



FOI MEMO

Projekt/Project

Sidnr/Page no

NRFB – Analys svaveldimma

1 (36)

Projektnummer/Project no Kund/Customer

E13392

MSB

FoT-område

Handläggare/Our reference

Ester Veibäck, Karin Mossberg Sonnek,
Tomas Mårtensson

Datum/Date

2014-10-24

Memo nummer/number

FOI Memo 5087

Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning

Sändlista

Mara Bergstrand, FOI	Johan Carlstedt, Socialstyrelsen
Magnus Winehav, MSB	Hans Ivarsson, Region Skåne
Emmelie Andersson, MSB	Manu Thomas, SMHI
Benny Jansson, MSB	Christer Persson, SMHI
Per Sundström, MSB	Sofi Holmin Fridell, SMHI
Pär Aleljung, Livsmedelsverket	Niklas Brännström, FOI
Anders Bucht, FOI	Stefan Rydholm, Eskilstuna kommun
Erik Nordkvist, SVA	Ida Knutsson, Folkhälsomyndigheten
Håkan Pleijel, Göteborgs universitet	Joel Mård Larsson, Rikspolisstyrelsen
Tyge Sjöstrand, Stockholms universitet	Thorbjörn Ohlsson, Landstingen Sörmland
Magnus Svartengren, Uppsala universitet	Katarina Reigo, Eskilstuna kommun
Salar Valinia, Sveriges Lantbruksuniversitet	Helena Sabelström, Naturvårdsverket
Anne von Stapelmohr, MSB	Håkan Blomgren, IVL
Alexandra Nordlander, MSB	Göran Andersson, Östra Sveriges LVF
Jonas Lundborg, Länsstyrelsen i Sörmland	Malin Tappefur, Stockholms stad
Magnus Thelander, SVA	Peter Tunved, Stockholms universitet
Vidar Hedtjärn Swaling, FOI	Kristoffer Darin Mattsson, FOI
Anna Lindberg, FOI	Catrin Molander, Jordbruksverket
Mats Johansson, Livsmedelsverket	

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 2 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Innehållsförteckning

1	Introduktion	3
2	Metod	4
3	Bakgrund	5
3.1	Typhändelsens karaktär	5
3.2	Varför är det relevant att analysera svaveldimma i NRFB?	5
3.3	Tidigare inträffade händelser	5
3.4	Vilka aktörer har ansvar direkt kopplat till händelsen?	6
4	Scenario	7
4.1	Tidpunkt.....	7
4.2	Geografisk plats	7
4.3	Händelseförlopp	7
5	Analys	11
5.1	Förmåga att förutse, förbereda och förebygga.....	11
5.2	Initial händelseutveckling och hantering	13
5.3	Konsekvensbedömning	18
5.4	Sannolikhet.....	28
5.5	Osäkerhet.....	29
5.6	Känslighetsanalys	30
6	Slutsatser	32
7	Referenser	33
7.1	Tryckt material	33
7.2	Internet, dagspress och radio.....	34
7.3	Presentationer, intervjuer mm	34
	Bilaga 1. Deltagare vid expertmötet om svaveldimmans direkta effekter på hälsan och miljön	35
	Bilaga 2. Deltagare vid workshop om hantering av svaveldimman	36

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 3 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

1 Introduktion

Den 8 juni 1783 fick sprickvulkanen Laki på Island ett utbrott. Stora mängder av svavelämnena spred sig över Europa vilket gav allvarliga konsekvenser för människors hälsa och för miljön. Den så kallade svaveldimman ledde till missväxt och i förlängningen svält. Till följd av vulkanutbrottet blev den efterföljande vintern kallare än vanligt och många människor dog, troligen i en kombination av att de utsattes för höga koncentrationer av svavelföreningar, samt av hunger och av kyla.¹

En svaveldimma över Europa till följd av ett vulkanutbrott på Island, liknande den som uppstod vid Laki-utbrottet, skulle kunna hända igen. Ur ett risk- och beredskapsperspektiv är det intressant att undersöka vilka konsekvenser ett sådant utbrott skulle få om det inträffade idag, på dagens samhälle. Svaveldimman 1783 kom som en överraskning. Idag har vi ett kunskapsamhälle med möjlighet att samla, bearbeta och sprida information. Att diskutera hur detta ska gå till är en del i att höja beredskapen för en sådan händelse.

Samhällets sårbarhet ser annorlunda ut idag jämfört med 1783. På den positiva sidan har vi en friskare befolkning, att vi kan importera mat från andra länder och inte är beroende av den egna produktionen, att vi lättare kan flytta på oss och att vi har modern sjukvård och teknik som underlättar för oss. På minussidan finns en större befolkning och ett stort antal som är äldre, att allergier och närbesläktade immunsjukdomar har ökat, att vi har till stor del ”just in time”-produktion och -konsumtion, att vi har byggt ut den tekniska infrastrukturen vilket innebär nya sårbarheter och att vi har en bakgrundsnivå av luftföroreningar från industrier till vilken svaveldimman kommer att adderas. Vi odlar andra typer av grödor jämfört med vad vi odlade på 1700-talet.

Sammantaget kan vi slå fast att effekterna av en svaveldimma idag skulle bli annorlunda än de som inträffade 1783. Inom arbetet med nationell riskbedömning år 2013 utvecklades ett scenario som beskriver en svaveldimma över Sverige till följd av ett vulkanutbrott på Island. Det scenariot har under 2014 legat till grund för en analys av vilka effekter ett Lakiutbrott skulle få om det inträffar idag. Scenariot representerar ett ”värsta troliga” scenario, det vill säga ett scenario med en liten, men inte försumbar, sannolikhet och med potentiellt mycket stora konsekvenser för det svenska samhället.

Syftet med analysen är att utreda konsekvenserna i samhället av en svaveldimma idag, samt peka på vilka brister i förmåga som kan utgöra en utmaning för hanteringen av händelsen.

¹ En översiktlig beskrivning av vulkanutbrottet och dess följder 1783 ges av Andersson (2011) i ett examensarbete i geografi på Stockholms universitet med titeln ”Vulkanisk svaveldimma, risken att det drabbar Sverige”. Arbetet beskriver också möjliga konsekvenser av svaveldimman på naturen, på människors och djurs hälsa, samt på samhällsviktiga verksamheter ifall svaveldimman skulle inträffa idag.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 4 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

2 Metod

Scenariot bygger på omfattande litteraturstudier som inkluderar vetenskapliga artiklar, rapporter och webbsidor från myndigheter och internationella organisationer, samt tidningsartiklar. Ett flertal muntliga och skriftliga kontakter har tagits, bland annat med institutionen för tillämpad miljövetenskap vid Stockholms Universitet, Swerea KIMAB, avdelningen för CBRN-skydd och säkerhet vid FOI och forskare i Storbritannien som har studerat följderna av Laki-utbrottet. Vi har även fått ta del av hur man resonerar kring en framtida svaveldimma i den nationella riskbedömningen i Storbritannien.

Ett flertal personer har läst och haft synpunkter på såväl metoden för att bestämma koncentrationerna i scenariot som den beskrivna händelseutvecklingen. En mer detaljerad redogörelse för källor och resomang finns presenterade i en separat rapport.²

Analysen av scenariot har därefter genomförts i två steg. Inledningsvis har vi studerat de direkta konsekvenserna av svaveldimman på hälsa och miljö. I samband med detta genomfördes ett expertmöte med experter inom olika discipliner som hade anknytning till huvudfrågan om vilka hälso- och miljökonsekvenser svaveldimman kan ge upphov till. Mötet hölls hos MSB den 28 maj 2014 (deltagarlistan finns i bilaga 1). Experterna diskuterade möjliga konsekvenser av scenariot om det skulle inträffa i Sverige i nutid.

Efter expertmötet justerades scenariot på några punkter. Till exempel framkom under mötet att hälsoeffekterna skiljer sig åt beroende på om svaveldimman består av fasta partiklar eller flytande svavelsyre-droppar. I den första ansatsen till scenariobeskrivning hade vi avgränsat bort de fasta partiklarna som främst kommer från askan eftersom vi ville att diskussionerna kring scenariot skulle fokusera på hälso- och miljöeffekter snarare än konsekvenserna av ett flygstopp till följd av ett askmoln. Eftersom en svaveldimma troligen kommer att bestå av både fasta och flytande partiklar så valde vi att lägga till de fasta partiklarna för att få mer realistiska konsekvenser på människors hälsa.

Därefter genomfördes en workshop med fokus på hanteringen av händelsen och konsekvenser i samhället den 22 september 2014 (deltagarlista finns i bilaga 2). Syftet med workshopen var att belysa hur krisberedskapssystemet skulle utmanas och vilka konsekvenser händelsen skulle få för de nationella skyddsvärdena. Workshopen följdes upp med ett antal telefonsamtal med Eskilstuna kommun, Landstinget i Sörmland, Naturvårdsverket, IVL Svenska Miljöinstitutet och Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Hela analysen skickades ut i utkastform till deltagare i expertmötet och workshopen för att ge möjlighet att komplettera och rätta ut eventuella missförstånd.

² Mossberg Sonnek och Mårtensson (2014) *Underlag för utvecklingen av scenariot svaveldimma* FOI Memo 4813

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 5 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förståelsebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

3 Bakgrund

Kapitlet ger en bakgrund till händelsen svaveldimma genom att definiera typhändelsen och motivera varför det är intressant att studera denna. En kort genomgång av andra vulkanutbrott som resulterat i en svaveldimma över Europa ges också.

3.1 Typhändelsens karaktär

Den händelse som analyseras är att Sverige drabbas av ackumulerade vulkangaser bestående av svaveldioxid, svavelsyraaerosoler och sulfatpartiklar till följd av ett vulkanutbrott på Island.

En svaveldimma som har sitt centrum över Sverige är en händelse som kan få stora konsekvenser. Den påverkar vår hälsa, miljön omkring oss (naturen och odlingar) och i en mindre omfattning även byggnader och funktionen hos tekniska system. Händelsen kan betraktas som en naturolycka eller naturkatastrof. Vi har inga möjligheter att påverka att vulkanutbrottet inträffar. Däremot kan vi påverka hur stora konsekvenserna blir, både genom förebyggande åtgärder och genom hur vi hanterar följderna av händelsen.

3.2 Varför är det relevant att analysera svaveldimma i NRFB?

År 1783 förvärrades situationen av att vulkanutbrottet inträffade i början av sommaren då dessutom ett ihållande högtryck låg över Europa. Högtrycket tryckte ner svavelföreningarna över Europa där de blev liggande under flera månader. Ett nytt vulkanutbrott skulle kunna släppa ut en större mängd gaser än vad som släpptes ut av Laki, och då kan konsekvenserna bli stora även om tidpunkten och väderläget inte är det värsta möjliga, så som de nu beskrivs i scenariot. Analysen av scenariot kan vara ett sätt att mentalt förbereda sig på konsekvenserna av en sådan händelse, och kan underlätta hanteringen av följderna ifall ett vulkanutbrott inträffar i närtid. En ökad beredskap i samhället för en svaveldimma innebär också en ökad beredskap för andra typer av större gasutsläpp, och en ökad beredskap för naturolyckor som berör stora geografiska områden och som ställer höga krav på information till och kommunikation med allmänheten. Analysen kan också peka på områden som skulle behöva utvecklas eller analyseras djupare.

3.3 Tidigare inträffade händelser

Vulkanen Laki hade totalt tio utbrott under en åttamånadersperiod 1783-1784³. Det första utbrottet skedde den 8 juni 1783 och sammanföll med en ovanligt varm och torr sommar i Europa. Det går inte att utesluta att utbrottet i sig var en bidragande orsak till vädret. På grund av det ihållande högtrycket trycktes gaserna från vulkanen ner över Europa och bildade vad som kallas en svaveldimma. 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 scenario-beskrivningen.

Europa har tidigare drabbats av vulkanutbrott på Island, men Lakiutbrottet är i princip det enda vulkanutbrott som har lett till en svaveldimma över norra Europa där konsekvenserna finns dokumenterade. Det finns även viss dokumentation om en svaveldimma som orsakades av vulkanen Eldja och som drabbade Europa. Utbrottet startade någon gång mellan 934-938 e.Kr. och pågick i 6 år. I augusti 2014 fick den isländska vulkanen Bárðarbunga ett utbrott som innehöll svavelhaltiga gaser. Koncentrationen av svaveldioxid blev stundtals mycket hög lokalt på Island. Gaserna fördes över till den norska västkusten och till Västerbotten, men koncentrationerna av gaserna var för låga för att medföra konsekvenser på hälsan och

³ Trots att det var tio separata utbrott så talar vi fortsättningsvis om "Laki-utbrottet".

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 6 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

miljön. I södra Italien och på Sicilien har det uppstått svaveldimma ett flertal gånger och på Big Island i Hawaii är den ofta förekommande och går under benämningen vog, som kommer av ”volcanic fog”.

Vulkanutbrott kan även få andra konsekvenser än att gaser trycks ned mot marken. 2010 fick vulkanen Eyjafjallajökull på Island ett utbrott varpå aska spreds i atmosfären som ledde till ett omfattande flygstopp i stora delar av Europa. Ett år senare fick vulkanen Grimsvötn på Island utbrott. Även detta ledde till flygstopp om än i mycket mindre omfattning. Påverkan på flygtrafiken i skiftande omfattning är en trolig konsekvens av vulkanutbrott, även mindre sådana.

3.4 Aktörer som har ansvar direkt kopplat till händelsen

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 vanliga ansvarsuppgifter. Kommuner och länsstyrelser har exempelvis ett geografiskt områdesansvar. För kommunerna innebär det att de bland annat ska omfördela och prioritera kommunala resurser och informera om händelseförloppet medan länsstyrelserna ansvarar för krishanteringen på en regional nivå och för att upprätta en gemensam lägesbild och samordna olika aktörers åtgärder.

Landstingen har ett ansvar för att bedöma hälsorisker och ge råd till allmänheten. I den uppgiften får de stöd av Socialstyrelsen som även ansvarar för att utbyta information med andra nordiska länder om händelsen och vidtagna åtgärder. MSB har ett ansvar att samordna andra myndigheters arbete och ge information före, under och efter en kris. MSB kan även bidra med stödresurser vid allvarliga kriser.

SMHI ansvarar för att leverera prognoser för väder och hur ämnen sprids över Sverige, och även för att ha kontakt med motsvarande organisationer utanför Sverige. Naturvårdsverket ansvarar för att övervaka luftkvaliteten och där har även kommuner och regionala luftvårdsförbund ett ansvar inom sina respektive områden.

Flera andra myndigheter kommer också att behöva hantera frågan, till exempel Jordbruksverket som utfärdar rekommendationer och ger råd i de fall djurhälsan hotas och Livsmedelsverket som har ett övergripande ansvar för kriser som uppstår till följd av påverkan på vattentäkter och livsmedel. Luftfartsverket och Transportstyrelsen blir involverade i frågor som berör flygtrafiken.

I övrigt, se avsnitt 5.2, där situationen och påverkade aktörer beskrivs.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 7 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

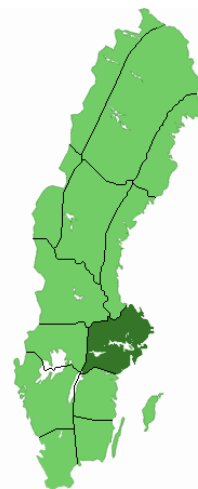
4 Scenario

Scenariot består dels av en beskrivning av händelseförloppet (se nedan), dels av en graf som visar hur koncentrationerna av svaveldioxid och sulfatpartiklar⁴/-aerosoler med en diameter mindre än 2,5 µm varierar över tiden (se Figur 2 sist i kapitlet).

4.1 Tidpunkt

Utsläppet från vulkanen sker i början på sommaren. Tio dagar efter att det har påbörjats når svaveldimman Sverige. Förvaringstiden skulle därmed kunna vara tio dagar, men risken för att vulkanutbrottet ska resultera i en svaveldimma uppmärksammas inte förrän några dagar innan dimman lägger sig över Sverige. Händelseförloppet pågår sedan i ungefär två månader i akutfasen, och med längre påverkan under ca två år.

Väderförhållandena är att ett ihållande högtryck råder, det är ovanligt varmt för årstiden och mycket lite nederbörd innan skyfallen i slutet av scenariot.



4.2 Geografisk plats

Svaveldimman drabbar Östra Svealand, främst runt Mälardalen. Koncentrationerna av svaveldioxid och partiklar kan lokalt avvika drastiskt från medelvärdena. Hela norra Europa är dessutom drabbat.

4.3 Händelseförlopp

I **mars** noterar IMO, The Icelandic Meteorological Office, ett antal jordskalv i området kring Katla, en av Islands kraftfullaste vulkaner. Media slår upp nyheten, bland annat med artiklar som påminner om utbrottet i Eyjafjallajökull 2010, men snart försvinner nyhetsvärdet. Jordskalven behöver inte innebära att ett vulkanutbrott är närliggande.

Våren i Sverige är kall och nederbördsrik. Lågtrycken passerar över Skandinavien i en oavbruten ström. Temperaturen har bara varit över 20 grader enstaka dagar under april och maj. Den **17 maj**, på Norges nationaldag, tilltar jordskalven på Island i styrka. Medierna fylls av artiklar om tidigare vulkanutbrott och spekulationer om ett nytt utbrott.

Den **23 maj** får sprickvulkanen Eldgja, 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. MetOffice i Storbritannien publicerar ”Volcanic Ash Advisory” och redan på kvällen införs restriktioner för flygtrafiken i norra Europa på grund av askan från vulkanutbrottet. Media fylls av dramatiska bilder från vulkanutbrottet och diskuterar vilka konsekvenser utbrottet kan föra med sig. En forskare i seismologi varnar för att gaser kan föras över till Sverige, men det blir en mindre nyhet jämfört med flygstoppet.

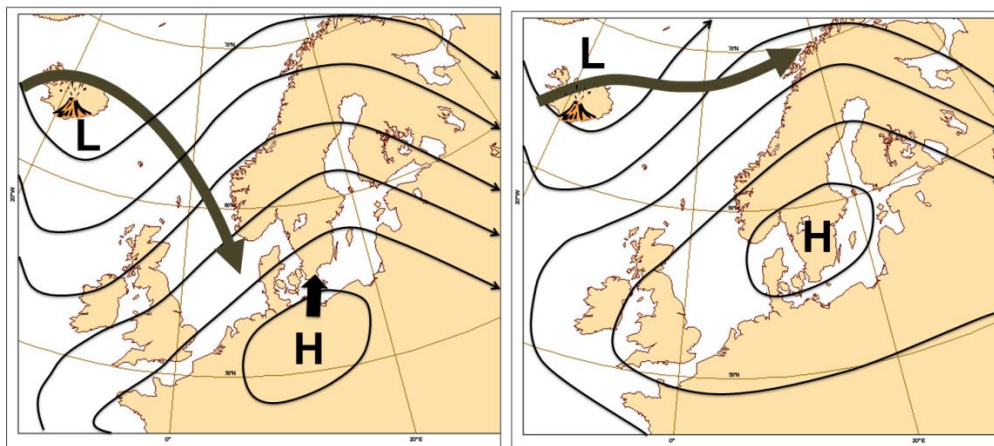
Under Pingsthelgen, som infaller i **slutet av maj**, stabiliseras vädret i Sverige då ett högtryck över Öst- och Centraleuropa sakta börjar röra sig norrut (se Figur 1). Att detta är början på en av de varmaste och torraste somrar som registrerats för södra Sverige sedan 1800-talet vet man ännu inte. MetOffice simulerar kontinuerligt vädersituationen för att prognostisera spridningen av utsläppen från vulkanen, främst askan. SMHI kör sina egna simuleringsmodeller med indata från IMO och varnar den **28 maj** för att

⁴ Med en sulfatpartikel menas i detta sammanhang fina partiklar i fast eller flytande form som till del innehåller sulfater eller svavelsyra.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 8 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

svavelföreningar kan föras ner till marken i Sverige. Askkan däremot, som inte har nått lika högt i atmosfären, förflyttas med mer västliga vindar och förväntas bara beröra de nordligaste delarna av Sverige.

Den **29 maj** kommer de första synliga tecknen på svaveldimman som nu ligger högt upp i atmosfären. Himlen har en gulaktig ton, solen är rödfärgad och på flera ställen i norra Europa kan man se halofenomen. I Sverige har sommaren börjat på allvar, vädret är skönt och himmelsfenomenen spektakulära. Inskränkningarna i flygtrafiken är fortfarande stora, men i övrigt är det relativt bekymmerfritt.



Figur 1. Bilderna visar väderläget den 23 maj då vulkanutbrottet sker på Island (vänster) och den 14 juni då de koncentrationerna är som högst i Svealand (höger). Under perioden mellan bilderna förskjuts högtryckscentrum från norra Tyskland till Svealand. Vinden vid marken är svag och rör sig medurs runt högtryckscentrum parallellt med isobarerna (tunna linjer). Gasmolnet från vulkanutbrottet når 8-12 km, vinden på dessa höjder illustreras av de tjocka pilarna över Island.

Den **2 juni** når svaveldimman ner till marken efter att ha fångats in i den nedåtgående spiralen (subsiden) i högtrycket. Inledningsvis är koncentrationerna av svaveldioxid och partiklar små och effekterna inskränker sig till en något försämrad sikt. Media domineras av nyheter om svaveldimman; Hur har den uppstått? Hur farlig är den? När kommer den att försvinna? Uppgifterna varierar. Massmedia rapporterar att många mår dåligt av gaserna och publicerar råd om att personer med andningsbesvär ska undvika fysisk aktivitet, hålla sig inomhus och våttorka golv och andra ytor för att få bort gaser och partiklar som har torrdeponerats.

Flygstoppet över Europa på grund av askkan hävs över större delen av Europa och blir bara kvar över norra Skandinavien. Nu lyfts istället frågan om även svavelföreningar kan påverka flygplanselektronik och turbiner och ifall stora koncentrationer av svaveldioxid på hög höjd kan vara hälsofarliga. Behovet av att kunna mäta koncentrationer av ämnen, både på marknivå och i luften, accentueras.

Den **första veckan i juni** tilltar svaveldimman, både i Sverige och i angränsande länder. Sikten försämras ytterligare och lukten av svavel blir ibland påtaglig. Mätningar visar att koncentrationerna av svaveldioxid och sulfatpartiklar stadigt ökar och mycket snart överstigs värdena för vad som anses hälsovådligt med råge i stora delar av Östra Svealand. De svenska miljö kvalitetsnormerna anger $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ av svaveldioxid under ett dygn som ett gränsvärde för att skydda människors hälsa. Motsvarande värde för partiklar med en diameter mindre än $2,5 \mu\text{m}$ finns inte, men WHO har ett gränsvärde på $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Eftersom partiklarna till stor del innehåller sulfater och svavelsyra anses de vara extra farliga. 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.

En avfallsanläggning söder om Stockholm hittar spår av vätefluorid med sin detektionsutrustning som normalt används för att analysera rökgaser. Vätefluorid är mycket giftigt och frågan om i vilka mängder den kan föras över till Sverige förs upp på myndigheternas agenda.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 9 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Den **14 juni** mäts en maxnivå av koncentrationen av sulfatpartiklar på $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Eskilstuna. Svaveldioxiden når också en toppnivå med en halt på $1100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De höga koncentrationerna ligger bara kvar under ett dygn, men under det dygnet blir belastningen på sjukvården stor. Näst intill lika höga koncentrationer rapporteras tidvis från fler platser under den senare delen av juni. Via media ställs krav på kontinuerliga mätningar av gaserna kopplat till ett förvarningssystem.

Delar av vegetationen ser ut som om den blivit svedd och känsliga växter vissnar och dör. Jordgubbsodlingarna drabbas hårt då blommor och fröämnen bränns sönder av svavlet. Många bönder är oroliga för hur det ska gå med deras skördar och jordbruket på stora ekonomiska förluster

Vid **midsommar** har svaveldimman legat över södra halvan av Sverige i tre veckor. Inget är sig likt. Media har publicerat bilder från skolavslutningar med rödögda barn och brunbrända björkar. Nu kommer rubriker som ”Midsommar i helvetet”. 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. De kräver att staten ska utreda frågan. Turistnäringen påverkas också negativt. I norra delen av Sverige har den dock fått ett uppsving eftersom många söker sig dit, även från andra delar av Europa.

Den **28 juni** trängs högtrycket undan österut och centrum hamnar över södra Finland. Södra Sverige ligger kvar i utkanten av högtrycket och får fortsatt mest torrt väder och sydvästliga vindar. Sverige drar en lättnadens suck, men Finland tar över bekymren. Svaveldimman försvinner näst intill helt inom loppet av ett dygn. Kvar ligger de svavelföreningar som har fastnat på ytor av växter, byggnader och liknande.

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 i Europa eller andra kontinenter samtidigt som efterfrågan på mat har ökat även där. Sammantaget förväntas det leda till höjda matpriser.

Efter drygt två veckors uppehåll, den **14 juli**, skiftar väderläget igen och högtryckscentrum kommer tillbaka in över Sverige. Det blir varmare än normalt för årstiden, men dagstemperaturerna stiger inte över $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Svaveldimman är inte lika kraftig som tidigare. Trots att koncentrationerna av olika svavelföreningar är lägre så får svaveldimman ändå stora konsekvenser. Det kan bero på att människors och växters motståndskraft har brutits ned under den första perioden av svaveldimman.

Den första veckan i augusti ändras vädret på nytt. Fronterna från väster trycker på allt mer och med början den **9 augusti** så vinner den svalare atlantluften kampen och högtrycket försvagas och förskjuts österut. I gränzonen mellan luftmassorna bildas flera kallfronter som passerar över landet med mycket regnskurar och åska. SMHI utfärdar en varning om att det finns risk för stora mängder nederbörd som innehåller svavelföreningar.

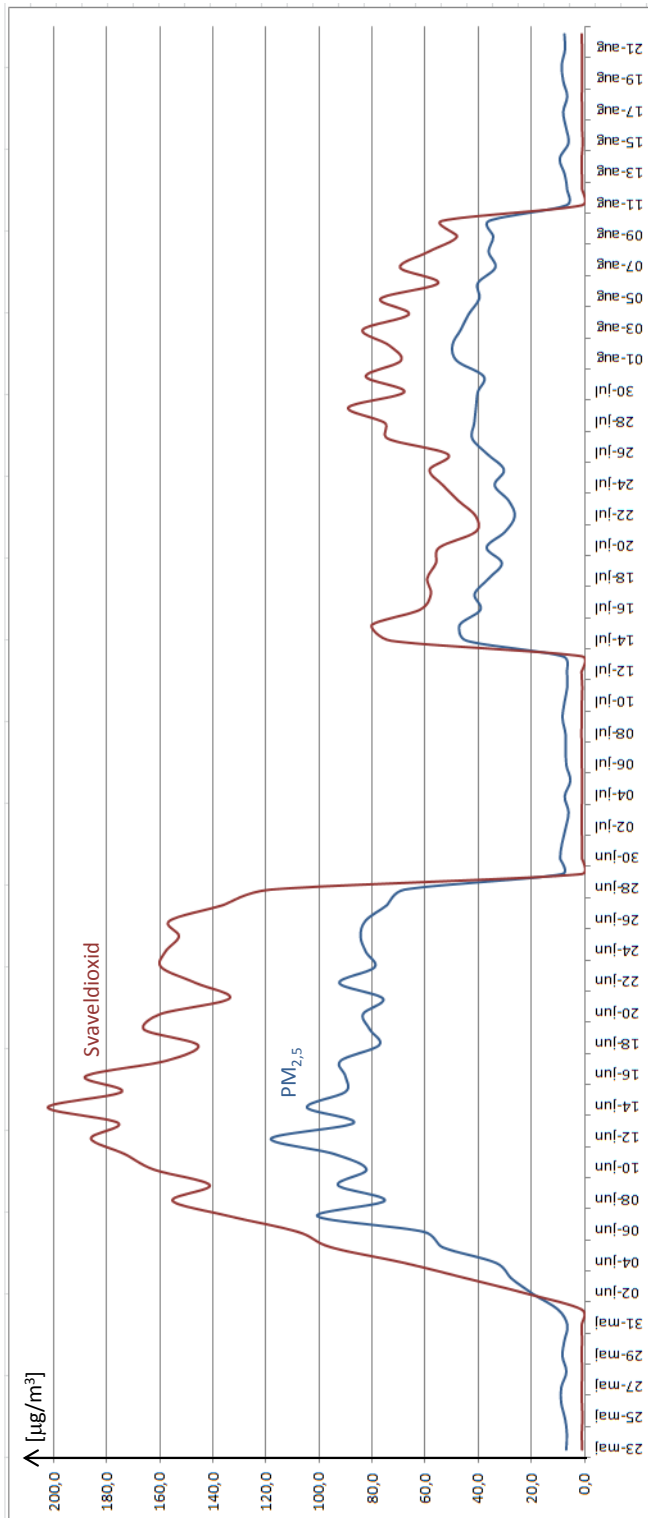
Den **10 augusti** kommer regnet. Det för med sig den svaveldioxid och de sulfatpartiklar som finns i luften ner till marken. I kontakt med vatten bildas svavelsyra och svavelsyrlighet, det vi i dagligt tal kallar surt regn. I medeltal kommer 4 kg svavel per hektar, men lokalt förekommer både lägre och betydligt högre koncentrationer, upp till så mycket som 40 kg svavel per hektar. Det sura regnet påverkar miljön negativt, men har också fördelen att det tvättar bort de ämnen som har fastnat på ytor utomhus. På några dagars sikt är luft och ytor rena.

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, som till exempel Gröningen och Mosjön i Örebro län. Kräftorna hotas liksom kräftfisket i augusti.

Den **23 augusti**, tre månader efter det första utbrottet i vulkanen Eldgja, 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.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 10 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Koncentrationer över tid



Figur 2. Medelkoncentrationer av svaveldioxid (röd kurva) samt av partiklar/aerosoler med en diameter mindre än 2,5 μm , PM_{2,5}, (blå kurva) över östra Svealand. PM_{2,5} består både av fasta partiklar på vilka det fastnat sulfat och av svavelsyraaerosoler, små vätskedroppar som till 75 % består av svavelsyra och till 25 % av vatten. Utöver PM_{2,5} förekommer större partiklar, PM_{2,5-10}. Koncentrationen av dessa är dock lägre än för PM_{2,5}. Graferna visar koncentrationen på marknivå. Lokalt, och över korta tidsperioder (cirka ett dygn) kan koncentrationerna bli upp till fem gånger så höga. På högre höjder kan koncentrationerna också vara högre (upp till en faktor fem), men behöver inte vara det. Vulkanutbrottet sker den 23 maj. Koncentrationerna av svaveldioxid och PM_{2,5} från den 23 maj fram till den 31 maj är de nivåerna som normalt förekommer i östra Svealand.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 11 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

5 Analys

Analysen inleds med en genomgång av förmågan att förutse, förbereda eller förebygga vulkanutbrottet och dess konsekvenser. Därefter görs en genomgång av hur händelsen skulle hanteras om den inträffade i närtid. Resonemangen bygger på möten med isländska myndigheter, de diskussioner som fördes vid den workshop som hölls i september, kompletterat med uppföljande samtal. Materialet redovisas kronologiskt, först med avseende på att upptäcktsfasen, då svaveldimman ännu ej nått Sverige, sedan själva hanterande-fasen och sist efterarbetet. Därefter görs en konsekvensbedömning där konsekvenser på de fem skydds-värdena beskrivs och bedöms enligt den mall för konsekvensbedömning som finns för NRFB.

5.1 Förmåga att förutse, förbereda och förebygga

5.1.1 Förmågan att förutse och förebygga att händelsen sker

Det går inte att på något sätt förhindra att ett vulkanutbrott sker, mdet 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. Till exempel att området runt vulkanen börjar resa sig (inflata) eller en ökad seismisk aktivitet. Landhöjningen till följd av ett kommande vulkanutbrott kan vara någon eller ett par centimeter per år, vilket går att mäta, till exempel med hjälp av GPS. Landhöjning och ökad seismisk aktivitet kan dock visa sig långt innan vulkanen i fråga får ett utbrott. Till exempel visade Eyjafjallajökull tecken på utbrott redan på 90-talet, ca 15 år innan det skedde 2010. Det var då en period av landhöjning som senare avtog. Ungefär tre månader före vulkanutbrottet ökade den seismiska aktiviteten under vulkanen.⁵

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 ens *om* ett vulkanutbrott inträffar. Detta gör att det först är när vulkanutbrottet börjar som man kan vara säker på att det inträffar.⁶

På Island följer och monitorerar den isländska vädermyndigheten Icelandic MetOffice (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. Kontinuerligt monitoreras den seismiska aktiviteten, landhöjningar, förändringar i glaciärytor och flödesändringar av vattendrag som kommer från vulkanområden. Vid ett vulkanutbrott under glaciärer kommer en stor mängd smältvatten att forsa ut på omkringliggande områden. Trots omfattande monitorering kan man inte vara säker på att fånga upp händelsen. För att återvända till Eyjafjallajökull så hade forskarna då en längre tid följt den ökande aktiviteten under vulkanen, men själva utbrottet upptäcktes av lokala bönder som ringde in och meddelade universitetets forskare att det hade satt igång.⁷

På IMO har försök med att monitorera gaser från vulkaner påbörjats. Syftet med detta är dels att få indikationer på när ett vulkanutbrott sker, men också för att kunna varna allmänheten för farliga gaser.⁸

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 MetOffice har spridningsmodeller som bland annat användes under Eyjafjallajökull. I Sverige utvecklar SMHI och FOI modeller för att kunna inkludera gaser i sina

⁵ Presentation Gudmundsson, University of Iceland. 2014-04-08

⁶ Presentation Gudmundsson, University of Iceland. 2014-04-08

⁷ Presentation Gudmundsson, University of Iceland. 2014-04-08

⁸ Presentation IMO 2014-04-09; <http://www.vedur.is/vedur/spar/textaspar/oskufok/> (2014-10-06)

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 12 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

spridningsmodeller som sedan tidigare klarar av att prognostisera transporten av aska genom atmosfären givet det rådande väderläget.

5.1.2 Förmågan att reducera konsekvenser av händelsen

Förmågan att upptäcka händelsen bedömer vi som god (se avsnittet ovan). Dock finns det inga åtgärder som kan vidtas för att undvika att vulkanutbrottet sker, eller för att förhindra att svaveldimman transporteras till Sverige. Lokalt på Island finns åtgärder som beredskapsplaner och larmsystem förberedda för att vid behov kunna evakuera människor, och därmed undvika oacceptabla konsekvenser av händelsen.

Förberedda konsekvensanalyser, kompetensnätverk, handlingsplaner, planer för att informera om händelsen, med mera, kan göra att vi bättre kan hantera konsekvenser och oron i samhället till följd av händelsen.

5.1.3 Samhällets arbete med att förbereda hantering av en händelse om den inträffar

Vi har inte kunnat identifiera att det i dagsläget finns särskilda rutiner, utbildningar eller övningar specifikt för svaveldimma från en vulkan.

Svaveldimma är ett nytt och oprövat scenario i ett svenskt sammanhang. I samband med vulkanutbrotten 2010 och 2011 fick dock svenska myndigheter träna att samverka kring frågor som rör lufttransporter, mätningar av luftkvalitet, bedömningar av hälsorisker, samverka med internationella organisationer och att ge information till svenska medborgare, men ingen av dessa utbrott ledde till svaveldimma, varken lokalt eller i Europa.

Från och med augusti 2014, under genomförandet av denna analys pågår också ett vulkanutbrott på Island som har medfört att svavelgaser nått Norge och Västernorrland. I Umeå den 10 september kunde ett dis uppfattas och även lukten av svavelväte. Dagen innan hade en illaluktande dimma nått den norska kusten och meteorologerna misstänkte att den kom från Island, vilket även simuleringar bekräftar.⁹ Detta har gjort att flera myndigheters i dagsläget följer den pågående vulkanen och även har inlett arbetet med att förbereda sig på frågor om svaveldimma.

Lokala svavelutsläpp kan 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 svaveldimman.

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.¹⁰

På miljösidan följer man inte längre upp SO₂ med samma noggrannhet som förr eftersom svavelutsläpp inte längre är ett miljöproblem i Sverige. Koncentrationerna har sedan mitten av 90-talet legat långt under miljökvalitetsnormen.¹¹ Detta gör att miljöforskning inom svavlets påverkan på natur och miljö samt försurning idag är starkt begränsad. Dock bedrivs mycket forskning i Sverige på detta under 60- och 70-talet som fortfarande är aktuell, men kunskapen om denna är idag inte lika lättillgänglig.¹²

5.1.4 Antaganden om förebyggande förmåga

Eftersom själva vulkanutbrottet, när det sker, är omöjligt att undvika har vi inte behövt göra några antaganden om vad som triggar händelsen. Viktiga antaganden i scenariot handlar däremot om vilken

⁹ NRK.no 2014-09-10: *Meteorolog: - Gasslukten på norskekysten kan stamme fra Bárðarbunga-vulkanen*; DN 2014-09-11 *Fisdimma svepte in över Västerbotten*; Västerbottens-kuriren 2014-09-11 *Illaluktande dimma i inlandet*; Västerbottens-kuriren 2014-09-13 *Forskare bekräftar: gas från Island i länet*

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

¹¹ <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luften-i-Sverige/Luftkvaliteten-i-tatorterna/#> (2014-10-06)

¹² Expertmöte 2014-05-28

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 13 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

sammansättning vulkanutsläppet har, om väderläget som är en förutsättning för att vulkanprodukterna ska föras vidare till Skandinavien och om sammansättningen av partiklar och gaser som sedan når marknivån.

Vi har gjort antaganden om massmediernas reaktion på händelsen, att den inledningsvis inte får så stor uppmärksamhet men att detta slår över när väl svaveldimman når marknivå och den påtagligt kan uppfattas av människor. Detta gör att eventuella varningar om gaserna inte uppfattas förrän gaserna når marknivån.

I scenariot har vi valt att inte skriva in eventuella reaktioner från myndigheter, sjukvården eller andra instanser, eller hur dessa agerar inledningsvis, vilket istället analysen fått besvara.

Vid SMHI pågår utveckling av ett varningssystem för svaveldimma, Beredskapssystem för spridning i atmosfären (BAPS) vilket beräknas vara i drift under 2015. Det finns inte med i scenariot.

5.1.5 Förebygga

Specifika förebyggande åtgärder för att förhindra de skador som svaveldimman orsakar har inte utretts i detta memo. Analysen visar på att detta blir en viktig informationshändelse, alltså att suget efter information från allmänheten blir mycket stort, och att den information som sprids också kan påverka hur människor uppfattar och agerar på händelsen. Det skulle kunna gå att stävja viss belastning på sjukvården genom att ge bra information till dem som söker vård, så att de mest behövande kommer fram.

Under kortare perioder med höga koncentrationer av svaveldimma kan det hjälpa att stanna inne med stängda dörrar och fönster samt avstängd ventilation. Då dimman ligger kvar i flera veckor kommer dock koncentrationerna till slut att vara desamma inne som ute, eftersom hus inte är helt täta.

5.2 Initial händelseutveckling och hantering

Där inget annat anges är analysen baserad på den workshop som genomfördes tillsammans med ett antal krisberedskapsmyndigheter den 22 september 2014. Informationen har därefter kompletterats med några uppföljande telefonsamtal.

5.2.1 Upptakt och förmåga upptäcka och larma

Som beskrevs i avsnitt 5.1.1 följer Islands meteorologiska institut (Icelandic MetOffice, IMO) samt universitet och myndigheter på Island kontinuerligt aktiviteten i ett 30-tal vulkaner på ön. Det finns förberedda planer för hur man lokalt ska agera vid utbrott i någon av de vulkaner som bedömts kunna ge störst konsekvenser i form av exempelvis flodvågor av smältvatten. Efter det att Eyjafjallajökull fick sitt utbrott 2010 har man också blivit medveten om hur vulkanutbrott på Island kan påverka omvärlden och att isländska myndigheter behöver ha en beredskap för att kunna hantera det enorma informationsbehov som uppstår i omvärlden.¹³ De internationella kontakterna kring vulkanutbrott har stärkts väsentligt sedan Eyjafjallajökulls utbrott 2010.

När en vulkan på Island får ett utbrott skickar isländska MetOffice ut meddelande till ett lång rad aktörer om detta, bland annat till svenska aktörer som SMHI och internationella som London VAAC (Volcanic Ash Advisory Centre¹⁴). Island ligger inom den region som London VAAC ansvarar för att samordna. Globalt finns 10 utsedda meteorologiska kontor (VAAC) som ansvarar för att göra prognoser på vulkanaska.

¹³ Presentation Vidir Reynisson, Department of Civil Protection and Emergency Management, Iceland 2014-04-09.

¹⁴ FN-organet för civilt flyg, ICAO, kräver att piloter planerar flygning på ett säkert sätt. Områden med turbulens, isbildning, blixtar och vulkanaska längs flygvägen ska identifieras via väderunderlag och besättningen ändrar vid behov färdvägen. Det är ICAO som utser vilka nationella vädertjänster som ska fungera som VAAC.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 14 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

London VAAC ansvarar för att följa vulkanutbrott på Island. Ett eventuellt utbrott i exempelvis Italien ska hanteras av Franska vädertjänsten i Toulouse.¹⁵

Vid ett utbrott på Island skickar London VAAC regelbundet ut varningskartor som visar i vilka områden och under vilka tider som aska kan förväntas förekomma. Islands vädertjänst tillhandahåller, med hjälp av väderradar och annan observationsutrustning, London VAAC med information om styrkan och utbredningen av utbrottet. En del av denna information finns med i varningsunderlaget. Vid kraftiga och långvariga utbrott förbättras informationen efterhand då mer observationsutrustning tas i anspråk och, när så är möjligt, flyttas närmare den aktuella vulkanen. Detta gäller både observationer från marken, fjärranalysmetoder, och flygmätningar.

SMHI får också vid ett tidigt skede larm från Isländska MetOffice om att en vulkan har fått ett utbrott och kommer då att köra simuleringar av utsläppet i det nyutvecklade BAPS¹⁶ (Beredskapssystem för spridning i atmosfären) som både kan visualisera spridningen av aska och gaser och hantera atmosfärskemien. Simuleringarna körs på hypotetiska utsläpp av gaser och aska så länge riktiga data om vad vulkanen släpper ut inte finns tillgängliga. En stor utmaning blir att få tag i information om källtermer för att simuleringarna ska bli så bra som möjligt. Resultatet av simuleringarna förmedlas sedan till andra myndigheter, främst till Transportstyrelsen och MSB.

Även FOI gör spridningsberäkningar på vulkanutbrottet som en oberoende bedömning, men har inget operativt ansvar i händelsen. FOI behöver, liksom SMHI, källtermer för simuleringarna – det vill säga data om vilka ämnen som kommer ur vulkanen, koncentrationer, höjd på plymen, osv.

MSB börjar i ett tidigt stadium att följa händelseutvecklingen av vulkanutbrottet. Omvärldsbevakningsfunktionen kommer att snappa upp händelsen och försöka få bekräftelse på vad som sker. Man kommer också att klargöra vilka aktörer som är berörda i nuläget och vilka som kan komma att bli berörda framöver. Först och främst tas kontakter med SMHI och SGU i inledningen av händelsen. De kan bekräfta vad som är på gång och stödja i bedömningarna av hur Sverige kan komma att drabbas. Kontakter tas också med de nordiska grannländerna. En första konsekvensbeskrivning rapporteras till Regeringskansliet.

MSB:s kommunikationsfunktion vidtar i detta skede inte några direkta kommunikationsaktiviteter, men genomför ett avstämningsmöte med kommunikatörer på andra myndigheter vid ett av de ordinarie kommunikationsmötena som sker veckovis. Frågan kommer att lyftas och arbete med att upprätta frågor och svar påbörjas. De aktörer som MSB främst har kontakt med i det tidiga skedet är Socialstyrelsen, SGU, SMHI, 1177 och 11313. Den stora utmaningen ligger i att inte förstora upp händelsen större än den är, men att ändå vara förberedd om det skulle bli en allvarlig händelseutveckling.

Egen omvärldsbevakning kommer också att ske på Socialstyrelsen där man inventerar tillgång på expertis inom hälso- och sjukvård. Frågor kan komma från sjukvården innan de kommer från allmänheten. Socialstyrelsen tar hjälp av nationella experter för att forma råd. Samarbete sker med ambulansflyg och Försvarsmakten kring flygfrågor, ifall händelseutvecklingen skulle leda till omfattande flygstopp.

För landstinget är det viktigt att tidigt få information om vad som kan hända. Det är fördelaktigt om Socialstyrelsen kallar till nationell konferens eftersom det kommer att få stor inverkan på hur man arbetar på operativ nivå. Landstinget skulle förmodligen gå in i stabsläge under vilket man diskuterar hur man ska bemöta behoven på sjukhussidan samt förbereda primärvården för att ta emot fler akuta patienter.¹⁷

Det är också viktigt inom Landstinget att i detta skede diskutera vilken information man ska gå ut med, både till allmänheten och till dem som arbetar inom vården. Personalen inom sjukvården behöver veta om det är någonting de ska tänka på utöver gängse behandlingsrutiner. Även om det finns mycket kunskap för

¹⁵ <http://gis.icao.int/volcano/>

¹⁶ Utveckling pågår, beräknas vara i drift 2015

¹⁷ Telefonsamtal med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland 2014-10-07

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 15 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

hur man hanterat luftvägsbesvär inom vården så är det viktigt att information och riktlinjer sätts ihop på nationell nivå. Landstinget vill luta sig mot ett nationellt FAQ.¹⁸

Den information som kommer att lämnas till 1177 måste nå Landstingen också, så att man inte går ut med olika budskap.

Eskilstuna kommun kommer under det tidiga skedet i scenariot att avvakta information från myndigheter som MSB och Socialstyrelsen. Vid de veckovisa samverkansmöten som länsstyrelsen håller tillsammans med landstinget, kommunerna, polisen och SOS Alarm, kommer informationen att diskuteras och bidra till att medvetengöra vad som kan hända framöver. Kommunen inför inga särskilda åtgärder i det här läget, möjligen ses personal över som ska resa utomlands eftersom dessa kan bli påverkade av ett flygstopp.¹⁹

Folkhälsomyndigheten, Länsstyrelsen, Polisen och Statens Veterinärmedicinska anstalt har viss egen omvärldsbevakning och följer MSB:s bevakning. Dokumentation från tidigare händelser (till exempel askmoln) går igenom 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 och förväntningarna rör sig främst kring att vulkanutbrottet innebär askmoln som kan leda till flygstopp.

5.2.2 Hanteringen av svaveldimman

Så snart svaveldimman uppfattas av människor i de drabbade områdena kommer det uppstå ett stort informationsbehov. Allmänheten ställer bland annat frågor om hur hälsan påverkas och vad man kan vidta för åtgärder, som om det går att äta egenodlade grönsaker och dricka vattnet samt om hur djur ska hanteras.

MSB kallar samtliga TiB-myndigheter, länsstyrelser och andra berörda aktörer till en samverkanskonferens för att stämna av behov och samverkansmöjligheter. MSB kallar också till en extra informations-samordningskonferens för att stämna av vilka informationsåtgärder som är planerade och vad som kan behöva samordnas. Information sprids via krisinfo.se, med länkar till korrekt information hos andra myndigheter. Det kan tänkas att enskilda andra myndigheter såsom länsstyrelsen i Sörmland får för hög belastning, så där kan MSB stötta med extra resurser. 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.

En vanlig fråga kommer säkert att vara hur länge svaveldimman kommer att pågå. SMHI:s prognoser kommer att vara starkt efterfrågade. SMHI fortsätter att göra prognoser under hela händelsen, och kan därmed svara relativt bra på hur händelsen utvecklar sig de närmaste 72 timmarna. Dock finns det ett osäkerhetsmått i prognoserna, framför allt på lång sikt. Utmaningen ligger i att få in mätvärden för att förbättra simuleringarna.

Hos befolkningen kommer oron vara stor och det är viktigt att hantera den så gott det går. Socialstyrelsen kommer nu att ha mycket aktivitet. Det finns ett informationsbehov gentemot Landstingen och vårdpersonal och mot befolkningen. Det är olika information som ska gå ut till dessa målgrupper och den måste anpassas därefter. Utmaningen är att informationen som Socialstyrelsen går ut med måste vara baserad på tillförlitlig data. Det måste tydligt framgå var informationen kommer från och vem som står för analyserna.

Vid vulkanutbrottet kommer det att uppstå ett stort intresse för uppmätta värden, inte bara för svaveldioxid, utan också för andra ämnen som eventuellt kan följa med i gasmolnet. Lukt- och synintryck räcker inte för att avgöra vad svaveldimman består av, behovet av uppmätta data är stort och krävs för att experter ska kunna uttala sig om dimmans risker och ge rekommendationer.

¹⁸ Telefonsamtal med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland 2014-10-07

¹⁹ Telefonsamtal med Katarina Reigo, beredningsstrateg, Eskilstuna kommun, 2014-10-08

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 16 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Naturvårdsverket är ansvarig myndighet för den nationella miljöövervakningen avseende luftkvalitet²⁰. Det innebär att man följer utvecklingen över tid för ett antal ämnen och partiklar. Eftersom SO₂ inte längre utgör ett miljöproblem sker inte mätningar av denna kontinuerligt.²¹ Datavärd för insamlad statistik är IVL Svenska Miljöinstitutet. Mätning av luftkvalitet sker i alla kommuner där det finns risk att miljö kvalitetsnormer för aktuella ämnen överskrids, dessa rapporteras in till IVL årligen. Partiklar mäts av 45 kommuner. Endast ett mindre antal av kommunerna har timvis mätning och tillgång till realtidsdata. Detta publiceras i några fall online på kommunernas webbplatser. För partiklar är det 15 kommuner i hela landet som publiceras online, för SO₂ är det 6 stycken, dock ingen som ligger i Mälardalen²². Realtidsdata är inte kontrollerat, så det går inte att garantera exaktheten i mätningarna.²³

För Uppsala och Stockholms län, och sedan hösten 2014 även i Södermanland, utförs mätningar av luftkvaliteten i tätorterna av Östra Sveriges Luftvårdsförbund (LVF). Driften av LVF:s system för miljöövervakning sköts av SLB-analys vid miljöförvaltningen på Stockholm stad. Inom mätprogrammet för regionen finns fyra stationer i Stockholm, två i Södertälje, en i Botkyrka, fyra i Sollentuna, en i Västerås, en i Gävle och en i Uppsala. Dessa mäter PM_{2,5} och kväveoxider men inte aktivt SO₂. Vid en station i Stockholm kan även mätning av SO₂ aktiveras. Det finns i dagsläget inga mätare i Södermanland, men de lokala spridningsmodellerna inkluderar dessa områden, så koncentrationer av olika ämnen och partiklar kan beräknas utifrån en källa.²⁴ Vid vulkanutbrottet finns dock ingen punktkälla inom eller i närheten av regionen, vilket gör att modellering genom lokala spridningsmodeller inte är tillförlitliga.

Vid en händelse som ett vulkanutbrott finns möjlighet att aktivera mätning av svaveldioxid, vilket för övrigt miljöförvaltningen i Stockholm stad gjorde på eget initiativ under det vulkanutbrott som skedde hösten 2014. Det finns ingen mobil utrustning.²⁵

Eftersom de mätningar som bedrivs idag i landet främst görs av miljö kvalitets syfte finns inga rutiner eller upparbetade kontakter för hur dessa data kan inhämtas snabbare och spridas till myndigheter och experter. I de fall data publiceras i realtid på kommuners hemsidor finns naturligtvis möjligheten att följa detta.

Även när det finns tillgängliga mätdata kommer inte expertutlåtandena att ge entydiga svar av vad konsekvenserna av dessa kan bli på kort och lång sikt. Det finns många felkällor till konsekvensbedömningarna och för att dra slutsatser måste antaganden göras. Beroende på hur dessa antaganden görs kan man komma fram till olika resultat. Det gäller både att förstå osäkerheterna och att kunna kommunicera dem. Det är viktigt att aktörer som ska tala i media hinner prata ihop sig och gå ut med en samlad bild för att inte tappa förtroende hos allmänheten.

Den stora utmaningen för Landstinget i Sörmland blir det stora antalet personer som söker sig till primärvården för att få hjälp. Det fungerar inte om alla söker sig till akutmottagningarna, människor måste styras om så att de tar sig till vårdcentralerna. Det finns åtta vårdcentraler i Eskilstuna och fem-tio läkare per vårdcentral. Respiratorplatser är en bristvara.²⁶ Landstinget i Sörmland kommer att behöva hjälp och Socialstyrelsens TiB tar kontakt med landstingets för att reda ut hur läget ser ut. Socialstyrelsen kan inte peka med hela handen, 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 Socialstyrelsens rätt att bestämma om det skulle krävas.

²⁰ www.naturvardsverket.se/lufternisverige (2014-09-29)

²¹ Telefonsamtal med Helena Sabelström, Naturvårdsverket, 2014-09-29

²² Timvis mätningar av SO₂ som i dagsläget går att följa via kommunens hemsida finns för Borås, Göteborg, Helsingborg, Landskrona, Luleå och Malmö

²³ Telefonsamtal med Håkan Blomgren, IVL Svenska Miljöinstitutet, 2014-10-02

²⁴ Telefonsamtal med Göran Andersson, Östra Sveriges Luftvårdsförbund, 2014-10-03

²⁵ Telefonsamtal med Göran Andersson, Östra Sveriges Luftvårdsförbund, 2014-10-03, mailkonversation Malin Tappefur Miljöförvaltningen, SLB-analys, Stockholm stad

²⁶ Telefonsamtal med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland 2014-10-07

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 17 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Med så pass få sjukvårdsplatser som i Sörmland blir det snabbt ett problem. Verksamheten får förändras genom att exempelvis kalla in mer personal, ställa in planerade operationer och låta fler patienter dela rum. Om möjligt kan man utnyttja vårdplatser på andra landsting. Vårdcentralerna kan också behöva förändra organisationen när det blir ett stort tryck. Primärvården i Sörmland får ta ett samlat grepp om situationen och försöka minska trycket på Eskilstunas vårdcentraler och det kan bli nödvändigt att hänvisa till vårdcentraler i andra Sörmlandskommuner.²⁷

Eskilstuna kommun kommer tidigt att sammanställa 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. Det kommer att bli en stor utmaning att möta kommuninnevanornas 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 och utnyttjar även Sveriges Radio P4 och Eskilstunakuriren för att nå ut med information. Det är viktigt att samverka med andra organisationer och myndigheter fungerar så att informationen från olika aktörer på lokal, regional och nationell nivå är samstämmig.²⁸

När det gäller vård och omsorg så har Eskilstuna kommun identifierat prioriterade åtgärder och sårbara grupper inom ramen för sin risk- och sårbarhetsanalys och har på förhand planerat vilka uppgifter de ska prioritera när kommunen går upp i krisledning. Att upprätthålla vård och omsorg uppfattas därför inte vara en stor utmaning.²⁹

En osäkerhet är ifall det finns läkemedel så att det räcker till alla. Det går att rekvirera från andra delar av landet.

Oro för sin egen och familjens hälsa, inom den egna personalstyrkan kan leda till att människor stannar hemma från arbetet. Inom exempelvis Polis och Räddningstjänst kan frågan om att använda filtermask i tjänsten lyftas. Detta är dock en åtgärd som man är försiktig med, på grund av de signaler som det sänder till allmänheten.

En utmaning i scenariot är att de höga koncentrationerna av gaser och partiklar i Eskilstuna kan leda till stor oro bland befolkningen och eventuellt till oroligheter i samhället. Människor kanske spontanevakuerar från områden, vilket kan leda till utmaningar för polisen. Polismyndigheten i Sörmland kommer förmodligen att kalla detta för särskild händelse och organisera sig i stab. Eventuellt följer omkringliggande myndigheter efter, och då blir det en nationell angelägenhet.

Mycket av fokus i massmedierna och hos allmänheten i inledningen av det akuta skedet förväntas att ligga på hur människor drabbas av händelsen och på vad man kan göra för att skydda sig. Ganska snart kommer djurägare och veterinärer att kontakta SVA, Jordbruksverket, Livsmedelsverket, LRF, länsveterinärer eller liknande myndigheter inom EU med frågor om hur djur som går ute och betar, och jordbruket i stort, påverkas.

SVA kommer under denna situation att gå upp i höjd beredskap. Det kommer förmodligen att finnas viss tid att förbereda frågor och svar och samordna insatser med Jordbruksverket, LRF och andra berörda organisationer eftersom fokus initialt kommer att vara på humansidan och inte foderfrågor och djur. Fodertillgången, som minskar till följd av svaveldimman, kommer att bli en stor utmaning för djurägarna eftersom hälften av skördar och bete dör bort av händelsen.

²⁷ Telefonsamtal med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland, 2014-10-07

²⁸ Telefonsamtal med Katarina Reigo, beredskapsstrateg, Eskilstuna kommun, 2014-10-08

²⁹ Telefonsamtal med Katarina Reigo, beredskapsstrateg, Eskilstuna kommun, 2014-10-08

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 18 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågsbedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

5.2.3 Efterarbetet – långsiktiga konsekvenser

Sjukvården kommer förmodligen att klara av situationen på lång sikt, de största problemen är under den akuta fasen. De människor som har drabbats under sommaren kan behöva följas upp med täta uppföljningar under de kommande åren, vilket innebär att man även måste kunna ge relevant information efter det att svaveldimman försvunnit.³⁰ I konsekvensbedömningen har vi gjort bedömningen att 8000 människor lider en för tidig död på grund av svaveldimman. Detta kommer dock inte att märkas tydligt inom vårdapparaten förrän man gör statistiska uppföljningar.

Socialstyrelsen kommer under efterarbetet att studera de långsiktiga effekterna av händelsen på hälsan och utveckla ytterligare information om detta. Dock måste de långsiktiga hälsoeffekterna av partiklarna diskuteras redan under akutfasen av händelsen.

Folkhälsomyndigheten har inte lika mycket att göra med hälso- och sjukvården i det akuta skedet mer än att sprida expertinformation. Efterarbetet handlar om att bygga kunskap inför framtiden, vilka är de mest utsatta grupperna och varför? Kan vi förebygga effekterna av kommande liknande händelser? Osv.

MSB trappar ner sina insatser då efterspelet tar vid. Vissa uppgifter och information lämnas över till andra delar av organisationen. Krisinformation går igenom FAQ och kontrollerar vilka frågor som lever kvar över tid. Det är också viktigt att utvärdera hur man har hanterat krisen och hur man har kommunicerat runt den.

Hos länsstyrelsen blir det långsiktigt lantbruksenheten och miljöenheten som kommer att ha frågor att arbeta med på längre sikt med anledning av händelsen. Till exempel frågor om hur fisket och turism påverkas. Länsstyrelsens personal kommer fortsatt att möta frågor kring detta i vardagen. För Eskilstuna kommun kan frågor kring konsekvenserna på jordbruket och livsmedelsproduktionen vara aktuella en längre tid.

5.3 Konsekvensbedömning

5.3.1 Skyddsvärde 1: 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 vi bedömer inte att det kommer att påverka energiförsörjningen i Sverige.

Finansiella tjänster

Vi har under analysen inte kunnat identifiera någon trolig händelseutveckling där finansiella tjänster såsom betalningsförmedling, tillgång på kontanter, privata försäkringstjänster eller att värdepappershandel skulle påverkas av scenariot. Dock kan det bli en stor försäkringsfråga i efterspelet av händelsen då stora värden går förlorade i samband med missväxt och när människors hälsa har påverkats. Detta har vi inte följt upp närmare.

Handel och industri

Handel och industri kommer att indirekt påverkas av scenariot genom de uppehåll i flygtrafiken som inledningsvis införs på grund av svaveldimman och den förväntade ökningen i sjuk- och VAB-frånvaro under hela sommaren. 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. Livsmedelsföretag som tillverkar chark- och mejeri-produkter kan också påverkas av att fodertillgången för djuren minskar.

³⁰ Telefonsamtal med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget i Sörmland 2014-10-07

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 19 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Turismen i södra och mellersta Sverige minskar förmodligen, men kan å andra sidan öka i de norra delarna av Sverige. SMHI förväntas kunna prognostisera var svaveldimman ligger de närmsta 10 dagarna vilket kan få till följd att människor som har semester lämnar Mälardalen och reser norrut där luften är renare.

Genom den oro som uppstår i samband med scenariot är det tänkbart att människor i viss grad undviker att handla lokalodlade livsmedel eftersom det kan spridas rykten om att skulle vara ohälsosamt.

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. Se mer under 5.3.2 Skyddsvärde 2: Människors liv och hälsa

För hälso- och sjukvården innebär det att man måste se över och omprioritera sin verksamhet för att klara de akuta situationer som uppstår. Såväl primär- som akutsjukvård kommer att drabbas. Det kommer också att bli nödvändigt att kalla in extra personal vilket medför extra kostnader. 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. I akuta skeden, som i Eskilstuna den 14 juni, kan behovet av medicin bli stort momentant och landstinget i Sörmland blir då beroende av att man kan få påfyllnad från andra landsting.

Att upprätthålla vård och omsorg inom Eskilstuna kommun uppfattas inte som ett större problem jämfört med de andra utmaningar som kommunen ställs inför, främst utmaningen att hantera den oro som kommuninnehavarna känner genom att möta den med relevant information.

Information och kommunikation

Det finns evidens som talar både för och emot att elektronik skulle kunna påverkas av svaveldimman i scenariot. Vår sammantagna bedömning 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 bedömer vi 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 är³¹, men i vårt scenario förväntas luftfuktigheten vara låg eftersom den normalt är det under ett högt tryck 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. Frågan är dock hur märkbara dessa konsekvenser skulle bli.

Det finns observationer som stödjer att svaveldimman under Laki-utbrottet påverkade kopparytor³² och att mässingdetaljer fick en vit färg³³. Det finns också studier som visar på att koppar korroderar snabbare i vulkanisk miljö³⁴, men dessa har utförts med högre koncentrationer av SO₂ än som finns i scenariot och dessutom i kombination med andra gaser (till exempel H₂S). Resultaten visade dock på att speciellt koppar korroderar snabbt vilket påverkar exempelvis telekommunikationsutrustning negativt.

Intel påstår att starka luftföroreningar, framför allt svavelbaserade gaser, korroderar kretskorten som deras processorer är monterade på och att tillförlitligheten på processorerna därför har minskat. Detta har de

³¹ Wilson (2011)

³² Stothers (1996)

³³ Thordarson och Self (2003)

³⁴ exempelvis Watanabe m.fl. (2006)

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 20 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

noterat framför allt i Kina och i Indien där luftföroreningarna är höga. Av den anledningen arbetar de nu med att utveckla skydd mot korrosionen.³⁵

Vad som talar emot att det skulle bli några större problem med elektronik under scenariot är att Kina har haft höga halter av SO₂ och PM_{2,5} som under flera år har överstigit de koncentrationer vi har i vårt scenario³⁶. Det har rapporterats stora konsekvenser av luftföroreningarna på människors hälsa, på grödor, skog och även till viss del på byggnader och konstruktioner av metall. Däremot har vi inte hittat någon observation som beskriver att elektronik har slagits ut eller fungerat sämre till följd av höga luftföroreningar. Inte ens vid den stora smogen i Peking i januari 2013 rapporterades sådana incidenter³⁷, vilket borde vara fallet om modern elektronik skulle vara extra känslig.

Kommunalteknisk försörjning

I slutet av scenariot kommer ett surt regn som kommer att sänka pH-värdet i mindre vattendrag med dålig buffringsförmåga (se mer under avsnittet om miljö, 5.3.3). 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.³⁸

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

Livsmedel

I avsnittet om miljö beskrivs hur växter och grödor påverkas av svaveldimman. Sammantaget är påverkan på växtligheten så stor att vi bedömer 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 (se Handel och industri ovan).

I Sverige importeras en stor del av de livsmedel som konsumeras. De viktigaste importländerna avseende spannmål, frukt och köksväxter är Danmark, Nederländerna, Tyskland och Belgien³⁹. Dessa länder antas också ha drabbats till viss del av svaveldimman, om än inte i samma utsträckning som den svenska produktionen. Andra viktiga importländer är Italien och Spanien, vilka ligger utanför det drabbade området.

Priserna kommer på grund av detta att påverkas och brist på enstaka varor kan inte uteslutas. Dock ser vi inte att scenariot kommer att leda till generell livsmedelsbrist i Sverige.

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

Säkerhetsläget i landet bör inte påverkas av händelsen. Eventuellt minskar antalet turister. Händelsen kommer förmodligen leda till att polismyndigheten i Sörmland ser detta som en särskild händelse, vilket även grannmyndigheterna kan göra. 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.

³⁵ <http://goparallel.sourceforge.net/intel-aims-protect-electronics-air-pollution-damage/>, 2014-07-17

³⁶ Nielsen och Ho (2007)

³⁷ Djurberg (2013)

³⁸ Expertmöte 2014-05-28

³⁹ Jordbruksstatistisk årsbok 2013

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 21 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

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.

Socialförsäkringar

De allmänna trygghetssystemen som pensionssystem, sjuk- och arbetslöshetsförsäkringen kommer inte att påverkas av scenariot. Fler människor än vanligt kommer dock att vara sjuklediga 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.

5.3.2 Skyddsvärde 2: Människors liv och hälsa

Indikator 2.1 och 2.2, antal döda och antal skadade

Utifrån de koncentrationer som beskrivs i scenariot har vi gjort en bedömning utifrån litteraturen⁴⁰ om vilka konsekvenser som kan uppstå på människors liv och hälsa. Vi har också låtit en expertgrupp diskutera de direkta effekterna på hälsan och tagit med det i våra bedömningar. Konsekvenserna är svårbedömda eftersom effekter av vulkanutsläpp inte är särskilt välstuderade.

Ytterligare osäkerheter tillkommer i bedömningen av vilka konsekvenser gaserna ger på människors och djurs hälsa samt på miljön. Vi har ändå, baserat på det material vi har, gjort en bedömning att ca 10 personer dör i det akuta skedet i Eskilstuna den 14 juni och att 2500 personer är i behov av sjukvård samma dag. Hur myndigheter arbetar och vilken information som ges om till exempel hjälp till självhjälp eller distribution av mediciner påverkar hur människor agerar. Eftersom det periodvis kommer att uppstå höga koncentrationer även på andra orter i östra Svealand under sommaren så räknar vi att dessa siffror kommer flerdubblas. På några års sikt bedömer vi också att vi får 8000 för tidiga dödsfall i Sverige, främst från östra Svealand. Motivet för våra bedömningar redovisas nedan.

Med avseende på hälsoaspekter kan scenariot i huvudsak delas in i två delar: en långvarig (3 månader) exponering av förhöjda halter svaveldioxid och svavelsyra, samt små fasta partiklar, och en kortare period (ca 24 h) av kraftigt förhöjda koncentrationer som uppstår lokalt (i detta fall i Eskilstunaområdet). Den långvariga förhöjningen drabbar hela södra Sverige, men främst östra Svealand.

Vid ett expertmöte⁴¹ den 28 maj 2014 diskuterades hur människors hälsa skulle kunna påverkas av scenariot. Enighet rådde kring att det främst är den *kortvariga perioden* (24 h) med kraftigt förhöjda koncentrationer av svaveldioxid, svavelsyra och samt små fasta partiklar som ger akuta hälsoeffekter. Den *långvariga lägre exponeringen* (3 månader) kommer förmodligen inte att ge påtagliga hälsoeffekter i det korta perspektivet. På sikt kan man dock konstatera ett statistiskt ökat insjuknande och dödlighet som kan härledas till exponeringen, men detta ger ingen märkbar ökad belastning på akutsjukvården. Dock kommer många att uppleva situationen som obehaglig eftersom svaveldioxiden kan ge hosta och irriterade luftvägar och ögon. Vi förmodar att oron i samhället och informationsbehovet detta leder till blir stort.

Avseende den *kortare perioden med höga koncentrationer* av svaveldioxid, svavelsyrahaltiga aerosoler och PM_{2,5} får vi förmodligen en hälsopåverkan som är påtaglig vid de nivåer som anges i scenariot. 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.

⁴⁰ Exempelvis Lippman (1989), Wichmann m. fl. (1989) och Schmidt m. fl. (2011),

⁴¹ Mötet arrangerades inom NRFB för att kartlägga direkta hälsoeffekter av de koncentrationer som uppges i scenariot.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 22 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Effekterna av svaveldioxid och svavelsyra blir i form av andningsbesvär, irriterade ögon och infektioner i luftvägarna. Främst drabbas redan svaga individer såsom barn, äldre och astmatiker och KOL-sjuka. Effekterna av fasta partiklar (PM_{2,5}) blir hjärt- och kärlsjukdomar samt lungbesvär. Även här lider KOL-patienter och astmatiker störst risk att drabbas, liksom äldre i befolkningen. Men det är stor risk för att även andra i befolkningen drabbas. Effekterna av fasta partiklar samt de av svaveldioxid och svavelsyrarhaltiga aerosoler kommer att läggas på varandra.

Uppskattningen av antalet drabbade människor är grova överslag och osäkra bland annat eftersom vi saknar data på hur toxiska vulkanpartiklar kan vara. Det finns inte tillgängliga studier på just vulkanpartiklar, och det är inte säkert att effekterna av sådana liknar effekterna av trafikavgaser som är mer välstuderat. (Jämför att de negativa hälsoeffekter av förbränningsgaser från diesel och ved är helt olika).

I Eskilstunaområdet, där koncentrationerna blir som högst bor ca 100 000 personer. (Det kommer att uppstå höga koncentrationer av gaser/partiklar även på andra platser. Eskilstuna är ett exempel.) Vi uppskattar att omkring 25 000 personer drabbas påtagligt av svaveldimman. Denna grupp utgörs exempelvis av gamla, barn, astmatiker, KOL-patienter och viss del i övrigt friska, till exempel pollenallergiker. Av denna grupp uppskattar vi att 2500 får så pass kraftiga besvär att de är i behov av sjukvård på något sätt. Ca 2/3 söker för lungrelaterade problem och andningsbesvär, ca 1/3 av hjärt- och kärlrelaterade problem. Ett antal kan vara i behov av respiratorvård. Betydligt fler än dessa kommer att kontakta vården exempelvis genom sjukvårdsupplysningen. Även friska individer kan drabbas, t.ex. genom bronkitinfektion eller förkylning. Det är inte dödligt, men det kan leda till ökade sjukskrivningar. Även många friska personer kommer att uppleva ökad hosta. Utöver de fysiska effekterna av svaveldimman kommer många uppleva en ökad stress på grund av att det inte kommer att gå att andas frisk luft någonstans.

Dödsfallen kan delas in i två grupper: den första gruppen är de som avlider direkt under händelsen, på grund av hjärt- och kärlsjukdomar eller av infektioner orsakade av svaveldioxiden. Den andra gruppen utgörs av så kallade för tidiga dödsfall, människor som försvagats av händelsen så pass att deras återstående livstid minskar. För tidiga dödsfall är oftast inte märkbart under händelsen och påverkar inte akutsjukvården. I efterhand kan man genom epidemiologiska studier studera samband mellan dödsfall och exponering av svaveldimman. Liksom för allvarligt sjuka så kommer de flesta dödsfallen att ske på grund av de höga koncentrationerna som uppstår under en kortare tid. Avseende den längre perioden med förhöjda koncentrationer blir inte effekterna på dödsfallen märkbara förrän i efterhand så som beskrevs ovan.

Kvantitativt dominerar hjärt- och kärlsjukdomar dödsfallen under händelsen. I hjärt- och kärlsjukdomar dör folk relativt snabbt antingen hemma eller inom sjukvården. Vad gäller lungsjukdomar (kronisk bronkit, KOL, astma) dör man oftast inte direkt av ökade symptom utan det ger effekter på längre sikt. En viss andel av t.ex. KOL-patienter riskerar att dö av hjärtinfarkt på grund av att situationen är mycket stressande för dem. Det är naturligt att den utdragna processen skördar några liv, t.ex. genom infektionssjukdomar. Vi uppskattar att det rör sig om ett par tiotals individer som avlider på grund av hjärt- och kärlsjukdomar under dygnet med höga koncentrationer i Eskilstunaområdet. Viss förhöjd dödlighet i hjärt- och kärlsjukdomar och infektioner kan vi nog också räkna med i området med förhöjda medelvärden, men detta kommer inte att vara märkbart förutom i epidemiologiska studier av händelsen i efterhand.

Baserat på en artikel som uppskattar antalet förkortade liv i Europa om ett vulkanutbrott som Laki skulle ske idag uppskattar vi antalet för tidiga dödsfall till 8000 personer i hela östra Sverige inom de närmaste åren efter händelsen.⁴²

Utöver människor kommer också djuren att påverkas, framför allt de större djuren som idisslare och hästar. Inomhusdjuren höns grisar kommer inte påverkas lika mycket.

⁴² Schmidt m. fl. (2011)

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 23 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Indikator 2.3 och 2.4: Brist på uppfyllnad av grundläggande behov och antal personer som behöver evakueras

Det anses inte föreligga någon risk att människor får brist på vatten, livsmedel eller värme som följd av händelsen.

Händelsen leder förmodligen inte till evakuering, även om detta kommer att komma upp som en diskussion. Många som har möjlighet kommer förmodligen att använda semestern till att lämna de värst drabbade områdena och exempelvis resa norrut.

5.3.3 Skyddsvärde 3: Ekonomiska konsekvenser och miljön

Indikator 3.1: Ekonomi

Utöver den negativa påverkan som svaveldimman ger på hälsa och miljö så kommer den även att kunna ge skador på material och teknisk apparatur som innehåller elektronik. I Kina har man konstaterat skador på material (främst ytan på byggnader) och på metaller (främst cyklar) av kombinationen höga luftföroreningarna och hög luftfuktighet. Även kablar, statyer, järnvägar och broar är utsatta⁴³. Eftersom svaveldimman i mångt kan liknas vid allvarliga luftföroreningar finns det anledning att tro att vi även kan få konsekvenser i form av förstörda material i byggnader, konstruktioner av metall, betong, etcetera i vårt scenario. Det handlar då om små förlitningar som gör att underhållet behöver påskyndas.

Scenariot kommer sammantaget att leda till stora ekonomiska konsekvenser. De delar som vi identifierat som kommer att bli kostsamt för samhället är dels hanteringen av människor som söker vård och för miljökonsekvenser som uppstår. Dessa blir tydlig för hela jordbrukssektorn som kommer lida stora ekonomiska förluster på grund av missväxten. De ekonomiska konsekvenserna av de ovan nämnda skadorna på infrastruktur uppskattas vara betydligt lägre än de sammantagna kostnaderna för hälso- och miljökonsekvenserna. Hur stora kostnaderna totalt är kan vi inte uppskatta utifrån det underlag vi har.

Enligt Jordbruksverket var det totala produktionsvärdet av vegetabilie- och animalieproduktionen i Sverige 2013 56 miljarder kronor⁴⁴. Det är dock svårt att bedöma hur stora förlusterna skulle bli utifrån denna analys, bland annat med tanke på att det främst är Mälardalen och därefter södra Sverige som drabbats (statistiken är inte geografiskt uppdelad) och att olika näringar inom jordbruket påverkas olika mycket.

En generell oro på grund av händelsen och ett minskat resande kan också bidra till en nedgång i hela ekonomin, både i Sverige och andra delar av Europa.

Indikator 3.2: Miljö

Av de nationella miljömålen är det framförallt miljömål 2, *Frisk luft*, och 3, *Bara naturlig försurning* som påverkas av scenariot. I förlängningen innebär det även att livet i sjöar och vattendrag påverkas negativt (miljömål 8), och det är möjligt att det ger negativa konsekvenser för utrotningshotade arter i våtmarker (miljömål 11) och för utrotningshotade växt- och djurarter i skogen (miljömål 12). Slutligen medför svaveldimman också negativa konsekvenser för odlingslandskapet (miljömål 13) och till viss del växt- och djurlivet generellt (miljömål 16). Flera nationalparker och naturreservat och andra skyddade områden ligger inom det drabbade området. De flesta av dessa konsekvenser bedömer vi kommer vara kortsiktiga, det vill säga att det kan uppstå missväxt det aktuella året men att året därpå blir normalt. I de fall organismer slås ut i vattendrag kan konsekvenserna däremot bli långsiktiga, både på tio och på hundra års sikt, eftersom det är ovanligt att arter återkommer i vattendrag där de varit utdöda om de inte återinplanteras. Sammantaget väljer vi att beskriva miljökonsekvenserna som *stora på kort sikt och små på lång sikt*.

Nedan följer en beskrivning av *hur* svaveldioxid påverkar växtlighet och miljö. Det är svårt att utifrån denna kunskap kvantifiera påverkan på miljön av det specifika scenariot skulle bli. Vår uppskattning har

⁴³ World Bank (2007)

⁴⁴ EAA –Ekonomisk kalkyl för jordbrukssektorn 2002-2013, Jordbruksverket 2014, JO 45 SM 1402

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 24 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

landat i att ettåriga växter såsom jordbruksgrödor drabbas hårdast, och där sker en halvering av normala skördar. Avseende skog uteblir tillväxten för denna växtsäsong, och enstaka träd kommer också att dö. I enskilda mindre vattendrag som även före denna händelse har lågt pH-värde kommer känsliga organismer att slås ut. Reproduktionen och tillväxten hos mindre känsliga arter påverkas också. Större vattendrag påverkas inte nämnvärt.

Miljön kommer främst att påverkas på två sätt av svaveldimman: genom att svavelförgiftning sker direkt på växterna då koncentrationen av svaveldioxid stiger, och genom de *surstötter* som det försurade regnet i slutet av scenariot ger upphov till. Surstötter kallas de tillfälliga genomsköljningar av kraftigt försurat vatten i vattendrag som till exempel kan ske vid snabb snösmältning till följd av att försurande partiklar har ansamlats i snön under vintern⁴⁵. Vi börjar med att beskriva svaveldioxidens påverkan och går sedan in på surt regn.

Svavelförgiftning

Vid starka koncentrationer av svaveldioxid i luften kommer växterna att uppvisa tecken på förgiftning inom loppet av några få timmar vilket kallas *akut* förgiftning. Bladkanterna på växterna avfärgas och blir gula eller gulvita. På barrträd (och långsmala växter såsom gräs) avfärgas topparna. Pågår förgiftningen med något lägre koncentration men under en längre period uppstår *kroniska* skador på växterna. Detta medför att klorofyllet i växterna förstörs och växterna får en sjukligt blekgrön färg, vilket kan liknas vid en tidig höstfärgning. Det kan också göra att bladen blir totalt gula eller bruna och dör och faller av i förtid. Båda dessa förgiftningar påverkar växten som helhet. Eftersom bladen (och barren), som är de organ som ska bereda näring åt växten, delvis eller helt förstörs leder det till en långsam utsvältning av växten. Det gör att tillväxten avtar, förmågan att blomma och sätta frukt försämras, eller till och med att hela växten avtynar och dör.⁴⁶

Utöver de förgiftningssymptom som beskrivits är svavel känt för att påverka växters klyvöppningar, så att de står öppna längre än vad de gör i normala fall. Det uppstår då en förstärkt torkeffekt eftersom växterna avger mer vattenånga till omgivningen med öppna klyvöppningar. Dessutom blir växterna än mer mottagliga för svavel i luften då klyvöppningarna står öppna, vilket accelererar förloppet.⁴⁷

De jordbruksväxter som idag används i jordbruket är förädlade och specialiserade för att ge maximal avkastning, de liknas ibland vid elitiddrottare. Det innebär att växterna är starka och ger god avkastning, även vid torka, men att de är känsliga för andra förändringar i växtförutsättningar och påverkas därmed av scenariot.⁴⁸

Under expertmötet slöt vi oss till att träd generellt är mer motståndskraftiga mot yttre påverkan än ettåriga växter (såsom jordbruksgrödor). ”Det är svårare att ta död på ett träd”. Scenariot kan dock leda till att trädens tillväxt detta år blir kraftigt försämrad. Lihnell (1965) beskriver att barrträd generellt är känsligare för svavelförgiftning än vad lövträd är. Barrträden kan inte ersätta de skadade barren, och därför krävs inte lika höga koncentrationer för att effekterna kan bli ödesdigra.⁴⁹

Det går inte att definitivt säga vid vilka koncentrationer som de nämnda konsekvenserna uppstår, eftersom det påverkas av växtart, växtens härkomst, näringstillstånd, utvecklingsstadium och samverkan med andra luftföroreningar.⁵⁰ 2004 tog Naturvårdsverket fram värden för kritiska nivåer av bland annat svaveldioxid i syfte att modellera kritisk belastning och effekter av luftföroreningar. För skog (och undervegetation) ligger värdet på 20 µg/m³ och för jordbruksgrödor på 30 µg/m³, vilket är medelvärden över ett år eller halvår⁵¹.

⁴⁵ Borg m.fl. (2006)

⁴⁶ Lihnell, D. (1965)

⁴⁷ Expertmöte 2014-05-28

⁴⁸ Expertmöte 2014-05-28

⁴⁹ Lihnell, D. (1965)

⁵⁰ Lihnell, D. (1965)

⁵¹ Mills, G. m.fl. (2004)

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 25 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Enligt WBG (World Bank Group) så kan känsliga växter påverkas vid en exponering av 500 µg/m³ under 8 h och av en exponering på 40 µg/m³ under en växtperiod.⁵² Hela växten dör nödvändigtvis inte men den får akuta bladskador. Fleråriga växter kan ha reserver men tillväxtproduktionen blir nedsatt. Mängden protein och andra näringsämnen i växterna kommer att minska, inte bara stärkelsen. Jordbruksgrödorna i Sverige är ofta ettåriga och kan dö efter en kort tid. Vid 1100 µg/m³ kan det bli mycket stora skador och möjligen leda till att träd dör. Även här finns en stor genetisk variation.⁵³

Darrall (1989) har sammanställt publicerad data över nedsatt fotosyntes för ett urval arter vid kortvarig exponering för svaveldioxid (mindre än 8 timmar). Vid dessa försök uppstår signifikant påverkan på majoriteten av grödor vid 200 och 400 ppb (alltså 524 respektive 1048 µg/m³). Försöket gällde jordbruksgrödorna soja, vete, böna, raps, ris och korn.⁵⁴

I det aktuella scenariot ligger medelvärdet för svaveldioxid omkring 160 µg/m³ under flera veckors tid. Lokalt och över kortare tidsperioder (cirka ett dygn) kan koncentrationerna vara upp till fem gånger så höga och den toppnotering som noteras i Eskilstuna är på 1100 µg/m³. Det betyder att nivåerna i scenariot ligger omkring de värden som WBG, Naturvårdsverket och flera artiklar anser vara nivåer som ger signifikanta skador eller kritisk belastning på miljön.

Surt regn

Det sura regnet i slutet av scenariot kan liknas vid de surstötar som ibland uppstår vid kraftig snösmältning. En tillfällig surstöt kan slå ut vissa biologiska arter i vattendragen. Dock kommer pH-värdet att återhämta sig relativt snabbt eftersom surstöten sköljer igenom systemet, och inte stannar kvar som vid en långvarig allmän försurning.

Det låga pH-värdet i vattendrag leder till sämre reproduktion hos fiskar. Ett lågt pH kan också leda till att fiskar dör genom att aluminium fälls ut, vilket sätter sig på fiskarnas gälar, varpå fisken kvävs. Olika arter är olika känsliga för försurningen. Till de känsligaste fiskarterna hör mört och öring. Även andra biologiska organismer i vattendragen påverkas av försurningen.

Återhämtningen i vattendragen beror dels på ett vattendrags buffringsförmåga (hur stor tillgången är på baskatjoner, alltså joner av magnesium, kalium, kalcium eller natrium). Dels beror det på vattendragets naturliga pH, och även på vilken omsättningstid vattnet i sjöarna har. Omsättningstiden på vatten i sjöar kan vara allt från ½ år till 10 år (eller ännu längre).

Buffringsförmågan i större vattendrag är stor, så där blir konsekvenserna mindre. Det försurade vattnet gör mindre skada då det hamnar i havet eller de stora sjöarna. På så sätt blir effekten sammantaget annorlunda och mer kortvarig än vid långsam allmän försurning av vattendragen.⁵⁵

Det sura regnet kan föra med sig metaller, exempelvis aluminium, från marklagret och föra ut det i vattnet. I sjöar med kort omsättningstid på vattnet kommer aluminiumet att ganska snabbt tvättas ut, men inte om omsättningstiden är lång. Metallerna kan även påverka jordbruksgrödorna. I södra Sverige finns exempelvis mycket kadmium i marken (bland annat i berggrunden). EU har gränsvärden för hur mycket kadmium spannmålen får innehålla, och om dessa överstigs så går de inte att sälja.⁵⁶

Avseende jordbruket så använder man idag olika metoder för att reglera pH-värdet i marken så att det ligger runt 6-7. Det sura regnet i scenariot kommer inte att kunna påverka detta nämnvärt. Däremot kan mager skogsmark vara mer känslig.⁵⁷ Den försurande effekten beror också på jordarten, vilken tillgång på kalk som finns i marken. Scenariot drabbar hela södra Sverige, men framförallt området kring Mälardalen.

⁵² World Bank (2007)

⁵³ Expertmöte 2014-05-28

⁵⁴ Darrall, N. M. (1989)

⁵⁵ Möte med Valinia 2014-05-31

⁵⁶ Expertmöte 2014-05-28

⁵⁷ Expertmöte 2014-05-28

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 26 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Exempelvis är området kring Uppsala kalkrik mark, så där kommer försurningseffekten att vara mindre. I Södermanland är marken naturligt surare, vilket gör området känsligare.

5.3.4 Skyddsvärde 4: Demokrati rättssäkerhet, mänskliga fri- och rättigheter

Som beskrivits i avsnitt 5.2 kommer händelsen 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 kontroll över situationen.

Avseende negativa beteendeförändringar såsom att människor undviker allmänna platser med mycket folk, hamstring eller plundring, omfattande uttag av kontanter eller upplopp och vandalism ser vi inte någon anledning till att det skulle bli ett utbrett problem.

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.

Protester mot myndigheter eller organisationer tror vi i utgångsläget inte kommer att uppstå, mycket på grund av att händelsen har en naturlig orsak och att det inte finns någon aktör att skylla den på. Dock kan ogenomtänkt och klantig hantering av händelsen från någon aktör utlösa protester om människor känner sig lurade eller att särskilt viktig information om händelsen har undanhållits för dem.

Samma resonemang gäller för allmänhetens förtroende för offentliga institutioner.

Vi ser ingen anledning till att kontrollen över offentliga institutioner skulle komma att brista. Vissa myndigheter, såsom Landsting och Socialstyrelsen, kommer att få mycket att göra, men kontrollen försvinner inte.

Även Europa kommer att drabbas av händelsen, och det finns inget i scenariot som skulle kunna leda till att Sveriges anseende internationellt skulle försämrans.

5.3.5 Skyddsvärde 5: Nationell suveränitet

Den nationella suveräniteten påverkas inte av scenariot.

5.3.6 Sammanfattning av bedömningar

Tabellen nedan sammanfattar konsekvensbedömningarna samt indikerar vilken osäkerhet som finns i dem.

Indikator	Konsekvensbedömning	Osäkerhet i bedömningen
Skyddsvärde 1, Samhällets funktionalitet		
Indikator 1.1 Störningar i det dagliga livet	Av sektorerna är det främst sjukvårdssektorn som blir hårt belastad av antalet sjukvårdssökande och oroliga. Produktion av livsmedel baserat på lokala produkter kommer minska.	Kunskapsunderlaget är begränsat.
Skyddsvärde 2: Människors liv och hälsa		
Indikator 2.1 Antal döda	Vi har bedömt att 10 personer inom riskgrupper omkommer i närtid i samband med svaveldimman i Eskilstuna. Fler kommer att dö i hela Mälardalen. Totalt 30-	Begränsat kunskapsunderlag. Det finns forskning om hälsoeffekter och analyser av episoder med höga svavelkoncentrationer, men experter

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 27 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

	99 personer. Vi bedömer att antalet förkortade liv uppgår till omkring 8000 personer i hela det drabbade området.	ger inte helt entydiga tolkningar.
Indikator 2.2 Antal skadade eller svårt sjuka	I det värst drabbade området (Eskilstuna) behöver 2500 personer söka vård. Även i resterande delen av östra Svealand ökar antalet sjuka.	Begränsat kunskapsunderlag. Det finns forskning om hälsoeffekter och analyser av episoder med höga svavelkoncentrationer, men experter ger inte helt entydiga tolkningar.
Indikator 2.3 Brist på uppfyllnad av grundläggande behov	Nej	Låg osäkerhet.
Indikator 2.4 Antal personer som behöver evakueras	Nej	Medel osäkerhet.
Skyddsvärde 3: Ekonomiska värden och miljön		
Indikator 3.1 Totala ekonomiska konsekvenser Direkta under hanteringen av händelsen och inom ett år efter händelsen	Bedömning har ej gått att göra.	Bristfälligt kunskapsunderlag.
Indikator 3.2 Konsekvenser på natur och miljö	Konsekvenserna för ett flertal miljövärden blir stora på kort sikt och små på lång sikt.	Gediget kunskapsunderlag, men ändå svårkvantifierat.
Skyddsvärde 4: Demokrati, rättsäkerhet och mänskliga fri- och rättigheter		
Indikator 4.1: Social oro som ger negativa beteendeförändringar	<1000 personer.	Låg osäkerhet.
Indikator 4.2: Bristande förtroende för offentliga institutioner	Delvis, det är starkt beroende av om misstag görs i hanteringen. Inte annars.	Medel osäkerhet.
Indikator 4.3: Allvarlig påverkan på nationella politiska beslut	Nej	Medel osäkerhet.
Indikator 4.4: Bristande kontroll över offentliga institutioner	Nej, det bedöms inte påverkas av scenariot.	Låg osäkerhet.
Indikator 4.5: Påverkan på Sveriges anseende internationellt	Nej.	Låg osäkerhet. Även övriga Europa drabbas.
Skyddsvärde 5: Nationell suveränitet		
Indikator 5.1: Bristande kontroll över territorium	Nej.	Låg osäkerhet.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 28 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

5.4 Sannolikhet

Avseende sannolikhetsbedömning föreslår vi att den hamnar i spannet ”Mycket låg”, av de fem spann som används i NRFB. Det motsvarar en frekvens i storleksordningen 1 på 10 000 år. Denna bedömning är förknippad med hög osäkerhet och baseras på nedanstående resonemang.

Vulkanutbrott kan delas in i tre kategorier; *explosive*, där volymen av tefra (vulkanisk aska) utgör mer än 95 % av den totala volymen av produkterna som kommer ut från vulkanen, *effusive*, där mer än 95 % av volymen utgörs av lava; och *mixed eruptions*, som är en blandning mellan de föregående kategorierna. Lakiutbrottet tillhör kategorin *mixed eruptions*.⁵⁸

Sammantaget sker det ett vulkanutbrott per 3-4 år på Island⁵⁹. Tabell 1 visar återkomsttiden för explosiva vulkanutbrott på Island som en funktion av indexet VEI, the Volcanic Explosive Index. Indexet baseras på ett flertal parametrar som volymen aska, höjden av utbrottspelaren, varaktigheten av utbrottet och en kvalitativ beskrivning.⁶⁰ VEI är logaritmiskt, vilket innebär att en ökning med en enhet motsvarar en tiobubbling av volymen tefra som släpps ut. Indexet går upp till 8, men det finns ingen evidens för att det har förekommit vulkanutbrott på Island med högre värden än 6⁶¹.

Enligt den databas över tidigare vulkanutbrott som the Global Volcanism Program har upprättat så klassas storleken av Laki-utbrottet som VEI 4.⁶² Andra källor ifrågasätter skattningen och argumenterar för att Laki-utbrottet 1783 borde klassas som VEI 6.⁶³ Svårigheten att göra en bedömning av klassningen beror till stor del av otydligheten av hur indexet VEI definieras, vilket i sin tur leder till att det är svårt att göra en noggrannare uppskattning av återkomsttiden för ett vulkanutbrott av Lakis storlek baserat enbart på VEI-klassningen.

Tabell 1. Återkomsttiden för vulkanutbrott på Island som funktion av funktion av VEI. (Gudmundsson m. fl., 2010)

VEI	Återkomsttid [år]
1	10
2	10
3	10-20
4	30-50
5	100-200
6	500-1000

Tabell 2. Återkomsttiden för vulkanutbrott på Island som funktion av utbrottets storlek. (Gudmundsson m. fl., 2010)

Volym DRE [km ³]	Återkomsttid [år]
< 0,01	5-10
0,01-0,05	5-10
0,05-0,1	10
0,1-0,5	10-20
0,5-1,0	50
1-5	100
5-10	500
>10	500-1000

Storleken av effusiva vulkanutbrott beskrivs med utbrottsvolymen mätt i *DRE, Dense Rock Equivalent*. Tabell 2 visar hur återkomsttiden har varierat historiskt för vulkanutbrott på Island som funktion av utbrottsvolymen. Enligt Gudmundsson m. fl. (2010) så resulterade Laki-utbrottet i 14 km³ DRE, vilket talar för en återkomsttid på 500-1000 år.

⁵⁸ Thordarson och Larsen (2007)

⁵⁹ Gudmundsson m. fl. (2010)

⁶⁰ <http://volcanoes.usgs.gov/images/pglossary/vei.php>, 2014-10-21

⁶¹ Gudmundsson m. fl. (2010)

⁶² <http://www.volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=373010>, 2014-10-21

⁶³ Se exempelvis <http://www.decodedscience.com/volcanic-explosivity-index-big-icelands-bardarbunga-eruption/49683> och <http://en.wikipedia.org/wiki/Laki>, 2014-10-21

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 29 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Schmidt m.fl. (2012) har specifikt gjort en bedömning av sannolikheten för att en vulkan på Island ska få ett utbrott i samma storleksordning som Laki. Denna bedöms till en på 200 till 500 år, vilket är en något högre sannolikhet än den som kan uppskattas från de data som Gudmundsson m. fl. (2010) ger. I bedömningen av den totala sannolikheten för att scenariot använder vi oss av uppgifterna från Schmidt m. fl. (2012).

Sannolikheten för att det bildas en svaveldimma som lägger sig över Sverige beror, förutom sannolikheten för att det blir ett vulkanutbrott, grundar vi även på sannolikheten för att de meteorologiska förhållandena är sådana att vulkangaserna trycks ner över Sverige. Sannolikheten för att Skandinavien sommartid får ett långvarigt högtryck, en så kallad blockering, är uppskattningsvis 10 %.⁶⁴

Det bör beaktas att konsekvenserna i scenariot på miljön (till exempel jordbruksproduktionen) och på hälsan (för pollenallergiker) inte skulle bli lika stora om svaveldimman hade legat över Sverige en vinter istället för en sommar. Under vintern är högtrycken inte heller lika stabila utan har en kortare varaktighet vilket också skulle mildra konsekvenserna av svaveldimman. Laki-utbrottet pågick under åtta månader, men var inte konstant över tiden. Sannolikheten för att ett nytt utbrott ska pågå under sommaren som i scenariot är grovt räknat 50 %.

Sammantaget uppskattar vi att ett Laki-liknande utbrott på Island som leder till en svaveldimma över Sverige såsom den beskrivs i scenariot kan inträffa en gång på 4000-10000 år. Att en svaveldimma uppstår med mindre konsekvenser för Sverige – till följd av ett mindre utbrott, ett annat väderläge eller att utbrottet sker på en annan tid på året – är sannolikare, uppskattningsvis en på 500-2500 år.

5.5 Osäkerhet

Det finns osäkerheter i denna analys av svaveldimma, både förknippat med de bedömda konsekvenserna och med bedömningen av sannolikhet. Vi har efter bästa förmåga baserat bedömningarna på litteratur eller expertbedömningar. Som framgår av den sammanfattande tabellen ovan är kunskapsunderlaget olika för de olika bedömningarna. Avseende hälsa går det att hitta forskning på partiklar och på olika gaser, men inte lika mycket på hälsokonsekvenser av just utsläpp från vulkaner. Tolkningar har behövt göras och expertutlåtandena har i detta fall inte varit entydiga. 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. I detta avsnitt beskrivs de viktigaste osäkerheterna i scenario och konsekvensbedömningar, några osäkerheter återkommer sedan som känslighetsparametrar i nästföljande avsnitt.

Det finns en lång rad osäkerheter i scenariot om hur stora koncentrationer av gaser och partiklar, specifikt svaveldioxid och sulfatpartiklar/aerosoler, som förs över till Sverige vid ett vulkanutbrott liknande Laki. 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 svavelsyre-aerosoler.

Innehållet av svaveldimman i scenariot bygger på de uppskattningar som Thordarsson och Self (2003) har gjort av vad som släpptes ut vid Laki. Ett nytt vulkanutbrott skulle även kunna innehålla andra gaser eller ha andra proportioner mellan koncentrationen av gaserna. Om utsläppet exempelvis skulle innehålla stora mängder vätefluorid skulle dessa eventuellt kunna föras över till Sverige och orsaka stor skada här eftersom HF är extremt giftigt för växter, människor och djur. Framför allt djur som betar utomhus riskerar då att drabbas av fluoros.

⁶⁴ Diaio m.fl., (2006)

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 30 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

När vi har beräknat sammansättningen av svaveldimman har vi antagit att väderförhållanden är sådana att svaveldimman förs över till Europa med ett centrum över Sverige och att utbrottet sker i juni då det ger värsta möjliga konsekvenser på vegetationen och på människors hälsa. Detta, tillsammans med det faktum att vi har valt att lägga oss i den övre delen av osäkerhetsintervallet som avspeglar osäkerheterna ovan, gör att scenariot avspeglar ett ”värstascenario” över ett modernt Laki-utbrott. Ett sätt att sänka osäkerheten i hur gaserna omvandlas och transporteras till Sverige skulle vara att genomföra fullskaliga 3-D atmosfärskemiska modellsimuleringar. Något som SMHI och FOI håller på att utveckla i ett MSB-finansierat 2:4-projekt, som ska kunna bidra med bättre uppskattningar av koncentrationer från 2015⁶⁵.

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.⁶⁶

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. Vi vet att växtligheten påverkades under Laki-utbrottet och vissa källor talar om att vegetationen brändes sönder. Hur odlingar påverkas är också osäkert eftersom vi idag till stor del odlar andra grödor än man gjorde 1783. Den missväxt som svaveldimman resulterade i 1783 skulle inte nödvändigtvis få samma uttryck idag.

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 på den så kallade ”försurningsbananen” 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.

5.6 Känslighetsanalys

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

Laki-utbrottet år 1783 har stått modell för scenariot som har utvecklats inom ramen för den nationella risk- och förmågebedömningen. Det finns pedagogiska skäl till att flytta Laki-utbrottet till modern tid eftersom vi lättare uppfattar risker för händelser som redan har inträffat. Men om det inträffar ett nytt utbrott från en sprickvulkan på Island så finns det ingenting som talar för att det skulle vara av samma storleksordning som Laki-utbrottet. Utsläppen skulle kunna vara större eller mindre. Om svaveldimman skulle föra med sig vätefluorid skulle dess konsekvenser bli långt mer allvarliga, både för människors och för djurs hälsa samt för miljön.

Hade väderläget inte varit så stabilt som beskrivs i scenariot skulle konsekvenserna bli betydligt mildare. Dimman skulle inte tryckas ned till marknivå och stanna kvar på samma plats lika länge och därmed inte ge lika omfattande konsekvenser.

Om vulkanutbrottet hade skett på vinterhalvåret hade det blivit ett mildare scenario, dels på grund av att väderläget mest troligt är mer turbulent under vintern och dels genom att konsekvenserna på hälsa och

⁶⁵ Projekt: *Beredskapssystem för luftspridning av vulkanaska och vulkaniskt orsakade atmosfärskemiska gaser och partiklar samt skogsbrandrök och biologisk smitta*

⁶⁶ WHO, (2005)

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 31 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

miljö hade blivit något mindre. Då skulle inte svaveldimman sammanfalla med pollensäsongen, vilket hade underlättat för en del av befolkningen. Växter hade inte påverkats lika mycket eftersom dimman inte hade sammanfallit med den viktiga tillväxtperioden.

Tillkommande känslighetsaspekter är till exempel om någon eller några av de som avlider på grund av svaveldimman inte tillhör någon av riskgrupperna. Då kommer oron att bli betydligt starkare än om de tillhör riskgrupperna. Oron kan också stiga om det blir en medial händelse att experter inte kan enas om bedömningar av konsekvenser.

Om svaveldimman samverkar med olika luftföroreningar, exempelvis marknära ozon, kan konsekvenserna bli betydligt mer omfattande.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 32 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

6 Slutsatser

Konsekvenser

De största konsekvenserna av det analyserade scenariot uppstår inom hälsa och miljö. Vi bedömer att händelsen kommer att leda både till dödsfall under händelsen (10 stycken i Eskilstuna under tiden då det är som värst) och att många människor är i behov av vård (2500 personer). Så gott som alla är i ett stort behov av information. De långsiktiga effekterna ger 8000 för tidiga dödsfall.

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.

På kort sikt ger också svaveldimman stora miljökonsekvenser. Växter kommer att påverkas av svaveldioxid och dö bort, vi bedömer att så mycket som hälften av skördarna inom jordbruket kan gå förlorat detta år. 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 på enskilda jordbrukare, men det blir också ett problem att utfodra djur då så stor del av skördarna och betet förväntas gå om intet. Här är möjligheterna till import i rätt mängd och i rätt tid mycket begränsade, jämfört med livsmedelsförsörjningen som vi inte tror kommer bli problematisk. Dock kan många näringsidkare inom livsmedelsförsörjningen drabbas av att det blir svårare att sälja varor från regionen.

Utmaningar

Trots de uppenbara utmaningarna och den oro som scenariot bidrar till ansåg inte deltagarna vid analysworkshopen att det föreliggande scenariot var inom "det värsta" som kunde tänkas drabba Sverige.

Den största utmaningen kommer att bli att hantera den stora oron och att få ut korrekt information. För att få ut informationen krävs samordning mellan myndigheter så att inte budskapet blir motsägande och splittrat. Det krävs också att det går att få tag i bra mätdata att göra konsekvensbedömningar och forma råd utifrån. Inledningsvis kommer man inte veta vad dimman innehåller och i vilka koncentrationer, utan bara observera dess effekter på vegetationen och på människors hälsa. Både att få tag i information om vad svaveldimman innehåller och koncentrationer (från simuleringar eller uppmätta värden) och att därefter tolka dessa data kommer att vara utmanande.

Hanteringen av stora mängder av vårdsökande hör också till en av de största utmaningarna av scenariot. Detta, samtidigt som det kan vara svårt att få ihop tillräcklig arbetskraft på grund av semesterar, ökade sjukskrivningar och VAB.

Lärdomar/slutsatser

Det är mycket viktigt att få ut information tidigt till allmänhet och till vissa yrkeskategorier, och att denna information är koherent från olika myndigheter. Genom detta kan det gå att stävja exempelvis att människor med enbart lindriga symptom uppsöker sjukvård. Landstinget är beroende av information från nationell nivå för att kunna ge rätt råd till allmänheten, till yrkeskåren och till patienter.

Den osäkerhet om hur vi påverkas av SO₂ och partiklar som fanns vid analysen av scenariot kommer att bestå den dagen svaveldimman kommer. Det kommer alltså inte spela så stor roll om vi kan förutsäga hur stora koncentrationerna kan bli eftersom vi ändå inte vet vad det för med sig för konsekvenser. Sammantaget är osäkerheterna mycket stora kring hur stora konsekvenserna skulle bli för det svenska samhället av ett nytt vulkanutbrott på Island, de skulle kunna bli både mer och mindre omfattande.

Ansatsen i analysen har varit bred för att täcka in en så stor del av samhällskonsekvenser som möjligt. Det har inneburit att analysen inte når lika djupt i alla frågeställningar då det inte funnits möjlighet till det. Exempelvis har frågan om hur flygtrafiken påverkas och vilka konsekvenser det ger fått stå undan. Analys av ekonomiska konsekvenser på grund av händelsen är också ett område som kan utredas närmare.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 33 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

7 Referenser

7.1 Tryckt material

Andersson, E. (2011). *Vulkanisk svaveldimma, risken att det drabbar Sverige*, examensarbete i vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.

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

Darrall, N. M. (1989) *The effects of air pollutants on physiological processes in plants*. Publicerad i *Plant, Cell and Environment* 12, 1-30. 1989.

Diao, Y., Jianping, L., och Dehai, L., (2006) *A New Blocking Index and its Application: Blocking Action in the Northern Hemisphere*. *J. Climate*, 19, 4819–4839.

Djurberg, B. (2013). *Hur världens huvudcykelstad blev världens smoghuvudstad. En studie över Pekings luftföroreningar 1980-2013*. Uppsats vid språk- och litteraturcentrum vid Lunds universitet.

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

Jordbruksstatistisk årsbok 2013

Lihnell, D. *Luftföroreningarnas inverkan på växter*. Utgiven i *Växtskyddsnotiser*, årgång 29, nummer 2-3, 1965.

Lippmann, M. (1989). *Background on Health Effects of Acid Aerosols*. *Env. Health Perspectives*, Vol. 79, 3-6.

Mills, G.; Pleijel, H.; Büker, P.; Braun, S.; Emberson, L.; Harmens, H.; Hayes, F.; Simpson, D.; Grünhage, L.; Karlsson, P-E; Danielsson, H.; Bermejo, L.; Gonzales Fernandez, I. *Mapping Critical Levels for Vegetation*, kapitel i *Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends*. 2004 (uppdaterad 2010 och 2011).

Mossberg Sonnek, K; Mårtensson T. (2014) *Underlag för utvecklingen av scenariot svaveldimma*. Totalförsvarets forskningsinstitut. FOI Memo 4813

Nielsen, C.P. och Ho, S.H. (2007). *Air Pollution and Health Damages in China: An introduction and Review*. In: *Clearing the Air: The Health and Economic Damages of Air Pollution in China*. Cambridge and London: MIT Press, 3-50.

Schmidt, A., Ostro, B. Carslaw, K.S., Wilson, M., Thordarson, Th., Mann, G.W. och Simmons, A.J. (2011), *Excess mortality in Europe following a future Laki-style Icelandic eruption*. *Pnas*, Vol. 108, no. 38, 15710-15715.

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.

Stothers, R.B. (1996). *The great fog of 1783*. *Climatic Change* 32: 79-89, 1996

Thordarson, Th. och Self, S. (2003). *Atmospheric and environmental effects of the 1783-1784 Laki eruption: A review and reassessment*. *Journal of Geophysical Research* Vol. 108.

Thordarson, T. och Larsen, G. (2007). *Volcanism in Iceland in historical time: Volcano types, eruption styles and eruptive history*. *Journal of Geodynamics*, 43, 118-152.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 34 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Watanabe, M., Hokazono, A., Handa, T., Ichino, T. och Kuwaki, N. (2006), *Corrosion of copper and silver plates by volcanic gases*, Corrosion Science 48, 3759-3766.

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

Wichmann, H.E., Mueller, W., Allhoff, P., Beckmann, M., Bocter, N., Csicsaky, M.J., Jung, M., Molik, B. och Schoenberg, G. (1989). *Health Effects During Smog episode in West Germany in 1985*. Env. Health Perspectives, Vol. 79, 89-99.

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

World Bank (2007). *Cost of Pollution in China. Economic Estimates of Physical Damages*. Conference Edition. www.worldbank.org/capenvironment.

7.2 Internet, dagspress och radio

NRK.no 2014-09-10 *Meteorolog: - Gasslukten på norskekysten kan stamme fra Bárðarbunga-vulkanen*

DN 2014-09-11 *Fisdimma svepte in över Västerbotten*

Västerbottens-kuriren 2014-09-11 *Illaluktande dimma i inlandet*

Västerbottens-kuriren 2014-09-13 *Forskare bekräftar: gas från Island i länet*

<http://www.krisinformation.se>

<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/>

<http://gis.icao.int/volcano/>

www.naturvardsverket.se/lufternisverige

<http://goparallel.sourceforge.net/intel-aims-protect-electronics-air-pollution-damage/>,

<http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%20e%20fakta/Jordbrukets%20ekonomi/JO45/JO45SM1402/JO45SM1402.pdf>

<http://volcanoes.usgs.gov/images/pglossary/vei.php>

<http://www.volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=373010>

<http://www.decodedscience.com/volcanic-explosivity-index-big-icelands-bardarbunga-eruption/49683>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Laki>

7.3 Presentationer

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

Presentation Thor Thordarsson, Institute of Earth Sciences, University of Iceland 2014-04-08

Presentation Viðir Reynisson, Department of Civil Protection and Emergency Management 2014-04-09

Presentation Icelandic Met Office, 2014-04-09

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 35 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Bilaga 1. Deltagare vid expertmötet om svaveldimmans direkta effekter på hälsan och miljön

Deltagare under mötet den 28 maj 2014:

Namn	Organisation
Pär Aleljung	Livsmedelsverket, dricksvatten
Anders Bucht	FOI, CBRN-skydd och säkerhet
Erik Nordkvist	Statens veterinärmedicinska anstalt, foder
Håkan Pleijel	Göteborgs universitet, Institutionen för biologi och miljövetenskap
Tyge Sjöstrand	Stockholms universitet, Institutionen för tillämpad miljövetenskap
Magnus Svartengren	Uppsala universitet, Institutionen för medicinska vetenskaper

Salar Valinia, från Sveriges Lantbruksuniversitet, gav synpunkter i efterhand (den 2 juni) på vilka effekter scenariot kan ge på försurningen av vattendrag.

FOI MEMO	Datum/Date 2014-10-24	Sida/Page 36 (36)
Titel/Title Svaveldimma över Sverige från vulkanutbrott på Island – en analys inom Nationell risk- och förmågebedömning		Memo nummer/number FOI Memo 5087

Bilaga 2. Deltagare vid workshop om hantering av svaveldimman

Deltagare under mötet den 22 september 2014:

Namn	Organisation
Anne von Stapelmohr	MSB (SI)
Alexandra Nordlander	MSB (SI-BER)
Magnus Thelander	SVA
Johan Carlstedt	Socialstyrelsen
Hans Ivarson	Region Skåne
Manu Thomas	SMHI
Christer Persson	SMHI
Sofi Holmin Fridell	SMHI
Niklas Brännström	FOI
Ida Knutsson	Folkhälsomyndigheten
Joel Mård Larsson	Rikspolisstyrelsen

Uppföljande telefonsamtal har i efterhand genomförts med Thorbjörn Ohlsson, Landstinget Sörmland, Katarina Reigo, Eskilstuna kommun, Helen Sabelström, Naturvårdsverket, Håkan Blomgren, IVL Svenska Miljöinstitutet och Göran Andersson, Östra Sveriges luftvårdsförbund.