



Enheten för strategisk analys

# Risker och förmågor 2014

- Scenarioanalyser

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Solstorm</b> .....	<b>4</b>
2.1 Underlag och förankring .....	4
2.2 Erfarenheter från liknande händelser .....	5
2.3 Scenariobeskrivning.....	5
2.4 Samhällets förmåga att förebygga konsekvenser av solstorm.....	6
2.5 Samhällets förmåga att hantera solstormar .....	7
2.6 Konsekvensbedömning.....	9
2.7 Resonemang om sannolikhet .....	14
2.8 Osäkerhetsbedömning.....	15
2.9 Slutsatser .....	15
<b>3. Lerskred</b> .....	<b>19</b>
3.1 Underlag och förankring .....	19
3.2 Erfarenheter från liknande händelser .....	20
3.3 Scenariobeskrivning.....	21
3.4 Samhällets förmåga att förebygga lerskred.....	21
3.5 Samhällets förmåga att hantera lerskred .....	23
3.6 Konsekvensbedömning.....	27
3.7 Resonemang om sannolikhet .....	31
3.8 Osäkerhetsbedömning.....	31
3.9 Slutsatser .....	31
<b>4. Svaveldimma</b> .....	<b>34</b>
4.1 Underlag och förankring .....	34
4.2 Erfarenheter från liknande händelser .....	34
4.3 Scenariobeskrivning.....	35
4.4 Samhällets förmåga att förebygga svaveldimma.....	36
4.5 Samhällets förmåga att hantera svaveldimma.....	37
4.6 Konsekvensbedömning.....	40
4.7 Resonemang om sannolikhet .....	44
4.8 Osäkerhetsbedömning.....	45
4.9 Slutsatser .....	46
<b>Referenser</b> .....	<b>48</b>
<b>Bilaga Deltagare i nationell risk- och förmågebedömning.....</b>	<b>53</b>

# 1. Inledning

Under 2014 har MSB inom ramen för arbetet med nationell risk- och förmågebedömning genomfört tre scenarioanalyser; solstorm, lerskred och svaveldimma.

Scenarierna är utformade för att vara av typen värsta troliga vilket innebär att de, till skillnad från scenarier av typen värsta fall (worst case), både ska kunna medföra stora eller mycket stora konsekvenser och samtidigt uppfattas vara trovärdiga utifrån bästa tillgängliga kunskap och expertkunskap på det område som scenariot rör.

Analyserna av scenarierna för solstorm och lerskred baseras på intervjuer och litteratur. Analysen för svaveldimma baseras på två workshops samt litteratur och intervjuer. De workshoppar som genomförts har använts för att identifiera och beskriva olika aktörers ansvar och uppgifter vid den inträffade händelsen samt vilka konsekvenser som kan uppstå givet scenariot. Dessa har skapat en mycket värdefull grund att stå på i analysarbetet. I arbetet med lerskred och solstorm fanns ett omfattande bakgrundsmaterial vilket gjorde att det inte fanns behov av workshops.

Analyserna av lerskred och svaveldimma är framtagna med stöd från Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI).

## 2. Solstorm

*Solstormar* är ett samlingsnamn för kraftiga utbrott av strålning och plasma från solen och består av tre olika fenomen; strålningsutbrott, koronamassutkastning och protonhändelse. Strålningsutbrotten består främst av röntgen- och gammastrålning. Koronamassutkastningar (Coronal mass ejection, CME) är gigantiska plasmamoln med ett magnetiskt fält vinkelrätt mot rörelseriktningen. Protonhändelser brukar uppkomma i samband med snabba CME:er då en chockvåg bildas med accelererande protoner.<sup>1</sup>Fenomenen påverkar infrastruktur på jorden och rymdbaserade objekt på olika sätt, vilket beskrivs längre fram i analysen.

Solstormar uppkommer från aktiva områden som under den första tiden syns som mörka fläckar, så kallade solfläckar, som följer med solens rotation över dess yta. Solens aktivitet är föränderlig och kan bland annat bedömas genom antalet solfläckar, där fler områden indikerar högre aktivitet. Aktiviteten är cyklisk med omkring 11 års periodicitet.<sup>2</sup>

Då en CME träffar jordens magnetfält kan en störning uppstå och skapa en geomagnetisk storm. Det finns ett antal faktorer som avgör intensiteten av den geomagnetiska stormen, till exempel hur mycket materia som har kastats ut från solen, dess riktning och dess hastighet. Den avgörande faktorn är styrkan och riktningen på CME:ns magnetiska fält. När det är riktat söderut, alltså motsatt riktning mot jordens magnetfält, är risken för konsekvenser i samhället störst.<sup>3</sup>

Vid en geomagnetisk storm induceras ett elektriskt fält i jordskorpan. Styrkan av fältet beror på berggrundens elektriska ledningsförmågan, som varierar på lokal och regional nivå med de geologiska förhållanden. Det elektriska fältet genererar strömmar som kallas för geomagnetiskt inducerad ström. (eng. geomagnetically induced current, GIC) Strömmarna kan gå genom allt jordat material med god ledningsförmåga, vilket till exempel kan vara kraftledningar, kommunikationskablar samt olje- och gasledningar.<sup>4</sup> Geomagnetiska stormen är i regel kraftigare på nattsidan av jorden.<sup>5</sup>

### 2.1 Underlag och förankring

Scenarioframtagningen har framför allt utgått från studier av den så kallade Carringtonhändelsen 1859 och solstormen den 13 maj 1921 som båda var väldigt kraftiga. De hade kunnat orsaka allvarliga störningar på jorden om de inträffat i dag exempelvis på grund av hopkopplingen av komplexa system, t.ex. elnät, och beroenden av dessa. Scenariot och dess specifika variabler har stämts

<sup>1</sup> Wik, M., *The sun, space weather and effects*, 2008.

<sup>2</sup> <http://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>

<sup>3</sup> Andréasson, K., *Transformatorers dimensionering med avseende på geomagnetiskt inducerad ström i kraftsystemet*, 2006

<sup>4</sup> Wik, M., *The sun, space weather and effects*, 2008.

<sup>5</sup> Ibid.

av med Institutet för rymdfysik och Kungliga tekniska högskolan (KTH) Rymd- och plasmafysik. Svenska kraftnät har bidragit med innehåll utifrån sin roll som systemansvarig myndighet för el och ansvarig för drift och förvaltning av stamnätet.

Insamling av empiri till analysen har också genomförts via intervjuer med aktörer inom samhällsskydd och beredskap. Intervjuer har genomförts på plats hos Post- och telestyrelsen (PTS), Luftfartsverket, Vattenfall och Svenska kraftnät. Det har även genomförts telefonintervjuer med Oskarshamn kärnkraftverk (OKG), Trafikverket och SJ. Ett antal av svenska myndigheters risk- och sårbarhetsanalyser har också använts som underlag för bedömning av konsekvenser på skyddsvärdena. Även andra länders riskbedömningar har utgjort del av den insamlade empirin.

## 2.2 Erfarenheter från liknande händelser

Studier av tidigare händelser bidrar till en ökad förståelse av solens aktivitet och solstormar, som i olika utsträckning, har påverkat samhället vid flera tillfällen. Några exempel på solstormar som har medfört konsekvenser på samhället, är Carringtonstormen år 1859, Septemberstormen år 1909, Majstormen år 1921, Augustistormen år 1972, Hydro-Quebecstormen år 1989 och Halloweenstormen år 2003.

## 2.3 Scenariobeskrivning

Den 15 januari upplever Sverige en kall vinter med mycket snö. Det pågår en köldknäpp och temperaturer runt  $-15^{\circ}\text{C}$  beräknas att hålla i sig en vecka framöver.

Tre aktiva solfläckskluster, har vandrat in från solens östra rand. Ett av dem växer i oroande snabb takt. De närmaste dagarna upplevs, från och till, stora störningar av satellitsignaler och totalt bortfall av kortvågig radiokommunikation på hela jordens dagsida som pågår i flera timmar åt gången.

Tidigt på morgonen (svensk tid) den 22 januari detekterar NASA:s satelliter ett kraftigt strålningsutbrott. I samband med strålningsutbrottet detekterar satelliterna också att en CME har lämnat det snabbt växande solfläcksklustret och är på väg direkt mot jorden. Den första prognosen är att CME:n håller en mycket hög hastighet, omkring 2500 km/s, och beräknas nå fram på mindre än ett dygn. Händelsen genererar också en kraftig protonhändelse som slår ut bevakningssatelliten Advanced Composition Explorer (ACE)<sup>6</sup>, vilket försvårar prognostiseringen av den inkommande CME:n.

Sent på kvällen den 22 januari informerar Svenska kraftnät att myndigheten har uppmärksammat stora problem både i stam- och regionnätet. Flera transformatorer och ledningar har automatiskt kopplats ut. Vad gäller

---

<sup>6</sup> <http://www.swpc.noaa.gov/ace/>

transformatorerna så har alla kopplats in igen utom fem stamnätsanslutna transformatorer.

Stamnätsledningar runt Gävle löser ut i sådan omfattning och hastighet att stamnätsöverföringen från norra Sverige inte kan hållas stabil. Exakt en minut efter att de första stamnätsledningarna runt Gävle löst ut sker en spänningskollaps som leder till elavbrott i Sverige söder om 61:a breddgraden (i höjd med Söderhamn).

På morgonen den 23 januari rapporterar Svenska kraftnät att så länge den geomagnetiska stormen pågår finns inga möjligheter att återstarta de bortkopplade delarna av stamnätet eftersom ledningar och transformatorer löser ut vid återstartförsök.

Initialt kommer det vara elavbrott i hela mellersta och södra Sverige under tre dygn eftersom solstormen fortfarande kommer förhindra återstart av elnätet under de två första dyggen. Det kommer även ta en del tid att få igång elnätet igen efter att solstormen avtagit så att återstart kan påbörjas.

## 2.4 Samhällets förmåga att förebygga konsekvenser av solstorm

Solstormar går inte att förhindra, men med ökad kunskap och möjligheten att skapa tillförlitliga prognoser och tidiga varningar kan länder i högre geografiska breddgrader, som t.ex. Sverige på sikt öka sin förmåga att tidigare kunna sätta in åtgärder när en solstorm är nära förestående, så som att omdirigera flygtrafik. I Sverige finns ingen myndighet eller organisation som har ansvaret för att bevaka och tidigt varna för solstormar. Därför har Sverige i dagsläget inte förmågan att skapa prognoser om eller när solstormar kan komma att inträffa på längre sikt. Experter kan i dagsläget enbart skapa prognoser som är tillräckligt tillförlitliga några timmar innan solstormen riskerar att träffa jorden och således hinner samhället inte sätta in förebyggande åtgärder i tid.<sup>7</sup>

Den internationella Organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (OECD), där bland annat Sverige ingår, har beskrivit att medlemsländerna i allmänhet saknar riskhanteringsstrukturer för geomagnetiska stormar på nationell nivå. De har även beskrivit att samordningen av dessa fenomen inom medlemsländerna ofta är begränsad.<sup>8</sup>

Svenska kraftnät är elberedskapsmyndighet<sup>9</sup> och ska enligt elberedskapslagen (1997:288) besluta om vilka beredskapsåtgärder som ska vidtas av exempelvis elnätsföretagen för att förebygga, motstå och hantera sådana störningar i

---

<sup>7</sup> Baker, N., *Extreme Space Weather: Forecasting Behaviour of a Nonlinear Dynamic System*, 2012.

<sup>8</sup> OECD, *Geomagnetic storms*, 2011.

<sup>9</sup> 1§, förordning (1997:294) om elberedskap.

elförsörjningen som kan medföra svåra påfrestningar på samhället.<sup>10</sup> Myndigheten uppger att kraftsystemet har förmåga att upprätthålla driften vid solstormar av den magnitud som drabbat Sverige under de senaste 60 åren.<sup>11</sup> Solstormen i scenariot är dock avsevärt mycket kraftigare än de solstormar som inträffat under denna tidsperiod.

För elnätet medförde reläskyddsbyten under 1980-talet positiva effekter vad gäller tålighet mot geomagnetisk inducerade strömmar. I Sverige finns cirka 300 stamnätsanslutna transformatorenheter och av dessa är ungefär två tredjedelar kärntransformatorer med tre ben och en tredjedel kärntransformatorer med fem ben eller enfaseenheter. Den trebenta transformatorn är den mest tåliga mot geomagnetiska strömmar. Svenska kraftnäts policy är att transformatorer så långt det är möjligt ska vara trebenta trefastransformatorer. Jämfört med tidigare levereras nuförtiden denna typ av transformatorer i allt högre utsträckning. Detta innebär att stamnätet på sikt bör bli än tåligare mot geomagnetiska stormar.<sup>12</sup>

## 2.5 Samhällets förmåga att hantera solstormar

För att kunna ha förutsättningar för att hantera konsekvenserna av en solstorm krävs initialt att samhällsviktiga verksamheter kan fungera även vid ett elavbrott, detta gäller självklart även om det inte är en solstorm som inträffar utan krävs också vid exempelvis väderfenomen. Reservkraft är en oerhört viktig del i att ha förmåga att hantera konsekvenserna av ett elavbrott.

### **Reservkraft**

Tillgången på reservkraft varierar mellan länens kommuner vad gäller den kommunaltekniska försörjningen. Vissa har god tillgång, medan andra har sämre tillgång på reservkraft. I kommunernas ledningsplatser har dock de allra flesta kommuner reservkraft. Länsstyrelser uppfattar rutiner kring att testa reservkraften är ett utvecklingsområde.

### **Upptäckt**

MSB har en förmåga att uppmärksamma solaktivitet i sin omvärldsbevakning de närmaste dagarna innan en solstorm når jorden. MSB kan utifrån den informationen via TiB uppmärksamma berörda aktörer, som i första hand är Svenska kraftnät, Transportstyrelsen, Sjöfartsverket, Kustbevakningen, Luftfartsverket, PTS och Trafikverket. Det är sedan upp till dessa myndigheter huruvida de informerar detta vidare i sina kanaler. Då MSB inte har någon expertkompetens inom området går myndigheten därför inte ut och varnar, utan uppmärksammar berörda myndigheter om läget. Från den 1 januari 2015 erbjuder SMHI en varningsservice för solstormar till berörda aktörer. SMHI

<sup>10</sup> 3, 5 §§ elberedskapslagen (1997:288).

<sup>11</sup> Affärsverket svenska kraftnät, *Skydd mot geomagnetiska stormar*, 2012, dnr: 2011/805.

<sup>12</sup> Ibid.

gör inte egna prognoser eller bedömningar av aktuell solaktivitet, utan det underlaget inhämtas från Storbritanniens motsvarighet till SMHI UK Met Office.

Relativt tillförlitliga prognoser kan endast tillhandahållas några timmar innan solstormen riskerar att träffa jorden, men det är då fortfarande osäkert om det överhuvudtaget kommer bli påtagliga konsekvenser på grund av att det inte går att bedöma riktningen på koronamassutkastningens magnetfält förrän den passerar satelliten Advanced Composition Explorer (ACE)<sup>13</sup>.

Svenska kraftnät har vidtagit åtgärder för att försäkra sig om att förvarningar når deras kontrollrum genom en avsiktsförklaring tillsammans med IRF<sup>14</sup>. Det är dock osäkert om Svenska kraftnät kommer att informera berörda nätbolag och producenter då informationen i detta skede är väldigt osäker.<sup>15</sup> Eftersom nätbolagen och elproducenterna förväntar sig att Svenska kraftnät ska informera dem har de därför inga egna informationskanaler för solstormar.

Bland övriga aktörer förväntar sig majoriteten att de blir varnade av någon annan part, men att de saknar rutiner för hantering av solstormar.

### ***Uppstart av elnätet***

Svenska kraftnät ansvarar för stamnätet i Sverige och är därmed den aktör som primärt kan agera för att få elförsörjningen att fungera igen efter solstormen. Svenska kraftnät har rutiner för att förstärka sitt kontrollrum med ytterligare personal.

Elnätsföretagen har ansvar för funktionen i sina regionala och lokala nät och kommer så fort det är möjligt att börja undersöka transformatorerna efter att den geomagnetiska stormen avtar, på samma sätt som Svenska kraftnät gör med stamnätet.

Vid ett sådant här omfattande och långvarigt strömavbrott kommer uppstarten av elnätet dock att ta längre tid än vad det tar för Svenska kraftnät att göra sin del av systemet redo för start. Detta beror på att de företag som är kontrakterade för arbete med uppstart och reparationer har kontrakt med såväl Svenska Kraftnät som regionala och lokala elnätsföretag. Vid omfattande störningar finns osäkerhet i hur tillgängliga resurser ska prioriteras mellan olika aktörer. I viss utsträckning kan personal lånas in från andra länder men det kan innebära praktiska svårigheter med hänsyn till att andra länder också kan vara drabbat av solstormen, arbetsledning, språk, nomenklatur, ovana vid svensk materiel och svenska reparationsmetoder.<sup>16</sup> Detta bidrar till att det är

<sup>13</sup> En övervakningssatellit hos amerikanska rymdvädercentret NOAA SWPC, se <http://www.swpc.noaa.gov/ace/>.

<sup>14</sup> Institutet för rymdfysik i Lund där forskning kring bland annat solstormar bedrivs.

<sup>15</sup> Intervju med Stefan Arnborg, Svenska kraftnät, 2014-06-11.

<sup>16</sup> Statens energimyndighet, *Översiktlig risk- och sårbarhetsanalys över energiförsörjningen i Sverige år 2013 – enligt § 9 förordning (2006:942) om krisberedskap och höjd beredskap*, 2013, ER2013:20.



osäkert att regionnäten är i stånd att påbörja uppstart när Svenska kraftnät är redo att starta elnätet.

Svenska kraftnät har materiel för reparationsberedskap som också förrådshålls. Svenska kraftnät har också i samverkan med Vattenfall Eldistribution, E.ON och ABB tagit fram två mobila fördelningsstationer som ska fungera som beredskapsanläggningar och kan ersätta trasiga regionnätstationer.<sup>17</sup> Dessa kan dock också vara påverkade av solstormen.

## 2.6 Konsekvensbedömning

### *Samhällets funktionalitet*

Solstormen medför enligt scenariot ett omfattande elavbrott i mellersta och södra delarna av Sverige. I området som berörs av elavbrottet till följd av solstormen bor mer än 8 miljoner människor.<sup>18</sup> De allra flesta av dessa kommer att beröras av konsekvenserna från solstormen på något sätt. Nedan följer en beskrivning av genom vilka samhällssektorer människor kommer att påverkas.

### **Energiförsörjning**

Elförsörjningen har en särställning inom energisystemet eftersom el oftast är ett kritiskt beroende för mer eller mindre all annan energiförsörjning. Dessutom är tillgången på el oftast en förutsättning för att annan samhällsviktig verksamhet ska kunna fungera såsom transporter, livsmedel, hälso- och sjukvård, information och kommunikation och kommunalteknisk försörjning. Ett tydligt problem är att elen produceras i samma ögonblick som den konsumeras, vilket medför att svåra störningar i elsystemet får omedelbara konsekvenser.<sup>19</sup>

### **Finansiella tjänster, Handel och Industri samt Socialförsäkringar**

Vid en solstorm med efterföljande elavbrott som konsekvens kommer finansiella tjänster att drabbas. För betalningsväsendet kommer betalterminalerna i handeln inte fungera utan el, vilket gör att möjligheten att betala med kort minskar markant. Vissa bankomater har begränsad reservdrift. I kombination med att bankkontor utan el kan komma att stängas medför detta att tillgången på kontanter i den strömlösa delen av landet snabbt minskar.<sup>20</sup>

Elavbrottet kan också komma att medföra förluster av tillgång till och användning av kreditkort, banktransaktioner, kontantuttag, valideringskontroller, löneutbetalning och kassaapparater. Konsekvenserna

<sup>17</sup> Affärsverket svenska kraftnät, *Risk- och sårbarhetsanalys för år 2013*, 2013, Dnr: 2012/20.

<sup>18</sup> Antalet berörda är en uppskattning utifrån SCB:s befolkningsdata, baserat på invånare i länen söder om Söderhamn. [www.scb.se](http://www.scb.se).

<sup>19</sup> Statens energimyndighet, *Hur trygg är vår energiförsörjning? En översiktlig analys av hot, risker och sårbarheter inom energisektorn år 2006, 2007*, ER2007:06.

<sup>20</sup> Krisberedskapsmyndigheten, *Klarar vi krisen? Samhällets krisberedskapsförmåga 2007*, 2008, dnr 1443/2007.

kan komma att förvärras om även viktiga satelliter som fungerar för att överföra finansiella data blir påverkade av solstormen.<sup>21</sup> Scenariot kan också komma att påverka exempelvis utbetalningar utifrån föräldraförsäkringen, sjukförsäkringar och pensioner då det finansiella systemet kommer påverkas av elavbrottet.

### **Hälso- och sjukvård samt omsorg**

Hälso- och sjukvård samt omsorgssektorn är som alla andra samhällssektorer kritiskt beroende av el och det finns starka beroenden mellan de olika verksamheterna inom hälso- och sjukvårdssektorn. Om någon av verksamheterna akutsjukvård, primärvård, äldreomsorg eller sjukvårdsrådgivning inte fungerar med full kapacitet ökar belastningen för de övriga verksamheterna.<sup>22</sup>

Många sjuka personer vårdas numera i sina hem med stöd av hemsjukvården och hemtjänsten. För flertalet av dessa är elberoende sjukvårdsutrustning en förutsättning för vården. Skulle störningar uppstå i elförsörjningen krävs alternativa vårdplatser inom sjukvården. Inom socialtjänstens övriga verksamheter kan även evakueringar bli nödvändiga eftersom en stor andel av de särskilda boendena saknar reservkraft, och många äldre och funktionshindrade bor i sin egen bostad som också saknar reservkraft.<sup>23</sup>

Vid elavbrottet kommer bostäderna för människor med vårdbehov bli utkylda och hissar, dörrlås, datorer, radioapparater, telefoner och trygghetslarm kommer att sluta att fungera, vilket kan medföra att evakuering kan komma att bli aktuellt. Elavbrottet kan också innebära att vatten inte kan distribueras till hushåll och boenden. Brukarnas hygien blir då svår att sköta och dricksvatten måste distribueras på annat sätt.

Ett avbrott i el-, värme och vattenförsörjningen kan dessutom innebära att socialtjänsten tvingas att ta hand om personer som vanligtvis inte behöver hjälp, men som kommer att behöva det när försörjningen av el, värme och vatten inte fungerar.<sup>24</sup>

### **Kommunalteknisk försörjning**

På grund av elavbrottet i scenariot kan det uppstå störningar i dricksvattenförsörjningen som i sin tur påverkar avloppssystem och fjärrvärmeverk som båda behöver ständig tillförsel av vatten. Särskilt viktigt är det för fjärrvärmeverken som måste ha matarvatten som cirkulerar i värmepannorna. Det måste vara rent och behandlas dessutom med kemikalier för att motverka korrosion. Fjärrvärmeprocessen är också beroende av tillgång på vatten för att ersätta förluster i fjärrvärmedistributionen, och utan vatten

<sup>21</sup> Marusek, A., *Solar storm threat analysis*, 2007.

<sup>22</sup> Socialstyrelsen, *Socialstyrelsens risk- och sårbarhetsanalys 2013*, 2013, artikelnr 2013-11-20.

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> Ibid.

uppstår problem inom något dygn. Problemet kan dock gå att lösa på något annat sätt, till exempel genom att transportera vatten via tankbilar, men som samtidigt är en resursbrist på många håll i samhället. De fjärrvärmeverk som använder avfall som bränsle är även beroende av en fungerande avfallshantering.<sup>25</sup>

Även avloppssystemen är beroende av vattentillförseln och om det inte fungerar skulle avloppen kunna drabbas av stopp. För att avloppssystemen ska fungera krävs även en fungerande slamsugning vilket är en del av avfallshanteringen.<sup>26</sup> De verksamheter som är mest beroende av kommunalteknisk försörjning är bland annat akutsjukvården, äldreomsorgen, livsmedelsproduktionen samt restauranger och storkök. Akutsjukvård och äldreomsorg drabbas genom att uppvärmningen av lokalerna inte fungerar och att det blir svårt att upprätthålla en godtagbar hygien om avfallshantering, avlopp eller vattenförsörjningen inte fungerar.<sup>27</sup>

### **Livsmedel**

Livsmedelsproduktionen är beroende av fungerande avfallshantering, avlopp och dricksvattenförsörjning, och om livsmedelsproduktionen begränsas av ett elavbrott påverkas också de övriga leden i livsmedelskedjan. Även restauranger och storkök drabbas eftersom de kan komma att få problem med att uppfylla hygienkraven om den kommunaltekniska försörjningen skulle sluta fungera. Dessa problem kan sedan i nästa led påverka storkökens förmåga att förse olika mottagare (äldre, barn, sjuka med flera) med mat.<sup>28</sup>

Ett elavbrott i livsmedelskedjan kan leda till en bruten kylkedja, vilket kan bidra till förökning av mikroorganismer i kyl- och frysvärvar. Det kan i sin tur leda till sämre hållbarhet och, i värsta fall, risk för sjukdom om sjukdomsframkallande mikroorganismer skulle växa till. Ett elavbrott kan även leda till produktionsbortfall eller förseningar i livsmedelsproduktionen.<sup>29</sup>

### **Information och kommunikation**

Strömavbrottet i sig kommer att utesluta många av de normala kontaktvägarna. Belastningen kommer bli extra hård för de myndigheter, kommuner och andra organisationer som ansvarar för att upprätthålla samhällets funktionalitet. All denna informations- och kommunikationsspridning kommer att utmanas rejält då elektroniska kommunikationer i stor utsträckning inte kommer att fungera.

Sändningar från globala satellitbaserade navigationssystem (GNSS), såsom GPS, GLONASS och i framtiden det europeiska Galileo, ger bland annat

---

<sup>25</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *Faller en – faller då alla? En slutredovisning från KBM:s arbete med samhällskritiska beroenden*, 2009.

<sup>26</sup> Ibid.

<sup>27</sup> Ibid.

<sup>28</sup> Ibid.

<sup>29</sup> Ibid.

positionerings- och navigeringstjänster samt tidsdata. Vid en solstorm riskerar satellitsignaler att störas (vilket kan ge oriktig position- och tidsdata) och satelliter att slås ut tillfälligt eller, i extrema fall, permanent. Navigerings- och positioneringstjänster används exempelvis utbrett inom transportsektorn, av blåljusmyndigheter, i kartfunktioner, för spårning av produkter och leveranser samt för enhetsövervakning.

Vid behov av att synkronisera tid eller frekvens används tidsdata. Tids- och frekvenssynkronisering är extremt viktig i dagens samhälle. Hur exakt synkroniseringen behöver vara bestäms av vilken tjänst eller samhällsfunktion man avser. Ofta används GNSS eftersom det är exakt och relativt billigt. Tidssynkronisering används bland annat för inpasseringssystem (skalskydd), it-forensik, kassautrustning och andra finansiella funktioner (högfrekvenshandel med aktier). De flesta system som används för elektronisk kommunikation måste vara synkroniserade i frekvens för att fungera inom ett operatörsområde, mellan operatörer och för att kommunicera utanför landets gränser. Ett område där synkronisering är viktigt är drift av elnät.<sup>30</sup>

### **Offentlig förvaltning**

För samordning av insatser och annat ledningsarbete krävs tillgängliga, tillförlitliga och uthålliga kommunikationskanaler som i scenariot kommer vara utsatta för väldigt hårt tryck. Den offentliga förvaltningen har ett mycket högt beroende av el och tele. En viss redundans uppnås med reservaggregat som många myndigheter har. Dock försörjer inte alltid reservkraftaggregaten personalens arbetsplatser. Emellertid kan inte alla verksamheter fungera fullständigt vid ett elavbrott. Överlag är beroendet av IT-system, tele och Internet att beteckna som mycket högt hos den offentliga förvaltningen. Myndigheternas verksamhet inrymmer ett stort antal IT-system och e-tjänster. Myndigheternas interna nätverk är ofta navet runt vilket i princip alla aktiviteter kretsar. Utan nätverket, finns det begränsade förutsättningar att upprätthålla en fungerande verksamhet.

### **Transporter**

Spårbunden trafik är också beroende av el, och utan tillförsel av el upphör den verksamheten i princip helt. Utbredningen av konsekvenserna beror på var i landet elavbrottet inträffar. I scenariot kommer järnvägens stora knutpunkter slås ut och därför påverkas stora delar av tågtrafiken kraftigt. Ett avbrott längre ut i järnvägsnätet påverkar dock främst den lokala eller regionala trafiken. För lastbilstransporter är elberoendet också kritiskt, men inte lika direkt. Ett åkeri kan klara ett avbrott i elförsörjningen under kortare perioder, men behöver sedan el och kommunikation för att ordersystem, terminaler, trafikplanering och trafikledning ska fungera. De flesta terminaler och lager saknar reservkraft. Även tillgången till drivmedel kan bli ett problem, framför allt riskerar avbrott i

---

<sup>30</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *Vikten av var och när – samhällets beroende av korrekt tids- och positionsangivelse*, 2014, MSB778 – november 2014.

drivmedelstationernas elförsörjning att ge omedelbara och märkbara störningar eftersom stationerna behöver el för att pumpa upp bränslet.<sup>31</sup> Även luft- och sjöfarten kommer att påverkas av störningar/bortfall av navigeringssystem och HF radiokommunikation, i vilken utsträckning är dock osäkert.

### **Skydd och säkerhet**

Akutsjukvården påverkas om inte SOS Alarm och räddningstjänsten fungerar fullt ut. Dessa parter måste samarbeta för att lösa olika situationer. Om SOS Alarm inte fungerar drabbas akutsjukvården bland annat eftersom det blir svårt att dirigera ambulanser. Omsorgen av äldre och funktionshindrade drabbas också genom att flertalet trygghetslarm går via SOS Alarm till omsorgspersonalen (ofta genom mobiltelefoni). Om el och telekommunikationerna bryts kommer räddningstjänsten att få svårigheter att verka fullt ut och om även Rakel skulle upphöra att fungera kommer kommunikation och samverkan att försvåras avsevärt vilket försvårar räddningstjänstens förmåga att lösa sina uppgifter. De flesta räddningstjänststationer är försedda med reservkraft, emellertid varierar uthålligheten för dessa som för många andra verksamheter.<sup>32</sup>

### **Människors liv och hälsa**

Ingen bedöms avlida initialt av själva solstormen. Däremot finns en risk att individers hälsa hos redan sårbara grupper i samhället är bland de första att påverkas negativt på grund av brist på värme, vatten, livsmedel samt hälso- och sjukvård och omsorg. Det senare beror på att livsuppehållande sjukvård kan sluta att fungera, att personalbrist kan uppstå inom hälso- och sjukvården samt omsorgsverksamheten, att blåljusmyndigheterna kan vara överbelastade och inte ha möjlighet att ta hand om alla inkomna larm samt att trygghetslarmen för de som använder sådana inte fungerar. Även övriga människor i samhället riskerar att påverkas negativt vid ett omfattande elavbrott då grundläggande behov störs eller helt uteblir.

Personer som befinner sig i flygplan på marschhöjd (ca 10 000–12 000 m) kan utsättas för en ökad dos av joniserad strålning under en kraftig solstorm.<sup>33</sup>

### **Ekonomiska värden och miljö**

Att genomföra en allomfattande beskrivning och bedömning av samtliga ekonomiska konsekvenser är väldigt osäkert. Kostnader uppstår utifrån en mängd konsekvenser, såsom förlorad kraftförsörjning, produktionsförluster, finansiella transaktioner, transportbortfall och mycket mera. MSB tar stöd av tidigare genomförda analyser av elavbrott samt studier av konsekvenser av

<sup>31</sup> Krisberedskapsmyndigheten, *Klarar vi krisen? Samhällets krisberedskapsförmåga 2007, 2008*, dnr 1443/2007.

<sup>32</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *Faller en – faller då alla? En slutredovisning från KBM:s arbete med samhällskritiska beroenden*, 2009.

<sup>33</sup> Royal Academy of Engineering, *Extreme space weather: impacts on engineered systems and infrastructure*, 2013.

solstormar.<sup>34 35 36 37</sup> MSB gör bedömningen att de ekonomiska konsekvenserna innebär kostnader som uppgår till mer än 50 miljarder kronor.

### ***Demokrati, rättssäkerhet och mänskliga fri- och rättigheter***

Samhällsviktiga verksamheter kommer i scenariot att påverkas i stor utsträckning. Då grundläggande behov inte kan uppfyllas riskerar det att leda till att människors känner maktlöshet och en stark oro inför situationen. Scenariot kan komma medföra negativa beteenden hos människor, men också att de känner ett stort behov av information och söker därför vägledning och stöd. Efterhand då problem uppstår med kommunikation och samverkan med medborgarna kan det medföra brist i förtroendet för de som ansvarar för krisen, vilket innefattar allt från den högsta politiska ledningen till nätföretagen och myndigheter som ansvarar för att distribuera ström.<sup>38</sup>

Vad gäller offentliga institutioner krävs tillgängliga, tillförlitliga och uthålliga kommunikationskanaler för samordning av insatser och annat ledningsarbete som i scenariot till stor del kommer vara ur funktion. Scenariot kan komma att innebära att nationella lägesbilder blir svåra att ta fram på grund av svårigheterna med att kommunicera med viktiga aktörer, vilket kan medföra att kontrollen av offentliga institutioner blir bristande.

### ***Nationell suveränitet***

Detta skyddsvärde påverkas inte av scenariot.

## **2.7 Resonemang om sannolikhet**

Solens aktivitet följer i allmänhet en cykel om ungefär 11 år. Den nuvarande cykeln är den 24:e i ordningen som hade sin början i januari 2009. Kraftiga solstormar kan bryta ut när som helst under en cykel. Varje solstorm varierar i intensitet och orsakar heller inte geomagnetiska störningar på jorden, vilket gör prognostisering av stormar baserat på observationer av solen mycket svår.<sup>39</sup> Vissa cykler har varit relativt svaga medan andra har varit mycket kraftigare. Dock har några av de hittills kraftigaste solstormarna skett under svaga cykler, så som 1921-stormen och Carringtonstormen 1859.<sup>40</sup>

Detta betyder att även kända beteendemönster, som solens cykler, fortfarande inte är helt säkra. Forskare uppger också att det är styrkan och varaktigheten på solstormen som är avgörande för dess konsekvenser på jorden och inverkan på infrastruktur. Det betyder att även mindre kraftiga, men långvariga

---

<sup>34</sup> <http://www.spaceweather.gc.ca/tech/se-pow-eng.php>

<sup>35</sup> OECD, *Geomagnetic storms*, 2011.

<sup>36</sup> Affärsverket svenska kraftnät, *Elavbrottet 23 september 2003 – händelser och åtgärder*, 2003, Rapport nr 1:2003.

<sup>37</sup> <http://www.reuters.com/article/2014/03/20/us-space-solarblasts-idUSBREA2I1SV20140320>

<sup>38</sup> OECD, *Geomagnetic storms*, 2011.

<sup>39</sup> Swiss Reinsurance Company, *Space weather - Hazard to the earth?*, 2000.

<sup>40</sup> Baker, N., *Extreme space weather: Forecasting behaviour of a nonlinear dynamic system*, 2012.

solstormar kan få väldigt negativa konsekvenser på jorden, som gör konsekvensbeskrivningen av solstormhändelser ännu svårare.

De områden som är mest utsatta för solstormar ligger inom de geomagnetiska latituderna 50 och 65 grader norr över den nordamerikanska kontinenten och mellan geomagnetiska latituderna 60 och 75 grader norr över den europeiska kontinenten. Sverige ligger mellan dessa grader och ligger således inom det området som riskerar att drabbas av solstormar.<sup>41</sup> Vid scenariot som beskrivs i denna rapport kan förväntas att hela Sverige drabbas av stora GIC, men även andra delar av världen.

## 2.8 Osäkerhetsbedömning

I denna analys råder de största osäkerheterna kring de indirekta konsekvenserna av scenariot samt hur människor kommer att reagera och uttrycka sig. Att el är ett kritiskt beroende för all samhällsviktig verksamhet råder det inga tvivel om. Elens särställning inom sektorn energiförsörjning gör att alla verksamheter och funktioner som är beroende av el i olika utsträckning kommer att påverkas av scenariot. Men att i detalj bedöma exempelvis hur många människor som riskerar att avlida eller reagera på situationen eller bristen av information är väldigt osäkert. Det råder också osäkerheter kring om solstormar kan skada olika transformatorer och hur kraftiga de i så fall måste vara. Det behöver inte betyda att de allra kraftigaste solstormarna slår ut fler transformatorer än mindre kraftiga, det mest betydelsefulla är hur länge stormarna påverkar elnäten vilket också är osäkert.

## 2.9 Slutsatser

Långvariga och omfattande avbrott i eltilförseln tillhör de händelser som många krisberedskapsaktörer lyfter fram som de mest allvarliga som kan drabba deras verksamhet i sina risk- och sårbarhetsanalyser. Sällan eller aldrig är avbrotten analyserade utifrån att det är en solstorm som är orsaken, vilket riskerar att skada transformatorer och ge mer omfattande konsekvenser.

Elförsörjningen har en särställning inom energisystemet eftersom el är en förutsättning för mer eller mindre all annan samhällsviktig verksamhet. Därför blir konsekvenserna av föreliggande scenarioanalys väldigt allvarliga. Slutsatserna tar sin utgångspunkt i de brister i förmågan och sårbarheter som har identifierats i analysen vilka i sin tur påverkar konsekvenserna av scenariot. Längden för elavbrottet givet scenariot är väldigt osäkert men allvarliga konsekvenser uppstår för många samhällsviktiga verksamheter redan inom något dygn av elavbrott.

### ***Sårbarheter och brister i förmåga***

Även om det i Sverige finns cirka 300 stamnätsanslutna transformatorer där ungefär två tredjedelar av kärntransformatorerna är de med tre ben och också de transformatorer som är den mest tåliga mot geomagnetiska strömmar

---

<sup>41</sup> Molinski, T.S. et. al., *Shielding grids from solar storms*, 2000.

så är dessa transformatorer ändå inte helt motståndskraftiga mot geomagnetiska strömmar.

Utifrån en potentiell brist på stationsentreprenörer riskerar det att bli problem med transformatorernas övervakningsutrustning då strömavbrottet pågår så pass länge. Flera eloperatörer har avtal med samma entreprenörer, vilket försvårar överblicken av de personella resurser som finns tillgängliga. Detta kan komma att försena igångsättningen av elnätet och det är därför svårt att bedöma hur länge strömavbrottet kan komma att pågå givet scenariot.

Kunskapen kring rymdväderfenomen är eftersatt inom samhällsskydd och beredskap i Sverige. Men med bättre kunskap om vilka konsekvenser och i vilken omfattning solstormar kan påverka samhället, uppmärksammas också Sveriges förmåga att stå bättre rustad i händelse av solstorm.

Utifrån föreliggande analys bör också frågan lyftas om solstormar är något som nätföretagen och ansvariga myndigheter kan förvänta sig. Detta hänger samtidigt ihop med att kunskapen kring solstormar är eftersatt inom området samhällsskydd och beredskap. Svenska kraftnät nämner förvisso solstormar som en risk mot elsektorn vilket torde tyda på att solstormar kan komma att inträffa och således något som bland annat nätföretagen borde ta med i sina planer. Men myndigheten skriver också att kraftsystemet har förmåga att upprätthålla driften vid solstormar av den magnitud som drabbat Sverige under de senaste 60 åren.<sup>42</sup> Detta kan ge signaler ut i elsektorn att solstormar inte är något som aktörerna behöver ha förmåga att förebygga och hantera.

Många samhällsviktiga aktörer har ofta väldigt lite bränsle i tankarna för sin reservkraft vilket medger begränsad drift. Därefter krävs påfyllning av tankarna. Förutsättningen för fortsatt drift är att rutinerna för drivmedelsleveranserna fungerar. Det har visat sig i flertalet analyser att dessa rutiner saknas. Det saknas också avtal med externa aktörer om tillförsel av bränsle till reservkraften vilket också påverkar uthålligheten negativt.

Det finns inte någon ansvarig funktion i samhället för att bevaka, skapa prognoser och varna för solstormar vilket gör att det idag råder oklarheter om varifrån informationen är tänkt att komma inför en solstorm och vad aktörer faktiskt gör vid en sådan varning.

GNSS används brett inom många sektorer i samhället för uppgifter om position, navigation och tidsdata och det är ett beroende som konstant ökar. De samhällsviktiga funktioner som behöver positions- och navigationstjänster är lätta att förstå och därmed relativt enkla att förklara, identifiera och åtgärda genom att säkerställa att det finns en ersättningstjänst eller -funktion för positionering eller navigering. De samhällsviktiga aktörernas insikt om risken

---

<sup>42</sup> Affärsverket svenska kraftnät, *Skydd mot geomagnetiska stormar*, 2012, dnr: 2011/805.



med singulärt beroende av tid- och taktsynkronisering via GNSS är däremot väldigt varierande.

### ***Konsekvenser av solstormen***

Konsekvenserna av scenariot kommer initialt innebära elavbrott i hela mellersta och södra Sverige under minst tre dygn. Eftersom geomagnetisk inducerade strömmar fortfarande kommer röra sig i elnätet under de två första dyggen kommer det även ta en del tid att få igång elnätet igen efter att aktiviteten har upphört. Efter dessa tre dygn kommer det fortfarande vara elavbrott till och från under längre tid, speciellt för de områden där transformatorer har slagits ut. Scenariot innebär direkt att det kommer få stora negativa konsekvenser på samhällsviktiga verksamheter som är beroende av el. Det kommer även uppstå flera földeffekter och generera negativa konsekvenser för bland annat transporter, elektroniska kommunikationer, hälso- och sjukvård, omsorg och kommunalteknisk försörjning med flera.

Andelen människor som berörs mer eller mindre av konsekvenserna av scenariot är mer än 8 miljoner människor vilket medför att många redan sjuka, äldre och små barn med ett större beroende av värme, vatten och livsmedel riskerar att få negativ påverkan på hälsan på grund av att dessa inte kan distribueras i tillräcklig utsträckning. Även övriga människor i samhället riskerar att påverkas negativt vid ett omfattande elavbrott då grundläggande behov helt eller delvis tillgodoses.

Scenariot medför mycket stora ekonomiska påföljder för hela samhället, allt ifrån förlorad kraftförsörjning, produktionsförluster, finansiella transaktioner och transportbortfall. Det kan även uppstå ekonomiska konsekvenser för skadad infrastruktur så som satelliter, pipelines, basstationer i telenätet och i järnvägens transformatorer. MSB gör bedömningen att de ekonomiska konsekvenserna innebär kostnader som uppgår till mer än 50 miljarder kronor.

### ***Behov av åtgärder***

De överhängande konsekvenserna av en solstorm är utbredda elavbrott. Även om inte solstormar som fenomen går att förebygga eller förhindra i framtiden kan konsekvenserna av ett elavbrott lindras med hjälp av en ökad hanterande förmåga som exempelvis reservkraft. Detta är något MSB ser som en brist i förmågan och som inte heller är scenariospecifik. Reservkraft behövs även vid andra störningar i elförsörjningen vilket gör att en ökad uthållighet för samhällsviktiga verksamheters reservkraft även skulle öka förmågan att hantera andra kriser som slår mot elförsörjningen.

Behovet av ansvarig aktör för varning av solstormar kan förhoppningsvis avhjälpas genom att SMHI erbjuder en varningsservice för solstormar från 2015. Här är det dock av vikt att forskning som bedrivs för att förbättra prognoser och varningar får stöd genom finansiella medel och att det där finns en samverkan med SMHI för att föra in resultaten i krisberedskapssystemet.

Genom det ökade beroendet av GNSS inom olika verksamheter finns det ett tydligt behov av att öka medvetenheten om GNSS, hur det går till för att

identifiera vilka system som har ett beroende samt vilka åtgärder som är möjliga att vidta för att minska eller utesluta beroendet.

## 3. Lerskred

Typhändelsen som MSB har analyserat definieras som ”ett större jordskred i anslutning till ett vattendrag. Omfattningen medför att byggnader och infrastruktur i skredområdet drabbas”.

Med skred avses jord som kommer i hastig rörelse och där massorna till en början är sammanhängande. Beroende på skredets karaktär bryts jordmassorna upp på olika sätt till stora flak eller sammanhållna sjok, men kan också bli mer eller mindre flytande, så kallade kvicklereskred.<sup>43</sup> Typiskt för skreden är att de ofta sker plötsligt utan tydligt synliga föregående varningstecken.<sup>44</sup>

Förutsättningarna för skred beror främst på ett områdes topografi, geologi, hydrologi och jordlagrens geotekniska egenskaper, men också på de förändringar och påfrestningar som uppstår genom mänsklig aktivitet, till exempel belastningar i form av byggnader eller muddring.<sup>45</sup> I Sverige är det vanligt med skred i samband med snösmältning, tjällossning samt perioder då det regnar mycket. Skred i Norrland är vanligast förekommande under februari till maj. I Svealand och Götaland är frekvensen jämnare under året men vanligast är augusti till december.<sup>46</sup>

I scenariot leder skredet till en omfattande störning i dricksvattenförsörjningen i Göteborgsområdet. Konsekvenserna av dricksvattenstörningen är att betrakta som ett eget scenario. Därför har en avgränsning gjorts i denna analys, som innebär att analyser av förmåga och konsekvenser endast har gjorts översiktligt i de fall där MSB bedömt det som relevant utifrån vad som i övrigt tas upp i analysen. MSB har därmed inte gjort en fullständig analys av förmåga och konsekvenser vid dricksvattenbrist i Göteborgsområdet.

### 3.1 Underlag och förankring

Scenariot bygger i stor utsträckning på Sveriges Geotekniska Institutets (SGI) resultat från Göta älvutredningen och den riskkartering som togs fram inom ramen för utredningen. Skredriskerna beskrivs för olika delsträckor längs älven i dagens klimat och hur riskerna förändras i ett framtida klimat.<sup>47</sup>

---

<sup>43</sup> Statens geotekniska institut, *Göta Älvutredningen 2009-2011: Skredrisker i Götaälvdalen i ett förändrat klimat: Slutrapport del 1 – samhällskonsekvenser*, 2012.

<sup>44</sup> Ibid.

<sup>45</sup> Statens geotekniska institut, *Göta Älvutredningen 2009-2011: Skredrisker i Götaälvdalen i ett förändrat klimat: Slutrapport del 2 – Kartläggning*, 2012.

<sup>46</sup> <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Skred-ras-och-slamstrommar/Nar-intraffar-skred-och-ras/>

<sup>47</sup> Statens geotekniska institut, *Göta Älvutredningen 2009-2011: Skredrisker i Götaälvdalen i ett förändrat klimat: Slutrapport del 2 – Kartläggning*, 2012.

Analysen av skredscenariot bygger främst på intervjuer med de aktörer som skulle bli involverade i hanteringen om skredscenariot skulle inträffa, det vill säga Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Ale kommun, Göteborg Kretslopp och Vatten samt Bohus Räddningstjänstförbund. Kompletterande intervjuer har även genomförts med olika ämnesexperter utan operativt ansvar hos de intervjuade aktörerna. Intervjuerna utgör källor för främst kapitel 2.2.4, 2.2.5 och 2.2.6 om inget annat anges.

## 3.2 Erfarenheter från liknande händelser

Huvuddelen av landets lerskred har inträffat i Västra Götalands län, Värmlands län och Västernorrlands län. Vanligtvis inträffar lerskred i områden med marklutning över 10 procent. De kan även inträffa vid flackare marklutning, exempelvis som ett resultat av mänsklig påverkan eller där slänten gränsar till vattendrag.<sup>48</sup>

När det gäller skred finns flera exempel i Naturolycksdatabasen<sup>49</sup> och SGI:s skreddatabas<sup>50</sup>. Tuveskredet är det mest omfattande skredet som inträffat i Götaälvdalen och har haft stor inverkan på hur vi i Sverige arbetar med skredrisker idag.

Några exempel på inträffade skred är:

### *Götaskredet*

Inträffade den 7 juni 1957 vid ett fabriksområde 2,5 km söder om Lilla Edet.<sup>51</sup> Totalt ca 37 hektar mark omfattades av skredet. Cirka 200 personer vistades på fabriksområdet vid skredtillfället. Sulfitfabriken på området rasade och tre anställda omkom. Jordmassorna orsakade en flodvåg på 5-8 meter som vandrade norrut och slog mot kraftverket och slussporten i Lilla Edet. Fartygstrafiken i Göta älv stoppades under en månad. En bidragande orsak till händelsen var att sulfitulut från fabriken hade infiltrerat i marken och minskat lerans hållfasthet.

### *Tuveskredet*

Inträffade den 30 november 1977 utanför Göteborg. Skredet var 800 meter långt och som bredast 600 meter och omfattade cirka 27 hektar. Under ett par minuter förstördes 67 hus vilket ledde till att 436 personer blev hemlösa, ett 60 tal skadade och nio personer omkom.<sup>52</sup>

### *Skredet i Småröd*

Inträffade den 20 december 2006 vid Småröd söder om Munkedal och omfattade cirka 8,5 hektar. Delar av gamla och nya E6:an samt 200 meter av Bohusbanan förstördes. 13 fordon drogs med i skredet eller körde ner i

<sup>48</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *Handbok för ras-, skred- och slamströmsolycka*, 2013, MSB632 – september 2014.

<sup>49</sup> <http://ndb.msb.se/#>.

<sup>50</sup> <http://gis.swedgeo.se/skred/>.

<sup>51</sup> <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Naturolycksdatabas/>.

<sup>52</sup> *Ibid.*

skredmassorna. 28 människor räddades ur rasmassorna. Tre personer skadades fysiskt. Totala samhällskostnaden uppskattades till 519 miljoner kronor, i 2007 års prisnivå.<sup>53</sup>

### 3.3 Scenariobeskrivning

Scenariot utspelar sig vid Älvängen utefter Göta älv, cirka 15 kilometer norr om Kungälv. Precis intill Göta älv ligger Älvängens industriområde där industriverksamhet har bedrivits sedan början av 1900-talet. I dag används området mestadels för småskalig industri och kontor. Föroreningar finns i marken från industriverksamheten genom åren. Nedströms i älven finns både vattenverk och råvattenintag som förser en halv miljon människor i Göteborg och kringliggande kommuner med vatten.

Skredet inträffar en vardagsmorgon i slutet av november. Det har regnat ovanligt mycket under hösten och flödena i Göta älv har varit höga under en period. De två senaste dagarna har regnet varit kraftigt men när skredet inträffar är det uppehåll.

Vid åttatiden på morgonen får SOS Alarm in flera larm om att E45 och järnvägen har rasat och att ett pendeltåg med morgonpendlare har välvt och kanat ner mot älven. Marken runt vagnarna är uppbruten i flak och flera vagnar ser ut att kunna glida ner i älven när som helst. SOS Alarm får även flera samtal från människor som inte kan ta sig ut ur industrilokaler. Lokalerna har delvis gått sönder och förflyttats uppemot 25 meter i riktning mot älven som i sin tur tycks ha dämpts upp av detta.

När räddningstjänsten kommer fram förstår de snabbt att ett stort skred ägt rum. En ca 700 meter lång sträcka har påverkats av skredet. Skredets bakkant utgörs till största del av E45 och skredfoten utgörs av Göta älv, det vill säga skredets bredd är ca 200 meter. Tämligen omgående står det klart att föroreningarna i marken på industriområdet rasat ner i älven och omgående kan hota dricksvattenförsörjningen nedströms.

### 3.4 Samhällets förmåga att förebygga lerskred

Skred är naturliga geologiska processer som inte helt kan undvikas. En förutsättning för att kunna förebygga skred är dock att det finns information om var riskerna finns, vad de består i och vilka förebyggande åtgärder som skulle kunna vara lämpliga. En inledande åtgärd är därför att kartlägga skredbenägna områden.

Året efter skredet i Tuve beslutade regeringen att översiktliga karteringar av skredrisker skulle genomföras för alla bebyggda områden.

Skredkommissionen, som var verksam under åren 1988–1996, tillkom som en

---

<sup>53</sup> <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Naturolycksdatabas/>.

direkt följd av skredet med syftet att bedriva studier och sprida kunskap om skred och förebyggande åtgärder. Statens Räddningsverk (SRV, numera MSB) har sedan Tuveskredet haft regeringens uppdrag att ansvara för en riksomfattande kartering av skredriskerna i bebyggda områden. Arbetet med att kartlägga skredrisker pågår fortfarande<sup>54</sup> och är en del av MSB:s arbete att enligt vår instruktion verka för att förebyggande åtgärder mot naturolyckor vidtas.<sup>55</sup>

Under åren 2009 -2011 genomförde SGI på uppdrag från regeringen den så kallade Göta älvtredningen där skredriskerna i hela älvdalen karterades på ett enhetligt sätt.<sup>56</sup> Även länsstyrelsernas regionala risk- och sårbarhetsanalyser tar upp skredrisker.<sup>57</sup>

En kontinuerlig samverkan sker också inom ramen för Delegationen för ras- och skredfrågor under SGI:s ordförandeskap.<sup>58</sup> Delegationen ska vara ett kontakt- och samverkansorgan för myndigheter som arbetar med ras- och skredfrågor.<sup>59</sup>

Utifrån informationen från kartläggningar kan ansvariga aktörer vidta förebyggande åtgärder för att minska sin sårbarhet och undvika stora konsekvenser av skred. En sådan åtgärd är att byggnation i dessa områden undviks, till exempel genom reglering i planprocesser. I vilken mån så sker är upp till enskilda kommuner. Samtidigt är många hus och mycket av svensk infrastruktur byggd innan dessa karteringar genomfördes och står redan i riskområden. I dessa fall finns flera metoder för att förebygga eller minska risken för skred. Exempel på metoder är avschaktning, stödfyllning, utflackning, pålning, spontning samt erosionsskydd för att minska att skredrisker uppkommer eller förvärras.<sup>60</sup>

MSB administrerar medel från ett särskilt anslag i statens budget, anslag 2:2 *Förebyggande åtgärder mot jordskred och andra naturolyckor*. Anslaget uppgick för 2014 till närmare 25 miljoner kronor. Kommunerna kan söka medel från det här anslaget för förebyggande åtgärder. Kommunerna lämnar

---

<sup>54</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, stabilitetskartering, <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Skred-ras-och-slamstrommar/Oversiktlig-stabilitetskartering/>.

<sup>55</sup> 3 § förordning (2008:1002) med instruktion för Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

<sup>56</sup> Statens geotekniska institut, *Göta Älvtredningen 2009-2011: Skredrisker i Götaälvdalen i ett förändrat klimat: Slutrapport del 1 – Samhällskonsekvenser, Slutrapport del 2 – Kartläggning, Slutrapport del 3 – Kartor, 2012.*

<sup>57</sup> Exempelvis risk- och sårbarhetsanalyser för 2014 från Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Länsstyrelsen i Västernorrlands län och Länsstyrelsen i Värmlands län.

<sup>58</sup> I delegationen ingår representanter från MSB, Boverket, Trafikverket, Sjöfartsverket, Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten, Sveriges geologiska undersökning och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.

<sup>59</sup> §§ 10-11, förordning (2009:945) med instruktion för Statens geotekniska institut.

<sup>60</sup> Räddningsverket, *Förebyggande åtgärder mot skred, ras och erosion – goda exempel*, 2008, PUBP21-487.

idag in ansökningar till MSB för betydligt mer medel än dessa 25 miljoner kronor.

### 3.5 Samhällets förmåga att hantera lerskred

Skredrisken är känd i Västra Götalands län, även specifikt för Älvängens industriområde, och länsstyrelsen har under flera år arbetat aktivt med både utbildning och övningar. Flera av de berörda aktörerna har övat ett större skred i Göta Älvdalen.<sup>61</sup> Ett liknande scenario med skred vid Älvängens industriområde analyserades också av Länsstyrelsen i Västra Götalands län inom ramen för arbetet med deras regionala risk- och sårbarhetsanalys 2013. Frågor kring roller, ansvar och samordning samt samhällskonsekvenser och åtgärder har analyserats.<sup>62</sup> Om inget annat anges kommer informationen i detta avsnitt från de intervjuer som nämndes i metodbeskrivningen för scenarioanalysen.

#### ***Upptäckt och larmning***

Även om det går att kartlägga i vilka områden som geotekniska förhållanden och tidigare händelser tyder på hög skredrisk så finns det ingen metod för att med exakthet förutse när ett skred inträffar. Perioder av till exempel hög nederbörd eller snösmältning ökar risken för skred men inte heller indikatorer som dessa ger någon säkerhet i förutsägelser.

Skredet i föreliggande scenario är av en magnitud som gör att det upptäcks omgående. Efter att SOS Alarm informerats så som beskrivs i scenariot underrättar SOS Alarm andra aktörer utifrån en särskild larmlista. SOS Alarms roll är reglerad i ett avtal mellan Länsstyrelsen i Västra Götalands län och SOS Alarm som täcker naturolyckor, dit skred räknas.

Både Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Ale kommun har Tjänstemän i Beredskap (TiB) och rutiner för vilka som de i sin tur ska underrätta. Både kommunens och länsstyrelsens krisorganisationer aktiveras. En första samverkanskonferens liksom presskonferens kommer att börja planeras inom den första timmen.

#### ***Ledning och samordning***

Räddningstjänsten är väl medveten om skredrisken längs med Göta älv. Övningar har genomförts och en övergripande strategi för en räddningsinsats finns. I Regional samverkansövning Storskred 2011 deltog både Länsstyrelsen i Västra Götalands län och räddningstjänsten i Ale kommun (då räddningstjänsten i Ale/Kungälv, nu Bohus räddningstjänstförbund). Övningsutvärderingen konstaterade att de deltagande aktörerna uppnådde målet att ha en god förmåga till att utöva ledning hos respektive aktör, men att

---

<sup>61</sup> Länsstyrelsen i Västra Götaland, *Utvärderingsrapport Regional samverkansövning Storskred 2011, 2012*, löpnummer 2012:17.

<sup>62</sup> Länsstyrelsen Västra Götalands län, *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2013, 2013*, Rapport 2013:93.

de deltagande aktörerna endast på skadeplatsen hade en god förmåga att skapa en gemensam lägesbild och lägesuppfattning.<sup>63</sup>

Räddningstjänsten har primärt ansvaret att rädda liv genom att evakuera alla som befinner sig i skredområdet inklusive att genomsöka tågagnar och raserade byggnader. För att lyfta på eventuellt instörtade hus och tågagnar krävs kranar som inledningsvis inte kommer att kunna tas in i skredområdet eftersom det är för riskfyllt. Arbetet skulle därför inledningsvis behöva fokusera på att bygga spångar och broar in i skredområdet.

Det finns i dagsläget inga generella riktlinjer för hur räddningsarbetet i skredområdet ska gå till. Istället måste geotekniska bedömningar göras individuellt för varje skredområde. Att ta fram en lägesbild som utgångspunkt för resurssättning för räddningsinsatsen är därmed en central och komplex uppgift. Parallellt måste en stabsfunktion byggas upp som kan analysera situationen och planera vilka resurser som måste inkallas samt stödja det operativa arbetet med logistik.

Vid en händelse av denna omfattning kan det bli aktuellt för länsstyrelsen att ta över ansvaret för räddningstjänsten enligt 4 kap 33 § förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor. Detta sker inte per automatik utan görs efter en bedömning av den aktuella situationen och i samråd med bland annat den lokala räddningstjänsten. Avgörande faktorer kan vara behovet av prioriteringar i resurser, i jämförelse med tillgången på resurser som i sig i mindre grad avgör om ett övertagande är lämpligt.

Det är centralt att snabbt få geoteknisk expertis till skredområdet för att bedöma om man kan gå in i skredområdet och med vilken utrustning. Då det idag inte finns geoteknisk expertis i jour dygnet runt hos vare sig SGI<sup>64</sup> eller Länsstyrelsen i Västra Götalands län är inte räddningstjänsten garanterad tillgång på snabbt expertstöd i frågor om geotekniska bedömningar. Kommunerna kan även upprätta avtal med lokal geoteknisk expertis för att säkerställa tillgången på sådan kompetens med kort varsel. Kontaktvägarna till geoteknisk expertis bör registreras hos SOS Alarm för sekundär larmning beroende på olyckans omfattningsgrad.

Händelseförloppet i scenariot medför arbetsuppgifter även för polis och sjukvård. Polisens uppgifter inkluderar att bistå räddningstjänsten med avspärrningar och helikopterresurser. Sjukvården ansvarar för omhändertagande, avtransporten och vården av skadade.<sup>65</sup>

---

<sup>63</sup> Länsstyrelsen i Västra Götaland, *Utvärderingsrapport Regional samverkansövning Storskred 2011, 2012*, löpnummer 2012:17.

<sup>64</sup> Enligt beslut från Försvarsdepartementet, *Uppdrag om funktionen tjänsteman i beredskap och förmåga till ledningsfunktion*, Fö2014/1195/SSK, ska SGI senast den 1 december 2015 inrätta och upprätthålla en tjänsteman i beredskap samt ha en beredskap för att kunna upprätta en ledningsfunktion.

<sup>65</sup> Länsstyrelsen Västra Götalands län, *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2013*, 2013, Rapport 2013:93.



Räddningstjänsten kommer att spärra av väg-, järnvägs- och sjötrafiken genom området och meddelar Trafikverket och Sjöfartsverket detta. Det faller på Trafikverket att omdirigera järnvägs- och vägtrafik, liksom på Sjöfartsverket gällande dirigering av trafiken på älven.<sup>66</sup>

På grund av att skredmassorna som rasar ner i Göta Älv innehåller gifter från äldre industriverksamhet, finns det en risk för att vattnet i älven blir kontaminerat. Detta innebär ett hot mot det råvattenintag som förser över en halv miljon människor med dricksvatten. Vattenverken är därför en central aktör i det fortsatta krishanteringsarbetet. Vattenverkens uppgift kan delas in i tre uppgifter: beslut om att stänga råvattenintaget, hur man hanterar vattenproduktionen medan råvattenintaget är stängt och beslutet om när man ska öppna igen. Att besluta om stängning är i detta scenario enkelt och görs omgående efter att vattenverken fått meddelande om skredet från räddningstjänsten.

### ***Samverkan och kommunikation***

Scenariot innebär en händelse där många aktörer blir inblandade. Här har Länsstyrelsen i Västra Götalands län det geografiska områdesansvaret på regional nivå. Det innebär i första hand att initiera samverkansarbetet och se till så att de inblandade aktörerna uppnår samordning. Ale kommun har geografiskt områdesansvar på den lokala nivån. Därmed har kommunen också ett ansvar för att initiera samverkan, exempelvis med grannkommuner och organisering av frivilligorganisationer. Att kommunicera med allmänhet, anhöriga till drabbade och media blir en av de viktigaste uppgifterna för både kommun och länsstyrelse. Både Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Ale kommun har förberedda krisorganisationer med rutiner för att genomföra dessa uppgifter. I övningen Storskred där Länsstyrelsen i Västra Götalands län och räddningstjänsten i Ale kommun (då räddningstjänsten i Ale/Kungälv, nu Bohus räddningstjänstförbund) deltog kunde övningsutvärderingen inte bedöma förmågan att samordna information.<sup>67</sup>

MSB:s TiB kommer att kontakta i första hand TiB på Länsstyrelsen i Västra Götalands län för att få en bild av situationen och för att fråga om länsstyrelsen inom sitt område ser några behov av stöd från MSB. Stöd från MSB kan innefatta samverkanskonferenser för att dela lägesbilder mellan berörda aktörer, informationssamordning, mäklning av resurser, expertstöd inom till exempel skred, kommunikation med allmänheten med mera. MSB:s stöd till aktörerna när det gäller kommunikation inkluderar att publicera frågor och svar på krisinformation.se i syfte att möta allmänhetens informationsbehov.

---

<sup>66</sup> Länsstyrelsen Västra Götalands län, *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2013*, 2013, Rapport 2013:93.

<sup>67</sup> Länsstyrelsen i Västra Götaland, *Utvärderingsrapport Regional samverkansövning Storskred 2011, 2012*, löpnummer 2012:17.

MSB kommer också att kontakta andra myndigheter som Trafikverket för att klargöra om händelsen kan få nationella konsekvenser, till exempel på grund av den transportinfrastruktur som är skadad.

### ***Personella resurser/uthållighet***

Länsstyrelsen i Västra Götalands län är en stor myndighet och har dessutom övat skredfrågor varför uthålligheten kan antas vara god. Dock saknas, som tidigare nämnts, ett jourssystem när det gäller geoteknisk expertis vilket leder till att korta inställelsetider inte kan garanteras.

En händelse i storleksordning med scenariot innebär en stor belastning på den kommunala krisorganisationen, även om rutiner finns och organisationen är utbildad och övad. På sikt kommer därför länsstyrelsen att behöva stödja kommunen med extra personal och med kriskommunikation.

### ***Förstärkningsresurser***

MSB kan förmedla nationella förstärkningsresurser samt expertrådgivning, liksom efterfråga ytterligare internationella förstärkningsresurser.

Förstärkningsresurserna inkluderar insatspersonal (samt sökhundar) från MSB:s avancerade sök- och räddningsstyrka SWIFT/USAR<sup>68</sup>, och materiel, exempelvis vattenreningsverk och översvämningmateriel. MSB kontaktas via MSB:s TiB.<sup>69</sup> Länsstyrelsen i Västra Götalands län har rutiner för att kontakta MSB vid skred, även betydligt mindre sådana än det som beskrivs i detta scenario.

SWIFT/USAR ska kunna användas för nationella insatser, men det krävs då kunskap om att de finns tillgängliga samt rutiner för hur de ska avropas och användas.<sup>70</sup> Både kunskap och rutiner saknas idag. Inom MSB pågår ett arbete för att ta fram ett inriktningsdokument för nationell användning av SWIFT/USAR.

Hundekipagen i SWIFT/USAR utbildas av Svenska Brukshundsklubben (SBK). Räddningsledare inom kommunal räddningstjänst har enligt lagen (2003:778) om skydd mot olyckor rätt att rekvirera hundekipage direkt från SBK. Ersättning betalas då av kommunen.<sup>71</sup> Bohus Räddningstjänstförbund har i

---

<sup>68</sup> Swedish International Fast Response Team - Urban search and rescue. SWIFT/USAR är certifierad av FN för att söka och rädda människor i kollapsade konstruktioner, exempelvis efter naturkatastrofer, och bemannas i dagsläget av personal från Räddningstjänsten Storgöteborg, Storstockholms brandförsvär, Räddningstjänsten Syd och Södertörns brandförsvärsförbund enligt avtal med MSB.

<sup>69</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *Handbok för ras-, skred- och slamströmsolycka*, 2013, MSB632 – september 2014.

<sup>70</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *Utredning - Nationell användning av MSB:s sök- och räddningsförmåga SWIFT USAR*, 2014, MSB dnr 2014-6332

<sup>71</sup> Enligt lagen (2003:778) om skydd mot olyckor, 6 kap. §1 (förare) och §2 (hund) där ersättning för bl a skada utgår enligt 7 kap. §4 och 5 (förare) och §6 (hund); ersättningen betalas av kommunen (§8) eftersom det är kommunal räddningstjänst.

dagsläget inte något avtal eller direkt kontakt med SBK, vilket gör att den möjligheten blir svår att utnyttja i hanteringen av scenariot. Räddningstjänsten har en laglig möjlighet att rekquirera hundekipage, men för att detta ska fungera så bör ett avtal finnas på plats sen tidigare och användandet av hundekipage i räddningstjänstens verksamhet bör ha övats i förväg.

Övriga förstärkningsresurser som kan bli aktuella är:

- Helikopter; används bland annat för överflygning i syfte att skapa en helhetsbild av situationen. Helikoptrar finns hos Polisen, Försvarmakten och privata aktörer.
- Ytbärgare; för räddning av människor ur älven. Sådana resurser finns hos Kustbevakningen.<sup>72</sup>
- Dykare; för arbete i älven. Dykare finns hos Kustbevakningen, Försvarmakten, Polisen samt privata aktörer. Dykenheter finns även hos ett flertal räddningstjänster däribland Storgöteborgs räddningstjänstförbund<sup>73</sup> som Bohus räddningstjänstförbund samarbetar med.

### ***Sanering och återställande***

Ett skred av den magnitud som beskrivs i scenariot medför mycket återställningsarbete som tar sin början mellan en till två veckor efter skredet. Ale kommun och Länsstyrelsen i Västra Götalands län måste hantera alla plan-, tillstånds- och tillsynsärenden som saneringen och återuppbyggnaden genererar. Saneringsarbetet skulle förmodligen bli långvarigt och kostsamt och inkluderar muddring av förorenade skredmassor i älvfåran, återuppbyggnad och eventuell omdragning av väg och järnväg.

## **3.6 Konsekvensbedömning**

### ***Samhällets funktionalitet***

MSB bedömer att funktionaliteten i samhällssektorerna Finansiella tjänster, Information och kommunikation samt Socialförsäkringar inte påverkas i någon större omfattning utifrån händelsen i scenariot. Konsekvenserna för övriga samhällssektorer redovisas nedan.

### **Energiförsörjning**

Energiförsörjningen bedöms inte påverkas av scenariot i särskilt stor utsträckning. Inga bostadshus eller intilliggande fastigheter drabbas när elen till området stängs av. Vid en eventuell uppdämning av Göta älv påverkas produktionen i de tre vattenkraftstationer som finns längs med älven. Detta bör inte nämnvärt påverka elförsörjningen som helhet.

---

<sup>72</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *Handbok för ras-, skred- och slamströmsolycka*, 2013, MSB632 – september 2014.

<sup>73</sup> Ibid.

### **Handel och industri**

Ingen industriverksamhet i Älvängens industriområde kan bedrivas innan området blir återställt. Det är oklart hur lång tid det tar att återställa området och det finns ingen garanti att industrierna väljer att återetablera sig i Älvängen.

Handel och industri, inklusive turism, drabbas också av de avbrott för såväl väg-, järnvägs- och älvtransporter som dricksvattenförsörjningen som skredet medför. Detta resulterar i störningar i produktionen och därmed produktionsbortfall. I fallet med transporter gäller det även handel och industrier uppströms och runt Väneren.

### **Hälso- och sjukvård samt omsorg**

Scenariot medför ett stort antal personskador och vården kommer att belastas på kort sikt. Om vårdkapaciteten i regionen inte räcker till kan patienter behöva omfördelas till andra sjukhus och resurser tillföras regionen. . Vissa operationer och annan planerad verksamhet kan behöva senareläggas som en följd av hanteringen av masskadeutfallet.

Psykosocial påverkan är svår att bedöma men scenariot innebär att ett stort antal individer blir utsatta för stress av olika slag. Personer från hela landet kommer att ha släktingar och vänner som blivit skadade. Att hantera oro utgör ytterligare en arbetsuppgift för den kommunala omsorgen, frivilligorganisationer och trossamfund.

Vattenbrist, inklusive eventuella läckage på grund av lägre ledningstryck och sämre råvattenkvalitet, medför omfattande konsekvenser för hälso- och sjukvården samt omsorgen. Överlag innebär vattenbrist en ökad belastning för hälso- och sjukvården, samt en ökad belastning för socialtjänsten i och med arbete med vattendistribution samt en uppsökande verksamhet gentemot personer som vanligen inte behöver stöd.<sup>74</sup>

### **Kommunalteknisk försörjning**

Dricksvattenförsörjningen hotas av att föroreningarna från skredet är så stora att det kommer att ta lång tid innan råvattenintaget kan öppnas igen, eventuellt flera månader. Hur länge reservvattentäcker räcker, och därmed hur stort behovet av nödvatten är, är osäkert. Scenariot utgör en situation som kan medföra vattenbrist i flera kommuner, inklusive Göteborg.

### **Livsmedel**

Scenariot innebär inget hot mot livsmedelsförsörjningen undantaget dricksvattensituationen. Störningar i dricksvattenförsörjningen har dock inte analyserats närmare i den här bedömningen.

---

<sup>74</sup> Socialstyrelsen, *Socialstyrelsens risk- och sårbarhetsanalys 2013*, 2013, artikelnr 2013-11-20.

### **Offentlig förvaltning (ledningsfunktioner, stödfunktioner)**

För kommun och länsstyrelse innebär händelsen en stor samordnings- och kommunikationsinsats. På sikt innebär efterarbetet och återställande ett mycket kostsamt saneringsarbete och ett stort antal plan- och tillståndsärenden som behöver hanteras av främst kommunen och länsstyrelsen. Skredet medför också att de karteringar av skredrisker längs med Göta älv som i dagsläget utgör beslutsunderlag för byggnation etcetera kan behöva ses över.

### **Skydd och säkerhet**

Omfattningen av insatsen för främst räddningstjänsten gör att personal från andra delar av länet och även resten av landet kan behöva kallas in för att säkerställa att räddningstjänstens arbete i övrigt kan upprätthållas i området.

### **Transporter**

Sjö-, väg och järnvägstrafik påverkas av skredet och dess följder, men i vilken utsträckning avgörs av hur lång tid återställningsarbetet tar. Det finns i området flera järnvägar och vägar som möjliggör omdirigering och Trafikverket Region Väst uppger att samhällets gods- och persontransporter kan fungera. Däremot kan kollektivtrafiken inledningsvis vara svår att ersätta.<sup>75</sup> Allmänt gäller att sjöfarten vid stopp upp till två veckor inte drabbas i någon större omfattning,<sup>76</sup> men en utdragen muddring medför störningar.

### **Människors liv och hälsa**

Skredet orsakar ett flertal dödsfall eftersom ett tåg dras med i skredet. Även ett fåtal ytterligare personer kan befinna sig i skredområdet. MSB bedömer att upp till 100 personer kan omkomma och upp till 200 personer kan skadas av själva skredet.

Om kvaliteten på dricksvattnet sjunker för ett stort antal människor innebär det en förhöjd risk för sjukdomar. Det är oklart hur många som drabbas men cirka 700 000 personer befinner sig i riskzonen.

### **Ekonomiska konsekvenser och miljö**

Med utgångspunkt i SGI:s konsekvensbedömningsmetoddik bedöms de direkta kostnaderna av skredet kunna uppgå till så mycket som cirka 10 miljarder kronor.<sup>77</sup> Hit räknas återställandet av väg och järnväg, restaurering av industriområdet och saneringen samt räddningsinsatsen. Produktionsförluster för industri på grund av transportproblematik har inte utretts men utgör sannolikt betydande summor.

---

<sup>75</sup> Länsstyrelsen Västra Götalands län, *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2013*, 2013, Rapport 2013:93.

<sup>76</sup> Sjöfartsverket, *Skredrisk Älvängen*, 2013, 13-03573.

<sup>77</sup> Statens geotekniska institut, *Göta Älvutredningen 2009-2011: Skredrisker i Götaälvudalen i ett förändrat klimat: Slutrapport del 2 – samhällskonsekvenser*, 2012.

De totala ekonomiska konsekvenserna bedöms av MSB som oöverskådliga och kommer att vida överstiga de upp till 10 miljarder kronor som de direkta konsekvenserna kan leda till, främst utifrån kostnader för produktionsbortfall. Även en kortvarig vattenbrist i Göteborg med omnejd påverkar människor, industri, handel och turism på ett oöverskådligt sätt.

Intill älven ligger bland annat flera Natura 2000-områden som kan komma att påverkas av miljögifterna från industrimarken. Miljö kvalitetsnormer för Göta älv, som gäller bland annat för pH/surhetsgrad, uppslammade fasta substanser, ammoniak och ammonium, påverkas också av skredet. Det uppstår även korsiktiga störningar i fiskefaunan och på längre sikt kan biodiversitetsförluster förväntas.

### ***Demokrati, rättssäkerhet och mänskliga fri- och rättigheter***

Vid vattenbrist kan hamstringsbeteende uppstå. Distribution av nödvatten kan i värsta fall bli föremål för kontroverser med social oro som följd.

Ingen myndighet har i dagsläget mandat att bestämma hur olika delar av vattenledningssystemet ska prioriteras. Detta kan jämföras med eldistributionen som kan regleras via Styrel. Kontroversiella beslut kan i värsta fall orsaka oro.

Att genomföra de åtgärder som krävs inom området försvåras och fördröjs av komplicerade ansvarsförhållanden och begränsade möjligheter till statliga bidrag. Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Ale kommun har i samverkan med andra berörda myndigheter försökt hitta en lösning på detta problem under flera år. Området behöver åtgärdas så snart som möjligt men det är oklart hur dessa åtgärder ska kunna finansieras. 2013 gjordes en skrivelse till regeringen där Länsstyrelsen i Västra Götalands län påtalade riskerna som är kopplade till Göta Älv, och älvdalen. Där förtydligades också vilka åtgärder som bedöms som absolut nödvändiga för att minska sårbarheten i området.<sup>78</sup>

Förtroendet för myndigheterna kan påverkas mycket negativt när det blir känt att kunskapen om riskerna med Älvängens industriområde funnits under flera år utan att åtgärder vidtagits för att förhindra att en olycka skulle kunna inträffa.

Scenariot bedöms inte påverka nationella politiska beslut, kontrollen över offentliga institutioner eller Sveriges anseende internationellt.

### ***Nationell suveränitet***

Scenariot bedöms inte påverka den nationella suveräniteten.

---

<sup>78</sup> Länsstyrelsen Västra Götalands län, *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2014*, 2014, Rapport 2014:61.

### 3.7 Resonemang om sannolikhet

Sannolikheten för skred är betydligt högre för vissa delar av landet än för andra och ökar i samband med snösmältning, tjällossning samt perioder med mycket nederbörd.

SGI har bedömt sannolikheten för skred i Älvängens industriområde som 4 till 5 på en femgradig skala, beroende på var i området mätningar genomförts. Ett förändrat klimat ligger med som grund för bedömningen. Göta älv tillhör de områden i landet där risken för skred antas öka till följd av klimatförändringarna, dock i olika grad för olika delsträckor.<sup>79</sup>

### 3.8 Osäkerhetsbedömning

Det finns osäkerheter i konsekvensbedömningen ovan. Konsekvenserna skulle också kunna variera i omfattning utifrån vilka faktorer som ingår i scenariot.

Trots att flera skred av denna storleksordning har gått i Sverige och kunskapen om skred i ett teoretiskt perspektiv får betecknas som hög kvarstår stora osäkerheter i bedömningarna. Hur många som omkommer eller skadas är en bedömning med mycket stor osäkerhet. Det beror till stor del på hur det tåg som dras med i skredet till slut hamnar i skredmassorna.

Hur länge reservvattentäkterna räcker är en svår bedömning med hög osäkerhet. Konsekvenserna av vattenbrist är oöverskådliga och därmed mycket osäkra. Däremot kan man med säkerhet säga att de blir mycket stora oavsett hur man väljer att bedöma dem.

Hur allvarliga konsekvenserna av ett skred blir beror på storleken och framför allt när skredet sker, var skredet sker och vad som finns i skredområdet och dess omgivning.

En eventuell uppdämning av Göta älv skulle potentiellt kunna försvåra scenariot markant, liksom om ett fartyg befann sig i farleden när skredet går. Uppdämning skulle kunna innebära en översvämningsproblematik runt Väneren, en ökad risk för skred nedströms eller en flodvåg, orsakad av utsläpp av vattenmassor från fördämningar.

### 3.9 Slutsatser

#### ***Sårbarheter och brister i samhällets förmåga att förebygga och hantera lerskred***

Sårbarheterna i Sverige gällande skredrisker är väl kända. Riskområden är sedan långt tidigare bebyggda med såväl industrier som bostäder och infrastruktur. I scenariot finns inga bostäder på området som drabbas, men det är istället förorenat av tidigare industriverksamhet. För att minska

---

<sup>79</sup> Statens geotekniska institut, Göta Älvutredningen 2009-2011: *Skredrisker i Götaälvudalen i ett förändrat klimat: Slutrapport del 1 – samhällskonsekvenser*, 2012.

sårbarheterna och stärka den förebyggande förmågan kan kommuner och länsstyrelser vidta flera typer av åtgärder utifrån kartläggningar av de risker som finns. Från MSB:s sida genomförs ett omfattande arbete med att bedöma och informera om risker för ras och skred, samt vilka åtgärder som kan vara lämpliga för att minska riskerna.

Scenariot innebär en omfattande räddningsinsats och stora behov av samverkan mellan olika aktörer i samhället. Trots att aktörerna i scenariot är utbildade och övade för att hantera händelsen är kraven på räddningstjänstens, kommunens och länsstyrelsens förmåga mycket stora. För räddningstjänstens del berör detta förmåga att leda insatsen. För länsstyrelsens och kommunens del avser det kraven på att ansvara för aktörernas samverkan och samordning av information och kommunikation. Länsstyrelsen kommer behöva stödja kommunen i det här arbetet och även MSB:s resurser för informationssamordning kommer att behöva tas i anspråk. Om samhällets förmåga att samverka och att samordna information och kommunikation är tillräcklig i det här läget har MSB svårt att bedöma. De inblandade aktörerna kan även behöva överväga om länsstyrelsen bör ta över ansvaret för räddningstjänsten enligt 4 kap 33 § förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor.

I räddningsarbetet blir evakueringen av personer från skredområdet den centrala frågan. Sverige har specialutbildad personal för sådant arbete genom MSB:s internationella styrka SWIFT/USAR. Kunskapen om denna resurs är dock inte särskilt stor i Sverige och det finns inga rutiner för hur SWIFT/USAR ska användas nationellt.

Det är även en brist att det inte finns någon beredskapsfunktion dygnet runt för geoteknisk expertis, vilket gör att det är osäkert om räddningstjänsten kan få en snabb bedömning av läget i skredområdet. En sådan bedömning är en förutsättning för att snabbt komma igång med evakueringen av skredområdet. Detta är dock en funktion som SGI ska ha inrättat senast 1 december 2015.

### ***Konsekvenser av lerskred***

Gällande samhällets funktionalitet så uppstår de största konsekvenserna i samhällssektorn Kommunalteknisk försörjning. Även samhällssektorerna Handel och industri, Offentlig förvaltning och Transporter drabbas av stora konsekvenser. Konsekvenserna handlar främst om den dricksvattenproblematik som orsakas av de föroreningar som rasar ner i Göta älv och medför att Göteborg med omnejd tappar sin försörjning av råvatten, potentiellt i flera månader, vilket förmodligen leder till vattenbrist. Saneringen och återuppbyggnaden av infrastruktur innebär störningar i transporter som tillsammans med dricksvattenproblematiken innebär produktionsbortfall. Sanering och återuppbyggnad genererar även en stor mängd tillståndsärenden för kommunen och länsstyrelsen att hantera.

Övriga skyddsvärden som främst berörs är Människors liv och hälsa samt Ekonomiska konsekvenser och miljö. Antalet skadade och omkomna är mycket



svårt att bedöma, MSB bedömer dock att upp till 100 personer kan omkomma och upp till 200 personer kan skadas av själva skredet. Därutöver kan en eventuell dricksvattenbrist leda till ytterligare konsekvenser på människors hälsa. Omfattningen av dessa konsekvenser har dock inte den här analysen gjort någon uppskattning av.

Gällande Ekonomi och miljö är konsekvenserna av skredet mycket kostsamma. Saneringen och återställningen kommer att ta lång tid och kräva mycket resurser. Produktionsbortfall för företag kan också generera omfattande kostnader. Miljöeffekterna av skredet hänger främst samman med föroreningen av Göta älv och hur det kan påverka vattenkvaliteten samt flora och fauna i och i anslutning till älven.

### ***Pågående, planerade och behov av ytterligare åtgärder***

I vilken utsträckning som förebyggande åtgärder genomförs har MSB svårt att bilda sig en heltäckande uppfattning om, men ansökningarna för medel från anslag 2:2 *Förebyggande åtgärder mot jordskred och andra naturolyckor* som MSB administrerar visar på att kommunerna har identifierat behov av åtgärder.

En åtgärd som pågår är MSB:s arbete med att ta fram ett inriktningsdokument för hur SWIFT/USAR ska kunna användas som en nationell resurs. MSB har även identifierat behovet av att sprida information om att resursen finns tillgänglig.

Behovet av nödvattenresurser är inte klarlagt inom ramen för denna analys eftersom det utifrån scenariot inte går att avgöra i vilken utsträckning reservvattentäkterna kommer att räcka till. I fallet med riskerna för dricksvattenförsörjningen vid ett skred vid Älvängens industriområde är riskerna i sig dock väl kända och dokumenterade i Länsstyrelsen i Västra Götalands läns risk- och sårbarhetsanalys från 2013.<sup>80</sup>

Kommuner skulle utifrån behov kunna undersöka möjligheterna till bättre beredskap för geoteknisk expertis genom att upprätta avtal med lokal sådan för att kunna ha tillgång till rådgivning och uttryckning dygnet runt. Regeringen har även beslutat att SGI från och med den 1 december 2015 ska ha en TiB.<sup>81</sup>

---

<sup>80</sup> Länsstyrelsen Västra Götalands län, *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2013*, 2013, Rapport 2013:93.

<sup>81</sup> Försvarsdepartementet, *Uppdrag om funktionen tjänsteman i beredskap och förmåga till ledningsfunktion*, 2014, Fö2014/1195/SSK.

## 4. Svaveldimma

Ett vulkanutbrott på Island kan även ge konsekvenser för samhället i Sverige. En möjlig konsekvens från ett vulkanutbrott är att det skapas ett moln av ackumulerade vulkangaser bestående av svaveldioxid, svavelsyreaerosoler och sulfatpartiklar. En sådan såkallad svaveldimma kan transporteras via luften till Sverige och leda till stora konsekvenser. Den kan påverka vår hälsa, miljön omkring oss (naturen och odlingar) och i en mindre omfattning även byggnader och funktionen hos tekniska system. Scenariot som analyseras kan betraktas som en naturolycka eller naturkatastrof. Det finns inga kända möjligheter att påverka att vulkanutbrott inträffar. Däremot kan samhället påverka hur stora konsekvenserna blir, både genom förebyggande åtgärder och genom hur vi hanterar följderna av händelsen.

### 4.1 Underlag och förankring

Analysen av scenariot har genomförts med två workshops i två steg. Den första workshopen genomfördes med experter inom olika discipliner som har anknytning till huvudfrågan om vilka hälso- och miljökonsekvenser svaveldimman kan ge upphov till. Därefter genomfördes en workshop med fokus på hanteringen av händelsen och konsekvenser i samhället där aktörer från lokal till nationell nivå deltog. Resultaten från workshoparna har följts upp och kompletterats med litteraturstudier samt intervjuer med Landstinget Sörmland, Eskilstuna kommun, Naturvårdsverket, IVL Svenska Miljöinstitutet och Östra Sveriges Luftvårdsförbund.

### 4.2 Erfarenheter från liknande händelser

Sprickvulkanen Laki hade totalt tio utbrott under en åttamånadersperiod 1783-1784<sup>82</sup>. Det finns uppskattningar i litteraturen både av hur stora mängder gaser som släpptes ut över tiden och vilka konsekvenser det fick på det dåvarande samhället i Europa. Dessa uppskattningar och beskrivningar ligger till grund för scenariobeskrivningen.

Europa har tidigare drabbats av aska och gaser från vulkanutbrott på Island, men Lakiutbrottet är i princip det enda vulkanutbrott som har lett till en svaveldimma över Europa där konsekvenserna finns väl dokumenterade. I södra Italien och på Sicilien har det uppstått svaveldimma ett flertal gånger. År 2010 fick vulkanen Eyjafjallajökull på Island ett utbrott varpå aska spreds i atmosfären som ledde till ett omfattande flygstopp i stora delar av Europa.

Från och med augusti 2014 pågår också ett utbrott i vulkanzonen Veidivötn-Bárðarbunga på Island. Utbrottet har innehållit svavelhaltiga gaser som har nått Norge och Västernorrland. Detta har gjort att flera myndigheter i dagsläget

---

<sup>82</sup> Trots att det var tio separata utbrott så talar vi fortsättningsvis om "Lakiutbrottet".

följer den pågående vulkanen och även har inlett arbetet med att förbereda sig på frågor om eventuella konsekvenser av svaveldimma i Sverige.

### 4.3 Scenariobeskrivning

I **mars** noterar IMO, The Icelandic Meteorological Office, ett antal jordskalv i området kring Katla, en vulkan som har gett några av de mest kraftfullaste utbrotten på Island. Den **23 maj** får sprickvulkanen Eldgjå, som ingår i Katlas vulkansystem, ett utbrott. Magma och gaser väller upp längs en 75 kilometer lång spricka. Isländska myndigheter registrerar utsläppen av gaser på marknivå på Island och satelliter och flygburna sensorer gör mätningar av gaser och aska i luften.

SMHI kör simuleringsmodeller med indata från IMO och varnar den **28 maj** för att svavelföreningar kan föras ner till marken i Sverige. Vädret stabiliseras samtidigt i Sverige då ett högtryck över Öst- och Centraleuropa sakta börjar röra sig norrut. Nästa dag, den **29 maj**, kommer de första synliga tecknen på svaveldimman som nu ligger högt upp i atmosfären. Himlen har bland annat en gulaktig ton och solen är rödfärgad.

Drygt en vecka efter utbrottet, den **2 juni**, når svaveldimman ner till marken i Sverige. Inledningsvis är koncentrationerna av svaveldioxid och partiklar små och effekterna inskränker sig till en något försämrad sikt. I medierna domineras nyheterna av svaveldimman. Flygstoppet över Europa på grund av askan hävs över större delen av Europa och blir bara kvar över norra Skandinavien.

Fyra veckor senare, den **14 juni**, mäts en maxnivå av koncentrationen av sulfatpartiklar i Eskilstuna. Svaveldioxiden når också en toppnivå. Delar av vegetationen ser ut som om den blivit svedd och känsliga växter vissnar och dör. Bönder är oroliga för hur det ska gå med deras skördar och jordbruket spås stora ekonomiska förluster.

Många människor drabbas av huvudvärk och känner irritation i ögon, näsa och hals. Pollenallergiker, som redan är utsatta den här tiden på året, får det extra bekymmersamt. Personer med astma och andra lungsjukdomar får svårigheter att andas och speciellt barn och äldre behöver söka sjukvård. Antalet sjukskrivna ökar liksom antalet föräldrar som är hemma för vård av barn. Även djur, främst hästar och andra flyktdjur, far illa.

Vid **midsommar**, drygt en månad efter utbrottet, har svaveldimman legat över södra halvan av Sverige i tre veckor. En del familjer som har möjlighet utnyttjar semestern till att åka norrut för att undgå svaveldimman. Många skogsägare är oroliga för att skogen, främst barrträd, skadas av svavelföreningarna och att deras försäkringar inte gäller.

Jordbruket har påverkats av svavelföreningarna och den minskade produktionen måste troligen ersättas av en ökad import under resten av året. Stora delar av norra Europa har drabbats av svaveldimman och det betyder att

Sverige måste importera mat från södra Europa eller andra kontinenter samtidigt som efterfrågan på mat har ökat även där.

Den **10 augusti** kommer regnet. Det för med sig den svaveldioxid och de sulfatpartiklar som finns i luften ner till marken. I kontakt med vatten bildas svavelsyra och svavelsyrighet; surt regn. Det sura regnet påverkar miljön negativt, men har också fördelen att det tvättar bort de ämnen som har fastnat på ytor utomhus. Svavelföreningarna förs ner i marken och ut i vattendrag där de får en försurande effekt. På vissa håll bildas så kallade surstötter som tillfälligt sänker pH-värdet i sjöar och vattendrag och riskerar att slå ut vissa biologiska arter. Värst drabbas sjöar som redan har ett naturligt lågt pH.

Den **23 augusti**, tre månader efter det första utbrottet i vulkanen Eldgjä, har vädret i Sverige normaliserats. Temperaturen är behaglig, luften är frisk och lätt att andas, men den brunbrända vegetationen skvallrar om att sommaren som gått inte har varit en vanlig sommar.

#### **4.4 Samhällets förmåga att förebygga svaveldimma**

Det går inte att på något sätt förhindra att ett vulkanutbrott sker, men det går att tidigt få ut en varning så att människor som kan komma att drabbas hinner förbereda sig och vid behov evakuera (evakuering är främst aktuellt på Island). Det finns flera tidiga tecken på att ett vulkanutbrott skulle kunna ske. Exempel på detta är landhöjning och ökad seismisk aktivitet som kan visa sig långt innan vulkanen i fråga får ett utbrott. Eyjafjallajökull visade tecken på utbrott redan på 90-talet, cirka 15 år innan det skedde år 2010. Det var då en period av landhöjning som senare avtog. Ungefär tre månader före vulkanutbrottet ökade den seismiska aktiviteten under vulkanen.<sup>83</sup>

På Island övervakar IMO och även forskare vid University of Iceland ett 30-tal vulkaner för att på ett tidigt stadium kunna upptäcka om ett vulkanutbrott är på gång. Detta i syfte att kunna ge tidiga varningar. På IMO har försök med att övervaka gaser från vulkaner påbörjats. Syftet med detta är att få indikationer på när ett vulkanutbrott sker, men också att kunna varna allmänheten för farliga gaser.<sup>84</sup> Genom Socialstyrelsens försorg sker forskning inom Kunskapscentrum för katastroftoxikologi, inom vilket bland annat forskning om kemiska ämnens spridning i luften och direkta effekter av dem bedrivs.<sup>85</sup>

På miljösidan följer man inte längre upp svaveldioxid med samma noggrannhet som förr eftersom svavelutsläpp inte längre är ett miljöproblem i Sverige. Koncentrationerna har sedan mitten av 1990-talet legat långt under miljö-

<sup>83</sup> Presentation Gudmundsson, University of Iceland. 2014-04-08.

<sup>84</sup> Presentation IMO 2014-04-09;  
<http://www.vedur.is/vedur/spar/textaspar/oskufok/> (2014-10-06).

<sup>85</sup> <http://www.socialstyrelsen.se/krisberedskap/kunskapscentrum> (2014-10-06).

kvalitetsnormen.<sup>86</sup> Detta gör att miljöforskning inom svavlets påverkan på natur och miljö samt försurning idag är starkt begränsad. Dock bedrevs mycket forskning i Sverige på detta under 1960- och 1970-talet som fortfarande är aktuell, men kunskapen om denna är idag inte lika lättillgänglig.<sup>87</sup>

När ett vulkanutbrott har skett används modellering av uppskattade vulkanutsläpp för att beräkna spridningen av aska och andra produkter. IMO kör kontinuerligt sådana modellkörningar för att beräkna spridningen över Island. Brittiska vädermyndigheten Met Office har spridningsmodeller som bland annat användes när Eyjafjallajökull fick utbrott. I Sverige utvecklar SMHI och FOI modeller för att kunna inkludera gaser i sina spridningsmodeller som sedan tidigare klarar av att prognostisera transporten av aska genom atmosfären givet det rådande väderläget.<sup>88</sup>

## 4.5 Samhällets förmåga att hantera svaveldimma

Det finns ingen uttalad myndighet som har helhetsansvar kopplat till en svaveldimma som sker till följd av ett vulkanutbrott. Många myndigheter blir dock berörda inom ramen för sina ordinarie ansvarsuppgifter. Analysen har inte kunnat identifiera att det i dagsläget finns särskilda rutiner, utbildningar eller övningar specifikt för svaveldimma från en vulkan. Förberedda konsekvensanalyser, kompetensnätverk, handlingsplaner, planer för att informera om händelsen, med mera, kan göra att samhället bättre kan hantera konsekvenser och oron i samhället till följd av händelsen.

### *Larmning och samverkan kring lägesbild*

När en vulkan på Island får ett utbrott skickar IMO ut meddelande till en lång rad aktörer om detta, bland annat till SMHI. SMHI kommer då att köra simuleringar av utsläppet i det nyutvecklade BAPS<sup>89</sup> (Beredskapssystem för spridning i atmosfären) som kan både visualisera spridningen av aska, gaser och hantera atmosfärskemin. Resultatet av simuleringarna förmedlas sedan till andra myndigheter, främst till Transportstyrelsen och MSB.

MSB börjar i ett tidigt stadium att följa händelseutvecklingen av vulkanutbrottet och försöka få bekräftelse på vad som sker. MSB kommer också att klargöra vilka aktörer som är berörda i nuläget och vilka som kan komma att bli berörda framöver. Initialt berörs SMHI och SGU för att bekräfta vad som är på gång och stödja i bedömningarna av hur Sverige kan komma att drabbas. Kontakter tas också med de nordiska grannländerna för att dela information om händelsen och vilka åtgärder som genomförs. En första konsekvensbeskrivning rapporteras till Regeringskansliet.

<sup>86</sup> <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luften-i-Sverige/Luftkvaliteten-i-tatorterna/#> (2014-10-06).

<sup>87</sup> Expertworkshop i MSB:s regi 2014-05-28.

<sup>88</sup> Expertworkshop i MSB:s regi 2014-09-22.

<sup>89</sup> Utveckling pågår, beräknas vara i drift 2015.

Flera andra myndigheter har egen omvärldsbevakning. Främst gäller detta Socialstyrelsen som tidigt behöver börja inventera tillgång på expertis och förbereda hur man kan stötta landstingen. Även Folkhälsomyndigheten, Länsstyrelsen, Polisen, Statens Jordbruksverk och Statens veterinärmedicinska anstalt har viss egen omvärldsbevakning och följer MSB:s bevakning. Dokumentation från tidigare händelser (till exempel askmoln) analyseras för att se om något som lyftes upp då kan bli aktuellt igen. Generellt är det en utmaning att tolka situationen eftersom informationen är bristfällig. Samarbete sker mellan ambulansflyg och Försvarsmakten kring flygfrågor, ifall händelseutvecklingen skulle leda till omfattande flygstopp.

När det står klart att svaveldimman drabbar Sverige kallar MSB samtliga berörda aktörer till en samverkanskonferens för att upprätta en samlad lägesbild av händelsen, dess konsekvenser, vidtagna och planerade åtgärder samt eventuellt behov av stöd och ytterligare samverkansbehov. Lokala svavelutsläpp kan i andra fall ske exempelvis från industrier eller farliga transporter, och det finns beredskap inom räddningstjänst, landsting, kommuner och MSB för att hantera farliga ämnen vilket kan komma till nytta även vid hanteringen av svaveldimman.

Eskilstuna kommun, där koncentrationerna av svaveldioxid blir som högst enligt scenariot, kommer tidigt att sammankalla en krisledning. I första hand prioriterar kommunen åtgärder som måste genomföras för att inte riskera skyddsvärdet liv och hälsa, i andra hand prioriterar kommunen kommunikation.

### ***Kommunikation och information***

Svaveldimman skapar ett stort informationsbehov, framförallt på Island men också i Sverige från allmänheten och medier. Behovet gäller vad svaveldimman innebär för effekter på hälsan och hur man kan skyddas sig från dessa effekter, men också hur dricksvatten, växtlighet och djur påverkas. Prognoser och mätningar av svaveldimmans spridning och innehåll samt tolkningar av dessa uppgifter kommer också att efterfrågas. MSB:s samordningsfunktion håller i ett tidigt skede ett avstämningsmöte med kommunikatörer på andra myndigheter för att identifiera behov av informationssamordning. Informationsbehovet kommer att lyftas och arbete med att upprätta frågor och svar påbörjas. Det kommer även finnas behov av information på andra språk än svenska.

MSB kallar i det mer akuta skedet till en extra informationssamordningskonferens för att stämma av vilka informationsåtgärder som är planerade och vad som kan behöva samordnas. Information sprids via krisinformation.se, såväl på webb som i sociala medier, med länkar till korrekt information hos andra myndigheter. MSB söker också aktivt i sociala medier och vanliga medier efter vilka frågor som ställs och vilket behov som finns och försöker söka svar på dem.

Det kommer att bli en stor utmaning för Eskilstuna kommun att möta kommuninvånarnas oro. Kommunikationen sker via kommunens hemsida och även via sedan tidigare upparbetade informationskanaler som syriska och finska föreningar. En stor del av kommunens invånare har behov av information på andra språk än svenska. Kommunens växel förväntas bli hårt belastad och eventuellt måste kommunen då ta hjälp för att kunna besvara alla samtal. Kommunen kan gå ut med ett Viktigt Meddelande till Allmänheten (VMA) och utnyttjar även Sveriges Radio P4 och Eskilstunakuriren för att nå ut med information.<sup>90</sup>

När det gäller hälsoeffekter är det främst Socialstyrelsen som behöver ta fram råd kring hur landstingen ska förhålla sig till svaveldimman och i sin tur behandla patienter, informera om svaveldimmans effekter och hur man ska agera för att minimera dem. Det är därför viktigt att det utarbetas nationella frågor och svar som landstingen kan luta sig mot.<sup>91</sup> Dricksvattenfrågor är främst Livsmedelsverkets ansvar och effekten på vegetation och djur är främst en fråga för Jordbruksverket och SVA. I alla dessa fall har också kommunerna och länsstyrelserna ett ansvar att förmedla information utifrån sitt geografiska områdesansvar. Arbetet försvåras av att kunskapen om svaveldimmans effekter är knapphändig.

En vanlig fråga skulle bli hur länge svaveldimman kommer att ligga kvar över Sverige. SMHI:s prognoser kommer att vara starkt efterfrågade. SMHI kommer att kunna uttala sig om hur händelsen utvecklar sig de närmaste 72 timmarna, men det finns dock ett osäkerhetsmått i prognoserna, framför allt på lång sikt.

Vid vulkanutbrottet kommer det att uppstå ett stort intresse för vilka ämnen som finns i gasmolnet. Lukt- och synintryck räcker inte för att avgöra vad svaveldimman består av och behovet av data är stort eftersom detta krävs för att experter ska kunna uttala sig om dimmans konsekvenser och ge rekommendationer.

Naturvårdsverket är ansvarig myndighet för den nationella miljöövervakningen avseende luftkvalitet<sup>92</sup>. Det innebär att de följer utvecklingen över tid för ett antal ämnen och partiklar. Eftersom svaveldioxid inte längre utgör ett miljöproblem sker inte mätningar av denna kontinuerligt.<sup>93</sup>

Vid en händelse som ett vulkanutbrott finns möjlighet att aktivera mätning av svaveldioxid, vilket för övrigt miljöförvaltningen i Stockholm stad gjorde på

---

<sup>90</sup> Telefonsamtal med Katarina Reigo, beredskapsstrateg, Eskilstuna kommun, 2014-10-08.

<sup>91</sup> Uppgifterna om landstinget enligt telefonintervju med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland 2014-10-07.

<sup>92</sup> [www.naturvardsverket.se/luftenisverige](http://www.naturvardsverket.se/luftenisverige) (2014-09-29).

<sup>93</sup> Telefonsamtal med Helena Sabelström, Naturvårdsverket, 2014-09-29.

eget initiativ under det vulkanutbrott som skedde hösten 2014. Det finns dock ingen mobil utrustning för detta.<sup>94</sup>

## 4.6 Konsekvensbedömning

### *Samhällets funktionalitet*

#### **Energiförsörjning**

Energiförsörjningen bedöms inte påverkas av scenariot nämnvärt. Tillväxten på energigrödor kan minska på grund av svaveldimman (se avsnitt om miljö nedan), men MSB bedömer inte att det kommer att påverka energiförsörjningen i Sverige.

#### **Handel och industri**

Handel och industri kommer indirekt att påverkas av scenariot genom de uppehåll i flygtrafiken som inledningsvis införs på grund av svaveldimman. Därefter sker under hela sommaren även en förväntad ökning i frånvaro på grund av sjukdom och vård av anhöriga. Även arbetsmiljöfrågor kan bli aktuella i de fall tungt arbete utförs utomhus, exempelvis inom byggindustrin och extra skyddsutrustning kan behövas.

#### **Hälso- och sjukvård samt omsorg**

Av alla samhällsviktiga verksamheter så kommer hälso- och sjukvården samt den kommunala omsorgen vara de som påverkas mest av scenariot. Vårdbehovet kommer att vara drastiskt under kortare perioder på vissa geografiska platser. I scenariot råkar Eskilstuna ut för de högsta koncentrationerna, men även andra orter drabbas på motsvarande sätt.

Landstinget i Sörmland kommer bli hårt belastat på grund av det stora antalet personer som söker sig till akut- och primärvården för att få hjälp. Det finns åtta vårdcentraler i Eskilstuna och fem till tio läkare per vårdcentral. Respiratorplatser är en bristvara.<sup>95</sup> Landstinget i Sörmland kommer att behöva avlastning och resursstöd från andra landsting. Lagstiftningen medger bara att det drabbade landstinget efterfrågar stöd från andra landsting, som då svarar utifrån sin förmåga att faktiskt hjälpa till. Det finns även möjlighet för regeringen att ge Socialstyrelsen rätt att bestämma om det skulle krävas. I det aktuella scenariot bedöms detta dock inte troligt. Socialstyrelsen skulle snarare (tillsammans med övriga berörda myndigheter) stödja landstingen med erbjudanden om samordning eller resurser i fråga om exempelvis expertis eller materiel.

Med så pass få sjukvårdsplatser som i Sörmland blir platsbristen snabbt ett problem. Verksamheten behöver utöver detta exempelvis kalla in mer personal,

---

<sup>94</sup> Telefonsamtal med Göran Andersson, Östra Sveriges Luftvårdsförbund, 2014-10-03, mailkonversation Malin Täftefur Miljöförvaltningen, SLB-analys, Stockholm stad.

<sup>95</sup> Telefonsamtal med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland 2014-10-07.



ställa in planerade operationer och låta patienter dela rum. Landstinget i Sörmland ansvarar för ett samlat grepp om situationen (och försöka minska trycket på Eskilstunas vårdcentraler) och det kan bli nödvändigt att hänvisa till vårdcentraler och sjukhus i andra Sörmlandskommuner.<sup>96</sup>

Belastningen kommer att vara som störst under det akuta skedet, men förväntas även vara förhöjd under det närmaste året eftersom många av de människor som söker sjukvård akut kan behöva följas upp med tätare kontroller efteråt.

Det är oklart om det kan bli problem med läkemedelsförsörjningen. Många av de som får luftvägsbesvär av svaveldimman kan behöva öka sin medicinering och de sjuka som insjuknar behöver ny medicin.

### **Information och kommunikation**

Det finns evidens som talar både för och emot att elektronik skulle kunna påverkas av svaveldimman i scenariot. Den sammantagna bedömningen är att det inte blir någon märkbar påverkan av svaveldimman på den elektroniska kommunikationen. Kommunikation som sker via distribution av post och produktion och distribution av tidningar bedöms däremot skulle kunna påverkas under perioder med höga halter av svavelhaltiga gaser och partiklar eftersom dessa påverkar människors hälsa och leder till sjukfrånvaro.

Elektronik, exempelvis koppar på kretskort och elektrisk utrustning gjorda av nickel, tenn och silver, korroderar av svavelhaltiga gaser. Korrosionen blir högre ju högre luftfuktigheten är<sup>97</sup>, men i scenariot förväntas luftfuktigheten vara låg eftersom den normalt är det under ett högtryck på sommaren. Att elektronik korroderar innebär i praktiken att den åldras fortare och därmed behöver bytas ut tidigare än beräknat vilket på kort sikt skulle kunna innebära en högre felfrekvens och på längre sikt ökade ekonomiska kostnader för att ersätta elektroniken.

### **Kommunalteknisk försörjning**

I slutet av scenariot kommer ett surt regn som sänker pH-värdet i mindre vattendrag med dålig buffringsförmåga. Kvaliteten på dricksvattnet från ytvattentäkter i de drabbade kommunerna bedöms dock inte påverkas av detta. I dricksvattnets reningsprocess är vattnets pH-värde en viktig parameter, det styr hur bra molekylerna binder till andra ämnen såsom metaller. Denna förmåga ökar ju surare vattnet är (ju lägre pH-värdet är) - dock går det en gräns vid pH 5,5. Vid så lågt pH blir det istället svårare att rena vattnet. Svavlet i sig har ingen betydelse för processens eller hälsans skull.<sup>98</sup> I de fall

---

<sup>96</sup> Telefonsamtal med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland, 2014-10-07.

<sup>97</sup> Wilson, G.M., *Ash, gas and computers: the vulnerability of laptop computer to volcanic hazards*, 2011.

<sup>98</sup> Expertworkshop i MSB:s regi, 2014-05-28.

dricksvattnet kommer från grundvattnet kommer det inte att påverkas av den sura nederbörden överhuvudtaget.

### **Livsmedel**

Sammantaget är påverkan på växtligheten så stor att bedömningen är att primärproduktionen av livsmedel i Sverige drabbas hårt. Tillväxten kommer att bli betydligt sämre och skördarna kan bli så låga som omkring 50 procent av de normala i de drabbade områdena. Även livsmedelsindustrin påverkas.

Fodertillgången, som minskar till följd av svaveldimman, kommer att bli en stor utmaning för djurägarna eftersom hälften av skördar och bete bedöms förstöras av händelsen.

Den del av livsmedelsindustrin som använder svenska råvaror från det drabbade området kommer få en minskad produktion alternativt tvingas att importera råvaror samtidigt som utbudet i Europa minskar och efterfrågan på råvarorna ökar.

I Sverige importeras en stor del av de livsmedel som konsumeras. De viktigaste importländerna avseende spannmål, frukt och köksväxter är Danmark, Nederländerna, Tyskland och Belgien<sup>99</sup>. Dessa länder antas också ha drabbats till viss del av svaveldimman, om än inte i samma utsträckning som den svenska produktionen. Konsekvensen borde därmed bli ett minskat utbud av frukt och grönsaker på den svenska marknaden och därmed även högre priser.

### **Offentlig förvaltning (ledningsfunktioner, stödfunktioner)**

Lokal och regional ledning påverkas genom att de kommer behöva agera under scenariot. Arbetsbördan ökar samtidigt som personalen reduceras av sjukskrivningar. Dessutom är det semestertider och många är lediga.

### **Skydd och säkerhet**

Händelsen kommer förmodligen leda till att Polisen på regional nivå ser detta som en särskild händelse. Det innebär att man organiserar sig i stab. Dock kommer händelsen inte att bli någon räddningstjänstfråga, även om räddningstjänsten förmodligen kommer att ha mycket att göra på grund av torkan.

Frågan om särskild skyddsutrustning för anställda med arbeten som är fysiskt ansträngande kommer att aktualiseras. Den fysiska aktiviteten gör att man andas häftigare och därför får i sig mer partiklar och svaveldioxid i lungorna. Dock kommer man att vara restriktiv med att använda masker på grund av den signal detta sänder ut till allmänheten.

---

<sup>99</sup> Jordbruksverket m.fl., *Jordbruksstatistisk årsbok 2013*, 2013, artikelnr JO01BR1301.

## **Socialförsäkringar**

De allmänna trygghetssystemen som pensionssystem, sjuk- och arbetslöshetsförsäkringen kommer inte att påverkas av scenariot. Sjukfrånvaron i samhället kommer dock att vara högre än normalt för tiden på året.

## **Transporter**

Flygtrafiken påverkas genom att det blir flygstopp, initialt över norra Europa och därefter i norra Skandinavien. Andra trafikslag bedöms inte påverkas av händelsen direkt.

## **Människors liv och hälsa**

Konsekvenserna är svårbedömda eftersom effekter av svaveldimma inte är särskilt välstuderade. Ytterligare osäkerheter tillkommer i bedömningen av vilka konsekvenser gaserna ger på människors och djurs hälsa samt på miljön. Bedömningen är, baserat på det material som samlats in, att cirka 10 personer omkommer och att 2 500 personer är i behov av sjukvård i det akuta skedet i Eskilstuna<sup>100</sup>, där koncentrationerna av svaveldioxid, svavelsyra och små fasta partiklar som ger akuta hälsoeffekter är som högst. Känsliga individer såsom barn, gamla och sjuka (astmatiker och KOL-sjuka) drabbas särskilt hårt. Även i övrigt friska personer med pollenallergi kommer att känna påtagliga effekter av svaveldimman, särskilt eftersom dimman delvis sammanfaller med pollensäsongen. Hur myndigheter arbetar, vilken information som kommuniceras om exempelvis hjälp till självhjälp eller distribution av läkemedel påverkar hur människor agerar. Eftersom det periodvis kommer att uppstå höga koncentrationer även på andra orter i östra Svealand under sommaren så kan antalet berörda komma att flerdubblas.

På några års sikt kommer sjukvården att kunna konstatera ett, statistiskt säkerställt, ökat insjuknande och dödlighet som kan härledas till exponeringen. Detta ger dock ingen märkbar ökad belastning på akutsjukvården. Bedömningen är att antalet för tidiga dödsfall i Sverige ökar med 8 000, främst bland personer från östra Svealand.

## **Ekonomi och miljö**

Scenariot kommer sammantaget att leda till stora ekonomiska konsekvenser. De största ekonomiska konsekvenserna för samhället bedöms uppstå på grund av hanteringen av människor som söker vård och genom de miljökonsekvenser som uppstår. Dessa blir tydliga för hela jordbrukssektorn som kommer lida stora ekonomiska förluster på grund av missväxten.

Miljön kommer främst att påverkas på två sätt av svaveldimman: genom att svavelförgiftning sker direkt på växterna då koncentrationen av svaveldioxiden stiger, och genom de surstötar som det försurade regnet i slutet av scenariot ger upphov till. Surstötar kallas de tillfälliga genomsköljningar av kraftigt försurat

---

<sup>100</sup> I Eskilstunaområdet bor cirka 100 000 personer.

vatten i vattendrag som till exempel kan ske vid snabb snösmältning till följd av att försurande partiklar har ansamlats i snön under vintern<sup>101</sup>. Av de nationella miljömålen är det framförallt miljömål 2, Frisk luft, och 3, Bara naturlig försurning som påverkas av scenariot.

### ***Demokrati, rättssäkerhet och mänskliga fri- och rättigheter***

Händelsen kommer att leda till ett stort informationsbehov och även oro hos allmänheten. Hur detta kommer till uttryck är bland annat beroende av hur myndigheter hanterar situationen och till vilken grad man lyckas få fram och sprida den information som efterfrågas och gör att människor känner sig ha kontroll över situationen. Händelsen kan mycket väl leda till ryktesspridning i form av att olika råd och metoder för att undvika svaveldimman sprids, både mer eller mindre underbyggda sådana.

### ***Nationell suveränitet***

Den nationella suveräniteten påverkas inte av scenariot.

## **4.7 Resonemang om sannolikhet**

Sannolikheten för att det bildas en svaveldimma som lägger sig över Sverige beror dels på sannolikheten för att det blir ett vulkanutbrott, dels på sannolikheten för att de meteorologiska förhållandena är sådana att vulkangaserna trycks ner över Sverige.

Det sker i genomsnitt ett vulkanutbrott vart tredje till vart fjärde år på Island.<sup>102</sup> De flesta utbrotten är dock av en sådan storlek att de inte påverkar omvärlden. Utbrott i samma storleksordning som det analyserade scenariot har historiskt sett inträffat mycket sällan.

Det finns forskare som har gjort sannolikhetsbedömningar av att en vulkan på Island ska få ett utbrott i samma storleksordning som Lakiutbrottet. Bedömningarna varierar där Schmidt m.fl. bedömer sannolikheten till 1 på 200 till 1 på 500 år<sup>103</sup> medan Gudmundsson m.fl. som bedömer sannolikheten till 1 gång på 500 till 1 på 1000 år<sup>104</sup>.

Det finns inte *ett* typiskt händelseförlopp som alla vulkaner följer. Det är både möjligt att aktiviteten i en vulkan avtar efter att den har visat tecken på ett stundande utbrott, eller att ett vulkanutbrott sker utan en längre tids aktiviteter under marken. Det går alltså inte att, trots tecken, förutsäga exakt *när*, eller *om* ett vulkanutbrott inträffar.<sup>105</sup>

---

<sup>101</sup> Borg m.fl., *Episodförsurning – underlag till revision av Naturvårdsverkets handbok för kalkning av sjöar och vattendrag*, 2006.

<sup>102</sup> Gudmundsson, M.T. m. fl., *Volcanic hazards in Iceland*, 2008.

<sup>103</sup> Schmidt, A. m.fl., *Climatic impact of the long-lasting 1783 Laki eruption: Inapplicability of mass-independent sulfur isotopic composition measurements*, 2012.

<sup>104</sup> Gudmundsson, M.T. m. fl., *Volcanic hazards in Iceland*, 2008.

<sup>105</sup> Presentation Gudmundsson, University of Iceland. 2014-04-08.

## 4.8 Osäkerhetsbedömning

Bedömningarna i analysen är baserade på litteratur eller expertbedömningar enligt ovan. Enligt scenariot är det kraftigt förhöjda föroreningshalter under två månadslånga perioder över en region i Sverige.

Avseende hälsa går det att hitta forskning på effekter av partiklar och av olika gaser, men inte lika mycket på hälsokonsekvenser av just utsläpp från vulkaner. Miljökonsekvenser finns relativt väl beskrivna för de gaser som har bedömts komma till Sverige i scenariot. Dock är det fortfarande behäftat med stora osäkerheter att göra en kvantitativ övergripande bedömning för Sverige.

Osäkerheterna beror på en rad faktorer som uppskattningen av *hur mycket* gaser som släpptes ut från Laki, *när* dessa släpptes ut, modelleringen av *hur gaserna förs över till Europa* och modelleringen av de *atmosfärskemiska processerna* som avgör hur stor del av svaveldioxiden som omvandlas till svavelsyraaerosoler.

Konsekvenserna av de i scenariot beskrivna koncentrationerna av svaveldioxid och sulfatpartiklar på människors och djurs hälsa innehåller också ett mått av osäkerheter. När det gäller partiklars påverkan på människors hälsa så finns det många studier som visar på ett entydigt samband mellan partikelhalt och dödlighet. Hur svaveldioxid påverkar människors hälsa är däremot långt ifrån klarlagt.<sup>106</sup> Det finns inte tillgängliga studier på just vulkanpartiklar och det saknas data på hur pass toxiska vulkanpartiklar kan vara. Det är inte heller säkert att effekterna av sådana liknar effekterna av trafikavgaser som är mer välstuderade.<sup>107</sup> Uppskattningen av antalet drabbade människor är därmed grova överslag och osäkra.

Även konsekvenserna av de beskrivna koncentrationerna på miljön innehåller osäkerheter. Det har gjorts flera undersökningar av hur svaveldioxid påverkar vegetation, men påverkan varierar mellan olika växter och med tidpunkten i deras växtcykel, och de flesta av studierna är inte gjorda på växter som finns i Sverige. I scenariot har svaveldimman sitt centrum över östra Svealand. Det medför stora konsekvenser på samhället eftersom befolkningstätheten är hög kring Mälardalen och eftersom stora arealer är odlade. Om centrum låg längre norrut skulle färre människor beröras.

Konsekvenserna av det sura regnet blir inte så stor kring Stockholm och Uppsala eftersom marken är kalkrik. Skulle regnet istället falla i Västra Götaland eller i Umeå där pH-värdena i marken redan är låga så skulle konsekvenserna bli betydligt värre och den naturliga återhämtningen kommer att gå långsammare.

---

<sup>106</sup> WHO, *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxine and sulfur dioxide: Summary of risk assessment*, 2005.

<sup>107</sup> De negativa hälsoeffekterna av förbränningsgaser från diesel respektive ved är helt olika. Vulkanpartiklar kan på samma sätt också skilja sig från diesel och ved.

Flera av de osäkerhetsaspekter som nämndes ovan utgör också variabler som, om de ändrades, skulle ge ett betydligt svårare eller mildare scenario.

## 4.9 Slutsatser

### *Sårbarheter och brister i förmåga*

Största sårbarheten i det här scenariot är att kunskapen i samhället gällande effekter av svaveldimma är låg. Det kan bidra till att hanteringen av scenariot inte sker lika effektivt som det skulle kunna göra. Det är bland annat en försvårande faktor när det gäller information till allmänheten och media. Det gäller dels att oron och efterfrågan på information blir större än för andra händelser av den här omfattningen, dels att det är svårt att få fram informationen gällande vilka effekter som svaveldimman får på både människors hälsa och dricksvatten, djur och växtlighet. Informationen behöver dessutom tas fram på olika språk, och aktörerna behöver kunna hantera internationella kontakter, bland annat internationell media.

I dagsläget finns heller inga planer eller rutiner för hur olika aktörer ska agera vid en svaveldimma, bland annat gällande samordning av information och budskap. Även det kommer att försämra hanteringen av scenariot.

### *Konsekvenser av svaveldimma*

MSB bedömer att de samhällssektorer som drabbas hårdast av svaveldimma är Hälso- och sjukvård samt omsorg och Livsmedel. Effekterna av svaveldimman som människor upplever gör att belastningen på sjukvården blir mycket hög, särskilt med tanke på att det samtidigt är semesterperiod, och att många sjukskriver sig på grund av symtomen av svaveldimman. MSB gör också bedömningen att så mycket som hälften av skördarna inom jordbruket kan gå förlorat detta år. Det blir också ett problem att utfodra djur då en så stor del av skördarna och betet förväntas gå om intet.

MSB bedömer att de största konsekvenserna av det analyserade scenariot uppstår inom skyddsvärdena Liv och hälsa samt Ekonomiska konsekvenser och miljö. Bedömningen är att händelsen kommer att leda både till dödsfall under händelsen (10 dödsfall i Eskilstuna där koncentrationerna av svaveldioxid är som högst) och till att många människor får behov av vård (2 500 personer). Så gott som alla är i ett stort behov av information. De långsiktiga effekterna bedöms leda till 8 000 för tidiga dödsfall.

På kort sikt ger också svaveldimman stora miljökonsekvenser. Växter kommer att påverkas av svaveldioxiden och dö bort. Träd och fleråriga växter klarar sig bättre, men tillväxten blir generellt dålig i hela det drabbade området. Försurning leder till att organismer i vattendrag som redan har ett lågt pH riskerar att slås ut.

Konsekvenserna på miljösidan leder till att jordbruket blir en hårt drabbad sektor. Ekonomiskt slår det hårt mot enskilda jordbrukare, livsmedelsförsörjningen bedöms inte bli lika problematisk utan endast drabbas av högre priser på insatsvaror och för konsumenter.

***Behov av åtgärder***

Samhället behöver mer kunskap kring vad svaveldimma är och vad den kan ge för effekter i samhället. Utbrottet i den isländska vulkanzonen Veidivötn-Bárðarbunga hösten 2014 har gjort att flera aktörer börjat undersöka det närmare. Ansvariga aktörer behöver också ta fram rutiner och handlingsplaner etcetera för att underlätta hanteringen av svaveldimma. Viss kunskap finns i och med att det finns en beredskap inom räddningstjänst, landsting, kommuner och MSB för att hantera farliga ämnen.

Det analyserade scenariot visar på det enorma informationsbehov som kommer finnas vid en liknande händelse, bland annat utifrån den låga kunskapsnivån. Det kommer finnas ett stort behov av frågor och svar för både vården och allmänheten. För att kunna svara på frågor från allmänheten och media kring hur svaveldimman påverkar hälsan, hur man kan skydda sig, samt hur växter, djur och dricksvatten påverkas så behövs expertbedömningar. För att kunna göra sådana bedömningar behövs i sin tur prognoser och mätningar gällande svaveldimmans spridning och innehåll.

# Referenser

## Solstorm

### Tryckt material

Affärsverket svenska kraftnät (2013), *Risk- och sårbarhetsanalys för år 2013*, Dnr: 2012/20.

Affärsverket svenska kraftnät (2012), *Skydd mot geomagnetiska stormar*, Dnr: 2011/805.

Affärsverket svenska kraftnät (2003), *Elavbrottet 23 september 2003 – händelser och åtgärder*, Rapport nr 1:2003.

Andréasson, K. (2006), *Transformatorers dimensionering med avseende på geomagnetiskt inducerad ström i kraftsystemet*. Examensarbete, Luleå tekniska universitet. Dnr:58/2006/PL10

Baker, N. (2012), *Extreme Space Weather: Forecasting Behavior of a Nonlinear Dynamical System*. Laboratory for Atmospheric and Space Physics, University of Colorado, Boulder, Colorado, USA

Krisberedskapsmyndigheten (2008), *Klarar vi krisen? Samhällets krisberedskapsförmåga 2007*. Dnr: 1443/2007.

Marusek, A. J. (2007), *Solar storm threat analysis*.

Molinski, T.S., Feero, W.E. and Damsky, B.L. (2000), *Shielding grids from solar storms*, IEEE Spectrum.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2014), *Vikten av var och när – samhällets beroende av korrekt tids- och positionsangivelse*, MSB778 – november 2014.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2009), *Faller en – faller då alla? En slutredovisning från KBM:s arbete med samhällskritiska beroenden*.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2011), *Geomagnetic storms*, CENTRA Technology, Inc., on behalf of Office of Risk Management and Analysis, United States Department of Homeland Security.

Royal Academy of engineering. 2013. *Extreme space weather: impacts on engineered systems and infrastructure*. UK Space weather report. ISBN 1-903496-95-0

Socialstyrelsen (2013), *Risk- och sårbarhetsanalys*, Artikelnr 2013-11-20.

Statens Energimyndighet (2006), *Hur trygg är vår energiförsörjning? En översiktlig analys av hot, risker och sårbarheter inom energisektorn*, ER 2007:06.



Statens Energimyndighet (2013), *Översiktlig risk- och sårbarhetsanalys över energiförsörjningen i Sverige år 2013 – enligt § 9 förordning (2006:942) om krisberedskap och höjd beredskap*, ER2013:20.

Swiss Reinsurance Company (2000), *Space weather – Hazard to the Earth?*, Swiss Re Publishing, Zurich.

Wik, M., 2008. *The sun, space weather and effects*, Avhandling för doktorexamen, Institutet för rymdfysik, Lunds universitet.

### **Internetkällor**

<http://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>

<http://www.swpc.noaa.gov/ace/>

<http://www.spaceweather.gc.ca/tech/se-pow-eng.php>

<http://www.reuters.com/article/2014/03/20/us-space-solarblasts-idUSBREA2I1SV20140320>

<http://www.scb.se>

### **Intervjuer**

Intervju med Stefan Arnborg, Affärsverket svenska kraftnät, 2014-06-11.

## **Lerskred**

### **Tryckt material**

Försvarsdepartementet (2014), *Uppdrag om funktionen tjänsteman i beredskap och förmåga till ledningsfunktion*, Fö2014/1195/SSK.

Länsstyrelsen i Värmlands län (2014), *Risk- och sårbarhetsanalys 2014*, Dnr:7692-2014.

Länsstyrelsen i Västernorrlands län (2013), *Risk- och sårbarhetsanalys Västernorrlands län 2014*, Rapport nr 2014:22.

Länsstyrelsen i Västra Götalands län (2012), *Utvärderingsrapport - Regional samverkansövning Storskred 2011*, löpnummer 2012:17.

Länsstyrelsen Västra Götalands län (2013), *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2013*, Rapport 2013:93.

Länsstyrelsen Västra Götalands län (2014), *Risk- och sårbarhetsanalys Västra Götalands län 2014*, Rapport 2014:61.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2013), *Handbok för ras-, skred- och slamströmsolycka*, MSB632 – september 2014.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2014), *Utredning - Nationell användning av MSB:s sök- och räddningsförmåga SWIFT USAR*, MSB dnr 2014-6332

Räddningsverket (2008), *Förebyggande åtgärder mot skred, ras och erosion – goda exempel*, PUBP21-487.

Statens geotekniska institut (2012), *Göta Älvutredningen 2009-2011. Skredrisker i Göta älv dalen i ett förändrat klimat, Slutrapport del 1 – Samhällskonsekvenser*.

Statens geotekniska institut (2012), *Göta Älvutredningen 2009-2011. Skredrisker i Göta älv dalen i ett förändrat klimat, Slutrapport del 2 – Kartläggning*.

Statens geotekniska institut (2012), *Göta Älvutredningen 2009-2011. Skredrisker i Göta älv dalen i ett förändrat klimat, Slutrapport del 3 – Kartor*.

Sjöfartsverket (2013), *Skredrisk Älvängen*, 13-03573.

Socialstyrelsen (2013), *Socialstyrelsens risk- och sårbarhetsanalys 2013*, Artikelnr 2013-11-20.

### **Övriga källor**

<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Naturolycksdatabas/>

<http://ndb.msb.se/#>

<http://gis.swedgeo.se/skred/>

<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Skred-ras-och-slamstrommar/Oversiktlig-stabilitetskartering/Historik/>

<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Skred-ras-och-slamstrommar/Nar-intraffar-skred-och-ras/>

### **Intervjuer**

Göteborg stad, intervju med Göteborg Kretslopp och Vatten, Vattenverksprojektenheten, 2014-09-17.

Länsstyrelsen Västra Götalands län, Fokusgruppintervju med Enheten för skydd och säkerhet, 2014-08-21.

Ale kommun, intervju med Exploateringsingenjör och Brottss- och säkerhetshandläggare, Sektor kommunstyrelsen, 2014-10-04.

Bohus Räddningstjänstförbund, telefonintervju enhetschef Bohus Räddningstjänstförbund, 2014-10-01.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, telefonavstämning med Avdelningen för samordning och insats, 2014-10-23.

## Svaveldimma

### Tryckt material

Borg, Hans; Andrén, Cecilia; Sundbom, Marcus; Wilander, Anders; Wällstedt, Teresia. (2006) *Episodförurning – Underlag till revision av Naturvårdsverkets handbok för kalkning av sjöar och vattendrag*. Stockholms universitet, ITM-rapport 160, 2006.

Gudmundsson, M.T., Larsen, G., Höskuldsson, A, och Gylfason, A. G. (2008). *Volcanic hazards in Iceland*. Jökull No 58, 251-268.

Jordbruksverket m.fl. (2013), *Jordbruksstatistisk årsbok 2013*, artikelnr JO01BR1301.

Schmidt, A., Thordarson, Th, Oman, L.D., Robock, A. och Self, S. (2012). *Climatic impact of the long-lasting 1783 Laki eruption: Inapplicability of mass-independent sulfur isotopic composition measurements*. Journal of geophysical research, Vol 117, 1-10.

Wilson, G.M. (2011). *Ash, gas and Computers: the vulnerability of laptop computers to volcanic hazards*. University of Canterbury, thesis.

WHO (2005), *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide. Summary of risk assessment*. WHO.

### Internet, dagspress och radio

<http://www.socialstyrelsen.se/krisberedskap/kunskapscentrum>

<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luften-i-Sverige/Luftkvaliteten-i-tatorterna/#>

<http://www.vedur.is/vedur/spar/textaspar/oskufok/>

[www.naturvardsverket.se/luftenisverige](http://www.naturvardsverket.se/luftenisverige)

### Presentationer, intervjuer mm.

Presentation Magnus T. Gudmundsson, Institute of Earth Sciences, University of Iceland 2014-04-08.

Presentation Icelandic Met Office, 2014-04-09.

Telefonintervju med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland 2014-10-07.

Telefonsamtal med Helena Sabelström, Naturvårdsverket, 2014-09-29.

Telefonsamtal med Göran Andersson, Östra Sveriges Luftvårdsförbund, 2014-10-03.

Datum  
2015-03-13

Publikationsnummer  
MSB819 – mars 2015

Mailkonversation Malin Tärpefur, Miljöförvaltningen, SLB-analys, Stockholm stad.

Telefonsamtal med Katarina Reigo, beredskapsstrateg, Eskilstuna kommun, 2014-10-08.

Expertworkshop i MSB:s regi, 2014-05-28.

Expertworkshop i MSB:s regi, 2014-09-22.

## Bilaga Deltagare i nationell risk- och förmågebedömning

Följande myndigheter och andra aktörer har bidragit med underlag, synpunkter och/eller har deltagit vid workshops eller blivit intervjuade i arbetet med denna rapport.

<b>Centrala myndigheter</b>	
Svenska kraftnät	Livsmedelsverket
Post- och telestyrelsen	Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA)
Luftfartsverket	Socialstyrelsen
Trafikverket	Statens meteorologiska och hydrologiska institut
Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)	Folkhälsomyndigheten
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)	Rikspolisstyrelsen (RPS)
Naturvårdsverket	
<b>Länsstyrelser</b>	
Länsstyrelsen i Södermanlands län	Länsstyrelsen i Västra Götalands län
<b>Universitet, högskolor och forskningsinstitut</b>	
Kungliga tekniska högskolan	Uppsala universitet
IRF Lund	Svenska Miljöinstitutet (IVL)
Stockholms Universitet,	Sveriges Lantbruksuniversitet
Göteborgs universitet	IVL Svenska Miljöinstitutet
<b>Kommuner</b>	
Eskilstuna kommun	Ale kommun
Göteborgs stad	
<b>Landsting</b>	
Region Skåne	Landstinget Sörmland
<b>Övriga aktörer</b>	
Bohus räddningstjänstförbund	Östra Sveriges luftvårdsförbund
Vattenfall	Oskarshamn kärnkraftverk (OKG)
SJ	