



Athugun á setlögum yfir lághraðasvæðum í berggrunni Hvalfjarðar

Karl Gunnarsson, Ólafur G. Flóvenz

Greinargerð KG-ÓGF-94-05

ATHUGUN Á SETLÖGUM YFIR LÁGHRAÐASVÆÐUM Í BERGGRUNNI HVALFJARÐAR

1. INNGANGUR

Að beiðni Jóns Hálfðánarsonar hjá Speli h.f. könnuðu undirritaðir lauslega niðurstöður fjölrása endurkastmælinga frá Hvalfirði með tilliti til þess hvort unnt væri að greina misgengni í setlögunum. Vegna þess að setlöginn eru ung eða frá því í lok ísaldar má ætla að misgengi sem kynnu að sjást í setunum væru vísbending um nýleg brot og sprungumyndun í berggrunni.

Kannaðir voru allir þeir staðir þar sem lágur hraði (<4.0 km/s) kom fram í bylgjubrotsmælingum Orkustofnunar 1991 og Geoteam 1993. Leitað var eftir því hvort óregla sæist í berggrunni, setlögum og hafssbotni á endurkastsniðunum á umræddum stöðum.

2. NIÐURSTÖÐUR

Alls voru skoðaðir 59 staðir á sniðum fjölrása mælinganna yfir lághraðasvæðum í berggrunni samkvæmt túlkun bylgjubrotsmælinganna. Hafa ber í huga að upplausn fjölrása mælinganna til að greina brot í setlögum er takmörkuð þannig að a.m.k. 1-2 m hliðrun þarf að vera um þessi brot til að þau sjáist með vissu. Draga niðurstöðurnar saman á eftirfarandi hátt.

1. Hvergi sjást örugg merki þess í fjölrásamælingunum að stallar séu í hafssbotni, en vafi leikur á í fáeinum tilvikum. Ef leita á eftir stöllum í hafssbotni með fullnægjandi nákvæmni þarf að fara ofan í frumgögn dýptarmælinganna og einrásu boomer-mælinga í smáatriðum.
2. Setlöginn eru víðast hvar ákaflega misleit og samfelldir endurkastfletir finnast sjaldan yfir langar vegalengdir. Það gerir það að verkum að í flestum tilvikum er ekki mögulegt að fullyrða hvort hreyfing hefur orðið á setlögum. Í 29 tilvikum af 59 voru endurkastfletir svo óskýrir og óreglulegir að ekki var hægt að draga af þeim nokkrar ályktanir um misgengishreyfingar. Í 27 tilvikum sáust heilir endurkastfletir í setunum yfir lághraðasvæðunum, í einu tilviki var greinileg hliðrun í setunum og hugsanlega í tveimur tilvikum í viðbót. Þessi þrjú síðasttöldu tilvik eru öll ofarlega í staflanum á því svæði þar sem setlöginn eru þykk, og þar sem berggrunnur undir er mjög óreglulegur. Slík hliðrun í setlögum þarf ekki að stafa af misgengjum, heldur getur óregluleg upphleðsla verið orsök.
3. Mjög algengt er að landslagsóreglur séu á yfirborði berggrunns samkvæmt endurkastmælingunum þar sem túlkun bylgjubrotsmælinganna gefur lághraðalög. Þar sem hraðar eru lægstir ($<3,0$ km/s í túlkun Geoteam og $<3,5$ km/s í túlkun OS) eru nánast undantekningarlautst stallar, kantar eða lautir í berggrunni mjög nærri. Á þessu geta verið tvær skýringar. Annars vegar gæti verið um að ræða brotasvæði í berggrunni sem veldur lágum hraða en hins vegar geta óreglur í yfirborði berggrunns leitt til þess að **ranglega** komi fram lághraðasvæði í berggrunni vegna takmarkana í þeim túlkunaraðferðum sem beitt er í bylgjubrotsmælingum.

Í samantekt má því segja að fá engin örugg merki hafi sést um brotahreyfingar í setlögunum, og enn fremur að lagskiping setlaganna er það óregluleg að óvíða er hægt að skera úr um þessi atriði. Einnig kemur til að upplausn margrásamælinganna er takmörkuð. Af þessum orsökum virðist frekari rannsókn á þessum fyribærum ekki vænleg til að gefa handfastar niður-

stöður.

Þess má geta hér að á korti með niðurstöðum Geoteam (33165-2) eru merkt misgengi sem ná upp í hafsbotn ("Faults extending to seabed", merkt með punktum). Þessi fyrirbæri voru túlk-ud á einrása boomer-sniðum af eftirlitsmanni Geoteam, Duncan Tamset. Að okkar dómi var megnið af þessum fyrirbærum vegna smávægilegra tæknilegra hnökra í skráningu mælinganna, og því marklaus. Þessi gögn hafa ekki verið endurmetin, og verður ekki fullyrt að slíkt eigi við í öllum tilvikum.

3. TÚLKUN GEOTEAM Á BROTAÐÍNUM Í BERGGRUNNI

Að lokum viljum við koma á því framfæri við Spöl h.f. að við könnun á skýrslu Geoteam, rákum við okkur á misrämi á berggrunnskorti því sem Orkustofnun skilaði (kort M9 frá 1993) og samsvarandi korti Geoteam (kort 33165-2 og -3). Kortin sýna dýpi á berggrunn, byggt á margrásu endurkastsmælingum OS, nema að Geoteam-menn hafa breytt á korti sínu dýptar- línum á svæði sem er um 200 m á kant, og staðsett í dýpstá hlutanum yst (ca. 428250 N, 687300 E).

Ekki er getið beinlínis um þessa breytingu í texta, ástæðu hennar né hvaða gögn eru notuð þar. Þó má lesa á milli línanna að misrämi sé á einhverjum svæðum á niðurstöðum bylgjubrots- og endurkastsmælinganna, og verður að áætla að bylgjubrotsmælingarnar hafi verið látnar ráða berggrunnsdýpi á fyr nefndum bleðli. Þessi breyting jafnar út landslagið á yfirborði berggrunnsflatarins, þar sem endurkastsmælingarnar benda til þess að þar sé brattur stabbi og næst honum djúp gjá, sem nær allt að 114 m dýpi. Þess má geta að þetta er á fyrirhugaðri jarðgangnaleið, og mesta dýpi á leiðinni er 116 m nokkru norðar. Það virðist því varhugavert að líta fram hjá möguleika á svo djúpri gjá.

Finna má líklega ástæðu fyrir misrämi í niðurstöðum hinna mismunandi aðferða. Samkvæmt skýrslunni notar Geoteam túlkunaraðferðir sem eiga illa við í því tilfelli þar sem setlög eru þykk og landslag í berggrunnsfleti mikið, eins og er í þessu tilviki. (Þessum takmörkunum er reyndar lýst í skýrslunni; sjá síðustu málsgrein í lýsingu á "Mean-minus-T method", Vol.2, Appendix 1, bls 6.) Þessar aðferðir leiða til útjöfnunar landslagins. Auk þess eru landlagsformin svo skörp, að fræðilegar takmarkanir bylgjubrotsaðferðinnar myndu ávallt valda nokkurri útjöfnun.

Í lok kafla 4.4 er reyndar minnst á það að e.t.v. þyrfti að endurskoða einhverja bylgjubrots-prófíla á grundvelli samanburðar við endurkastsmælingar. Um leið er þess getið að það muni ekki breytá greiningu á hraða í berggrunni. Þessi fullyrðing er ekki rétt. Ef aðferðin getur ekki greint áhrif landslagsins á réttan hátt, leiðir það til þess að villuáhrifin koma fram sem rangar hraðabreytingar í berggrunni.

Afleiðing þess að fyr nefnd gjá er tekin burt, er að önnur megin brotalínan ("bedrock lineament") hefur verið flutt ca. 150 m norðar á gangnaleiðina, miðað við túlkun OS (vol. 3, kafli 7.3.2). Aðrar hugmyndir í skýrslu okkar um túlkun á brotalínum hafa yfirleitt ekki verið teknar til greina. Engin tilraun er gerð til að rekja brot þau sem sjást á ströndinni inn á svæðið eða að tekið tillit til ríkjandi brotastefnu við túlkun. Á kortinu eru einnig merkt inn svonefnd "Escarpments" sem þýðir líklega "stallar". Þessi fyrirbæri eiga að líkindum að vísa á möguleg brot og/eða hraunlagabréður, en mjög er óljóst hver merkingin er eða af hvaða þáttum valið stjórnast. Lítill tilraun virðist hafa verið gerð til þess tengja lághraðasónurnar í berggrunni við þannig ábendingar í landslagi berggrunns.

4. BROTAÐÍNUKORT

Það hlýtur að vera afar mikilvægt fyrir jarðgangnagerðina að þekkja eins vel og kostur er brotalínur og veikleikasvæði í berggrunni. Samkvæmt okkar vitneskjú fer því fjarri að búið sé að ná út úr fyrirliggjandi gögnum þeim upplýsingum sem þar liggja um brotalínur. Umrætt berggrunnskort í skýrslu Geoteam virkar heldur hroðvirknislega gert, t.d. eru þar ekki merktar inn brotalínur sem vel má greina og tengjast kortlöögðum brotalínum á landi. Til að gera gott brotalínuukort verður að tengja saman hin ýmsu gögn sem aflað hefur verið. Þar verður að koma til gagnrýnin skoðun á niðurstöðum endurkastmælinganna og bylgjubrotsmælinganna og tenging þeirra niðurstaða við jarðfræðikortlagningu á landi. Að slíku verki verða að koma í sameiningu þeir aðilar sem unnið hafa að rannsókunum á landi og neðansjávar. Með því móti mætti fá raunhæfara brotalínuukort fyrir berggrunn en nú liggur fyrir. Þetta á þó fyrst og fremst við um það svæði þar sem djúpt er á berggrunn, en á grunna svæðinu í suðri eru landslagseinkenni bergrunnsflatar mun óljósari. Á því svæði væru segulmælingar einna vænlegastar til að sýna helstu drætti í strúktúr berggrunns.

Hins vegar er afar ólíklegt að unnt verði að greina í fyrirliggjandi gögnum hvort einhverjar þessara brotalína hafi hreyfst á nútíma og vafasamt að nokkur aðferð sé til sem gæti svarað þeirri spurningu með nokkurri vissu. Ástæðan er eins og fyrr er getið sú að setlögin í Hvalfirði eru mjög óregluleg og endurkastfletir slitróttir.



Karl Gunnarsson



Ólafur G. Flóvenz