



VEÐURSTOFA
ÍSLANDS

Greinargerð

Esther Hlíðar Jensen

Úttekt á jarðfræðilegum hættum eftir jarðskjálftana 17. og 21. júní 2000

VÍ-G00019-ÚR03
Reykjavík
Ágúst 2000

Greinargerð

Esther Hlíðar Jensen

Úttekt á jarðfræðilegum hættum eftir jarðskjálftana
17. og 21. júní 2000

VÍ-G00019-ÚR03
Reykjavík
Ágúst 2000



VEÐURSTOFA
ÍSLANDS

Veðurstofa Íslands
Úrvinnslu- og rannsóknasvið

23. ágúst 2000

Tilv. vor
31YM/3397/EHJ

Tilv. yðar

Jón Guðbjörnsson
Sveitarfélagið Árborg
Tækni- og umhverfissvið

Úttekt á jarðfræðilegum hættum eftir jarðskjálftana 17. og 21. júní 2000

Að beiðni Árborgar var gerð úttekt á hættu varðandi grjóthrun og skriður eftir jarðskjálftana 17. og 21. júní 2000. Greinargerð sú sem hér fer á eftir fjallar um helstu atriði þessu tengdu.

Virðingarfyllst

Esther Hildur Jensen

Úttekt á jarðfræðilegum hættum eftir jarðskjálftana 17. og 21. júní 2000

Inngangur

Að beiðni Árborgar hefur Veðurstofa Íslands gert úttekt á hættu af völdum skriðna og grjóthruns í Árnassýslu er tengjast jarðskjálftunum sem urðu 17.6. 2000 og 21.6. 2000.

Upplýsingum um grjóthrun var safnað frá almenningi með því að senda eyðublöð á bæi þar sem spurt var um afleiðingar skjálftanna og þar á meðal grjóthrun. Einnig var haft samband við Halldór G. Pétursson á Náttúrufræðistofnun Íslands, sem sér um skráningu annáls og þar fengust upplýsingar um skriður og grjóthrun sem m.a. hafa birst í fjölmiðlum. Haft var samband við sveitarstjóra og/eða hreppstjóra og þeir beðnir að segja frá því, hvar grjót hefði hrunið eða skriður hefðu fallið.

Eftir að tekinn hafði verið saman listi með upplýsingum var ákveðið að gera nánari athugun á nokkrum stöðum. Þeir voru: Sumarbústaðabyggð í Hestlandi, bærinn Mosfell undir Mosfelli, bærinn Stöðulfell undir Stöðulfelli, Ingólfsfjall, Herjólfsdalur og Klif í Vestmannaeyjum.

Farið var að Hestlandi, Mosfelli og Stöðulfelli dagana 27.-28. júlí. Mæld voru úthlaupshorn og staðsetning grjóts undir hliðunum. Til hliðsjónar var höfð greinargerð eftir Kristján Sæmundsson sem gerð var vegna grjóthruns í Hestlandi eftir jarðskjálftana 17. og 21. júní (Kristján Sæmundsson 2000).

Jarðskjálftarnir 17. og 21. júní 2000

Á vefslóð jarðeðlissviðs Veðurstofu Íslands má finna eftirfarandi lýsingu á skjálftunum:

"Þegar jarðskjálftarnir miklu brustu á 17. og 21. júní, 2000, höfðu ekki orðið meiri háttar jarðskjálftar á skjálftabelti Suðurlands í 88 ár, eða frá því 1912. Suðurlandsskjálftabeltið er sniðgengisbelti sem oftast er skilgreint sem 70 km langt svæði, frá Vatnafjöllum sunnan við Heklu og vestur um Ölfus. Breidd svæðisins í þrengsta skilningi er aðeins 8-10 km, en sprungur stórra skjálfta ná miklu lengra til norðurs og suðurs. Samkvæmt sögunni hafa jarðskjálftar, sem náð hafa allt að 7.1 að stærð (Ms stærð) oft valdið miklu tjóni á svæðinu. Miklir jarðskjálftar fara stundum margir saman á stuttum tíma á skjálftabeltinu eftir að ekki hafa verið meiri háttar skjálftar þar í jafnvel meira en heila öld. Síðasta stórskjálftahrinan með þessum hætti var 1896, þegar urðu 5 skjálftar, 6.5-6.9 (Ms) að stærð að því talið er, allt frá Flagbjarnarholti í Landssveit og vestur um Ölfus. Þegar skjálftinn 1912 varð enn austar á svæðinu, en stærð hans var 7.0 (Ms), má segja að allt Suðurlandsundirlendið hafi á 16 árum leyst úr læðingi spennu, sem hafði verið að hlaðast upp frá því seint á 18. öld. Eftir þetta urðu ekki skjálftar stærri en 6 á Suðurlandsskjálftabeltinu þangað til nú í júní."

(http://www.vedur.is/ja/skyrslur/Isl_17og21jun_2000/index.html)

Grjóthrun

Hversu langt frá upptökum jarðskjálfta hætta er á grjóthruni er háð mörgum þáttum, s.s. stöðugleika hlíðar, stærð skjálftans, dýpt hans, dempun skjálftabylgna og dreifingu eftirskjálfta (Selby, 1993). Smærri skjálftar losa um bergið þótt ekki verði vart við grjóthrun samfara þeim. Þess vegna er líklegt að heildaráhrif jarðskjálfta á grjóthrun séu meiri en vart verður við strax eftir skjálftann.

Jarðskjálftarnir sem urðu 17. júní og 21. júní voru báðir um 6.5 á Richters kvarða. Áætla má að jarðskjálftar af þessari stærð verði um tveir á öld. Grjótið sem féll við skjálftana er vissulega meira en gerist að jafnaði. Hins vegar er grjóthrun mjög algengt þótt ekki komi til jarðskjálfti. Við frostveðrun losnar um grjót sem síðan fellur niður á láglandi, oftast í leysingum. Í leysingum hækkar grunnvatnsborð og veldur auknum þrýstingi á bergið og eykur þannig grjóthrunshættu.

Þeir þættir sem hafa mest áhrif á færslu grjóts frá hlíð eru:

- Lögun hlíðarinnar
- Eðliseiginleikar efnisins í hlíðinni (berggerð lausra steina, gerð yfirborðsjarðlaga og gróður)
- Eðlisfræðilegir þættir (álag-aflögun, vökvafræðilegur núningur o.fl.)
- Lögun grjóts

Viðnám hlíðar sem þakin er mjúkum jarðvegi er líklega breytilegt eftir árstíðum, þ.e. þegar jörð er frosin veitir hún minna viðnám en ófrosinn jarðvegur.

Grjóthrun eftir jarðskjálftana 17. júní og 21. júní 2000

Tafla 1 Svör úr spurningalistum

17.júní/21.júní	Staðsetning	Upplýsingar frá
Stöðulfell	Gnúpverjahreppur	Stöðulfelli, Gnúpverjahreppi
Nei		Hjallanes II, Landsveit
Ofanleitishamar	Vestmannaeyjar	Stórhöfða, Vestmannaeyjum
Stórhöfði	Vestmannaeyjar	Stórhöfða, Vestmannaeyjum
Varða af Hádegisfjalli, grjót úr Akrabrekku	Holt Rangárvallasýslu	Rangárvallasýslu
Vörðufell		frá Vorsabæ II Selfossi
Mikið hrun alls staðar		Akbraut Holtum
Þrengsli		Heinaberg 20, Þorlákshöfn
Blátindi, Klifinu, Háunni, Eystrakletti	Vestmannaeyjar	Kirkjuvegur 49, Vestmannaeyjar
fjöll og hraunbrúnir		Selmói, Hellu
3. svæði Stóru Laxár	Hreppar	Björk, Garðar
Ingólfsfjall		Laugarbakkar, Selfossi
Fjöll norðan við Hólagötu	Vestmannaeyjar	Hólagata 34, Vestmannaeyjar
Skarðsheiði, Stóraberg		Grund, Borgarnes
Mosfell		Mosfell, Selfossi
Krummaklettar??		Reykholt II, Biskupstungur
Mosfell		Sel, Grímsnesi
Steinafjall	Eyjafjöll	Skógar, Hvolsvöllur
Holtsnúpur	Eyjafjöll	Skógar, Hvolsvöllur
Stór steinn úr fjallsbrún		Árgilsstaðir, Hvolhreppur
Töluvert í nágrenninu		Ásólfsskáli, Hvolsvöllur
Já		Holt, Hvolsvelli
Úr bröttum fjöllum		Ásólfssstaðir, Selfoss
Hlíðarfjall, Herdísarvíkurfjall		Vogsósar, Selfossi

Frá Halldóri G. Péturssyni á Náttúrufræðistofnun Íslands fengust eftirfarandi upplýsingar um staðsetningar á grjóthruni:

Þrengsli, Stöðulfell, Hestfjall, Sveifluháls (beggja vegna), Kleifarvatn, Hreppar, Þórsmörk, Eyjafjöll, Ásahreppur, Þingvellir (Hestagjá), mynni Hvítárgljúfurs.

Halldór nefndi enn fremur að viðbúið væri að fleiri staðir ættu eftir að koma í ljós við nánari skoðun.

Frá sveitarsjórum og hreppsstjórum fengust eftirfarandi upplýsingar um staðsetningar á grjóthruni og sprungum.

Árborg:

Hestfjall (S-brúnir einnig, athuga sunnan við Hestvatn), gljúfur Þjórsár, Flóinn (sunnan við veg (sprungur)), Dælarétt (sprungur), Bitra (sprungur), Ingólfsfjall.

Rangárvallasýsla:

Austan Holstár á Þjóðveginn, Sauðólfsvöllur, Ystiskáli, Hvammur, Núpsbær?, Merkurnes (Langanes).

Farið var á þá staði þar sem grjóthrun var talið ógna híbýlum manna. Þetta var í Hestlandi, að Mosfelli og að Stöðulfelli. Ingólfsfjall og Vestmannaeyjar þyrfti að skoða frekar.

Aukin hætta á grjóthruni

Í beiðni Árborgar er talað um los sem varð í hlíðum í skjálftunum. Óttast var að skálftarnir hefðu losað um grjót og þar með aukið hættu á grjóthruni. Töluvert af lausu grjóti, sem losnaði við seinni skjálftann, hefur komið í ljós efst í hamrabrúninni fyrir ofan sumarbústaði í Hestlandi (Mynd 1).



Mynd 1 Laust grjót í brúninni

Í skjálftanum 21.júní skoppuðu steinar úr sætum sínum, jafnvel á jafnsléttu (Mynd 2), í landi Hests við Hestfjall, þar sem upptök seinni skjálftans voru. Þetta er merki um að skjálftinn hafi yfirunnið þyngdarhröðunina. Vegna þessa er meira um laust grjót í brúninni en annars hefði verið. Ekki hefur verið kannað hversu langt þessara áhrifa gætir en þó má álykta að þau séu aðeins rétt við upptök skjálftans. Ekki var hægt að sjá þessi áhrif við bæinn Mosfell í Biskupstungum sem er í u.þ.b. 7,5 km fjarlægð frá Sólheimum í Grímsnesi. Eins og sjá má á mælingum Aflfræðistofu, Verkfræðistofnunar Háskólans mældist yfirborðshröðun að Sólheimum í Grímsnesi 70,8% af g (Tafla 1).



Mynd 2 Steinarnir á myndinni hafa skoppað úr sætum sínum á jafnsléttu. Hvíti ferhyrningurinn er þar sem þeir voru áður.

Á vef Aflfræðistofu, Verfræðistofnunar Háskóla Íslands (<http://www.afl.hi.is/eq2000/june21.htm>) er að finna eftirfarandi upplýsingar um mælingu á þyngarhröðun:

"Mesta mælda hröðun sem fram kom á mælikerfi Verkfræðistofnunar Háskóla Íslands var u.þ.b. 84% g á vestari stöpli Þjórsárbrúar. Einnig má benda á að á Sólheimum í Grímsnesi, sem er líklega á nyrðri enda þess misgengis (jarðskjálftasprungu) sem hnikaðist, var yfirborðshröðun u.þ.b. 70% g. Í ljósi þess má fullyrða að byggingar nálægt upptökum jarðskjálftans hafa orðið fyrir áraun sem er umtalsvert meiri en sú áraun sem gert var ráð fyrir við hönnun þeirra."

Tafla 2 Hágildi mældrar yfirborðshröðunar á nokkrum mælistöðvum
Verfræðistofnunar Háskóla Íslands í jarðskjálftanum 21.06.2000

Staðsetning mælitækis	Mæld hröðun (%g)		
	Lárétt (x-ás)	Lárétt (y-ás)	Lóðrétt
BLÖNDUSTÍFLA	0,43	0,42	0,17
BÚRFELLSVIRKJUN	2,6	2,5	1,4
FLAGBJARNARHOLT	5,2	3,9	2,2
HEIÐMÖRK	1,2	0,8	0,5
HELLA	11,1	16,7	7,2
HRAUNEYJAFOSSVIRKJUN	0,7	0,6	0,4
HÚS VERSLUNARINNAR	1,6	1,8	0,9
HVERAGERÐI KIRKJA	13,0	6,1	4,4
HVERAGERÐI DVALARH.	11,6	5,6	6,4
ÍRAFOSSVIRKJUN	5,3	10,5	4,2
KALDÁRHOLT	33,2	39,3	35,0
LJÓSAFOSSVIRKJUN	10,7	8,9	6,3
MINNI-NÚPUR	2,1	2,5	3,0
ÓSHLÍÐ	0,08	0,09	-
SELFOSS SJÚKRAHÚS	17,9	11,8	6,4
SELFOSS RÁÐHÚS	12,7	11,2	6,8
SIGÖLDUSTÍFLA	1,8	1,5	0,7
SIGÖLDUVIRKJUN	0,9	0,6	0,5
SÓLHEIMAR Í GRÍMSNESI	43,5	70,8	41,4
SULTARTANGAVIRKJUN	1,1	1,5	0,9
ÞJÓRSÁRBRÚ (eystri stöpull)	44,9	53,7	27,2
ÞJÓRSÁRTÚN	67,7	54,6	33,1

Fengið af vefsíðu Afifræðistofu, Verfræðistofnunar Háskóla Íslands.

Af þessum sökum er líklegt að meira sé af lausu grjóti eftir jarðskjálftana nálægt upptökum seinni skjálftans. Því er eingöngu um að ræða Hestland þar sem veruleg aukning gæti hafa orðið á grjóthrunshættu á hús. Hins vegar eru ekki til athuganir á lausu grjóti á svæðinu fyrir skjálftann.

Grjóthrun við Mosfell

Við Mosfell féll grjót í seinni skjálftanum og náði einn u.þ.b 7 tonna steinn út á veg sem liggur að nýlegum bústöðum. Lægsta úthlaupshorn var 18° frá upptökum. Ekki var unnt að meta magn af lausu grjóti í toppi Mosfells en reiknað er með að aðeins hafi fallið það sem laust var fyrir, enda mun minna hrun en í Hestlandi, þar sem skjálftinn losaði um grjót. Þess vegna er ekki talið að hættan við Mosfell hafi aukist í skjálftanum, jafnvel þvert á móti.

Grjóthrun að Stöðulfelli

Grjóthrun við Stöðulfell er ekki talið ógna híbýlum fólks því bergið er smástuðlað og brotnar upp í smágrjót sem ekki eru líkleg til að fara í gegnum hús.

Grjóthrun í Hestlandi

Aðstæður við nokkra bústaði voru athugaðar sérstaklega. Þetta voru húsín númer 15 Sunnuhlíð, 79 grunnur með botnplötu, 111 Hlíð, 113 Þrúðvangur, 121 Steinhlíð og 123 nýlegt hús. Önnur hús sem eru undir hlíðinni og hugsanlega gætu verið í hættu eru hús númer 17, 41, 49 Klettasel, og 73 Kvistur. Öll þessi hús eru einnig nefnd sem viðkvæmust fyrir hættu af grjóthruni í greinagerð um skriðuhættu á Hesti í Grímsnesi eftir Kristján Sæmundsson (2000).

Við mælingar á úthlaupshornum kom í ljós að við tvö húsanna (111 og 113) hefur grjótið farið lengra niður hlíðina en staðsetning svokallaðs β -punkts. β -punktur er sá staður þar sem halli hlíðarinnar er 10° . Lægsta mældu úthlaupshorn var 21° en að meðaltali var það $25,4^\circ$ fyrir þá steina sem lengst náðu á hverjum stað. Ofan við bústaðinn Sunnuhlíð (15) er mikið af lausu grjóti og einn sérlega stór steinn. Við fyrstu sýn virðist sem hlíðin þar sé ekki svo mjög frábrugðin hlíðunum ofan við húsín 111 og 113 og er því ástæða til að bregðast við því, t.d. með því að hreinsa burtu grjót. Sama gildir um lóð númer 79 en þar er hlíðin eilítið meira aflíðandi. Við þessa bústaði hefur ekki svo mikið grjót fallið áður og þess vegna er minni fyrirstaða í hlíðinni. Gögnin þyrfti að skoða frekar ef fást ætti ítarlegri skýring á þessum mun.

Við Þrúðvang (113) (Mynd 3) má greinilega sjá hvernig jarðvegurinn dró úr hraða grjótsins. Það er nokkuð ljóst að hefði þetta grjót fallið á frosna jörð þá hefði mátt búast við minna viðnámi og lengri vegalengd. Þarna fyrir ofan er einnig nokkuð af lausu grjóti og ástæða til að ætla að það ógni bústaðnum.

Mynd 3 Grjót ofan við sumarbústaðinn Þrúðvang



Niðurstöður

Í þessu minnisblaði er aðeins farið lauslega yfir helstu atriði varðandi grjóthrunið sem varð í jarðskjálftunum 17. og 21. júní 2000. Víðast er ekki er talið að jarðskjálftarnir hafi aukið hættu á grjóthruni. Það gæti þó hafa gerst í landi Hests þar sem upptök seinni skjálftans voru. Ekki er vitað um aðra staði þar sem grjót losnaði líkt og gerðist þar. Átæða þykir til að gera ráðstafanir vegna bústaða í Hestlandi sem standa stutt frá hlíðinni, þó sérstaklega bústaði 15, 111 og 113 og hugsanlega 79, þar sem aðstæður að vetrarlagi gætu verið enn hættulegri.

Heimildir:

Kristján Sæmundsson, 2000. Skriðuhætta á Hesti í Grímsnesi. Greinargerð KS/gr0015, Orkustofnun.

Selby, M. J.,1993. Hillslope Materials and Processes. Oxford University Press, New York.

<http://www.afl.hi.is/eq2000/june21.htm>

http://www.vedur.is/ja/skyrslur/Isl_17og21jun_2000/index.html

Esther Hlíðar Jensen