

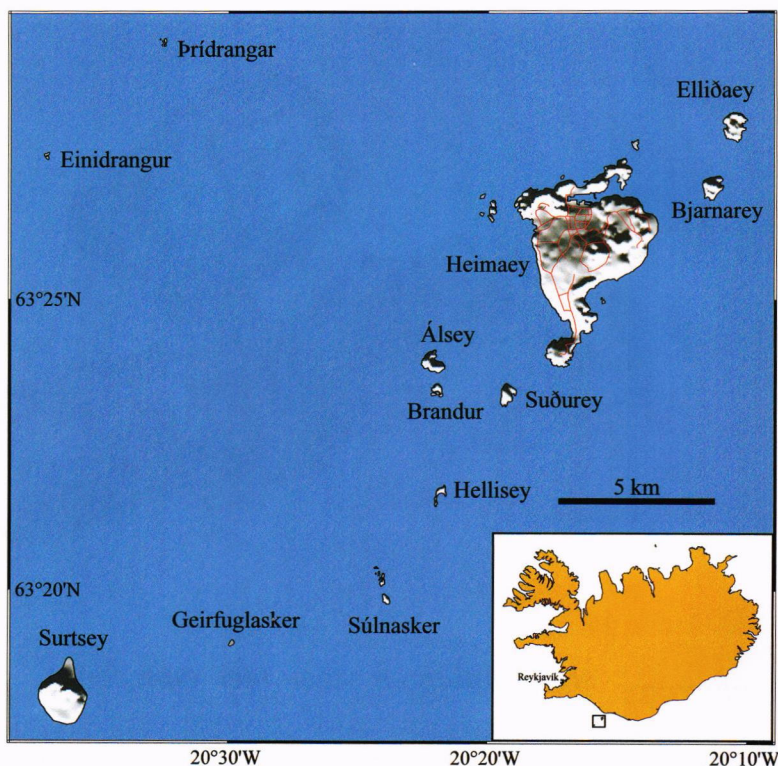
# SURTSEY - VULKANØYA SOM DUKKET OPP I FRA HAVET

Rune S. Selbekk<sup>1, 2</sup> og  
Erik Sturkell<sup>3</sup>

I år er det førti år siden Surtsey ble «født». Selve fødselen var eksplosiv og voldsom, og de som var i nærheten kunne ikke gjøre noe annet en å bare observere den. Etter en kort og vill ungdomstid, har Surtsey blitt rolig, men linjene er i stadig forandring. Hva skjedde under Surtseys fødsel, ville ungdom, og hva skjer med Surtsey i dag?

Surtsey er den nest største øya i øygruppen Vestmannaeyjar hvor Heimaey er den største (fig. 1). Det var Surteys fødsel som fasinerte personer fra hele verden. Aldri før hadde forskere kunnet observere dannelsen av en undersjøisk vulkan som så senere har bygd opp en helt ny øy. Den spesielle typen av vulkanisme har også i ettertid blitt kalt for surtseyisk vulkanisme. Forskjellige typer vulkanisme har fått navn som strombolisk, hawaiiisk, vesuvisk og peléeisk. Surtseyisk vulkanisme er definert som en type vulkanisme som er svært eksplosiv med ekstrem høy fragmentering av lavaen. Årsaken til fragmenteringen er bråavkjølingen når den basaltiske lavaen kommer i kontakt med vann. Dette medfører at lavaen nærmest eksploderer og danner finkornede glasspartikler.

Like etter at vulkanutbruddet hadde begynt ble det diskutert hva den nye øya skulle hete. Den kjente islandske geologen Sigurður Þórarinssons fåreslo navnet Surtsey. Navnet er hentet fra Voluspá (nr 50 i Kongsboken *Codex Regius*), hvor det er skrevet at Surtur kommer i fra syd og at ild følger han hvor han



Figur 1, Selbekk og Sturkell

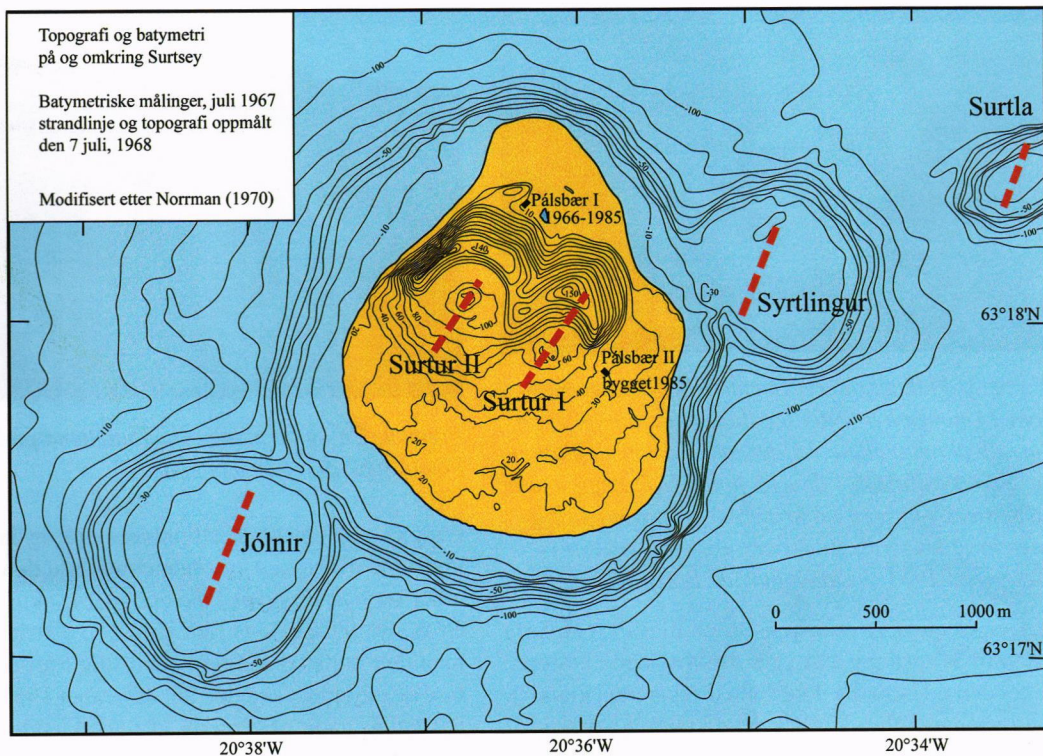
*Figur 1. Oversiktskart over øygruppen Vestmannaeyjar som ligger på Islands sydkyst, hvor Heimaey er den eneste øyen som er befolket. Utbruddet skjedde tre sjømil sydvest for Geirfuglasker som til da var Islands sydligste øy.*

går. Etter seg levner han kun død og ødeleggelse. Jotnen Surtur er en av Åsgårds største fiender, og når han kommer er Ragnarokk her. Det vil si at det er et dårlig tegn når han kommer, men denne gangen gikk det bra siden han ble igjen ute i havet.

## Utbruddsforløpet

12. November 1963 ble det registrert en distinkt svovellukt i område ved Heimaey og inne på fastlandet, men det var ingen observasjon av vulkansk aktivitet i området. Om morgonen den 14. november rapporterte fiskebåten Ísleifur II fra Heimaey, som var tre sjømil vestsydvest av Geirfuglasker at det var et undersjøisk vulkanutbrudd i gang. Geirfuglasker var den daværende sydligste Islandske øyen (figur 1). Manskpet var de første som fikk se begynnelsen på et submarint vulkanutbrudd. Før selve utbruddet hadde havet vært 130 meter dyp på dette stedet, og i løpet av kort tid kunne en observere en ny øy stikke opp av havet.

Litt etter kl 10.00 14. november 1963 kunne man fra



Figur 3, Selbekk og Sturkell

Figur 2. Topografisk og batymetrisk kart over Surtsey og havområdet omkring. Havdybden var før utbruddet ca 130 meter. De nederoderte restene av øyene Syrtlingur og Jólnir ligger nordøst og sydvest om Surtsey. To kilometer mot nordøst ligger utbruddstedet Surtla, der utbruddet ikke brøt havoverflaten. De fem utbruddsprekkes omtrentlige plassering er tegnet med rød strek. Forskningsstasjonen Pálsbær (I) ble oppført 1966 på den nordlige delen av øya ved lagunen. Pálsbær (II) ble satt opp i 1985. Kartet er modifisert fra Norrman (1970).

luften observere en 500 m lang erupsjonssprekk (med retning 35°) (fig. 2). Eksplosjoner i krateret kastet materiale over 500 m opp i luften, og vulkanske bomber (steiner) landet over 1 km fra erupsjonssprekken. Allerede 19 november raget den nye øya 60 m.o.h. og var 600 meter lang. Mot slutten av november var hovedvindretningen sydlig, samtidig som utbruddet i den nordlige delen avtok, mens det fortsatte i den sydlige delen. Dette medførte at øyen hadde en hesteskoaktig form i en periode (figur 3). I midten av desember ble den vulkanske aktiviteten konsentrert i et vulkankrater, og ikke i form av en lang sprekk som tidligere. Erupsjonsøylenen av damp og fine askepartikler var på rolige dager opptil 8 km høy, men på grunn av sidevind ble den vanligvis ikke høyere enn 2 km. I slutten av januar 1964 opphørte aktiviteten i vulkankrateret som ble kalt Surtur I (fig. 2).

Vulkanutbruddet på Surtsey var ikke over med dette. 29. desember 1963 begynte ytteligere et un-

dersjøisk utbrudd 2 km øst-nordøst for den nye øya. (fig. 2). Den nye aktiviteten foregikk i en sprekk parallellt med den sprekken som utbruddet startet i. Denne sprekken var aktiv i ca 10 dager, og en 800 m lang og 80-90 m høy rygg ble dannet på havbunnen. Denne ryggen kom aldri over vannoverflaten, og ble døpt Surtla.

I løpe av de første dagene i februar åpnet det seg en ny erupsjonssprekk, ca 500 m vest for Surtur I. Aktiviteten økte i den nye erupsjonssprekken og etter noen dager var utbruddet like kraftig og eksplosivt som det første utbruddet. I begynnelsen var det flere krater som var aktive langs sprekken, men etter hvert ble aktiviteten konsentrert i et hovedkrater som ble døpt Surtur II (fig. 2) Et krater var virksomt nord for det vulkankrateret som ble dannet i forbindelsen med Surtur I episoden. Dette krateret var aktivt i noen uker og mot slutten av februar var utbruddet stoppet opp. Da hade Surtur II bygget seg opp til 174 m.o.h., som er Surtseys høyeste punkt.



Figur 3. Vulkankrateret Surtur I ble dannet mellom 14 november 1963 og slutten av januar 1964, og var aktivt mellom 19 desember 1966 til slutten av Surtseyutbruddet den 15 juni 1967. Legg merke til hestesko formen på krateret, hvor vann strømmer inn i krateret. Bildet er sansynlig vis tatt i desember 1963. Foto: Sigurður Þórarinnssons.



Figur 4. En av de mange lavatunellene på Surtsey. Foto: Sigurður Þórarinnssons.

Den eksplosive erupsjons stilen til Surtur II varte frem til 3. april p.g.a at vann strømmte ned i krateret. Etter den tid kom det ikke vann direkte inn i krateret, og resten av utbruddet fra dette krateret var hovedsakelig i form av lavastrømmer. Fordi smeltens og gassenes sammensetning var uforandret, er vekslingen mellom eksplosivt utbrudd og lavastrømmer knyttet til forandring i vanntilgangen. Lavafontenen fra vulkankrateret på Surtur II nådde en høyde mellom 50 til 100 m. I løpet av utbruddets første del steg lavanivået ofte opp til kraterkanten, for så å renne ned mot havet med en hastighet på opp til 10 m/s. Lavaen fulte ofte kanaler, som over tid utviklet seg til lavatuneller. I løpet av vinteren 1964-1965 observerte en nesten ingen lava på overflaten etter som lavaen rant i tunneller størstedelen av veien ned mot havet. Når lavaen kom i kontakt med havet ble den sterkt fragmentert på grunn av den hurtige avkjølingen. Slik fragmentert lava kalles hyaloklastitt. Den nye øyen utvidet seg suksessivt mot syd, hvor hyaloklastitten avsatt som et delta opp til havoverflaten, for så å bli overdekket av lavastrømmer. Lava-produksjonen fra Surtur II-krateret varte til og med 17 mai, 1965. Når utbruddet opphørte i kratern Surtur II innebar dette ikke slutten for den eruptive virksomheten på og omkring Surtsey. Det blev bare en kort vileperiode.

Den 22. mai 1965 (kanskje så tidlig som den 11 mai) ble det observert indikasjoner på submarin aktivitet ca 600 meter øst-nord-øst for Surtsey (figur 2), og 28. mai nådde det undersjøiske utbruddet havoverflaten. Den 16 juni var den nye øya 16 meter høy og hadde en diameter på 170 meter. Øya var størst om-

kring 15. september, da utbruddet avtok og de erosive krefterne overtok. Aktiviteten opphørte den 17. oktober og øya forsvant i havet den 24. oktober etter en stormfull uke. Øya fikk aldri noe offisielt navn, men den kalles Syrtlingur (den lille Surtur). Neste fase av utbruddet skjedde 26. desember 1965 da man for første gang observerte at noe skjedde sydvest for Surtsey (figur 2). En ny øy kom over havoverflaten 28. desember (fig. 5). Øya ble fortløpende erodert bort av bølgene like fort som den ble bygget opp. Dette fâregikk flere ganger i løpet av den første tiden. En ventet ikke lenge med å døpe den nye øyen for Jólnir (ett av de mange navn på Odin). Etter 20. januar var det aktivitet kun fra et krater, og ikke en sprekkesone som under begynnelsen av dette utbruddet. I slutten av februar hadde Jólnir blitt bygget opp og erodert bort tre ganger.

Den 28 februar var Jólnir 500 meter lang. Øya forsvant og gjenoppstod ytterligere to ganger i løpet av våren. På flygbilder fra 14. juni er øya ca 28 hektar, og i begynnelsen av august var øya 70 meter høy. Dette var Jólnirs høydepunkt, men det markerte også slutten av utbruddet. Allerede 10. august var Jólnirs størrelse blitt redusert til 16 hektar, og 20. september var øya redusert til en titals meter lang grunne som knapt var synlig ved fjære sjø. Sprekkerupsjonene i Syrtlingur og Jólnir var kun eksplosive, ettersom lavaen i kratern alltid hade kontakt med sjøvann.

Selve Surtsey gjenoptok utbruddsaktiviteten 19. august 1966. Nå var det Surtur I, som hadde vært inaktiv siden januar 1964, reaktivert. Det åpnet seg en ca 200 m lang eruptionssprekk, og lavaen fløt igjen utover Surtsey. I løpet av neste dag så ble det dannet to aktive krater, og lavaen strømmet igjen ut i havet (fig. 6).



*Figur 5. Jólnir under sitt eksplosive utbrudd sydvest for Surtsey. Øya ble erodert bort omtrentelig like raskt som den bygget seg opp. Foto: Sigurður Þórarinnssons.*

Fra det nordligste krateret kom det en lavafontene, og utbruddet lignet Hawaiiske utbrudd med rennende lava og lite fragmentering. I løpet av høsten og vinteren var det kun et av de tre oprinnelige kraterne som var aktive. Den reaktiverte Surtur I lignet nå Surtur II, men var mindre i størrelse. Fra og med begynnelsen av desember fløt nesten all lavaen i lavatunneler ut i havet.

Den 12 desember 1966 rant små mengder lava ut av en sprekk på den nordvestre siden av Surtur I, og inn i den aktive delen av krateret. 1 januar 1967 åpnet det seg en ny sprekk ved nordenden av krateret. Lavaen herfra fløt ned mot den lille sjøen på Surtsey, og i løpet av et døgn hadde lavaen fylt opp halve denne sjøen. Neste dag var sjøen helt fylt opp med lava, sedimenter og skredmateriale. Senere begynte lavaen å bevege seg vestover mot forskningsstasjonen. 3 januar stilnet utbruddet, og lavafronten stoppet før den kom frem til forskningsstasjonen. Etter dette var det flere mindre og kortvarige utbrudd relatert til Surtur I, men mengden lava som kom ut av de sprekke-ene var små. Det siste utbruddet i Surtur I krateret var 15 juni 1967 og markerer slutten på Surtseyutbruddet. Alle utbrudd startet som sprekke-utbrudd, og de som hadde en viss varighet ble lokalisert til krateret. Under det tre år og sju måneder lange utbruddet ble det dannet ca 1,1 km<sup>3</sup> med vulkanske produkter.

### **Devitrifisering og palagonittisering**

Når lava blir raskt avkjølt ved vannkontakt dannes det glass. Dette glasset er lite stabilt, og omdannes over tid. Ved ren nedbryting uten at glasset reagerer kjemisk med andre oksyder kalles denne pros-

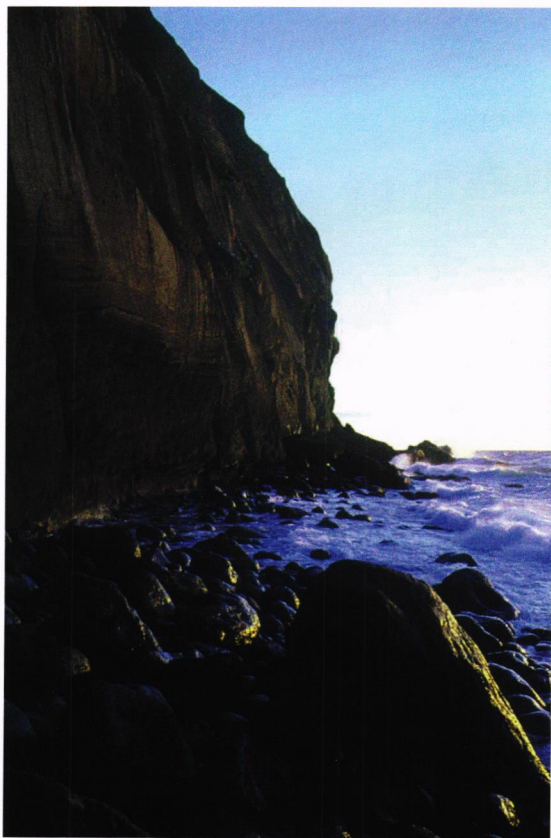


*Figur 6. Vulkankrateret Surtur II ble dannet i løpe av de første dagene av februar 1964. Den eksplosive fasen av utbruddet varte til begynnelsen av april, gikk deretter over til en fase med rennende lavastrømmer. Aktiviteten i lavakrateret opphørte 17 mai, 1965. De små klippeformede øyene i bakgrunnen er dannet på samme måte som Surtsey, men er erodert slik at bare kjernen står igjen. Foto: Sigurður Þórarinnssons.*

sesen «devitrifisering». Når denne prosessen også involverer hydrotermal omvandling og oksydering kalles denne prosessen «palagonittisering». Oksyder som Na<sub>2</sub>O, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub> og MgO blir lutet ut fra glasset, og Fe<sup>2+</sup> oksideres til Fe<sup>3+</sup>. Denne oxidationen gir palagoniten en rustbrun farge. Ionene som blir utlutet fra glasset danner nye sekundære mineraler, og dette bidrer til at bergarten blir mere «sementert». De vanligste sekundære mineralene på Surtsey er kalsitt, opal og diverse zeolit-mineraler som chabasitt, analcim og phillipsitt. Palagonittiseringen av basaltisk glass kan gå så raskt som på noen få år, da omvandlingshastigheten først og fremst er avhengi av fuktigheten og temperaturen. Mikrober som «lever» i glasset er også viktige for denne omdannings prosessen. På Surtsey gikk palagonittiseringen raskt med hjelp av et aktivt hydrotermalsystem (80-100 °C), slik at palagonittisering skjedde allerede etter bare to år. Dette var raskere en hva man hadde trod tidligere. Palagonittiseringen går langsomt i ytre lag hvor temperaturen ikke overstiger 20 °C, og i et slikt miljø kan prosessen ta tusenvis av år. Et eksempel på hvor fort dette skjedde på Surtsey er at det fins fotavtrkk bevart i tuffen.

### **Forskningen på Surtsey**

De første som steg i land på den nye øya den 6 desember 1963 til stort iritasjon blandt islendinger, var et par franske journalister fra Paris Match. Ti dager senere var de første forskerne i land på øya,



Figur 7. De vestre strandklippene består av tuff. Her går erosjonen langsomt siden bergarten står godt i mot erosjonen fra bølgene. Strand-«grusen» består av store vellrundede steiner uten nevneverdige mengder finmateriale i mellom. Foto: Erik Sturkell.

og konstaterte at lavaen var av typen alkali olivin-basalt. Temperaturen på lavaen som kom ut av krateret var ca 1150 °C. Surtseyjarfélagið (Surtseyforeningen), som skulle styre forskningen rundt Surtsey, ble stiftet 1965. Samme året ble Surtsey erklært som naturreservat, og Surtseyforeningen har spilt en viktig rolle ved å sammordne feltarbeidet på øya, og begrense den menneskelige aktiviteten der. Under selve utbruddet var det hovedsaklig geologer som besøkte øya for å følge utviklingen på nært hold. Etter vulkanutbruddet så har det i hovedsaklig vært biologer som har besøkt Surtsey for å følge utviklingen av plante- og dyrerlivet på det jomfruelige landområdet. Geologer har også vært med for å få kunnskap om subakvatiske utbrudd og prosessene som former og forandrer øya.

Året 1966 ble det bygget en forskningsstasjon på den nordlige delen av Surtsey (figur 2). Stationen ble døpt Pálsbær forde amerikanen Paul S. Bauer

skaffett finansiering til huset. Plaseringen av forskningsstasjonen, var ikke ideell fordi havet spiste seg inn mot stasjonen. I 1985 ble huset overgitt til havet, samtidig som Surtseyjarfélagið satte opp et nytt hus (Pálsbær II), men da på et mye sikrere sted. Frem til og med mitten av åttitalet var det mulig å lande med små fly på Surtsey. «Landingsbanen» ble med årene kraftig forverret, og flere store steiner kom frem i landings stripa. I dag er det anlagt en landingsplass for helikopter like ved Pálsbær II (figur 2). Det er i dag svært vanskelig å komme i land med båt på Surtsey siden det som en gang var en sandstrand nå er en strand bestående av store og små blokker (figur 7).

Surtsey er et perfekt sted for å studere hvordan nytt land koloniseres av vegetation. Biologerna har fra begynnelsen av fulgt utviklingen og nesten direkte etter Surtseys dannelse i 1964 ble det observert opptreden av alger. Den første planteveksten som invaderte Surtsey var arktisk marviol (*Cakile arctica*). Strandarve (*Honkenya peploides*) som nå spred over store deler av øya ble først funnet i 1967 (figur 2). Den trives bra i sanden, på lik linje med planten strandrug (*Leymus arenarinus*), som er god til å etablere seg i det sandige miljøet. I 1998 kunne mann konstantere at øya hadde 47 ulike plantevekster, som alle hadde vandret inn naturlig, etter som det er forbudt å innføre vekster til Surtsey. Det er i dag registrert minst 5 fuglearter som hekker på Surtsey.

### Nedbrytningen av øya

Havets erosjonskrefter har virket siden begynnelsen av utbruddet. Vanntilgangen fragmenterte smelten slik at vulkanutbruddet hovedsaklig var eksplosivt. Surtsey produserte mere magma en det havet greide å erodere bort, og ble derfor tilstrekkelig stor til å danne en mere varig øy. En kritisk fase for dannelsen av vulkanske øyer er nettopp å ha et høyere utbruddsvolum enn graden av erosjon. Syrtlingur og Jólnir er gode eksempler på øyer som ikke greide seg mot havets erosive krefter. Disse øyene ble erodert ned for fort til at de fikk dannet en hard palagonisert kjerne. En indikasjon på havets krefter er f. eks. at blokkene på stranden til Surtsey ble godt rundet i løpe av en vinter.

Vind er også med på å erodere ned Surtsey, men det er bølgeerosjonen som er mest effektivt i nedbrytning. Atlanterhavets kreft bearbeider den lille øya, og er mest effektiv i de områdene som er rike på sprekker, med tynne lavalag, og i områder som ikke er palagonisert. Haverosjonen har laget 10-20 meter

høye strandklipper i lavaen og erosjonen tærer seg videre inn mot kjernen (figur 8). På den nordvestre delen av Surtsey er det en bratt klippe. Denne klippen er en del av den mest motstandsdyktige delen av øya (figur 7), forde denne delen er mere massiv og har færre sprekker. Den nordlige delen av Surtsey er en odde (fig. 2 og 8) som består av løse strandavleiringer (sand og sten) og med tiden har den nordlige odden beveget seg mot øst. Figur 8 viser hvordan Surtseys omriss har forandret seg med tiden. Øya var størst ved slutten av utbruddet sommeren 1967. Flateinnholdet på 2,65 km<sup>2</sup> minket raskt, og i 1998 hadde det redusert til 1,47 km<sup>2</sup>. Den palagonitiserte kjernen av vulkanrøret vil være det som står i mot erosjonen lengst (figur 8). Dagens observerte nedbrytningshastighet er omkring 2 hektar per år, men denne hastigheten vil avta med tiden. Beregninger viser det bare vil være den ca 0,4 km<sup>2</sup> store palagoniserte kjernen som vil stå igjen i år 2115. Mange av de andre små øyene i Vestmannaeyjar er slike gjenstående kjerner.

Når tiden kommer så rører kanskje jotnen Surtur på seg igjen. Neste gang er det ikke sikkert at han nøyer seg med å stå ute i havet, men kommer opp på land og sprer mere ødeleggelse. Et kommende Ragnarokk?

### Bakgrunslitteratur

- Einarsson, Þ., 1965: *The Surtsey eruption, in words and pictures*. Heimskringla, Reykjavík, 23 pp.
- Jakobsson, S.P., 1998: Surtsey 35 ára. *Náttúrufraeðingurinn* 68, 83–86.
- Jakobsson, S.P., 2000: Geological map of Surtsey, scale 1:5000. Icelandic Institute of Natural History and Surtsey Research Society, Reykjavík.
- Jakobsson, S.P., Gudmundsson, G. & Moore, J.G., 2000: Geological monitoring of Surtsey, Iceland, 1967–1998. *Surtsey Research Progress Report* 11, 99–108.
- Norrman, J.O., 1970: Trends in postvolcanic development of Surtsey island. Progress report on geomorphological activities in 1968. *Surtsey Research Progress Report* 5, 95–112.
- Norrman, J.O., 1980: Coastal erosion and slope development in Surtsey island, Iceland. *Zeitschr. Geomorph. N.F.* 34, 20–38.
- Thorarinsson, S., 1965: The Surtsey eruption course of events and the development of the new island. *Surtsey Research Progress Report*

1, 51–55.

- Thorarinsson, S., 1966: The Surtsey eruption course of events and the development of Surtsey and other new islands. *Surtsey Research Progress Report* 2, 117–123.
- Thorarinsson, S., 1967: The Surtsey eruption course of events during the year 1966. *Surtsey Research Progress Report* 3, 84–91.
- Thorarinsson, S., 1968: The Surtsey eruption course of events during the year 1967. *Surtsey Research Progress Report* 4, 143–148.
- Walker, G.P.L., 1973: Explosive volcanic eruptions – a new classification scheme. *Geologische Rundschau* 62, 431–446.
- Walker, G.P.L. & Croasdale, R., 1972: Characteristics of some basaltic pyroclastics. *Bulletin Volcanologique* 3, 303–317.
- Wright, J.V., Smith, A.L. & Self, S., 1980: A working terminology of pyroclastic deposits. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 8, 315–336.
- Wright, J.V. & Cas, R.A.F., 1987: *Volcanic successions, modern and ancient*. Unwin Hyman, London, 528 pp.

### Biografi:

Rune S. Selbekk

Født 1967. Er Cand. Scient fra Universitetet i Bergen; og Dr. Scient i geologi 2001, fra Universitetet i Tromsø. Han blant annet arbeidet som forsker ved Nordisk Vulkanologisk Institutt, Island. Han arbeider i dag som forsker ved Institute of Mineralogy-Petrology and Geochemistry, University of Freiburg, Tyskland.

Erik Sturkell

Født 1962. Har Dr. grad i geologi fra Stockholms Universitet 1998. Han har arbeidet i flere år ved Nordisk Vulkanologisk Institutt, Island og jobber nå som geofysiker ved Islands Meteorologiske institutt siden 2001.

Figur 8. Forandringen med tiden av Surtseys kystlinje. År 1967 var størrelsen 2,65 km<sup>2</sup> og år 1998 hadde areealeet minket til 1,47 km<sup>2</sup>. Den mest motstandsdyktige delen av øya består av tuff, som er overdekket av lava i de sentrale delene av krateret. Det er disse delene som kommer å stå igjen om ca 150 år, mens resten vil ha blitt erodert bort. Figuren er modifisert fra Jakobsson med flere (2000).

Denne figuren ble skadet ved oversendelsen, vi klarte ikke å åpne den. Den kommer med i neste "Framhaldssoga om Islands geologi". Følg med!  
red.