

# Eyjafjallajökul 2010 - orsaker, konsekvenser och handlingsplan

## Innehåll

Inledning.....	2
Plattektonisk omgivning.....	2
Historiskt.....	2
Nutid.....	3
Vulkanism.....	3
Eyjafjallajökull.....	4
Utbrottet 2010.....	5
Fimmvörðuháls.....	6
Eyjafjallajökull.....	7
Konsekvenser.....	8
Lokala.....	8
Globala.....	8
Slutsats.....	8
Handlingsplan.....	10
Övervakning .....	10
Lokalt.....	10
Jökulhlaups och laharer.....	10
Asknedfall.....	11
Globalt.....	11
Källförteckning.....	12

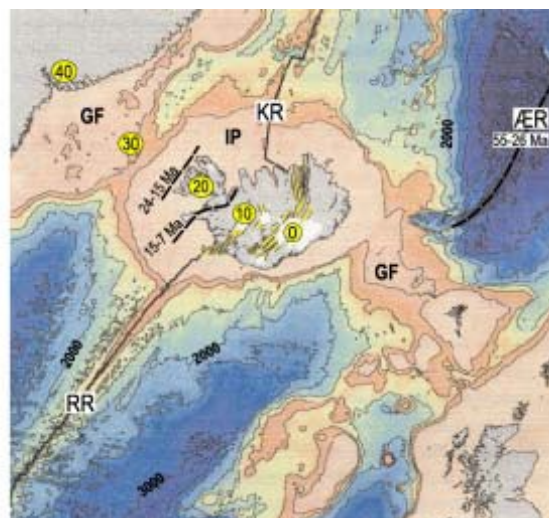
## Inledning

I denna rapport har jag valt att skriva om utbrottet Eyjafjallajökull fick 2010, ett utbrott jag själv följde väldigt nära via vetenskapsbloggar, webbkameror och framförallt via Isländska Meteorologiska Kontorets (IMO) liveuppdaterade seismisk information. Rapporten kommer inledas med en allmän genomgång av den plattektoniska omgivning som ger upphov till den isländska vulkanismen, därefter kommer jag att fokusera på Eyjafjallajökull och beskriva denna vulkan mer i detalj. Sedan beskriver jag utbrottet i sig, initialt utbrottet vid Fimmvörðuháls och sedan det större utbrottet av Eyjafjallajökull. Slutligen följer en genomgång av utbrottets konsekvenser, både lokalt och mer globalt med en avslutande slutsats följt av en handlingsplan för att minimera riskerna vid framtida utbrott. En handlingsplan som i stort är baserad på redan etablerade varningssystem och evakueringsplaner.

## Plattektonisk omgivning

### Historiskt

Det som nu är den isländska mantelplymen tror man bildades redan för 130 miljoner år sedan, då troligen placerad under vad som nu är sydöstra Kanada. Däremot är man betydligt mer säker om att central Grönland befann sig över denna mantelplym när nordöstra Atlanten började öppna sig för 60-55 miljoner år sedan. Vid ca 55 Ma bildades den första oceaniska skorpan mellan nordvästra Europa och Grönland strax nordöst om plymen längs med den nu inte längre aktiva Aegeriska ryggen. Vid 36 Ma inleddes en andra omgång av kontinental uppbrytning som gav upphov till Jan Mayens mikrokontinent och inledde skapandet av den mittoceaniska ryggen Kolbeinsey som under 11 miljoner år var aktiv tillsammans med Aegeriska ryggen, vilken sedermera blev inaktiv. Under de återstående 25 miljoner åren har Island långsamt vandrat över plymen som nu befinner sig under nordvästra Vatnajökull.

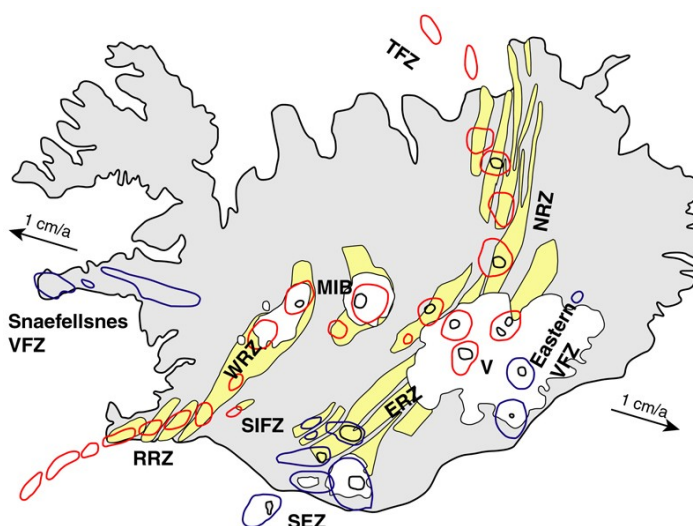


Under dessa 25 miljoner åren har den isländska riftzonen förflyttat sig fyra gånger för att genomgående befinna sig strax över mantelplymen, detta har skett vid 24, 15, 7 och 3 Ma. Innan 8 Ma skedde kontinentalriftning på Island vid Snæfellsnes och Skagi i nu nordvästra

Island. Vid 7 Ma inleddes en ny aktiv riftzon, WRZ-NRZ (Western Rift Zone och Northern Rift Zone) vilket senare utökades med ERZ (Eastern Rift Zone) där med ERZ och WRZ är parallellt aktiva. Under tiden har riftningen vid Snæfellsnes och Skagi blivit inaktiv. Riftningen vid WRZ respektive ERZ sker om vartannat och ERZ propagerar långsamt söderut. För närvarande är ERZ den aktiva riftzonen. (Trønnes, 2003)

## Nutid

Under Island möts astenosfären den 200 km breda mantelplym som för närvarande befinner sig under Vatnajökull, detta ger upphov till kontinental upplyftning och en förtjockad skorpa under Vatnajökull. Här är skorpan hela 40 km tjock och tjockleken minskar med avstånd ned till mindre än 20 km tjocklek. Aktiv vulkanism ser vi på flera olika ställen på Island, centrerade på dessa yngre och något äldre riftzoner, men även utanför riftzonerna. Aktiva vulkaner längst med riftzonerna finner vi vid WRZ, ERZ, NRZ och Reykjanes, vulkaner på dess flanker finns söder och öster om ERZ och vid den gamla riftzonen Snæfellsnes. De kanske mest kända isländska vulkanerna finns till söder och öster där Grímsvötn ligger under Vatnajökull mitt ovanför mantelplymen och Eyjafjallajökull, Katla, Hekla och Surtsey ligger söder om ERZ och räknas inte som riftzonvulkaner.



Jordbävningar sker regelbundet på Island och sker primärt vid TFZ (Tjörns Fracture Zone) som är en förkastningszon som kopplar samman NRZ med Kolbeinseys rygg samt SIFZ (South Iceland Fracture Zone) som kopplar samman ERZ med Reykjanes ryggen. Seismisk aktivitet är också vanlig vid de olika vulkanerna. (Trønnes, 2003)

## Vulkanism

Isländsk karakteriserad av spricksvärmar, centrala vulkaner eller båda två samtidigt som ha en livstid på mellan 0,5 och 1,5 miljoner år. De aktiva vulkanerna bildar 30 vulkaniska bälten som i stort följer riftzonerna, där Snæfellsnes bildar ett eget vulkaniskt bälte i väster och Öräfi bildar ett i öster. Av dessa 30 vulkaniska bälten består 20 av spricksvärmar, 15 av centrala vulkaner och fyra består av dubbla centrala vulkaner. Spricksvärmarna och de centrala vulkanerna är troligen en

funktion av två olika typer av magmareservoarer där spricksvärmarnas magmakammare är djupt belägna och är utdragna i riktning med riftzonen och centralvulkanerna har en grund magmakammare. På grund av Islands unika geologi och förutsättning så sker det här vulkaniska eruptioner av alla möjliga former, med undantag för diatremiska eruptioner.

Under de senaste 1100 åren har man noterat 205 vulkaniska utbrott på Island, varav 192 stycken var enskilda eruptioner och resterande var eruptioner hos flera vulkaner samtidigt. Av de där man känner till typen av eruption är 78% explosiva, 9% effusiva och 13% en kombination av dessa två. Där man känner till vart utbrottet var lokaliserat så var 80% lokaliserat vid EVZ varav de fyra mest aktiva vulkaniska bältena gav upphov till 132 av 137 utbrott. Av alla kända utbrott under denna tid skedde 90% i en central vulkan eller i samband med denna. Av dessa var 70% mindre basaltiska eruptioner. Resterande 10% skedde vid spricksvärmar och var alltid basaltiska. Antalet eruptioner per hundra år har ökat från 10 före 1200-talet till 27 efter 1600-talet. Detta kan dock åtminstone delvis bero på bättre rapportering, men kan också delvis bero på en faktisk ökning av antalet eruptioner.

Sett till volym så har de historiska eruptionerna mätt i DRE (Dense Rock Equivalent) gett upphov till 62 km<sup>3</sup> lava och 25 km<sup>3</sup> tefra där 79% är basalt, 16% andesit och 5% ryolit och dacit. Även volymmässigt har EVZ varit den mest aktiva zonen och har stått för 82% av den totala volymen och de fyra mest aktiva vulkaniska systemen har stått för ~79% av den totala volymen. (Thordarson & Larsen, 2007)

Dessa siffror för de senaste 1100 åren skiljer sig inte markant från motsvarande siffror för alla postglaciala eruptioner på Island. (Thordarson & Höskuldsson, 2008)

## Eyjafjallajökull

Eyjafjallajökull ligger på södra Island, är en del av den östra vulkaniska zonen och ligger strax söder om ERZ propagerande spets. Den är 1666 meter hög och har en area på 300 km<sup>2</sup> och består av en central vulkan och det finns inga tillhörande spricksvärmar. Denna vulkan har en subglacial grund och har ibland fått subglaciala och ibland subaeriala utbrott och är därför komposit, den går varken att klassificera som en strato- eller som en sköldvulkan. Däremot liknar den morfologiskt rätt väl en sköldvulkan.



(Thordarson & Larsen, 2007) Eyjafjallajökull är också med sina 0.78 miljoner år en av de äldsta aktiva vulkanerna på Island. (Sturkell, 2010)

Det finns rapporter om historiska utbrott hos Eyjafjallajökull genom historiska beskrivningar och via tefrokronologiska studier. Man har funnit lager av tefra som tyder på att Eyjafjallajökull har haft utbrott runt år 500, 935 och 1821. (Dugmore et al, 2009) Det finns även historiska rapporter om ett utbrott vid 1613 och om utbrottet 1821 – 1823. (Larsen, Dugmore & Newton, 1999) De historiska utbrotten har varit små med en total magmaproduktion på mindre än 0.1 km<sup>3</sup> där det största explosiva utbrottet skedde 1821 – 1823 och landande på VEI 2 (Gudmundsson et al, 2008) med en produktion av 0.004 km<sup>3</sup> tefra. (Larsen, Dugmore & Newton, 1999) Det mest effusiva utbrottet skedde 935 – rapporterat här som år 920 – och gav upphov till 0.05km<sup>3</sup> lava. (Gudmundsson et al, 2008)

Innan 1991 finns det ingen detaljerad information om seismisk aktivitet vid Eyjafjallajökull, men efter att det vid den tidpunkten och sedan de närmaste två åren har installerats ett antal digitala seismiska stationer så har möjligheten att mäta och tolka den seismiska aktiviteten ökat markant. Analys av denna aktivitet ger att det troligen skedde totalt tre intrusioner mellan 1991 och 2008. De två största skedde 1994 och 1999 i samband med markdeformation mätt med InSAR och större svärmar av jordbävningar. En analys av dessa jordbävningar ger en smal kanal från manteln upp mot markytan vid den norra delen av vulkanen med en aseimisk lucka vid 5 till 8 km djup som tolkas som en möjlig magmakammare. Den tredje intrusionen skedde 1996 med en svärm jordbävning med djupa epicenter, vilket är anledningen till att man inte kunde mäta någon markdeformation. Vid intrusionen 1999 migrerade också magman söderut i samband med den maximala markdeformationen i söder. (Hjaltadóttir, Vogfjörð & Slunga, 2009)

## **Utbrottet 2010<sup>1</sup>**

Den inledande seismiska aktiviteten och magmarörelser som skulle ge upphov till Eyjafjallajökulls utbrott 2010 inleddes redan tidigt året innan. Under mars månad 2009 skedde flera djupa jordbävningar nära Moho under Eyjafjallajökull, denna seismiska aktivitet fortsatte sedan under de närmaste månaderna fram till augusti samma år. (Hjaltadóttir S, Vogfjord KS, 2010) Interferogram och cGPS och visade fram till april 2010 på en total upplyftning på 60 cm och skedde något mot söder. Denna markdeformation motsvarar en horisontell intrusion på  $5.3 \times 10^7$  m<sup>3</sup> magma på ungefär 5 km djup. Denna intrusion skedde på ungefär samma

---

<sup>1</sup>Det förefaller inte finnas många vetenskapligt publicerade artiklar som beskriver Eyjafjallajökulls utbrott 2010. Däremot finns det många abstrakts från presentationer på geologiska konferenser, därför kommer jag i denna avdelning utgå från dessa.

plats och samma djup som intrusionerna 1994 och 1999 men var dock 2-3 gånger större än dessa. (Aoki Y, 2010)

December 2009 så inleddes en ny svärm av seismisk aktivitet under Eyjafjallajökull. Denna gång var den seismiska aktiviteten lokaliserad till den östra sidan av vulkanen och skedde i två kluster med 9-11 respektive 2-4 km djup. Under februari började den seismiska aktiviteten långsamt migrera mot SSE, vilket indikerar skapandet av ett antal lagergångar på 4-9 km djup. En markant ökning av den seismiska aktiviteten skedde från och med den 3:e mars och den 17:e samma månad började aktiviteten närma sig ytan under glaciären. Däremot ändrade den seismiska aktiviteten abrupt riktning den 20:e mars i den överst delen på 2-3 km djup mot Fimmvörðuháls som ligger ca 4 km från den ursprungliga magmakanalen. (Hjaltadottir S, Vogfjord KS, 2010)

### **Fimmvörðuháls**

Det inledande utbrottet skedde vid Fimmvörðuháls som ligger mitt mellan glaciärerna Eyjafjallajökull och Mýrdalsjökull den 20:e mars som en 500 meter lång sprickeruption. Dagarna därefter kunde man observera tiotalet 100 meter höga lavafontäner längs med denna spricka. Utbrottet var i huvudsak effusivt och lavan avancerade långsamt norrut och gav upphov till lavafall ned i Hrunagil och Hvannárgildalarna. Den 31:a mars noterade man att en ny sprickeruption precis norr om den första inleddes och fram till den 6:e april gav båda dessa upphov till lava. Därefter skedde utbrottet bara i den norra delen fram till den 12:e april då utbrottet vid Fimmvörðuháls var över. (Venzke et al, 2010)



Under detta inledande utbrott skedde den huvudsakliga seismiska aktiviteten vid den böj i magmakanalen som jag tidigare nämnt. (Hjaltadottir S, Vogfjord KS, 2010) Utbrottet gav upphov till  $2.5 \times 10^7$  m<sup>3</sup> tefra och lava, i huvudsak som lava. Magman som gav upphov till utbrottet av primitiv alkali-basaltisk med 46 vikt% SiO<sub>2</sub> med en temperatur på i genomsnitt 1160 som inte förändrats med djupet. (Keiding JK & Sigmarsson O, 2010)



## **Eyjafjallajökull**

Bara två timmar innan det större utbrottet vid Eyjafjallajökull startade den seismiska aktiviteten strax söder om vulkankratern. Den seismiska aktiviteten skedde i två kluster på 5.5–77 och 0–3 km djup, vilket indikerar en magma kammare mellan dessa två kluster. Efter utbrottet inletts så minskade



tillfälligt den seismiska aktiviteten. (Hjaltadottir S, Vogfjord KS, 2010) Klockan 13:30 inleddes således utbrottet och var på grund av låg inledande magmaproduktion subglacial, vid 18:00 hade utbrottet trängt genom glaciären och den första askplymen kunde ses. Under kvällen och natten ökade intensiteten markant och var phreatomagmatisk med inslag av vulkanian karaktärsdrag och askplymen var 6-9 km hög. Under de två första dagen skedde ett antal jökulhlaups utför Gígjökull vilka inte orsakade någon större skada. Tefran som producerades under denna tiden var mycket finkornig där upp till 20 vikt% var mindre än 10um och asknedfallet var speciellt omfattande den 17:e april. Efter de inledande två dagarna med phreatomagmatisk eruption så minskade tillgången till vatten och utbrottet blev mer magmatiskt där både lava och tefra producerades. Detta fortsatte sedan utan större variation i två veckor. (Gudmundsson MT et al, 2010)

Den 3:e maj inleddes en ny period av högre seismisk period, denna skedde från början på stort djup och närmade sig under två dagar ytan. Detta implicerar att ny magma tillfördes från stort djup direkt till utbrottets öppning. (Hjaltadottir S, Vogfjord KS, 2010) När denna magma nådde ytan den 5:e maj inleddes också en period av ökad intensitet i utbrottet. Utbrottet fortsatte sedan fram till den 19:e maj då det minskade avsevärt för att slutligen tre dagar senare helt upphöra. Under utbrottet producerades 0.1–0.2 km<sup>3</sup> DRE tefra och lava, varav 10-20% som lava. (Gudmundsson MT et al, 2010) Magman som gav upphov till detta utbrott skilde sig från det som gav upphov till det inledande utbrottet vid Fimmvörðuháls i det att det var i huvudsak trachyandesit med 60 vikt% SiO<sub>2</sub>, magman hade också en lägre och mer varierad temperatur. (Keiding JK & Sigmarsson O, 2010)

## Konsekvenser

### Lokala

Vid två tillfällen valde man att evakuera de boende vid Eyjafjallajökull. Första evakueringen skedde direkt efter första utbrottet vid Fimmvörðuháls då 600 personer evakuerades, dessa fick snart återvända till sina hem. En andra evakuering skedde söder om Eyjafjallajökull när det större utbrottet skedde, i detta fall fick många stanna kvar på evakueringsplatserna i flera dagar. (Bird DK, Gísladóttir G & Dominet-Howes D , 2010)

Jökulhlaups är en allvarlig risk vid subglaciala eruptioner och detta utbrott gav upphov till några jökulhlaups som gick mot norr och en mindre mot söder, ingen av dessa orsakade någon större skada. (Gudmundsson MT et al, 2010)

Det förekom omfattande asknedfall över delar av Island, med maximalt djup på sju meter precis intill utbrottet. Upp till åtta km från utbrottet så föll det upp till 5-6 cm aska per dag med en area på 3000 km<sup>2</sup> som fick minst 0.5 cm aska med ett maximalt avstånd på 80 km från utbrottet. (Larsen G et al, 2010) Det är ännu för tidigt för att man ska kunna säga något om de långsiktiga konsekvenserna för hälsan hos djur och människor på grund av det här asknedfallet.

### Globala

De globala konsekvenserna av det här utbrottet beror på den aska som trycktes upp i atmosfären. Den mest finkorniga askan producerades under den phreatomagmatiska delen av utbrottet i Eyjafjallajökulls kaldera som vara de i tre dagar. Som en konsekvens av denna aska stängdes luftrummet ned i tio dagar över stora delar av Europa vilket gav upphov till en ekonomisk förlust 1.5–2.5 miljarder euro samt att 10 miljoner flygpassagerare blev strandsatta på olika ställen i världen. (Gislason SR et al, 2010)

### Slutsats

Island är i seismisk och vulkanologisk kontext ett fascinerande land, vilket min inledande diskussion om den plattektoniska omgivningen visar. Sett till Island som helhet är Eyjafjallajökull en relativt liten vulkan som inte har spelat någon central roll historisk sett, därför var det rätt överraskande att den skulle få den globala inverkan som den fick. Det inledande utbrottet vid Fimmvörðuháls var oväntat och fullständigt harmlöst vilket tydliggjordes i och med att det blev en turistattraktion dit personer från nära och fjärran tog sig för att på nära håll titta på ett



vulkanutbrott. Det större utbrottet i den centrala kalderan hade desto större konsekvenser i och med det inledande phreatomagmatiska utbrottet med sin ovanligt finkorniga aska. Tillsammans med speciella meteorologiska förutsättningar fick denna aska en olycklig spridning med stora konsekvenser för flyget över stora delar över Europa. I övrigt var konsekvenserna inte alltför allvarliga, jökulhlauperna orsakade ingen större skada och konsekvenserna av asknedfallet går ännu inte att analysera i någon större omfattning men var geografiskt begränsade.

Efter utbrottet har det förkommit framförallt två diskussioner i media och i bloggar och forum på internet. För det första handlade det om ifall stoppet för flyget verkligen var nödvändigt. Det är en i sig intressant diskussion med många olika infallsvinklar som det inte finns något lätt svar på. Den andra diskussionen handlade om en eventuell koppling mellan Eyjafjallajökull och Katla, där vissa har trott att det direkt skulle inleda ett utbrott hos Katla på minst VEI6 och andra manar till lugn och påpekar att det inte finns några tecken på ett närstående utbrott.

## Handlingsplan

Eyjafjallajökull är en i jämförelse inaktiv vulkan med mindre explosiva utbrott, där detta senaste utbrott var också det klart mest explosiva med VEI 4. Det är inte möjligt att säga om detta är en inledning till en mer aktiv period för denna vulkan eller om det var ett relativt unikt utbrott och större explosiva utbrott inte kommer ske inom överskådlig tid. Därför kommer jag i denna handlingsplan diskutera övervakningen av vulkaner på Island i största allmänhet med fokus på Eyjafjallajökull, jag kommer sedan gå in på riskerna vid ett framtida utbrott vid Eyjafjallajökull och hur dessa kan minimeras.

Det är värt att notera att dessa risker och denna handlingsplan med mindre modifikationer även går att applicera på andra isländska vulkaner.

## Övervakning

För att kunna minimera riskerna vid ett vulkanutbrott måste man primärt kunna förutsäga ungefär när och var ett utbrott sker och sedan aktivt kunna följa dess händelseförlopp. Detta är något IMO har ansvar för som till sin hjälp har 215 väderstationer, ett nätverk av 55 digitala seismiska stationer, ett nätverk av 70 stationer för kontinuerlig GPS, fem stycken stressmätare på södra Island och även en väderradar. Förutom detta så genomförs regelbundna undersökningar av glaciärerna utbredning och formationer. (IMO) En stor del av denna information görs också tillgänglig för allmänheten på IMOs hemsida.

## Lokalt

Ett utbrott vid Eyjafjallajökull har framförallt tre typer av lokala risker som man måste ta hänsyn till, dessa är jökulhlaups, laharer och asknedfall. (Gudmundsson et al, 2008) Jag går genom dem var för sig.

## Jökulhlaups och laharer

Ingenstans i världen är risken för jökulhlaups så stora som på Island, och Eyjafjallajökull är tillsammans med Öräfajökull unika på Island i det att jökulhlaups kan nå bebodda områden så snart som en timme efter att den inleds. Detta ställer högre krav på övervakningen och ett tidigt varningssystem. Denna övervakning sker igenom olika mätstationer i de olika vattendragen som mäter vattennivån, temperatur och elektriskt konduktivitet. Utifrån olika förändringar av dessa värden så förvarnar IMO relevanta myndigheter och även medborgarna. (Sigurðsson et al, 2011)

Vid risk för människor i områden så finns det uppsatt en katastrofplan för Katla som har testats 2006 med en total evakuering.

Invånarna som bor i området förvarnas via telefon och mobil där de får meddelande om de ska evakuera eller om det finns risk för subglacial eruption eller åska. Beroende på avstånden från glaciären så har de boende 15 minuter eller mer på sig för att evakuera vid jökulhlaups. Någon evakueringsplan för Eyjafjallajökull var vid utbrottet 2010 ännu inte klar. (Bird DK, Gísladóttir G & Dominet-Howes D , 2010) Denna undersökning visar att de som bor i urbana områden har sämre kunskap om Katla än de som bor ute på landet men att de också är betydligt mer benägna att följa uppsatta evakueringsplaner. För att en god handlingsplan ska fungera så är det inte tillräckligt att bra varningssystem och evakueringsplaner finns uppsatta, de måste också vara accepterade av de som riskerar att bli utsatta så att de evakuerar vid behov. Bird et al's (2010) undersökning visar att denna acceptans inte är tillräcklig och behöver förbättras bland de som bor på landet.

### **Asknedfall**

Det är bara inte jökulhlaups som är en riskfaktor vid vulkanutbrott, utan detta gäller även den aska som faller ned i närområdet runt vulkanen. På större avstånd är nedfallet så litet att man kan bortse från riskerna, men det behöver inte falla mer än någon millimeter innan det finns risk för fluoridförgiftning hos boskap och vilda djur. I större mängder finns det även risk för att hela ekologin i området slåss ut och tak till byggnader kan ras ihop, speciellt om det också regnar. Därför finns det behov av att snabbt och korrekt kunna bedöma vart det finns risk för asknedfall och att det sedan finns olika planer att använda sig av beroende på mängden aska. Även vid mindre nedfall finns det behov av att sätta boskap i säkerhet och ha extra foder på lager så att de inte äter förgiftat gräs från ängarna. Vid större nedfall finns det också behov av evakuering av invånarna i området på grund av hälsoriskerna förknippade med lite större mängd aska.

### **Globalt**

Aska innebär också en risk även globalt. Både för flygplan och för människor, djur och natur i områden där askan faller ned. För att kunna göra en rimlig bedömning var och om det är risk för hälsa och flygtrafiken så måste en tidig och korrekt bedömning göras av askans sammansättning, samt meteorologiskas analyser för att bestämma spridningen. Gislason SR et al (2010) beskriver och föreslår en metod för snabb riskanalys av askan vid ett vulkanutbrott för att bättre kunna anpassa åtgärderna efter de faktiska riskerna.

## Källförteckning

- Aoki Y (2010) "Ground deformation preceding the April 2010 eruption of Eyjafjallajökull, Iceland"; American Geophysical Union, Fall Meeting 2010
- Bird DK, Gísladóttir G & Dominet-Howes D (2010) "Different communities, different perspectives: issues affecting residents' response to a volcanic eruption in southern Iceland"; Bulletin of Volcanology
- Dugmore AJ et al (2009) "Conceptual Models of 1200 years of Icelandic Soil Erosion Reconstructed Using Tephrochronology" ; Journal of the North Atlantic 2(1):1-18. 2009
- Gislason SR et al (2010) "Characterization of Eyjafjallajökull volcanic ash particles and a protocol for rapid risk assessment"; PNAS May 3, 2011 vol. 108 no. 18 7307-7312
- Gudmundsson et al (2008) "Volcanic hazards in Iceland"; Jökull No. 58
- Gudmundsson MT et al (2010) "The Eyjafjallajökull eruption in April-May 2010; course of events, ash generation and ash dispersal (Invited)"; American Geophysical Union, Fall Meeting 2010
- Hjaltadóttir S, Vogfjörð KS & Slunga R (2009) "Seismic Signs of Magma Pathways through the Crust in the Eyjafjallajökull volcano, South Iceland" ; Ví 2009-013
- Hjaltadóttir S, Vogfjörð KS (2010) "Seismic evidence of magma transport in Eyjafjallajökull during 2009-2010 (Invited)"; American Geophysical Union, Fall Meeting 2010
- IMO "About the Icelandic Meteorological Office"; (URL: <http://en.vedur.is/about-imo/mission/meteoalarm.eu>)
- Keiding JK & Sigmarsson O (2010) "Pressure and temperature estimates of the 2010 Eyjafjallajökull eruption, Iceland"; American Geophysical Union, Fall Meeting 2010
- Larsen G, Dugmore A & Newton A (1999) "Geochemistry of historical-age silicic tephra in Iceland"; The Holocene 1999 9: 463
- Larsen G et al (2010) "On-land distribution and modes of deposition of the Eyjafjallajökull 2010 tephra"; American Geophysical Union, Fall Meeting 2010
- Sigurðsson et al (2011) "Flood warning system and jökulhlaups – Eyjafjallajökull"; IMO (URL: <http://en.vedur.is/hydrology/articles/nr/2097>)
- Sturkell E et al (2010) "Katla and Eyjafjallajökull Volcanoes"; Developments in quaternary sciences, volume 13
- Thordarson T & Höskuldsson Á (2008) "Postglacial volcanism in Iceland"; Jökull No. 58

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

Trønnnes, Reider G (2003) "*Introduction to the geology and geodynamics of Iceland*"; Nordic Volcanological Institute, University of Iceland

Venzke E et al (2010) "*Reports from the Smithsonian's Global Volcanism Network, March 2010*"; *Bull Volcanol* (2010) 72:889-891