

Sveinbjörn Björnsson:

Jarðskjálftar á Íslandi

Fáir viðburðir vekja jafnmikinn óhug með fólki og stórir landskjálftar, þegar jörðin riðar undir fótum manna og hús leika á reiðiskjálfi. Þessi óhugur er ekki að ástæðulausu, því að jarðskjálftar geta verið hinar hræðilegustu hamfarir, og þess eru dæmi í þéttbýlum löndum, að fólk hafi farist í hundruðum þúsunda og borgir lagst algerlega í rúst á örfáum mínútum.

Þótt jarðskjálftar séu tíðir hér á landi, eru harðir skjálftar fremur sjaldgæfir, og sökum strjálbýlis hefur manntjón orðið hér minna en í flestum jarðskjálftalöndum. Síðustu átta aldirnar er vitað um nær 50 skjálfta, sem voru svo harðir, að bæir hrundu. Tæplega hundrað manns hafa farist í þessum skjálftum, þar af helmingur í þremur skjálftum á Sturlungaöld. Má það kallast vel sloppið, þegar þess er gætt, að margir þessara skjálfta voru álíka stórir og þeir, sem skæðastir hafa orðið í öðrum löndum. Torfbæirnir, sem þjóðin bjó lengstum í, stóðust ekki snarpar hræringar nema mjög skammán tíma, veggir úr torfi, mold og grjóti hristust fljótt sundur og þung grasþekjan sligaði húsin, þegar stoðir gengu undan. Nú eru hús okkar vandaðri og nokkurt tillit er tekið til jarðskjálftahættu við smíði þeirra. En á sama tíma hefur byggð breyst í landinu. Það er orðið mun þéttbýlla á sumum jarðskjálftasvæðunum en áður var, og þar eru reist dýr mannvirki, svo sem virkjanir, háspennulínur og verksmiðjur. Vonir standa til, að hús hér muni ekki hrynja í jarðskjálftum, og líkur á manntjóni eru því minni en áður, en búast má við verulegu tjóni á húsum og mannvirkjum, ef stórir landskjálftar ganga yfir.

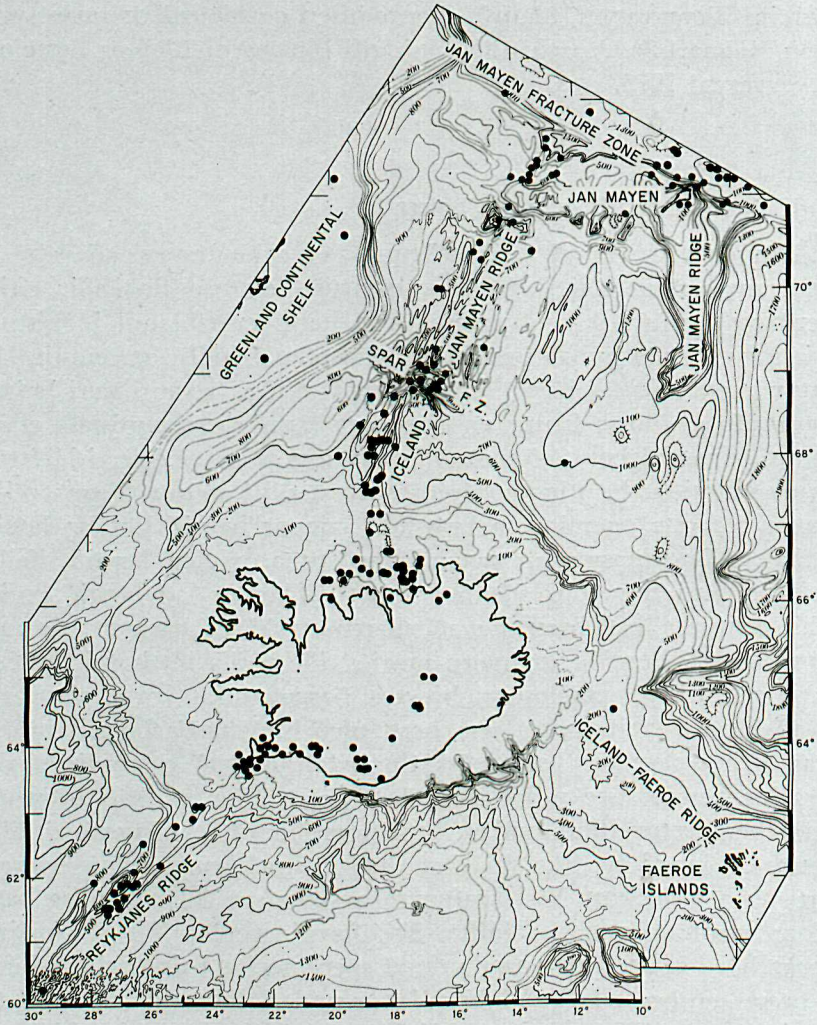
Í þessari grein verður lýst helstu skjálftasvæðum landsins og rifjaðar upp heimildir um nokkra stærstu skjálftana og áhrif þeirra á land og fólk. Aðgengilegustu heimildir um þessi efni eru ritaðar af Þorvaldi Thoroddsen 1899 og 1905, Sigurði Þórarinssyni 1937,

Eysteini Tryggvasyni, Sigurði Thoroddsen og Sigurði Þórarinssyni 1958, Ragnari Stefánssyni 1967, Þorleifi Einarssyni 1968 og Eysteini Tryggvasyni 1973.

Áhrif skjálfta, stærð og orka þeirra

Áður en vikið er að skjálftasögunni, er ekki úr vegi að skýra í nokkrum orðum eðli skjálfta og hvernig þeir eru flokkaðir eftir stærð og áhrifum á landsvæði. Í öllu bergi er ríkjandi lóðréttur þrýstingur vegna þunga þess bergs, sem ofan á hvílir, og einnig láréttur þrýstingur frá bergi, sem liggur til hliðar. Í vatni væri þrýstingur jafn úr öllum áttum, en í bergi er hann yfirleitt misjafn eftir áttum. Þar er algengt, að mestur þrýstingur sé úr einhverri lárétttri átt og minnstur þrýstingur láréttur þvert á þá stefnu. Vegna mismunar á mesta og minnsta þrýstingi svignar bergið líkt og bogi. Fari þessi þrýstingsmunur vaxandi með tíma, svignar bergið sífellt meir og boginn verður spenntur. Að því kemur, að bergið þolir ekki spennuna, það brestur með snöggum rykk og barmar brotsins ganga á víxl. Bergið, sitt hvoru megin við brotið, réttir nú úr sér, og spennuorkan, sem losnar, breytist í varmaorku vegna núnings og að hluta í sveifluorku, sem berst með hljóðhraða bergsins út í allar áttir og veldur þar jarðskjálftabylgjum. Það er undir styrk bergsins komið, hve mikið átak það þolir, áður en það brestur. Veikt berg lætur fljótt undan, brotið verður oft ekki nema örfáir metrar að lengd og orka skjálftans svo lítil, að hans verður hvergi vart nema á mælum. Ytri kraftar taka svo aftur á berginu og það safnar spennu í annan skjálfta. Skjálftarnir verða tíðir en smáir. Sterkt berg getur hins vegar safnað spennuorku í áratugi án þess að bresta, en þegar það að lokum lætur undan, losnar gífurleg orka. Brotið getur orðið nokkrir tugir kílómetra á lengd og orka skjálftabylgnanna verður svo mikil, að bylgjukraftar næst upptökum nálgaast þyngdarkraftinn að stærð.

Enda þótt skjálfti sé stór, dvína áhrif hans með fjarlægð frá upptökum, hans verður minna vart eftir því sem fjær dregur. Líkt og í veðurfræði, þar sem veðurhæð er flokkuð í 12 vindstig efir áhrifum vindsins á land og haf, eru skjálftar einnig flokkaðir í 12 stig eftir áhrifum þeirra á land og fólk. Þar sem áhrifin dvína með fjar-



1. mynd. Jarðskjálftar á Íslandi og í hafinu umhverfis á tímabilinu janúar 1955 til mars 1972.

Earthquakes in the Iceland region in the period January 1955 to March 1972. Based on Sykes 1967, U.S.C.G.S., and N.O.A.A. determinations of epicenters (From Pálmason and Saemundsson 1974).

lægð frá upptökum, getur sami skjálftinn fengið mismunandi stiga-
gjöf eftir því, hve langt frá upptökum stigin eru metin. Þessi kvarði
á því ekkert skylt við mat á stærð skjálftans eða orku hans, þótt
þessum hugtökum, áhrifum og stærð sé oftast ruglað saman í frétt-
um af skjálftum. Nú er almennt notaður áhrifakvarði Mercallis,
sem hér er prentaður í Viðauka 1. Sem dæmi um áhrifastig skjálfta
má taka áhrif skjálftans á Dalvík 1934, sem margir muna. Hann
var mjög harður á Dalvík, af 74 húsum hrundu 18, en 33 skemmd-
ust svo, að þau urðu ekki íbúðarhæf. Eftir þessum áhrifum var
skjálftinn metinn VIII–IX stig á upptakasvæðinu. (Thorarinsson
1937). Á Húsavík þótti skjálftinn allsnarpur. Allir innanhúss og
margir utan dyra fundu skjálftann. Hlutir römbuðu og myndir
skekktust á veggjum. Þessi lýsing kemur heim við V stig á kvarð-
anum. Sunnanlands var skjálftinn mjög vægur og aðeins einstaka
maður varð hans var innanhúss. Slík áhrif eru metin aðeins II stig.
Þetta mat á áhrifum skjálftans er algerlega óháð jarðskjálftamæling-
um líkt og veðurathuganamaður þarf ekki að mæla vindhraða til
að meta, hvort úti sé gola (3 vindstig), kaldi (5 vindstig) eða hvass-
viðri (8 vindstig). Öðru máli gegnir, ef mæla skal stærð skjálftans
og meta orku hans. Þá þarf jarðskjálftamæli og vitneskju um fjar-
lægð mælisins frá upptökum skjálftans. (Viðauki 2).

Stærð skjálfta er oftast mæld á svonefndum Richterskvarða. Hann
er kenndur við skjálftafræðinginn Charles F. Richter, sem bjó sér
til þennan kvarða til að bera saman skjálfta í heimalandi sínu í
Kaliforníu. Hann valdi staðlaðan jarðskjálftamæli og mældi útslag
skjálftans í 100 km fjarlægð frá upptökum. Skjálfti, sem var svo
lítill, að útslagið mældist aðeins 1 mm fékk stærðina 3. Skjálfti úr
sömu fjarlægð með tíu sinnum stærra útslag fékk stærðina 4 og
skjálfti með 100 sinnum stærra útslag stærðina 5. Þannig vex stærð-
in um 1 í hvert sinn, sem útslagið tífaldast. Ef skjálftinn er ekki í
100 km fjarlægð, verður að leiðrétta útslagið sem fjarlægð munar
(Richter 1935). Þessi kvarði hefur náð almennum vinsældum og er
nú notaður um allan heim til að bera saman skjálfta. Reynslan hef-
ur sýnt, að stærstu skjálftar ná rúmlega 8 stigum á Richterskvarða.
Útslag þeirra er 100 milljón sinnum stærra en útslag skjálfta með
stærð 0. Yfirleitt ber stöðvum nokkuð vel saman um stærð skjálfta,
þótt áhrifin séu eðlilega mismunandi eftir fjarlægð frá upptökum.

Orka skjálfta fer vaxandi með stærð þeirra og lætur nærri, að hún þrítugfaldist við hvert stærðarstig. Skjálfti af stærð 2, sem fólk verður aðeins vart næst upptökum, leysir orku, sem er aðeins um 7 kWh eða álíka og dagleg raforkunotkun heimilis. Skjálfti af stærð 3 losar orku á við mánaðarnotkun heimilis, en skjálfti, sem er 7,5 að stærð og með þeim stærstu, sem hér verða, losar orku, sem jafnast á við ársframleiðslu Búrfellsvirkjunar. Slíkur skjálfti mundi hafa áhrif IX–X stig innan við 20 km fjarlægð frá upptökum og beint yfir sprungunni gætu áhrifin orðið enn meiri, X–XII stig og eyðandi á flest mannvirki. Talið er, að bylgjukraftar í svo stórum skjálfta geti orðið meiri en 35% af þyngdarkrafti á öllu svæðinu innan 20 km frá upptökum. Í allt að 90 km fjarlægð næðu áhrifin VIII stigum og bylgjukraftar yrðu meiri en 15% af þyngdarkrafti. Handan við þessa fjarlægð yrðu áhrifin minni og litlar skemmdir á húsum, en reiknað er með, að steinsteyppt hús eigi að þola lárétta krafta allt að 15% af þyngdarkrafti eða áhrif VII stig.

Skjálftar á Reykjaneshrygg og Reykjanesskaga

Víkjum nú að jarðskjálftum á Íslandi. Ef litið er á skjálftakort af Norður-Atlantshafi (1. mynd), er greinilegt að skjálftarnir þræða miðjan Mið-Atlantshafshrygginn um Ísland og norður undir Jan Mayen. Þar sem hryggurinn hliðrast í hafinu og þverbrot tengja hryggjarstykkinn, fylgja skjálftarnir einnig þverbrotunum og eru þar yfirleitt stærri en á hryggjarstykkjunum (Sykes 1967). Næst Íslandi nefnist hryggurinn Reykjaneshryggur og hliðrast hann smám saman án greinilegra þverbrotá til austurs, uns hann kemur að Reykjanestá. Þaðan liggur gosbelti um sunnanverðan Reykjanesskaga rétt norðan Grindavíkur um Kleifarvatn og sunnanverð Bláfjöll austur á Hellisheiði. Skjálftarnir þræða þetta gosbelti líkt og miðhrygginn í hafinu. Á Reykjaneshrygg og Reykjanesskaga vestan Kleifarvatns eru skjálftar tíðir. Þeir koma yfirleitt í hrinum og geta þá orðið hundrað eða þúsund á nokkrum dögum en kyrrara er á milli. Skjálftarnir eru flestir smáir, ná sjaldan yfir stærð 5. Aðeins er vitað um einn skjálfta að stærð 6 eða meira á þessu svæði síðan um 1900 (Tryggvason 1973). Áhrif skjálftanna eru því mjög staðbundin

og skemmdir litlar. Parna er væntanlega grunnt á bráðið möttulefni og jarðhiti er mikill. Hvort tveggja gæti veikt bergið og ráðið því, að skjálftarnir verða ekki stærri. Flestir skjálftanna eru í 2–5 km dýpi og nær enginn dýpra en 9 km samkvæmt mælingum, sem hófust 1971. Athuganir Klein o. fl. 1973 sýna, að minnstur bergþrýstingur á þessu svæði er láréttur í norðvestlæga stefnu þvert á stefnu gossprungna á skaganum.

Austan við Kleifarvatn virðist bergið sterkara og þar eru skjálftar færri en þeim mun harðari, þegar þeir koma. Á þessari öld hafa orðið 3 skjálftar um 6 að stærð á austanverðum Reykjanesskaga. Síðasti skjálftinn í desember 1968 er mörgum í fersku minni á höfuðborgarsvæðinu. Upptök hans voru í Brennisteinsfjöllum austur af Kleifarvatni, áhrifin í Reykjavík um VI stig og skemmdir ekki teljandi. Þar sem höfuðborgarsvæðið er í rúmlega 20 km fjarlægð frá skjálftasvæðinu, er ekki búist við skemmdum á húsum þar, nema skjálftar nálgist stærð 7.

Skjálftar á Suðurlandi

Eins og áður var getið fylgjast gosbelti og skjálftar algerlega að á Reykjanesskaga, en á Helligheiði skiljast leiðir. Gosbeltið heldur í norðaustur um Hengil, Þingvallavatn og upp í Langjökul. Því fylgja smáir skjálftar, en meginbelti skjálftanna heldur beint austur láglandið um efri hluta Ölfus og Flóa, sunnanvert Grímsnes, Skeið, Land og Rangárvelli austur undir Heklu. Skjálftar eru ekki tíðir á þessu svæði og hrinur þekkjast varla. En þó er skjálftahætta hvergi meiri á Íslandi, og skjálftarnir eru stundum mjög stórir, þá sjaldan þeir koma. Það eru einkum tvö svæði, sem verst hafa orðið úti í jarðskjálftum. Annað er Ölfus, Grímsnes og vestanverður Flói. Hitt er Land og Rangárvellir. Öruggt er, að í Ölfusi hafa bæir hrunið í jarðskjálftum 14 sinnum á 8 öldum, líklegt er, að það hafi gerst 19 sinnum. Síðan um 1700 hafa 6 jarðskjálftar þar haft áhrif VIII stig eða meira. Svipað er að segja um Rangárvelli. Þar hafa bæir örugglega fallið 12 sinnum á 8 öldum, líklega 17 sinnum og þar hafa að minnsta kosti 5 skjálftar síðan um 1700 haft áhrif VIII stig. (Tryggvason, Thoroddsen og Þórarinnsson 1958).

Earthquakes in South-Iceland 1150–1950 so strong that farm houses fell in.

Ár	Þingvellir	Krísuvík	Selvogur	Ölfus	Flói	Grímsnes	Skeið	Biskupstungur	Laugardalur	Hreppar	Holt	Land	Rangárvellir	Hvohreppur	Fljótshlíð	Landeyjar	Eyjafjöll	Dauðsfjöll
1164	×	×	+	19
1182	?	?	?	?	?	11
1211	?	?	?	?	?	18
1294	×	+	..	+
1300	+
1308	?	?	?	?	?	6
1339	+	..	+	+	..	+	+
1370	+	6
1391	+	+	+	5
1510	×	×
1546	+	×	×
1581	+	+
1597	+
1614	×	×	×	+
1624	+
1630	×	+	+	6
1633	+
1657	+	+
1663	..	+
1671	+	..	+	5
1706	+	+	4
1724	..	+
1725	+
1726	+
1732	+	..	+	+
1734	+	+	+	9
1749	+
1752	+
1757	+
1766	+	+	+
1784	+	..	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	..	+	3
1789	×	+	+
1828	+	+	..	1
1829	+	+
1876	..	+
1889	..	+
1896	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4
1912	+	+	..	+	1
Alls	+	1	5	14	8	6	4	2	3	4	7	12	4	7	2	2	..	..
	×	1	..	2	2	1	..	..	..	1	3	2	..	..	..	..	..	..
	?	3	3	3	..	..	..	..	3	3	..	..	..	..	..	..
Alls		2	5	19	13	10	4	2	3	5	13	17	4	7	2	2	2	98

Landskjálftar árið 1784

Skjálftarnir árið 1784 eru líklega almestu skjálftar, sem komið hafa síðan land byggðist. Fyrsti skjálftinn kom 14. ágúst, síðari hluta dags og er stærðin áætluð 7,5–8 stig á Richterskvarða (Tryggvason 1973). Upptök hans voru nálægt Vörðufelli á Skeiðum. Þessi skjálfti gerði mestan skaða í Biskupstungum, á Landi, í Efri-Holtum, á Skeiðum og ofarlega í Grímsnesi. Hinn 16. ágúst kom annar mjög harður skjálfti. Var hann verstur í Flóa, Ölfusi og neðarlega í Grímsnesi.

Í Rangárvallasýslu gjörféllu í þessum skjálftum öll hús á 29 bæjum en í Árnessýslu öll hús á 69 bæjum. Margir urðu undir húsum og varð að grafa þá upp úr rústum en aðeins 3 týndu lífi. Í Skálholti sakaði kirkjuna lítið, en hún var úr timbri. Flest önnur hús á biskupsstólnum féllu eða skemmdust, nokkrir menn urðu þar undir húsum en náðust þó lifandi. Hannes biskup varð ásamt heimilisfólki að liggja í tjöldum en þá gerði rigningar miklar og illviðri, svo menn urðu undir veturinn að flytja sig af heimilinu. Fluttist biskup að Innra-Hólmi á Akranesi og síðar fluttist biskupsstóllinn til Reykjavíkur, þar sem hann hefur verið síðan. Enginn skóli var í Skálholti næsta vetur, og fluttist hann einnig til Reykjavíkur.

Árið 1789 hófust enn skjálftar vestast í Ölfusi og í gosbeltinu þar vestur af frá Selvogi norður á Þingvelli. Í viku var varla nokkurn tíma kyrrt nótt og dag og tæplega 10 mínútur milli hræringanna. Land seig norðan Þingvallavatns milli Almannagjár og Hrafnagjár um rúma 60 cm, vellirnir urðu að mýrlendi og mun það meðal annars hafa orðið átylla til að leggja þinghald þar niður árið 1800. Má segja, að þessir skjálftar hafi orðið ádrifaríkir í sögu landsins, svipt Skálholt biskupi sínum og skóla og Þingvelli þinginu.

Landskjálftar árið 1896

Jarðskjálftum 1896 er ítarlega lýst af Þorvaldi Thoroddsen 1899. Fyrsti skjálftinn kom 26. ágúst rétt fyrir kl. 10 um kvöld. Suðurland hristist allt en þó langmest Rangárvellir, Land, Upp-Holt og Gnúpverjahreppur. Stærð skjálftans hefur verið áætluð 7–7,5 stig á Richterskvarða (Tryggvason 1973) og áhrifin minnst IX–XI stig, þar sem mest gekk á. Í Landsveit gjörféllu öll hús á 28 bæjum af

35, sem þar voru, en aðrir bæir stórskemmdust, jarðrask varð mikið, sprungur komu í jörð og jarðvegur umhverfðist. Skarðsfjall á Landi klofnaði allt og sprakk, fjallið hristi sig eins og hundur nýkominn af sundi. Grasvegurinn losnaði víða frá klöppinni og seig niður á láglandi. Stærstu sprungurnar náðu yfir sveitina þvera frá Ytri-Rangá um Lækjarbotna og Flagbjarnarholt vestur að Þjórsá, um 15 km lengd.

Morguninn eftir, 27. ágúst, kom nýr kippur. Var hann svo harður á Landi, að fólk, sem úti var, gat ekki ráðið hreyfingum sínum en steiptist niður og veltist um jörðina. Um svipað leyti kom harður kippur í Vestmannaeyjum, hrundi grjót á menn við fýlatekju í Heimakletti og slasaðist einn þeirra svo alvarlega, að hann lést síðar af þeim áverkum.

Hlé varð nú á hörðum skjálftum níu daga, en 5. september kl. 11 um kvöldið hristist Suðurlandsundirlendið enn af jarðskjálftum, sem gerðu engu minna tjón en hinir fyrri. Voru þeir langharðastir um Skeið, Holt og Flóa. Upptök fyrsta kippisins munu hafa verið mjög nærri Selfossi. Í Flóa féll fjöldi bæja til grunna en hinir skemmdust flestir meira eða minna. Mikið hrundi af björgum úr austanverðu Ingólfsfjalli, einkum kringum Tannastaði, og eru þau áberandi við þjóðveginn. Býlin þrjú á Selfossi hrundu. Fólk flýði þar nakið úr rúmum og út um glugga, þegar hvinurinn heyrðist og ósköpin dundu yfir. Þó kom kippurinn svo fljótt, að tæplega var ráðrúm að hlaupa ofan úr rúmum. Votmúlahverfi, 7 býli með yfir 80 húsum, og Smjörðalahverfi, 5 býli með um 50 húsum, hrundu gjörsamlega. Í þessari hviðu köfnuðu hjón á Selfossi, þegar súð lagðist á rúm þeirra. Brúin á Ölfusá skemmdist töluvert, atkerishleinar brustu, hliðarstrengir losnuðu og stöpull undir trébrú, þar sem vegurinn lá frá brúnni að sunnanverðu, datt, svo trébrúin hékk skökk og brotin. Um stund varð öll umferð að hætta um brúna önnur en fótgangandi manna. Rúmri mínútu eftir þennan skjálfta undir Selfossi varð annar stór skjálfti nærri Þjórsárbrú. Var hann harðastur um neðri hluta Holta, austanverðan Flóa og syðst á Skeiðum og í Grímsnesi. Berg hrundi frá stöplum Þjórsárbrúar, svo eigi stóð nema mjótt haft að stöplunum en brúna sakaði lítið. Norðaustur af gamla ferjustaðnum Króki í Holtum varð mikið jarðrask. Þar seig jarðvegstorfa um 2 m á þykkt og heill hektari að flatarmáli niður 1–2° halla. Torfan bögglaðist í öldur og neðst vafðist jarð-

vegurinn upp líkt og pönnukökur. Í brotsárinu efst sást í berg og leirleðju. Virðist leirinn undir torfunni hafa orðið vatnsósa við hristing skjálftans og torfan runnið á hallandi berginu. Á Skeiðum opnuðust stórar sprungur. Stærsta sprungan gekk fram hjá Kálfhóli og stefndi til norðausturs upp Skeiðin þver. Hjá Kálfhóli var hún opin á nærri 4 km svæði, 2–3 fet á breidd með hyldjúpum pyttum. Stórgrýti hrundi úr Hestfjalli. Langverst útleiknir í þessum skjálfta urðu bæirnir Krókur, Urriðafoss, Þjótandi, Skálmholt, Útverk, Hestur og Gíslastaðir austan í Hestfjalli.

Eftir þessa skjálfta fundust ótal smákippir um allt jarðskjálftasvæðið og var Suðurlandsundirlendið á sífelldu ruggi og titringi. Kl. 2 um nóttina (6. sept.) kom enn harður kippur og féllu þá 24 bæir í Ölfusi til grunna. Fólk var þar allt undir berum himni, þegar þessi skjálfti kom og sakaði engan, en svo var hann harður og snöggur, að varla hefði nokkurt undanfæri verið, ef fólk hefði verið í húsum.

10. september kom enn harður kippur og gerði mestan skaða í Hraungerðisprestakalli. Eftir það urðu kippirnir smærri og fjöruðu út á nokkrum mánuðum.

Árið 1912 kom skjálfti um 7 að stærð á Richterskvarða (Tryggvason 1973) austast á skjálftasvæðinu. Upptökin voru suðvestan undir Heklu milli Selsunds og Næfurholts. Níu bæir hrundu til grunna, eitt barn beið bana. Jörð sprakk og gjár mynduðust milli Galtalæks og Næfurholts, Haukadals og Selsunds. Rekja mátti sprungur allt suður að Eystri-Rangá og norður undir Búrfell. Jarðskjálftafræðingurinn August Sieberg (1912, 1923) kannaði umrót skjálftans og gerði kort yfir áhrif hans. Mat hann áhrifin næst Næfurholti og Selsundi X–XI stig.

Síðan hefur enginn stór skjálfti orðið á Suðurlandi í 63 ár.

3. mynd. Landskjálftar á Suðurlandi 1896. Hörðustu skjálftarnir urðu 26. ág., síðan 27. ág., 5. sept., 6. sept. og 10. sept. Skyggð svæði sýna, hvar mest tjón varð í hverjum skjálfta. Af skyggingu má lesa hlutfall (%) gjörfallinna húsa á hverju svæði. — *A sequence of earthquakes in S-Iceland 1896. The hatched regions indicate, where greatest damage occurred in each earthquake. The degrees of hatching show the percentage of totally destroyed houses in the epicentral regions.*

Sprungusvæði og bergþrýstingur á Suðurlandi

Að sumu leyti svipar skjálftasvæði Suðurlands til þverbrotasvæða, sem tengja hryggjarstykki í hafinu, enda tengir svæðið vestara og eystra gosbeltið og fær væntanlega spennu sína frá gosvirkni, gangamyndun og skorpuhreyfingum í þeim. Hversu náin hliðstæða þetta belti er við þverbrotin í hafinu, er enn órannsakað mál. Upptök stærstu skjálftanna á Suðurlandi (2. og 3. mynd) virðast þræða mjótt belti með A-V stefnu frá Hjalla í Ölfusi austur undir Selsund. Ef þetta belti væri túlkað sem plötuskil í anda plötukenningar, mundi almennt við því búist, að brotahreyfingar, sem skjálftunum valda, hefðu sömu stefnu og upptakabeltið. Sprungukerfi á yfirborði ættu þá að stefna A-V og með hliðsjón af hreyfingu svipaðra þverbroti í hafinu ætti land norðan beltisins að færast vestur en land sunnan við austur í skjálftum. Sprungusvæðin eftir skjálftana 1896 og 1912 liggja hins vegar nær því að vera þvert á þessa stefnu og skástígar sprungur benda til þess, að land austan við hvert sprungusvæði hafi færst suður en land vestan við norður. Stefna sprungusvæðanna og hreyfing þeirra gefa til kynna, að á Suðurlandi ríki mestur bergþrýstingur í lárétta norðaustlæga stefnu, en minnstur þrýstingur hins vegar í norðvestlæga stefnu þvert á gosbeltin. Stefna minnsta þrýstings er þá mjög svipuð og á Reykjaneskaga. Undir þessum þrýstingi gæti bergið allt eins brotnað á lóðréttum A-V lægum flötum, en af einhverjum orsökum, sem enn eru ekki kunnar, velur bergið fremur N-S stefnuna. Þrýstingsástand bergsins er ekki ósvipað því, sem plötukenning gerir ráð fyrir, en bergið brotnar á annan hátt en hún ætlar.

Heimildir um skjálfta sýna, að stórir skjálftar geta orðið hvar sem er á upptakabeltinu og sprungur, sem þeim fylgja, munu yfirleitt stefna N-S og geta náð allt að 15 km til hvorrar handar. Á því sprungusvæði gætu áhrif stærstu skjálfta orðið X–XI stig eða eyðandi á flest mannvirki.

Það er eftirtektarvert um skjálftana 1784 og 1896, að þeir byrjuðu austan til á upptakabeltinu en færðust vestur á nokkrum dögum eða vikum. Ef stórir skjálftar koma á Landi og Rangárvöllum, væri því ástæða til að óttast allmikla skjálfta í Flóa og Ölfusi nokkru seinna.

Hrinan 1896 var óvenju kröftug, enda hafði orku verið safnað

í hana í rúm 100 ár. Nú eru 63 ár liðin síðan stór skjálfti varð við Selsund austast á svæðinu, og aðrir hlutar þess hafa ekki hreyfst verulega í 79 ár. Enginn vafi virðist leika á því, að enn er bergið að safna orku, sem losna mun í kröftugri skjálftahrinu einhvern tíma á næstu áratugum.

Skjálftar í eystra gosbelti

Skjálftabeltið á Suðurlandi virðist enda við Heklu. Þar mætir það eystra gosbeltinu, sem nær frá Vestmannaeyjum um Eyjafjalla- og Mýrdalsjökul í vestanverðan Vatnajökul. Skjálftar í þessu beltinu eru tíðastir í norðvesturhluta Vatnajökuls og í Mýrdalsjökli (Stefáns-son 1967, Tryggvason 1973). Margir skjálftanna gætu verið tengdir umbrotum undir eldfjöllum. Áköf hrina af smáum skjálftum undir Heimaey byrjaði 30 stundum, áður en gos kom upp, og skjálftar héldu áfram þar á 15–25 km dýpi svo lengi sem gosið stóð. Sjö síðustu Kötlugos byrjuðu með allsnörpum kippum, sem fundust einni eða nokkrum stundum, áður en gosmökkur kom upp og nokkrum stundum, áður en hlaup kom fram á Mýrdalssand. Þessara skjálfta varð helst vart í Mýrdal og Skaftártungum en minna í Álftaveri. Magnaða lýsingu á skjálftum, sem fylgdu gosinu 1625, ritaði Þorsteinn Magnússon klausturhaldari að Þykkvabæjarklaustri í Álftaveri: „Um allan þennan áður sagðan tíma urðu menn oft varir við undirgang eður jarðskjálfta sérdeilis, og allra mest í Tungu, svo fólk, börn og kvinnur á náttartíma varð svo hrætt nær þeir komu, að það hljóp nakið (eður nær því) upp úr sínum rúmum þar sérhver lá og út úr húsunum, ei annars meinandi en þau ofan ríða mundu, en nær útkomu, þá var ei annað fyrir en þreifanlegt myrkur, eldgangur, öskufall, brak og brestir, dunur og dynkir, svo enginn vissi hvert sig hafa skyldi, börn og kvinnur með veini og ýlfran, og allmargir þeir í guðs orði lítt eður ekki um fróðir eður lesnir voru með hverjum hætti eður skjótum atburði að sá síðasti tilkomudagur vors herra Jesú Christi koma mundi, meintu að dómadagsundur allareiddu yfir sig komin væri etc.

Item þá voru þeir, sem úr Tungu komu í aðra kjálka, jarðskjálftanum í þá 12 daga svo vanir orðnir, að þeim fanst æ og æ jörðin undir sér titra og skjálfa, líkavel þó enginn jarðskjálfti væri, álíka

og þeir menn er sjóriðu hafa nær af sjó í land koma, að þeim finst jörðin undir sér rygga eins sem á sjónum skipið gjörir. Ítem í Mýrdal urðu þessir jarðskjálftar svo stórir og margir og langsamir, að menn allviða flúðu bæina á náttartíma og lágu úti á tinum við tjöld sín um sagðan tíma. Hús gengu þar og allviða til, en þó eigi til meins eður skaða. En hér í Veri var lítið um þá jarðskjálfta, og þótt menn af öðrum bæum þættust oft varir við þá verða (þó ei stórir væru), þá fann ég hér á staðnum sjaldan eður litt til þeirra.“

Álíka skjálftar urðu við upphaf goss 1660, 1721, 1755, en 1823, 1860 og 1918 voru þeir vægari, stuttir kippir en snöggir, ei harðari en svo að hrikti í húsum. Samkvæmt þessum lýsingum virðast áhrif skjálfta í byrjun goss í Kötlu geta orðið um VI stig.

Kötlu er nú vandlega gætt af fimm jarðskjálftamælum umhverfis Mýrdalsjökul. Gengur Einar bóndi á Skammadalshóli þar harðast fram, og má hún sig hvergi hræra, án þess að hann viti. Það er von manna, að nokkrum stundum eða dögum fyrir gos verði mælar varir við umbrot í jöklinum, þótt skjálftar verði að jafnaði ekki svo sterkir, að fólk finni þá, fyrr en rétt í þann mund, sem gosið kemur upp.

Hlaup kom úr Kötlu 1955. Þá mældust í Reykjavík átta skjálftar að stærð 2,4–3,6 á 6 klukkustundum (Tryggvason 1960). Menn voru við ísþykktarmælingar á upptakasvæðinu. Þeir fundu a. m. k. einn skjálftann og mikill órói sást á mælitækjum þeirra. Hlaupið kom fram einni stundu eftir skjálftahrinuna. Gos sást ekki en tveir sigkatlar mynduðust í jöklinum nálægt gosstöðvum 1918.

Á undanförunum árum hafa hræringar verið tíðar í Kötlu. Í október 1973 byrjaði hrina, sem smám saman sótti í sig veðrið en endaði um áramót með nokkrum skjálftum á dag að stærð 4. Þessir skjálftar fundust þó ekki á bæjum. Svipuð hrina byrjaði í febrúar 1975 og endaði í maíbyrjun. Þessar hrinur gætu verið vísbendingar um tilraunir til goss og þær hafa fremur aukið vonir manna um, að mælar geti gefið nokkurn fyrirvara, þegar upp úr sýður.

Mælanetið umhverfis Mýrdalsjökul vaktar einnig Vestmannaeyjasvæðið ásamt mæli á Stórhöfða. Skjálftar mælast öðru hverju enn úti við Surtsey en undir Heimaey hafa nær engir skjálftar orðið síðan gosi lauk þar.

Á sprungusvæðinu milli Mýrdalsjökuls og Vatnajökuls mælast nær engir skjálftar. Þaðan eru komin mikil flæðigos af Veiðivatna-

svæði, úr Eldgjá og síðast Lakagígum. Ekki hefur þó alltaf verið svo kyrrt þarna. Í einfaldri og sannri frásögn um jarðeldshlaupið í Skaftafellssýslu 1783 eftir Jón prófast Steingrímsson og Sigurð Ólafsson klausturhaldara segir svo: „*Þann 1. Júnii kom fyrst upphaf vorra hörmunga, að þá fundust sterkir jarðskjálftar, ekki einasta hér á Síðu, Landbroti, Meðallandi og Álptaveri heldur og vestur í Mýrdal og austur í Örafum, sem ætíð jukust, þó mest gengi á kvöld og morgna alla þá viku. 8. Júní var heiðrikt veður um morguninn, en um dagmálabil dró upp svartan mökk af norðri sem færðist yfir Síðuna, svo þykkvan að dymmt varð í húsum.*“ Þetta var upphaf Skaftárelda í Lakagígum.

Mörg önnur dæmi mætti rekja um skjálfta og eldgos í þessu gosbelti. Allsnarpir skjálftar fylgja oft gosum í Heklu. Ekki er ljóst af heimildum, hvort skjálftar fylgdu gosinu í Örafajökli 1362, þótt telja verði afar líklegt að svo hafi verið. Gosið í Örafajökli 1727 hófst með snörpum kippum, svo hörðum, að hús hristust og allt féll niður er lauslegt var.

Skjálftar í nyrðra gosbelti¹⁾

Norðan Vatnajökuls fylgja skjálftar gosbeltinu norður á Melrakkasléttu. Í norðanverðum Vatnajökli hafa á síðustu árum orðið nokkrir skjálftar, um 5 að stærð en þeir hafa hvergi fundist í byggð. Nokkuð er um skjálfta í Dyngjufjöllum og hrinur verða öðru hverju á Kröflusvæði, Þeistareykjum og Reykjaheiði en skjálftar þar eru yfirleitt smáir, undir 4 að stærð.

Verulegir skjálftar hafa fylgt eldgosum í þessu beltí.

„*Ár 1724 aðfaranóttina hins 17. maí mánaðar fóru menn (í Mývatnssveit) að finna sterkar jarðskjálftahræringar, héldust þær allt til dagmála daginn eftir; gaus þá fyrst upp sand og öskumokki harla miklum úr Kröfufelli, er í logni féll niður allt um kring hana ásamt glóandi steinhrið. Jukust þá hræringarnar með óskapa reiðarslögum, svo engu var líkara, en forganga mundu himin og jörð. Féllu þar þá víða niður hús í grunn, stukku í sundur í þeim bitar*

¹⁾ Greinin er skrifuð áður en skjálftar byrjuðu á þessu svæði 20. des. 1975 og fjallar því ekki um þá atburði.

og langbönd, svo ekkert var sýnna en bráðadauða mönnum og skepnum“ (Sveinn Pálsson, 1794).

„Á bak nýjari veturinn næsta á eptir kom að nýju ógna jarðskjálfti, laust því næst eldi í svokallaðan Leirhnúk með sand og öskufalli sem áður. Brast það fell allt í sundur og varð að gjám og gjótum, sem ullu og spíðu brennisteins leirleðju lengi á eptir ...“.

Sagt er, að botn Mývatns hafi lyfst og verið á þurru að austan í 1½ missiri. Hinn 8. september 1725 er getið um mikinn jarðskjálfta við Mývatn og á Laxá að hafa þornað um tíma en komið þó til aftur.

Verulegt hraunrennsli virðist ekki hafa byrjað fyrr en í ágúst 1727, er brennandi hraun fór út að vella úr brennisteinspytti einum nálægt Leirhnúk. Ætist þá og á ný eldurinn í Kröflu.

Hinn 18. apríl árið eftir gekk á ósköpum við Mývatn og voru margir eldar uppi. Sterkir jarðskjálftar höfðu gengið alla nóttina á undan. Tveir gígar mynduðust í Leirhnúksröð, gígur kom upp í Hrossadal, enn einn gaus í Bjarnarflagi. Tveimur dögum síðar fossaði hraun úr hlíðum Dalfjalls við Reykjahlíðarsel. Við þessi gos breyttist landslag mjög austan við Mývatn, vatnið þvarr á ný sums staðar en gekk á land annars staðar yfir haga og hólma og „leit út eins og alt plássið ætlaði að umhverfast“. Hraun rann frá Leirhnúsgígum með miklu braki, brestum og jarðskjálftum (Skýrslur um Mývatnselda 1724–1729, Thoroddsen 1899, bls. 214, 251–252).

Um skjálfta með gosum 1875 ritar Þorvaldur Thoroddsen 1899 svo:

„Rúmri viku fyrir jól (1874) fór að bera á jarðskjálftum í Mývatnssveit; fóru þeir smávoxandi og milli jóla og nýárs komu kippir á hverjum degi. Ekki voru kippirnir langir og harðir, en stundum svo tíðir, að ekki varð tölu á komið; brakaði mikið í húsum í stærstu kippunum og alt hringlaði sem laust var. Kippir þessir fundust víða um norðausturland og mest upp til fjalla og dala, t. d. á Möðrudal á Fjöllum og í Jökuldal; hóbýli manna nötruðu, og á stöku stað brotnuðu léleg úthýsi; þó gerðu kippir þessir hvergi skaða, er teljandi sé. Hinn 2. janúar og næturnar fyrir og eftir voru nærri sífeldar hræringar í Mývatnssveit; þegar mest var kyrrðin fannst ekki titringur nema ef maður sat og stóð upp við vegg, en á hverjum klukkutíma komu margir jarðskjálftar innan um smátitringinn, svo harðir að brakaði í hverju tré, hurðir skókust á hjörum,

ef húsin voru ekki læst, og ýmsir hlutir dattu úr skápum og hillum. Hinn 3. janúar byrjuðu Dyngjufjöll að gjósa. Jarðskjálftakíppir þessir héldust langt fram á vetur, en fóru heldur minnkandi og urðu strjálari eftir því sem nær dró 29. marz, er Dyngjufjöll gusu í annað sinn og þeyttu vikurösku yfir allt Austurland.“

Um kvöldið hinn 18. febrúar byrjuðu gos úr þremur gígum á Mývatnsöræfum í lægð þeirri, sem kölluð var Sveinagjá. Hinn 10. mars braust gos út norðar í sömu gjá og mynduðust þá 15 gígar. Hinn 4. apríl opnaðist gossprungan til suðurs. Hlé varð á gosi í 4 mánuði en 15. ágúst vaknaði eldurinn aftur og fylgdu honum töluverðir landskjálftar (Thoroddsen 1899, bls. 225, 260–261).

Skjálftabelti fyrir Norðurlandi

Fyrir Norðurlandi liggur annað mesta skjálftasvæði landsins og eru upptök skjálftanna að mestu í sjó. Nær það frá Skagafirði austur í Axarfjörð og frá norðurströndinni um 100 km á haf út. Grímsøy er í miðju þessu beltí. Skjálftasvæðið er mun breiðara en á Suðurlandi og hrinur skjálfta eru þar algengar. Það tengir saman nyrðra gosbeltið og Kolbeinseyjarhrygg, þar sem hann leggur á haf út til norðurs. Á þessu svæði er vitað um 5 skjálfta stærri en 6 á Richterskvarða síðan um 1900 (2. mynd). Skjálftarnir virðast oft tengdir VNV lægum misgengissprungum (Einarsson 1975a) og sést ein þeirra á landi í sunnanverðu Húsavíkurfjalli rétt norðan við Húsavíkurkaupstað, þar sem hún gengur út á Skjálfanda og fer líklega milli Flateyjar og lands. Þessi sprunga hreyfðist harkalega árið 1872 í skjálfta, sem var 6–7 stig á Richterskvarða. Þá gekk flóðbylgja á land í Flatey líkt og oft gerist, þegar skjálftar verða á Kyrrahafi.

Hinn 25. janúar 1885 varð úti í Axarfirði mikill skjálfti (um 6–6,5 stig að stærð, Tryggvason 1973). Í vestanverðu Kelduhverfi sprakk jörð í sundur og gekk í öldum, upp um sprungurnar gaus víða mórautt vatn marga faðma í loft upp. Ísinn á Víkingavatni var um 1½ m á þykkt, hann brotnaði allur og hrúgaðist saman í garða. Sléttir sandar norðvestan við Víkingavatn gusu vatni stórkostlega á þrem stöðum, voru gosstólparnir svartir á lit og sagðir 50–60 faðma háir. Kippirnir voru svo harðir og þéttir, að menn gátu ekki staðið

uppréttir, dattu hver um annan og kútveltust, þegar þeir í ofboði leituðu dýra (Thoroddsen 1899).

Ýmislegt bendir til þess að misgengi hliðstætt Húsavíkursprungu liggi um Dalsmynni í Fnjóskadal og milli Hríseyjar og Dalvíkur, þar sem Dalvíkurskjálftinn varð 1934. Hugsanlegt er, að þetta misgengi nái lengra, um Fljót og út á Skagafjarðardjúp, þar sem skjálfti af stærð 7 varð 1963 (Einarsson 1975a). Um Dalvíkurskjálftann er til ítarlegasta skýrsla, sem gerð hefur verið um áhrif skjálfta á hús og mannvirki hér á landi. Hana gerði ungur jarðfræðistudent, Sigurður Þórarinsson, sem staddur var á Akureyri, þegar skjálftinn varð, en brá sér á vettvang og safnaði gögnum. Stærð skjálftans er talin um 6,3 stig á Richterskvarða en áhrif hans voru af Sigurði metin VIII–IX stig á Dalvík, enda skemmdist helmingur húsa þar svo, að þau urðu ekki íbúðarhæf (Þórarinsson 1937).

Skjálftar í Borgarfirði

Enn er ógetið þess jarðskjálftasvæðis, sem frægast varð á síðasta ári (1974), en það er í ofanverðum Borgarfirði og brúar bilið milli gosbeltisins á Snæfellsnesi og vestara gosbeltisins við Langjökul. Þarna höfðu áður mælst og fundist hrinur, en skjálftahrinan í Síðufjalli og Þverárhlið, sem hófst í byrjun maí 1974, var kröftugri en áður þekktist á þessum slóðum. Hrinan náði hámarki með allmörgum skjálftum yfir 4 að stærð í síðari hluta maí, en í byrjun júní virtist hún að mestu gengin yfir og skjálftar orðnir fáir. Það urðu Borgfirðingum því mikil vonbrigði, þegar tveir skjálftar, annar 5,4 stig og hinn rúm 6 stig á Richterskvarða, komu með tveggja stunda millibili hinn 12. júní, þvert ofan í allar spár og loforð sérfræðinga. Svo virðist, sem hrinan hafi losað um bergið vestan við fyrsta skjálftasvæðið og hleypt af þessum stóru skjálftum, en það er óvenjulegt, að svo stórir skjálftar fylgi í kjölfar hrina. Eftir þetta kom urmull af smærri skjálftum, sem þó fjöruðu út, eftir því sem leið á árið. Áhrif stærstu skjálftanna voru um VIII stig í Þverárhlið en skemmdir furðanlega litlar á húsum. Páll Einarsson (1975b) sem kannaði áhrif skjálftanna rakti sprungur um 4 km veg frá Kvíum í Þverárhlið til austurs upp með Kjarrá. Sprungur með sömu stefnu fund-

ust einnig í landi Hamra um 2 km sunnar og virtist spildan milli sprungnanna hafa sigið. Upp með Kjarrá höfðu melar hristst svo, að þeir urðu vatnsósa og rann leðjan niður hlíðar í Kjarrá.

Lokaorð

Ef við að lokum lítum yfir skjálftasvæði landsins, er ljóst, að skjálftar eru tíðir í gosbeltum, en sjaldan svo stórir, að þeir verði hættulegir vel byggðum mannvirkjum. Nákvæm athugun skjálftavirkninnar eykur hins vegar skilning á sprungumyndun og gjám og auðveldar eftirlit með brotahreyfingum og bergskriði, sem gætu valdið spjöllum á virkjunum, rifið stíflur og botn lóna.

Greinilegt er, að flest eldgos gera boð á undan sér með skjálftum. Vöktun skjálfta er því ein mikilvægasta aðferð, sem völ er á, til að vara við jarðeldum.

Hættulegustu skjálftarnir verða á Suðurlandi og við norðurströndina. Mestu áhrif eru á tiltölulega litlu svæði beint yfir upptökum skjálftans, en þau geta orðið svo mikil, að jafnvel traustbyggð hús og mannvirki springa illa og skekkjast, ef stærð skjálftans verður á við þá, sem komu 1784 og 1896. Við verðum því að gera ráð fyrir verulegu eignatjóni á þessum svæðum á hverri öld og miklu skiptir við skipulagningu byggðar, myndun þéttbýliskjarna og staðsetningu mannvirkja, að sprungusvæðin séu nákvæmlega þekkt, og menn viti við hverju er að búast, velji sér byggingarefni og byggingarlag, sem vel hefur reynst í skjálftum, og tiltæk sé áætlun um viðbrögð almannavarna við þeim hamförum, sem jörðin hefur oft farið á þessum svæðum á liðnum öldum og vitað er, að enn munu yfir ganga.

Þakkarorð

Eysteinn Tryggvason og Páll Einarsson lásu handrit þessarar greinar og bentu á margt, sem betur mátti fara. Kann höfundur þeim bestu þakkir fyrir.

HEIMILDARIT

- Björnsson, Sveinbjörn and Páll Einarsson*, 1974: Seismicity of Iceland. In Kristjánsson, L. (Ed.): Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area, 225–239. D. Reidel Publ. Co. Dordrecht, Holland.
- Einarsson, Páll*, 1975a: Relative Location of Earthquakes in the Tjörnes Fracture Zone. Greinar Soc. Sci. Isl. in press.
- 1975b: The Borgarfjörður Earthquakes in West Iceland 1974. In: Detailed Studies of the Seismicity of Iceland. Ph. D. thesis, Columbia University.
- Einarsson, Þorleifur*, 1968: Jarðfræði. Saga bergs og lands. Mál og menning, Reykjavík, 335 bls.
- Klein, F. W., Páll Einarsson and M. Wyss*, 1973: Microearthquakes on the Mid-Atlantic Plate Boundary on the Reykjanes Peninsula in Iceland. Journal of Geophys. Res. 78, 5084–5099.
- Magnússon, Þorsteinn*, 1625: Relatio Þorsteins Magnússonar um Jöklabrunann fyrir austan 1625. Safn til Sögu Íslands IV, 200–215.
- Pálmason, G. and K. Saemundsson*, 1974: Iceland in Relation to the Mid-Atlantic Ridge. Annual Review of Earth and Planetary Systems, 2, 25–50.
- Pálsson, Sveinn*, 1794: Krafla, eldfjall nálægt Mývatni. Safn til Sögu Íslands IV, 405–411.
- Richter, Charles F.*, 1935: An Instrumental Earthquake Magnitude Scale. Bull. Seism. Soc. Am. 25, 1–32.
- Sieberg, A.*, 1912: Das Erdbeben vom 6. Mai 1912 im Hekla-Gebiet, Süd-Island. Mitt. über Erdbeben im Jahre 1912, herausgegeben v.d. Hauptstation f. Erdbebenforschung, früher Strassburg, jetzt in Jena.
- 1923: Erdbebenkunde, Jena 1923.
- Skýrslur um Mývatnselda 1724–1729. Safn til Sögu Íslands IV, 385–404.
- Stefjánsson, Ragnar*, 1967: Some Problems of Seismological Studies on the Mid-Atlantic Ridge. In: Björnsson, S. (Ed.): Iceland and Mid-Ocean Ridges. Rit Soc. Sci. Isl. 38, 80–90.
- Steingrímsson, Jón og Sigurður Ólafsson*, 1783: Einföld og sönn frásaga um jarðeldshlaupið í Skaftafellssýslu árið 1783. Safn til Sögu Íslands IV, 58–69.
- Sykes, L. R.*, 1967: Mechanism of Earthquakes and Nature of Faulting on the Mid-Oceanic Ridges. Journal of Geophys. Res. 72, 2131–2153.
- Thorarinsson, Sigurður*, 1937: Das Dalvík-Beben in Nord-Island 2 Juni 1934. Geogr. Annaler, H. 3–4, 232–277.
- Thoroddsen, Þorvaldur*, 1899 og 1905: Landskjálftar á Íslandi. Hið íslenska bókmenntafélag, Kaupmannahöfn, 269 bls.
- Tryggvason, Eysteinn, Sigurður Thoroddsen og Sigurður Þórarinnsson*, 1958: Greinargerð Jarðskjálftanefndar um jarðskjálftahættu á Íslandi. Tímarit Verkfr. Ísl. 43, 81–97.
- 1960: Earthquakes, Jökulhlaups and Subglacial Eruptions. Jökull 10, 18–22.
- 1973: Seismicity, Earthquake Swarms, and the Plate Boundaries in the Iceland Region. Bull. Seism. Soc. Am. 63, 1327–1348.
- Wood, H. O. and F. Neumann*, 1931: Modified Mercalli Intensity Scale of 1931. Bull. Seism. Soc. Am. 21, 277–283.

SUMMARY

Earthquakes in Iceland

by

*Sveinbjörn Björnsson,**Science Institute, University of Iceland, Reykjavik.*

Larger earthquakes in Iceland occur mainly in two zones, a narrow E-W trending zone in S-Iceland and 75 km broad zone off the northern coast. Destruction and ground displacement due to the earthquake sequences of 1784 (M_s 7.5–8), 1896 M_s 7–7.5) and 1912 (M_s 7) are described.

Considerable seismic activity is observed within the active volcanic zones. The earthquakes occur mainly as swarms of magnitude less than M_s 5. Volcanic eruptions are generally preceded by swarms of earthquakes. Examples of such premonitory earthquakes are given for the eruption of Heimaey 1973, Katla 1625, Lakagígar 1783, Mývatn Fires 1724–1729, Askja and Sveinagjá 1875.

Viðauki 1. Áhrif jarðskjálfta.

Endurbættur Mercalli-kvarði frá 1931. Lausleg, stytt og staðfærð þýðing (Wood and Neumann 1931, Tryggvason, Thoroddsen og Þórarinsson 1958, Einarsson, Þ. 1968)

Stig Áhrif skjálftans

- I Jarðskjálftinn finnst ekki, en hans verður vart á mælitækjum.
- II *Mjög vægur.* Fáir finna jarðskjálftann, og aðeins þeir, sem liggja vakandi, þar sem fullkomin kyrrð er, einkum á efri hæðum húsa.
- III *Vægur.* Flestir, sem sitja um kyrrt innan húss, verða jarðskjálftans varir, einkum á efri hæðum húsa, en mörgum kemur ekki jarðskjálfti í hug. Titringur, líkt og þegar bíll ekur nálægt húsinu.
- IV *Greinilegur.* Að degi til verða flestir innan húss jarðskjálftans varir. Að nóttu til vakna sumir við hræringuna. Hreyfing sést á ýmsum hlutum, svo sem opnum hurðum og gluggum, ljósakrónum o. s. frv. Hrikir í timburhúsum, líkast því, að þungur bíll rekist á húsið. Það er undantekning, að fólk hræðist jarðskjálftann, nema annar meiri kippur hafi komið skömmu áður.
- V *Allsnarpur.* Allir innan húss finna jarðskjálftann og margir utan húss. Margir vakna. Gluggaplöntur hreyfast eins og í talsverðri golu. Diskar og gluggarúður geta brotnað. Myndir, sem hanga á veggjum, hreyfast til og slást stundum í vegginn. Tré og háar stengur sjást stundum hreyfast. Einstaka menn flýja úr húsum.

- VI *Snarpur*. Allir finna jarðskjálftann og flestir verða óttaslegnir og flýja úr húsum. Þung húsgögn geta hreyfst úr stað. Myndir, bækur o. þ. l. falla af veggjum. Hlaðnir, ólindir steinveggir geta hrunið að nokkru leyti.
- VII *Mjög snarpur*. Allir flýja út úr húsum. Þung húsgögn og húsmunir falla og geta skemmt. *Mjög* lítið tjón á vel byggðum húsum. Talsverðar skemmdir á illa byggðum húsum. Finnst af fólki, sem ekur í bíl. Gruggugar öldur myndast á tjörnum og stöðuvötnum vegna leðju, sem hrærist upp frá botninum.
- VIII *Harður*. Þyngstu húsgögn færast allmikið úr stað eða velta um koll. Litlar skemmdir á best byggðum húsum, talsverðar á venjulegum bygg-ingum og miklar á illa gerðum húsum. Um fjórðungur húsa í þéttbýli skemmist og mörg hús verða ónothæf til íbúðar. Timburhús skekkjast. Reykháfar, súlur og myndastyttur velta eða hrynja. Allmikil skriðuföll, þar sem jörð er mjög blaut og brött.
- IX *Mjög harður*. Um helmingur steinhúsa eyðileggst og sum hrynja til grunna, en flest verða ónothæf til íbúðar. Jarðleiðslur slitna.
- X *Eyðandi*. Um $\frac{3}{4}$ allra steinhúsa eyðileggst, flest þeirra hrynja til grunna. Vel byggð timburhús og brýr stórskemmast og einstaka eyðileggjast. Stíflu- og flóðgarðar verða fyrir miklum skemmdum. Leiðslur í jörð (vatns- og gasleiðslur o. fl.) rifna sundur og skekkjast. Sprungur koma í malbikaðar götur. Mikil skriðuföll og grjóthrun úr fjöllum. Yfirborð á lausum sandi breytist allmikið. Í ám og vötnum myndast öldur, sem ganga á land.
- XI *Mjög eyðandi*. Öll steinhús hrynja. Einstaka vel byggt timburhús stendur lítið skemmt. Best byggðu brýr stórskemmast, stöplar brotna sundur o. s. frv. Stíflu- og flóðgarðar springa og stórskemmast. Jarðleiðslur eyðileggjast. Oft sjást miklar breytingar á yfirborði jarðar, og fer það mest eftir gerð jarðlaganna. Mikil skriðuföll og grjóthrun.
- XII *Gjöreyðandi*. Næstum öll mannvirki eyðileggjast. Breytingar á yfirborði jarðar geta orðið mjög miklar. Miklar breytingar verða á vatnsrennsli í bergi og jarðvegi. Fossar myndast, vötn færast úr stað og breyta farvegi sínum.

Viðauki 2. Stærð jarðskjálfta

Fyrsta skilgreining Richters á stærð M var einföld.

$$M = \log \frac{A}{A_0}$$

þar sem A er útslag, sem skjálfti veldur á mæli og A_0 er útslag, sem viðmiðunar-skjálfti frá sömu upptökum veldur á sama mæli.

Richter gerði ráð fyrir Wood-Anderson mælum (eigin sveifla $T_0 = 0,8$ sek, hámarksögnun $V = 2800$, deyfistuðull $h = 0,8$). Sem viðmiðunarskjálfta valdi hann skjálfta, sem ætti að sýna útslag 1 mikron (10^{-6} m) á Wood-Anderson mæli í 100 km fjarlægð frá upptökum. Sá skjálfti fengi stærð $M = 0$.

Skjálfti með t. d. $A = 1000$ mikron fengi stærð $M = \log \frac{1000}{1} = 3$.

Ef fjarlægð er ekki 100 km frá upptökum eða annar mælir notaður, þarf að leiðrétta mælt útslag áður en reiknað er.

Nú nota jarðskjálftastöðvar almennari og flóknari skilgreiningu á stærð.

$$M = \log \frac{a}{T} + f(\Delta, h) + C_s + C_r$$

þar sem a er kvarðað útslag skjálfta á mæli.

T er sveiflutími mældrar bylgju í sek.

$f(\Delta, h)$ er leiðrétting háð fjarlægð frá upptökum Δ

og dýpi skjálftans h

C_s er leiðrétting vegna eiginleika bergs undir mæli

C_r er leiðrétting vegna eiginleika bergs á upptaksvæði.

Veðurstofa Íslands notar t. d. jöfnuna

$$M = \log a + 1,95 \log \Delta - 1,3$$

fyrir lóðréttan skjálftamæli í Reykjavík.