfälle. Sammanlagt bedöms reserverna räcka omkring 6 veckor (Lingenhult 2010). Kvantitetsmässigt finns volymer i Råda- och Nedsjösystemet som räcker i 8 månader (Rosén och Steier 2006). Någon vattendom som medger ett sådant uttag finns dock inte. Inte heller har konsekvenserna av ett sådant uttag utretts.

Efter omkring 6 veckor kan kostnader uppstå till följd av minskade eller uteblivna vattenleveranser. Dessa kostnader beräknas i ett annat delprojekt (Näringsliv).

# 9 DISKUSSION

De totala kostnaderna för att återuppbygga vattenverk och avloppsreningsverk är svåra att uppskatta och beror bland annat av var nya anläggningar kan byggas. En uppskattning har ändå gjorts till mellan 100 Mkr och 500 Mkr. Mest trolig kostnad har uppskattats till 150 Mkr per verk.

Kostnaderna för provisoriska åtgärder under byggnadstiden har inte undersökts, men eftersom Lilla Edet saknar reservvattentäkt bedöms dessa bli mycket höga om vattenverket skulle slås ut. Kostnader för provisoriska åtgärder behöver utredas ytterligare.

Kostnader för utsläpp till miljön på grund av ett utslaget reningsverk har inte närmare undersökts. Samhället har uppenbarligen bedömt att kostnaderna för anläggning och drift av avloppsreningsverket är motiverade med hänsyn till miljön. Kostnaden per dygn bedöms därför minst motsvara kostnaden för avloppsreningsverket (kapitalkostnader och driftkostnader).

Kostnader för nybyggnation av övriga punktformiga anläggningar som tryckstegrings- och pumpstationer har uppskattats till mellan 500 000 och 600 000 kr per anläggning.

Alternativt skulle kostnaderna för pump- och tryckstegringsstationer slås ut som ytformiga investeringar. I Vänersborg finns sammanlagt 50 pump- och tryckstegringsstationer (Vänersborgs kommuns hemsida) på en sammanlagd bebyggd area av ca 10 $km^2$. Kostnaderna för dessa motsvarar då 25 kkr per hektar.

Spillvattenledningen med dimensionen 500 mm inom bostadsområdet Stommen kan sägas utgöra en linjeformig anläggning. Entreprenadkostnaderna för en återuppbyggnad har bedömts till 2 400 kr per meter eller ca 3 000 kr per meter, inklusive påslag för projektering, m.m.

Man kan diskutera i vilken mån värdet av ytformiga anläggningar som va-ledningar, gator, m.m inkluderas i fastigheternas marknadsvärde. Bedömningen är dock att en ansluten fastighet har ett större marknadsvärde än en icke ansluten och att värdet därför bör vara inkluderat i fastighetsvärdet. Man kan konstatera att kostnaderna skiljer sig åt om man tänker sig att ett område återuppbyggs på samma plats, eller om ett nytt område byggs ut på en annan plats. I det senare fallet måste inte bara ett nytt ledningsnät byggas på den nya platsen, utan en återställning av delar av det gamla spillvatten- och dagvattenledningsnätet måste därtill utföras för att va-försörjningen skall fungera för området uppströms skredområdet. För bostadsområdet Stommen kan dessa kostnader uppskattas till ca 200 kkr per ha. Extra kostnader uppkommer dock inte för perifera områden som saknar bebyggelse uppströms. Som schablonkostnader för kommande beräkningsexempel föreslås att ett medelvärde för kostnader för återuppbyggnad på samma område och återuppbyggnad på annan plats används

## 10 FÖRSLAG TILL VÄRDEN FÖR KONSEKVENSVÄRDERING

På grundval av utförda fallstudier föreslås olika va-anläggningar värderas enligt Tabell 6. Värdena får anses som preliminära till dess ytterligare studier genomförts.

*Tabell 6 Preliminär bedömning av värdering av va-anläggningar*

| Anläggning | Intervall som framkommit vid fallstudierna | Förslag för värde till schablonkostnad (Mkr) |
|---|---|---|
| **Avloppsreningsverk och vattenverk > 8 000 pe** | 100-500 Mkr | 150 Mkr |
| **Avloppsreningsverk och vattenverk 1 000<pe<8000** | 25-100 Mkr | 50 Mkr |
| **Avloppsreningsverk och vattenverk <1 000 pe** | 5-25 Mkr | 10 Mkr |
| **Pump- och tryckstegringsstationer** | 0,5-0,6 Mkr | 0,5 Mkr |
| **Pump- och tryckstegringsstationer alternativ** | | 25 kkr/hektar |
| **Linjeformiga anläggningar** | 2-4 kkr/m | 3kkr/m |
| **Ytformiga anläggningar merkostnader som ej ingår i fastigheternas marknadsvärde** | 0-200 kkr/ha | 0,1 Mkr/ha |

## 11 SLUTSATSER

De kostnader som tagits fram inom denna fallstudie är både osäkra och ofullständiga. Ytterligare studier behöver genomföras, bland annat när det gäller kostnader för temporära åtgärder och för att få ett säkrare underlag, framför allt för vattenverk och avloppsreningsverk. De framtagna kostnaderna kan ändå ha ett värde som jämförelsetal för att bedöma om kostnaderna är signifikanta i jämförelser med andra kostnader orsakade av skred som t.ex. kostnader för människoliv, byggnader, vägar och järnvägar, m.m.

# 12 REFERENSER

Erlandsson, Jan. Lilla Edets kommun, tekniska avdelningen. Personlig kommunikation 2010.

Göteborgs va-verk 2004. Årsberättelse.

Göteborgs va-verk och Kretsloppskontoret (2005) Åtgärdsplan Göteborgs vattenförsörjning 2005-2024 (konceptversion april 2005)

KP-fakta 2010, 360 40 Rottne.

Lingenhult, Gunilla. Göteborg Vatten. Personlig kommunikation 2010.

Olsson, Madelene. Trosa kommun. Personlig kommunikation 2010.

Ramböll 2003. Nytt reningsverk på Rindö, Översiktlig utredning 2006-12-06.

Rosén, Lars; Steier, Katrin. Riskanalys. Avbrott i råvattentillgång i Göteborgs vattenförsörjning. SWECO, Rapport uppdragsnummer 1310786, 2006-02-06.

SOU 1962:48, Rasriskerna i Götaälvdalen**.** Betänkande avgivet av Götaälvskommittén. Sthlm 1962.

Sweco2006. Kungälvs kommun, Avloppsreningsverk Matskären 2006-11-24.

SWECO 2009. Lysekils kommun, Hallinden VA-utredning 2009-09-21.

Thor, Alf. Lilla Edets kommun, tekniska avdelningen. Personlig kommunikation 2010.

# 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 bottenskjuvspänningar

4 Transport av suspenderat material i Göta älv

5 Ytgeologisk undersökning med backscatter - Analys för Göta älv och Nordre älv

6 Bottenförhållanden i Göta älv

7 Bedömning av grundvattenförhållanden för slänter längs Göta älv - Allmän vägledning

8 Känslighetsanalys för variationer i grundvattennivå och val av maximala portryck i slänter längs Göta älv – Exempel från en slänt

9 Bedömd förändring av maximala grundvattennivåer i Göta älvdalen till följd av förändrat klimat

10 Studie av portryckens påverkan från nederbörd och vattenståndsvariation i tre slänter längs Göta älv

11 Analys av uppmätta portryck i slänterna vid Äsperöd och Åkerström

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

13 Metodik konsekvensbedömning - Känslighetsanalys, klassindelning och applicering av metodik i hela utredningsområdet

14 Metodik konsekvensbedömning - Bebyggelse

15 Metodik konsekvensbedömning - Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv

16 Metodik konsekvensbedömning - Sjöfart

17 Metodik konsekvensbedömning - Väg

18 Metodik konsekvensbedömning - Järnväg

19 Metodik konsekvensbedömning - Miljöfarliga verksamheter och förorenade områden

20 Metodik konsekvensbedömning - Naturmiljö

21 Metodik konsekvensbedömning - Energi och ledningsnät

22 Metodik konsekvensbedömning - VA-system

23 Metodik konsekvensbedömning - Näringsliv

24 Metodik konsekvensbedömning - Kulturarv

25 Metodik konsekvensbedömning - Känslighetsanalyser

26 Metodik konsekvensbedömning - Bebyggelse och kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv - Fallstudie Ale kommun

27 Hydrologiska och meteorologiska förhållanden i Göta älvdalen

28 Metodbeskrivning sannolikhet för skred: kvantitativ beräkningsmodell

29 Kartering av kvicklereförekomst för skredriskanalyser inom Göta älvutredningen. Utvärdering av föreslagen metod samt preliminära riktlinjer

30 Quick clay mapping by resistivity – Surface resistivity, CPTU-R and chemistry to complement other geotechnical sounding and sampling

31 Inverkan av förändringar i porvattnets kemi, främst salturlakning, på naturlig leras geotekniska egenskaper – Litteraturstudie

32 Hantering av kvicklereförekomst vid stabilitetsbedömning för Göta älv – Riktlinjer

33 Metodbeskrivning för SGI:s 200 mm diameter ”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