

Óshlíðargöng

**Aðstæður til jarðgangagerðar
milli Hnífsdals og Bolungavíkur**



Efnisyfirlit

1	Ágrip.....	4
2	Yfirlit yfir berggrunn á norðanverðum Vestfjörðum.....	7
2.1	Berggerðir og helstu bergsyrpur.....	8
2.1.1	Syrpa 1.....	8
2.1.2	Breiðhillulagið.....	9
2.1.3	Syrpa 2.....	9
2.1.4	Syrpa 3.....	10
2.1.5	Syrpa 4.....	10
2.1.6	Lambadalseldstöðin.....	10
2.1.7	Syrpa 5.....	10
2.2	Brotalamir í berggrunni.....	11
2.3	Holufyllingar í bergi.....	13
2.4	Jarðvatn.....	13
3	Rannsóknir á aðstæðum fyrir jarðgangagerð til Bolungavíkur.....	14
3.1	Rannsóknir vetur 2006.....	14
3.2	Rannsóknir sumar 2006.....	15
3.2.1	Yfirlit yfir kjarnaboranir 2006.....	15
3.2.2	Yfirlit yfir boranir með loftbor 2006.....	16
3.2.3	Könnunargryfjur 2006.....	16
3.2.4	Jarðgangaleiðir sem kannaðar voru árið 2006.....	16
3.3	Rannsóknir árið 2007 vegna jarðganga milli Skarfaskers og Óss.....	17
3.3.2	Yfirlit yfir kjarnaboranir 2007.....	17
3.3.3	Yfirlit yfir boranir með loftbor 2007.....	18
3.3.4	Jarðlagasnið í fjallahlíðum.....	18
3.4	Yfirlit yfir niðurstöður rannsóknaborana.....	19
4	Jarðgangaleið milli Skarfaskers í Hnífsdal og Bolungavíkur.....	23
4.1	Frá munna við Skarfasker að stöð 16000 undir Seljadal.....	23
4.2	Hæsti hluti ganganna milli stöðva 16000 og 17000.....	26
4.3	Frá stöð 17000 að munna ganganna við Ós.....	27
4.4	Munni jarðganga við Skarfasker.....	29
4.5	Gangamunni við Ós.....	30
5	Heimildaskrá og ýtarefni.....	31

Teikningar

- 1 Bolungavík - Ísafjörður. Kannaðar jarðgangaleiðir. Staðsetningakort.
- 2 Bolungavík - Ísafjörður. Yfirlit yfir brotavirkni í bergi. Staðsetningakort.
- 3 Bolungavík - Hnífsdalur. Jarðfræði og rannsóknir. Staðsetningakort.
- 4 Óshlíð. Yfirlit yfir jarðlög.
- 5 Skarfasker - Ós. Langsnið jarðlaga.
- 6 Munni jarðganga við Skarfasker. Staðsetningakort.
- 7 Munni jarðganga við Skarfasker. Langsnið jarðlaga.
- 8 Munni jarðganga við Ós. Staðsetningakort.
- 9 Munni jarðganga við Ós. Langsnið jarðlaga.

(Allar Teikningar í stærð A3)

Viðauki A Lýsing á kjarnaborholum

Hola OK-01, 6 bls. - Hola OK-04, 5 bls.
Hola OK-11, 6 bls. - Hola OK-14, 5 bls.
Hola OK-15, 1 bls. - OK-16, 2 bls.

Viðauki B Ljósmyndir af borkjarna úr kjarnaholum

OK-01 til OL-16 (Boraðar vegna Bolungavíkurganga 2006-2007)
BR-01 til BR-07 (Boraðar vegna Breiðadals- og Botnsheiðarganga 1989 og 1990)

Viðauki C Lýsing á holum sem boraðar voru með loftbor

Holur OL-21 til OL-33 við Skarfasker.
Holur OL-03 til OL-04 og OL-34 til 37 við Ós.

Viðauki D Jarðlagasnið í Óshlíð og Bolungavík

Staðsetning sniða:

Hvanggjár – Sporhamar - Ós við Óshóla - Reiðhjalli-Heiðnafjall

1 Ágrip

Skýrslan lýsir aðstæðum til jarðgangagerðar milli Skarfaskers í Hnífsdal og Óss í Bolungavík. Frá báðum gangamunnum er örstutt vegtenging inn á núverandi Óshlíðarvegi. Nokkur aðdragandi var að vali á jarðgangaleið, allmargar mismunandi jarðgangaleiðir (unnar með bor og sprengitækni) koma vel til greina og ekki stór munur á jarðfræðilegum aðstæðum flestra þeirra. Helsti munurinn liggur frekar í landfræðilegum aðstæðum varðandi aðkomu vega að munnum og þær aðstæður geta verið mjög mismunandi. (sjá skýrslu; Bolungavík, yfirlit yfir aðstæður til gangagerðar milli Bolungavíkur og Ísafjarðar. Jarðfræðistofan október 2006, unnið fyrir Vegagerðina).

Upplýsinga um jarðfræði milli Bolungavíkur og Hnífsdals var í aðalatriðum aflað með fernum hætti.

1. Yfirfarnar greinar og handrit um jarðfræði Vestfjarða eftir ýmsa höfunda sem birst hafa síðustu áratugi.
2. Vettvangsskoðun, loftmyndaskoðun og túlkun á jarðfræði og lýsingum jarðlagasniða sem unnin voru ósamfellt af skýrsluhöfundi á árunum um 1975 til 2007.
3. Rannsóknir með kjarnaborunum og borun með loftbor við nokkrar mögulegar jarðgangaleiðir á árinu 2006.
4. Rannsóknir með kjarnaborunum og borun með loftbor við jarðgangaleið milli Hnífsdals og Bolungavíkur árin 2006 og 2007.

Jarðgangaleið milli Skarfaskers og Óss er um 5150 m löng, auk samtals um 300 m langra gangaskála við báða enda ganganna. Aðstæður á jarðgangaleiðinni eru í helstu dráttum eftirfarandi:

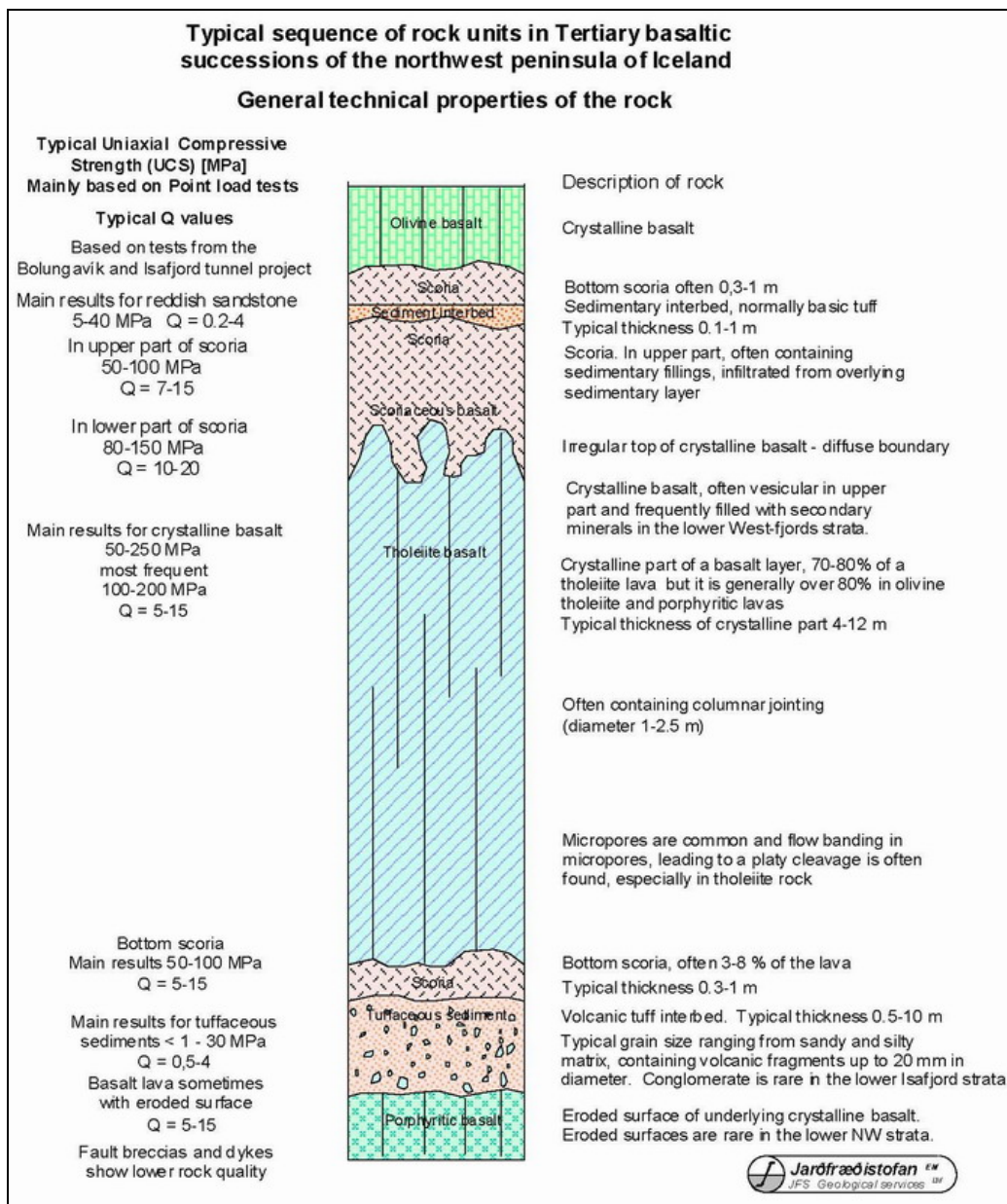
Við Skarfasker í Hnífsdal verður farið inn í munna í liðlega 20 m hæð y.s. Þar hylur mjög þykk skriða (12-18 m) neðanverða hlíðina þannig að gröftur lausra jarðlaga verður mikill og steypa þarf langan skála. Lausefnið er grýtt skriða sem jafnframt er mjög fínefnarík og siltkennd, þannig að efnið stendur bratt ef það helst þurrt, en blautt er það viðkvæmt fyrir skriði. Berg við munna er sterklegt en lagamót geta legið óheppilega í þekju við munnann.

Við munnastað milli bæjanna að Ósi í Bolungavík er áætlað að göng og skáli mætist í um 15 m hæð y.s. Laus jarðlög úr skriðuríku efni og jökulruðningi eru um 7-10 m þykk. Boranir benda til að efnið sé fremur blautt og vegna fínefnisinnihalds getur það auðveldlega skriðið til við gröft frá munna. Bergið við munna er mjög heillegt og sterklegt.

Berggrunnur á jarðgangaleiðinni er hluti af elsta bergi landsins, byggður upp úr mikið ummynduðum basaltlögum og allmörgum setlögum sem sum hafa mjög lágan brotstyrk. Jarðlögum hallar 5-7° til suðausturs (niður til Hnífsdals) og þar sem göngin liggja samsíða hallastefnunni, munu þau skera í gegnum u.þ.b. 500 m þykkar jarðlagastafla.

Storkubergslögin eru af þremur algengustu gerðum basalts, þóleítbasalt, ólivínbasalt og dílabasalt. Ekkert súrt eða ísúrt storkuberg fannst nærri jarðgangaleiðinni. Flest basaltlögin eru 3-8 m þykk en einstaka lög ná allt að 20 m þykkt. Ummyndun bergsins hefur verulega dregið úr brotstyrk ólivínbasalts og dílabasalts en

Þóleiðbasaltið er yfirleitt minna ummyndað og um leið harðara og með hærra brotþol.



Mynd 1. Yfirlit yfir tæknilega eiginleika berglaga á norðanverðum Vestfjörðum.

Á mynd 1 eru dregnir saman nokkrir eiginleikar berglaganna og sýnd helstu mælanleg gildi sem fram komu við mat og mælingar á borkjarnanum. Berglagastaflinn er samsettur úr tiltölulega hallalitlum berglögum svo tíð umskipti verða á milli berggerða í jarðgöngunum. Í ljósi þessa verða oft samsett bergsnið (mismunandi berglög) við stafn í göngunum. Á þeim stöðum (eða lengdarköflum) sem setbergslög verða ofarlega í göngunum eða í veggjum þeirra er fyrirséð hrunhætta og þörf á sérstökum styrkingum. Við slíkar aðstæður má búast við að ekki takist alltaf að halda fullri lengd bor- og sprengifæra (sama getur einnig gerst í mjög smásprungnu bergi).

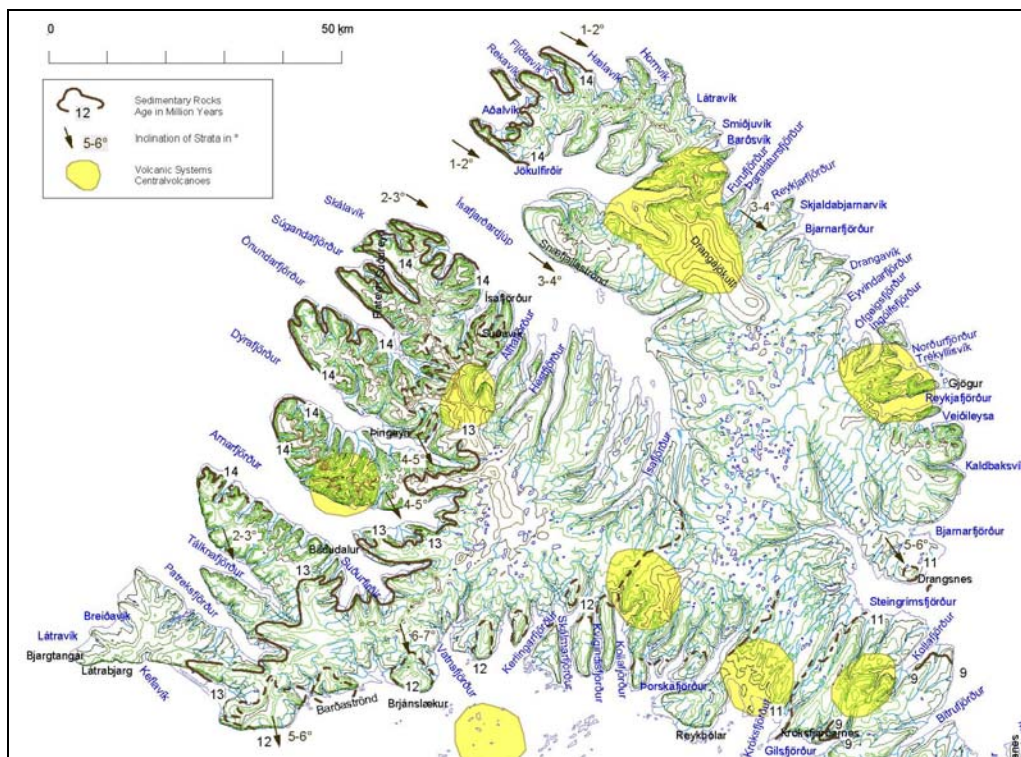
Misgengi, berggangar og brotalínur við utanvert Ísafjarðardjúp hafa verið kortlögð og stefnur þeirra dregnar saman í tíðnirósir. Algengast er að berggangar stefni NA-SV eða þvert á jarðgangaleiðina. Misgengi hafa breytilegri stefnur sem dreifast yfir stefnuna NNV til NA - (SSA til SV). Brotalínur raðast að miklu leyti á NNV-SSA og NA-SV stefnur. Einstaka brotalínur og misgengi geta legið nærri stefnu jarðgangaleiðar en ólíklegt er að göngin skeri bergganga með þá stefnu. Berggangar eru margir mjög smásprungnir og þeir þykkustu ná yfir 10 m þykkt. Misgengi eru með smákurlað berg sem almennt er steipt saman með svörtum leir. Sumir berggangar og e.t.v. einnig einhver misgengi munu þarfnast sértækra styrkinga.

Jarðvatn mettar berggrunninn og er líklegt að jarðvatnsborð standi víða í 300-500 m hæð y.s. Almennt dregur úr lekt bergsins með auknu dýpi í jarðlagastaflanum. Lektarmælingar með pökkun og ídælingu í borholur sýndu aðallega lekt undir 2 LU (1 LU er lekt í lítrum/min/lengdarmetra í borholu við 10 bara þrýsting). Nokkrir berggangar eru augljóslega mjög vel vatnsleiðandi og einstaka misgengi og sprungur geta líka leitt vatn en í heilum bergmassa er bergið yfirleitt þétt. Undantekningar geta verið í smásprungnu þóleítbasalti sem stundum er vel vatnsleiðandi.

Jarðfræðistofan hefur unnið framangreindar athuganir fyrir Vegagerðina. Verkið unnu Ágúst Guðmundsson, Sarah Kaiser, Eygló Ólafsdóttir og Timothy Ward. Rannsóknarboranir annaðist Ræktunarsamband Flóa og Skeiða frá Selfossi og borstjóri var Magnús Gíslason.

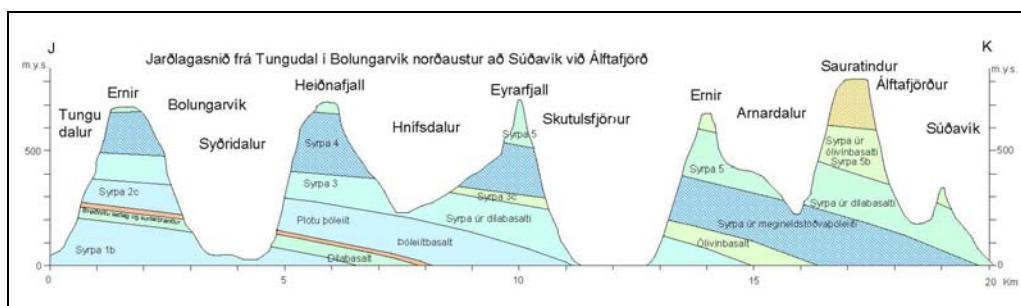
2 Yfirlit yfir berggrunn á norðanverðum Vestfjörðum

Berggrunnur Vestfjarða er basalthella, samsett úr ótalmörgum hraunlögum er runnu fyrir 10-16 milljónum ára. Í þessum basaltfleka eru nokkrir blettir þar sem eldvirknin var hvað mest og fjölbreytilegust svo þar byggðust upp svokallaðar megineldstöðvar. Á mynd 2 má sjá hvar þær er að finna og hvernig basalthellunni hallar í stórum dráttum til suðausturs. Þar eru einnig sýndar helstu setbergssyrpur er rekja má mismunandi samfelld um langan veg.



Mynd 2. Yfirlit yfir jarðfræði Vestfjarða.

Hér verður nánar fjallað um jarðfræði skaganna á milli Bolungavíkur og Ísafjarðar, inn til Álftafjarðar. Berglöggin hafa verið flokkuð saman í syrpur. Hér er flokkað í 5 höfuðsyrpur frá neðstu lögum í Óskubak við Skálavík norðan Bolungavíkur og í borholum við Laugar í Súgandafirði, upp í efstu berglög í Vatnshlíð innst í Álftafirði.



Mynd 3. Helstu bergsyrpur milli Bolungavíkur og Álftafjarðar (einfölduð teikning).

Ef hraunlög á leiðinni frá Skálavík til Álftafjarðar eru talin saman, í sniðbútum í u.þ.b. 100-300 m hæð yfir sjávarmáli, lætur nærri að farið sé gegnum 1000 m þykka sneið. Annað er uppi á teningnum ef farið er upp eitt snið t.d. úti í Öskubak við Skálavík og fylgt efstu lögum þar til suðurs, þá er farið í gegnum nærri þriðjungs til helmings þynnri stafla á leiðinni inn til Álftafjarðar. Nánari útskýringar á þessu er hægt að lesa út úr mynd 3.

Þótt jarðlagahallinn í neðstu lögum ofan sjávarmáls sé suðaustlægur um mestan hluta Vestfjarða, eins og sést á myndum 2 og 3, þá dregur úr hallanum upp fjallahlíðarnar og á norðanverðum Vestfjörðum, a.m.k. nærri ystu nesjum frá Djúpi vestur til Arnarfjarðar hallar efstu lögnum (ca. 50 m þekja) til norðurs eða norðvesturs, svo merkjanlegt er þegar farið er að rekja efstu þekjuna. Norðvestlægi hallinn er tæplega ½° frá innanverðu Langafjalli sunnan Breiðadalsheiðar norður í Erni í Bolungavík. Í nágrenni við megineldstöðvarnar milli Lambadals og Álftafjarðar og í "Vestfirsku Ölpunum" vestan við Þingeyri er staðbundinn breytileiki í jarðlagahallanum, á þann veg að þar er hallinn meiri og hallastefnan lítið eitt breytilegri en annars staðar í basalhellunni (sjá dreifingu megineldstöðva á mynd 2).

2.1 Berggerðir og helstu bergsyrpur

Berggerðir er finnst í basalhellunni á norðanverðum Vestfjörðum eru aðallega mismunandi afbrigði af basalti og er því skipt hér í 3 aðalflokka; þóleiít, ólivínbasalt og dílabasalt. Þessir aðalflokkar eru aftur greindir í undirflokkar eftir því sem þurfa þykir. Einungis er um að ræða flokkun á vettvangi en ekki í rannsóknarstofu, sem gæti verið dálítið frábrugðin. Flokkunarkerfið sem hér er notað barst upphaflega til Íslands með G.P.L Walker og félögum er unnu við kortlagningu á Austfjarðabasaltinu á árunum fyrir - og um 1960, en það hefur tekið allnokkrum breytingum og viðbótum í tímans rás.

Berglögum frá neðstu þekktu jarðlögum á Vestfjörðum (neðstu berglög í Stigalíð við Bolungavík), upp í efstu lög í Álftafirði er skipt hér í 5 aðalsyrpur. Aðalsyrpunum er síðan skipt í undirsyrpur eftir því sem henta þykir. Lega jarðlagasyrpanna í berggrunninum er sýnd á mynd 3.

2.1.1 Syrpa 1

Syrpa 1 tekur yfir jarðlög frá neðstu lögum beggja vegna Ísafjarðardjúps og upp að Breiðhillusetlögnum, sem er hægt að rekja um alla ystu múla á norðanverðum Vestfjörðum. Hún er meðal annars allt að 300 m þykk í Óshlíð við Bolungavík og framhald syrpannar má rekja niður á 400-500 m dýpi undir sjávarmáli í borholum við Laugar í Súgandafirði. Henni er hér skipt í a og b hluta, í það sem er neðan og ofan sjávarmáls. Efsti (yngsti) hluti syrpannar er samkvæmt aldursgreiningum um 15 milljón ára og í ljósi upphleðsluhraða í efri syrpu má geta sér þess til að neðri hluti Syrpu 1 sé nokkru eldri eða e.t.v. nálægt 2 milljónum ára.

Neðantil í syrpanni (í borholu við Laugar) finnst súr hraunlög, en annars er eingöngu um að ræða basalt af öllum berggerðum, þ.e. þóleiít, ólivínbasalt og dílabasalt, auk breytilegra setlaga. Efri hluti þessarar syrpu er á öllum mögulegum jarðgangaleiðum milli Bolungavíkur og Ísafjarðar.

2.1.2 Breiðhillulagið

Efri mörk Syrpu 1 eru hér sett við áberandi setbergslög sem finnast víðast í ystu nesjum á norðanverðum Vestfjörðum. Hér er um að ræða setlagasyrpu þar sem hvert setlag er sjaldan þykkari en 5 m og víða er í henni surtarbrandur. Snorri Björnsson prestur á Húsafelli lýsti Breiðhillulaginu og nytsemi surtarbrandsins í því árið 1760 og vísast til þess varðandi frekari fróðleik (Deo regi patriae, Sorö 1767). Hefur brandurinn verið unninn í námum við Botn í Súgandafirði og við Gil í Syðridal í Bolungavík, auk þess sem hann hefur verið brotinn víða, svo sem á Hornströndum og í Stigahlíð við Bolungavík. Útbreiðsla lagsins er sýnd á mynd 2 og aldur þess er talinn vera nálægt 14 milljónum ára. Allar kannaðar gangaleiðir milli Bolungavíkur og Ísafjarðar (nema Óshyrnugöng) skera gegnum setlagasyrpu Breiðhillulagsins.



Mynd 4. Breiðhillulagið er áberandi í Grænuhlíð við mynni Ísafjarðardjúps.

2.1.3 Syrpa 2

Syrpa 2 leggst ofan á Breiðhillulagið. Til hennar eru talin berglög sem eru í miðjum hlíðum við austanverðan Önundarfjörð og í neðanverðum hlíðum í innanverðum Súgandafirði og Bolungavík. Hún er í dalkjaftinum á Hnífsdal en finnast hvergi ofan sjávarmáls við Skutulsfjörð. Syrpan er í heild allbreytileg og er henni því skipt í undirflokkka með hliðsjón af því. Víðast er hún er úr blönduðu plötuþóleíti, dílabasalti og þunnum setlögum, en í Breiðadal í Önundarfirði er í henni mikill fleygur úr megineldstöðvaþóleíti og virðist hann þykkna í suðvestur. Þykkt syrpannar er mjög vaxandi í suðaustur í stefnu jarðlagastaflans. Hún er eitthvað nálægt 150 m í fjöllum við Bolungavík en líklega nærri 500 m innan við Breiðadal í Önundarfirði. Um helmingur gangaleiðarinnar milli Skarfaskers og Óss verður grafinn í Syrpu 2.



Mynd 5. Óshlíð þar sem Breiðhillulagið gengur skáhallt frá líðlega 200 m hæð y.s við Óshóla (til hægri) og er að greinast sundur í nokkur lög þar sem það gengur í sjó til vinstri á myndinni. Undir er Syrpa 1 mjög skriðuhulin og ofar eru brattir klettur Syrpu 2. Í efri hluta er lagskipt hetta sem tilheyrir Syrpu 3 og lög úr syrpu 5 fjær í þekju fjallanna.

2.1.4 Syrpa 3

Til Syrpu 3 eru hér fyrst talin mikil dílabasaltlög (Syrpa 3a) sem leggjast ofan á Syrpu 2 við Reiðhjalla í Bolungavík. Þau eru í miðjum hlíðum við Botn í Súgandafirði en virðast ekki skila sér nema í slitrum vestur til Önundarfjarðar. Í Önundarfirði eru aftur á móti ólivínbasaltdyngjur (Syrpa 3b) í þessum hluta jarðlagastaflans. Þær eru ofan við dílabasaltið í Súgandafirði en þynnast til norðausturs og týnast í Bolungavík. Ofan á dyngjurnar leggst svo blandað ólivínbasalt (Syrpa 3c) sem finnst í Skutulsfirði og grennd. Þessi syrpa er mjög þunn ofantil í hlíðum við Flateyri (minna en 50 m) en hún þykkar til suðausturs og er vafalítið yfir 200 m í Skutulsfirði.

2.1.5 Syrpa 4

Í efri hluta fjalla við Önundarfjörð, Súgandafjörð og við innanverða Bolungavík er mikill samfelldur bunki úr megineldstöðvápóleíti. Þessa syrpu má rekja vestan frá Dýrafirði, þar sem hún liggur að jarðlögum frá megineldstöðinni í "Vestfirsku Ölpunum" (sjá mynd 2). Hún er efst í fjöllum við utanverðan og miðjan Önundarfjörð og álíka hátt í landinu við innanverðan Súgandafjörð og í Breiðadalsheiði. Þegar kemur austur yfir vatnaskil til Ísafjarðardjúps fellur yfirborð hennar niður vegna vaxandi jarðlagahalla og eins fer fyrir henni innst í Önundarfirði. Syrpan er þunn í Gelti við Súgandafjörð, er nálægt 200 m þykk við miðjan Önundarfjörð, en í Hesti, sem er fjall innst í Önundarfirði, er þykkt hennar liðlega 300 m. Þar er í henni súrt hraunlag. Í Skutulsfirði eru efri mörk syrpu á Gleiðarhjalla og við botn Naustahvilftar ofan við flugvöllinn. Vegurinn um Kinn á Breiðadalsheiði sker neðri hluta Syrpu 4 og er hún hvergi niðri á mögulegum jarðgangaleiðum milli Bolungavíkur og Ísafjarðar. Jarðlagasyrpa 4 er um 13 milljón ára gömul og þykir hún mjög ákjósanleg leiðarsyrpa til að rekja um norðanverða Vestfirði.

2.1.6 Lambadalseldstöðin

Efst í Syrpu 4 eða á syrpuörkunum ofan við hana finnst fjölskrúðugt súrt berg í Valagili í Seljalandsdal við botn Álftafjarðar og í botni Lambadals í Dýrafirði. Er næsta víst að þar hefur rofist niður á koll megineldstöðvar sem grafin er í jarðlagastaflann á milli Djúps og Dýrafjarðar. Berg eldstöðvarinnar er allt ofan bergs á jarðgangaleiðum milli Bolungavíkur og Hnífsdal en þekking á henni skýrir að hluta heildarmynd jarðfræðinnar á norðanverðum Vestfjörðum og er samaldra berglögum efst í fjöllum við innanverða Bolungavík og Ísafjörð.

2.1.7 Syrpa 5

Ofan á Syrpu 4 leggjast berglög úr ólivínbasalti og dílabasalti ásamt dálitlu þóleíti. Þetta samsafn er hér kallað Syrpa 5 og finnast berglög henni tilheyrandi innantil í Dýrafirði, í ofanverðum fjöllum við botn Önundarfjarðar, efst í fjöllum milli Bolungavíkur og Skutulsfjarðar og yfir í Álftafjörð. Á mörkum Syrpa 4 og 5 er áberandi setlag, víðast 5-10 m þykkt og breytilegt að gerð. Á nokkrum stöðum finnst surtarbrandur í þessu lagi svo sem innst í Lambadal og líklega eru gróðurleifarnar í Þórislíðarfjalli í Selárdal í Arnarfirði af sama aldri. Neðst í Syrpu 5 eru miklar dyngjur í Álftafirði. Einnig finnst neðantil í syrpu sérstætt þrífílótt lag sem rakið hefur verið um fjallatoppa umhverfis Bolungavík og líkast til suður í Lambadal í Dýrafirði. Í þessari syrpu eru víða mjög þykk lög úr ólivínbasalti og dílabasalti.

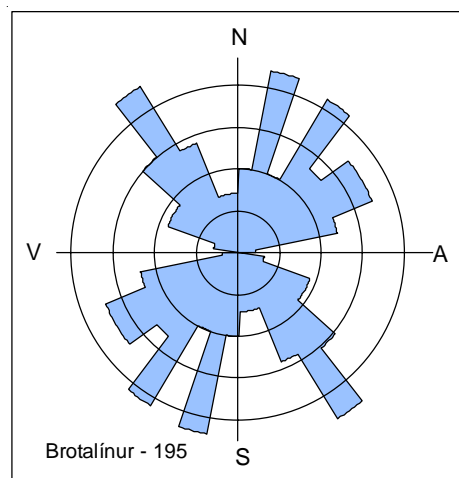
Ekki verður fjallað meira um syrpana, enda er hún hvergi í nágrenni við mögulegar jarðgangaleiðir. Syrpan er 12-13 milljón ára gömul og neðri hluti hennar gegnir mikilvægu hlutverki við að rekja jarðlög um svæðið milli Dýrafjarðar og Djúps.

Ofan við Súðavík (í Sauratindi og Kofra) eru miklir haugar úr súrum eða ísúrum hraunlögum, sem eru þar líklega lítið eitt mislægir á berglögum Syrpu 5. Súra bergið í Sauratindi er álitíð vera jafnaldra megineldstöðinni í Jökulfjörðum, eða nálægt 12 milljón ára.

2.2. Brotalamir í berggrunni

Með orðinu brotalöm er hér átt við hvers kyns brot eða bresti í berggrunninum og svo einnig bergganga. Könnun á brotalömum í berggrunni á norðanverðum Vestfjörðum hefur verið þrjúþætt.

Í fyrsta lagi hafa loftmyndir af norðurhluta Vestfjarða frá Ísafjarðardjúpi suður um Önundarfjörð til Dýrafjarðar verið skoðaðar og línulegar misfellur greindar og færðar á kort. Stefnugreining skráðra brotalína milli Bolungavíkur, Súgandafjarðar, Breiðadalsheiðar og Skutulsfjarðar er sýnd á mynd 6.

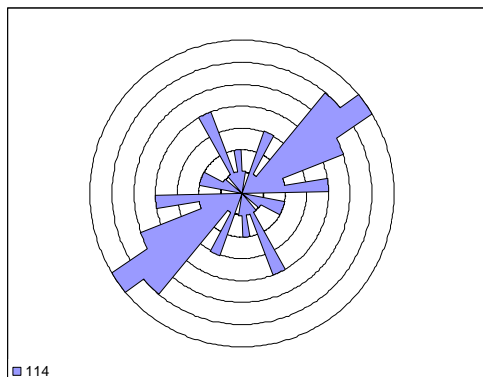


Mynd 6. Stefnudreifing 195 mældra brotalína af norðurhluta Vestfjarða (frá Önundarfirði til Djúps).

Í öðru lagi hefur landið frá Stigahlíð í norðri og suður til Dýrafjarðar verið skoðað með tilliti til misgengja og bergganga til að fá yfirlit yfir brotakerfi basalHELLUNNAR.

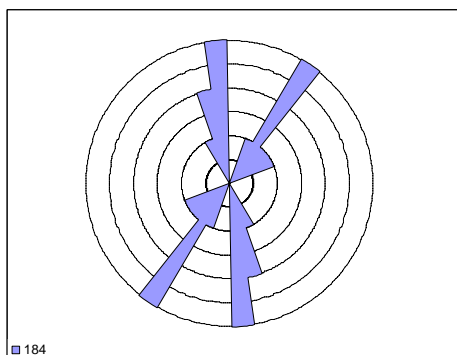
Í þriðja lagi hefur verið reynt að safna saman öllum fyrirbyggjandi athugunum á brotalömum milli Bolungavíkur og Skutulsfjarðar og þær upplýsingar felldar að athugunum höfundar.

Samantekin stefnugreining á kortlögðum misgengjum og berggöngum milli Bolungavíkur, Önundarfjarðar, Breiðadalsheiðar og Skutulsfjarðar er sýnd á myndum 7 og 8. Kort af misgengjum og berggöngum milli Bolungavíkur og Skutulsfjarðar er á teikningu 2.



Mynd 7. Stefnudreifing 114 mældra misgengja á norðanverðum Vestfjörðum (frá Dýrafirði til Djúps).

Athuganir á sprungum, misgengjum og göngum hafa gefið upplýsingar um tvö meginbrotakerfi í berggrunninum. Stefna þau í stórum dráttum í NNA-SSV og minna mæli í NV-SA. Berggangar fylgja að langmestu leyti NNA-SSV stefnunni og svo er einnig um stóran flokk misgengja.



Mynd 8. Stefnudreifing 184 mældra bergganga á norðanverðum Vestfjörðum (frá Dýrafirði til Djúps).

Ætla má að NNA-SSV brotastefna sé til orðin samhliða upphleðslu jarðlagastaflans og fundist hafa misgengi sem hafa vaxandi hliðrun þegar farið er niður í staflann. Gleggsta dæmið um það er misgengið í Tröllá í Syðridal í Bolungavík þar sem missig þess mældist 85 m í 100-200 m hæð en 30-40-m uppi í eggjum. Hliðstætt misgengi virðist vera í munna jarðganganna í Botnsdal.

Við misgengin hefur bergið oft kurlast við hreyfinguna og getur kurlbeltið meðfram misgengisfletinum verið 0,3-2 m þykkt og stundum meira, jafnvel fáeinir metrar. Að jafnaði er talið mjög óheppilegt að leggja jarðgöng langs eftir misgengjaflötum og er ekki að sjá að brotalínur liggja samsíða gangaleiðinni milli Skarfaskers og Óss.

Berggangarnir safnast gjarnan í “þyrpingar” milli svæða með þéttari ganga. Fáeinir afar þykkir berggangar eru milli Bolungavíkur og Hnífsdals og liggja þeir þvert á gangaleiðina.

Ágiskanir um gangaþéttleika á mögulegum jarðgangaleiðum byggja á því sem sést í giljum og ofanverðum hlíðum, auk þess sem sjá má í bergi við ströndina. Áætlað er að ca. 10 gangar og a.m.k. álíka mörg misgengi (ýmist smá eða stór) geti verið á hvern km í jarðgöngum er liggja munu samhliða Óshlíð.

2.3 Holufyllingar í bergi

Holufyllingar og útfellingar í berggrunninum voru kannaðar lauslega bæði á yfirborði og í borkjarna. Milli Bolungavíkur og Ísafjarðar má efst finna holufyllingar geislasteina á mörkum Syrpa 3 og 4 í tæplega 500 m hæð. Syrpa 4 er næsta laus við holufyllingar vegna þess að berg hennar er tregt til þeirra hluta en aftur á móti er Syrpa 3 mjög gjöful á holufyllingar. Syrpa 2 liggur þar á milli varðandi tilhneigingu til útfellinga. Algengt er að geislasteinarnir kabasít og thomsonít sjáist í yfirborðsbergi í fjallahlíðum. Að auki finnast einstaka kristallar af analsími og jafnvel skólesíti í stöku berglögum í borholum. Hæfileg ummyndun og útfellingar eins og er neðantil í fjöllum milli Bolungavíkur og Hnífsdals þykja til bóta við jarðgangagerð og algengast að sprunguútfellingar geislasteina auðveldi borun og hleðslu með því að skorða af bergbrot.

2.4 Jarðvatn

Úrkoma sem fellur á Vestfirði rennur að mestu ofanjarðar til sjávar eins og annars staðar á blágrýtissvæðum landsins. Þó er alltaf eitthvað sem sígur niður í berggrunninn og kemur fram sem lindavatn. Nokkuð sérstakar aðstæður eru fyrir jarðvatn á afmörkuðu svæði á norðanverðum Vestfjörðum og mikið um lindavætl í hlíðum. Þetta stafar líklega mestmegnis af Syrpu 4 sem er úr megineldstöðvaþóleiíti, aðallega með fersklegan karga á lagamótum og með litlar útfellingar eða holufyllingar. Syrpan er því hriplek og vegna legu hennar efst í fjöllum á mjög stóru svæði safnar hún í sig úrkomu er fellur þar. Í Bolungavík og Skutulsfirði nærri Botnsheiði eru mjög útbreiddar djújaveitur og lindavætl á mörkum Syrpa 3 og 4.

Undir Syrpu 4 er sem fyrr segir ólivíndyngjubasalt og dílabasalt úr Syrpu 3 með miklum útfellingum (og þá þéttingum) auk þess sem þar eru einnig þunn setlög. Því má segja að efri hluti Syrpu 3 virki eins og stemmir undir því sem hripar niður úr Syrpu 4 sem virkar þá að sama skapi eins og veitir.

Talsverðar mælingar hafa verið gerðar í borholum á lekt berglaga sem jarðgöng milli Bolungavíkur og Ísafjarðar myndu líklega liggja um. Bergið hefur yfirleitt mælst vel þétt og líkur á að leki í göngum verði að jafnaði lítill nema við sum brotabeltin og misgengin. Þar má gera ráð fyrir verulegum "gusum" á meðan á greftri stendur þegar farið verður gegnum brotin. Líklegast er að vatnsfyllurnar í svona brestum tæmist fljótleg og síðar verði um minni háttar vætl úr þeim að ræða.

Jarðgöngin undir Breiðadals- og Botnsheiðar sem grafin voru á árunum 1991 til 1995 hafa gefið góða og raunhæfa mynd af því hvers vænta má um vatnsleka á svæðinu. Þar stýrir brotavirkni mjög miklu vatnsrennsli á afmörkuðum hluta ganganna en utan sprungubeltisins er lekinn dreifður og ekki mikill.

Við jarðgöng milli Bolungavíkur og Ísafjarðar má gera fyrir að vatnsleki líkist mest því sem er Tungudalshluta Breiðadals- og Botnsheiðarganga. Mjög ólíklegt er talið að vatnsinnflæði geti orðið í sama mæli í Óshlíðargöngum og varð í Breiðadals- og Botnsheiðargöngum .

3 Rannsóknir á aðstæðum fyrir jarðgangagerð til Bolungavíkur

Þekking á aðstæðum til jarðgangagerðar milli Bolungavíkur og nærliggjandi byggðalaga byggir á ósamfelldri en nokkuð langri rannsóknasögu. Á árunum 1984-1985 skoðuðu Hreinn Haraldsson og Sveinn Björnsson starfsmenn Vegagerðarinnar aðstæður fyrir nokkrar mögulegar gangaleiðir og lýstu aðstæðum í tveimur skýrslum. Árin 1988-1990 vann skýrsluhöfundur að undirbúningsrannsóknum vegna jarðganga milli Ísafjarðar, Súgandafjarðar og Önundarfjarðar. Göngin voru svo grafin á árunum 1991 til 1995 og frágangi lokið haustið 1996. Við þann undirbúning og ekki hvað síst við gangagerðina söfnuðu menn saman mikilli þekkingu sem nýta má til undirbúnings fyrir önnur jarðgöng á norðanverðum Vestfjörðum.

Umfangsmesti hluti rannsóknanna eru kjarnaboranir. Ræktunarsamband Flóa og Skeiða annaðist boranir árin 2006-2007 og var Magnús Gíslason borstjóri. Borað var með bornum Einráði og notaður svokallaður NQ-triple tube kjarnaborunarbúnaður sem gefur borkjarna með 44,5 mm þvermál. Borkjarnanum er lýst í viðauka þar sem hver síða lýsir að hámarki 50 m lengd í holu. Lýst er berggerð og ýmsu er varðar áferð og styrk bergsins auk kjarnaheimtu og heilleika borkjarnans (RQD).

3.1 Rannsóknir vetur 2006

Snemma árs 2006 var byrjað á rannsóknaborunum vegna mögulegra jarðganga í Óshlíð. Þá var horft til tveggja stuttra ganga sem myndu taka af umferð um hættulegustu kafla vegarins. Þessi tilhögun var ódýrust þeirra hugmynda sem fram höfðu komið um bætt öryggi á þjóðleiðinni til Bolungavíkur og einnig mátti skipta verkinu í tvo til þrjá áfanga.



Mynd 9. Borun holu OK-01 á Óshlíð í febrúar 2006.

Frá byrjun febrúar og fram í apríl voru boraðar kjarnaholur OK-01 til OK-05. Holurnar eru staðsettar við veginn um Óshlíð og eru þær samtals um 600 bormetrar. Mest vinna var við tvær djúpar hallandi holur, OK-01 (283 m) við Einbúa undir Óshyrnu og OK-04 (240 m) við Hvanngjár undir Arafjalli. Holurnar eru báðar með sem næst 50°halla frá lóðréttu inn undir hlíðina og var hallinn hafður í því markmiði að skera gegnum brotalínur sem þekktar eru með legu samsíða eftir hlíðinni. Auk

kjarnaborana voru boraðar fjórar holur með loftbor til að finna þykkt lausra jarðlaga við Seljadal og Ós í Bolungavík (holur OL-01 til OL-04 samtals 42 bormetrar).

3.2 Rannsóknir sumar 2006

Sumarið 2006 hafði hugmyndum um stutt göng á Óshlíð verið ýtt til hliðar og þá beindust athuganir að jarðgangaleið milli Syðradals í Bolungavík og Hnífsdals við fornbylíð Augnavelli. Athuganir stóðu yfir frá fyrri hluta júlí og fram um miðjan september. Í hlíðinni ofan við Syðradalsvatn voru boraðar fimm grunnar kjarnaholur (OK-06 til OK-10) samtals um 110 bormetrar. Til viðbótar var borað með loftbor á átta stöðum (holur OL-05 til OL-12, samtals 85 m).

Í Hnífsdal var kjarnaborað á þremur stöðum (OK-11 til OK-13) undir utanverðri Lambaskál við Augnavelli, samtals 340 metrar. Þarna er hola OK-11 langdýpst eða 283 m og gefur hún upplýsingar um berglög gegnum mestan hluta fjallsins. Að auki var borað með loftbor á 6 stöðum samtals 60 bormetra. Tæknilega séð virtist gangaleið milli Syðradalsvatns og Augnavalla vera án teljandi annmarka.

Sumarið 2006 var einnig stungið niður með loftbor á tveimur stöðum innan við Hraun í Hnífsdal og á einum stað innan við Fremri-Ós í Bolungavík til að kanna þykkt lausra jarðlaga (með tilliti til möguleika á gangamunnum). Á báðum stöðum voru aðstæður fyrir gangamunna taldar vera viðunandi. Kjarnaborun sumarið 2006 nam samtals 450 m og loftborun var samtals 180 m.

3.2.1 Yfirlit yfir kjarnaboranir 2006

Kjarnaboranir árið 2006 námu samtals um 1050 bormetrum og er sundurliðun hola sýnd í töflu 1. Borun grunnra kjarnaborhola nærri mögulegum munnum á Óshlíð, í Syðridal og í Hnífsdal reyndist nokkuð tafsöm þar sem bergið er víða mjög smásprungið næst yfirborði.

Hola	Hnit austur	Hnit norður	Hæð m y.s.	Dýpi m	Staður
OK-01	311363,2	634107,8	17,7	282,6	Óshlíð - Óshyrnugöng
OK-02	311494,4	633966,9	38,9	27,6	Óshlíð - Óshyrnugöng
OK-03	311483,8	633977,0	39,1	12,8	Óshlíð - Óshyrnugöng
OK-04	313003,6	632633,0	19,4	240	Óshlíð - Arafjallsgöng
OK-05	313250,0	632184,0	46,0	37,6	Óshlíð - Arafjallsgöng Seljadal
OK-06	309252,2	632415,3	83,4	33,4	Bolungavík - Syðridalur
OK-07	309162,8	632416,8	58,0	48,5	Bolungavík - Syðridalur
OK-08	309162,8	632416,8	58,0	9,5	Bolungavík - Syðridalur
OK-09	309126,2	632348,1	49,9	6,1	Bolungavík - Syðridalur
OK-10	309093,7	632308,5	43,3	13,3	Bolungavík - Syðridalur
OK-11	311915,9	629583,0	64,3	282,6	Hnífsdalur
OK-12	311967,9	629536,2	46,4	24,2	Hnífsdalur
OK-13	311819	629490	54	34,7	Hnífsdalur

Tafla 1 Kjarnaborholur boraðar vegna Bolungavíkurganga 2006.

3.2.2 Yfirlit yfir boranir með loftbor 2006

Árið 2006 voru boraðar 20 holur með loftbor, samtals 140 bormetrar til að kanna lauslega gerð lausra jarðlaga og dýpi á berggrunn nærri mögulegum gangamunnum. Um veturinn voru boraðar fjórar holur á Óshlíð og við Ós. Sextán holur voru boraðar sumarið 2006 í Syðridal í Bolungavík og í Hnífsdal. Dýpi á klöpp á munnasvæðum reyndist víðast 7-9 m en stundum var erfitt að greina skil milli skriðuefnis eða jökulruðnings og mjög smásprunginnar klappar.

Hola	Hnit austur	Hnit norður	Hæð m y.s.	Dýpi m	Staður
OL-01	313250	632184	46	15	Seljadalur
OL-02	313452	631740	30	6	Seljadalur
OL-03	309577,0	633805,0	37,0	12,0	Ós Bolungavík
OL-04	309518,0	633850,0	19,0	9,0	Ós Bolungavík
OL-05	309015,0	632434,6	17,0	12,0	Syðridalur Bolungavík
OL-06	309009,7	632369,5	18,9	12,0	Syðridalur Bolungavík
OL-07	309064,0	632398,3	32,5	13,9	Syðridalur Bolungavík
OL-08	309128,0	632443,7	47,2	11,9	Syðridalur Bolungavík
OL-09	309083,1	632454,4	35,4	14,8	Syðridalur Bolungavík
OL-10	309057,5	632339,5	32,4	9,0	Syðridalur Bolungavík
OL-11	308852,0	632761,5	3,4	12,0	Syðridalur Bolungavík
OL-12	309377,7	633431,3	30,2	12,0	Syðridalur Bolungavík
OL-13	311743,0	629453,0	59,2	10,0	Hnífsdalur undir Lambaskál
OL-14	311780,0	629470,0	57,8	9,3	Hnífsdalur undir Lambaskál
OL-15	311855,0	629492,0	46,5	9,0	Hnífsdalur undir Lambaskál
OL-16	311876	629431	35,5	9,0	Hnífsdalur undir Lambaskál
OL-17	312001,0	629560,0	43,6	12,0	Hnífsdalur undir Lambaskál
OL-18	312035,0	629532,0	34,6	10,6	Hnífsdalur undir Lambaskál
OL-19	312937,4	630012,1	49,3	12,7	Hnífsdalur Hraun
OL-20	312967,0	629980,2	39,3	8,8	Hnífsdalur Hraun

Tafla 2 Holur boraðar með loftbor vegna Bolungavíkurganga 2006.

3.2.3 Könnunargryfjur 2006

Auk loftborunar í laus jarðlög við mögulega munna voru grafnar þrjár könnunargryfjur í Syðridal í Bolungavík og aðrar þrjár í Hnífsdal. Víðast var grafið í blautt moldarkennt skriðuefni og þunnar hallamýrar.

3.2.4 Jarðgangaleiðir sem kannaðar voru árið 2006

Haustið 2006 höfðu fjórar meginleiðir jarðganga til Bolungavíkur verið kannaðar. Staðsetning leiðanna er eftirfarandi: (lengd ganga að meðtöldum skálum, ekki mælt mjög nákvæmlega er sýnd í sviga).

- 1 Milli botns Syðridals í Bolungavík og Seljalands í Skutulsfirði (um 6,7 km).
- 2 Milli Syðradalsvatns í Bolungavík og Hnífsdals (um 4,2 km).
- 3 Frá Ósi í Bolungavík að Seljadalshorni við Óshlíðarveg (um 4,1 km).

- 4 Tvenn stutt jarðgöng undir Arafjall og Óshyrnu við Óshlíðarveg (samtals liðlega 3 km).

Aðstæðum á ofangreindum leiðum er lýst í skýrslu; Bolungavík, yfirlit yfir aðstæður til gangagerðar milli Bolungavíkur og Ísafjarðar. Jarðfræðistofan ehf. október 2006, unnið fyrir Vegagerðina.

Eftir að aðstæður og kostnaðargreining á umræddum meginleiðum lágu fyrir veturinn 2006-2007 var sjónum beint að gangaleið milli Skarfaskers í mynni Hnífsdals og Óss í Bolungavík.

3.3 Rannsóknir árið 2007 vegna jarðganga milli Skarfaskers og Óss

Athuganirnar hófust þann 18. júní með slóðagerð sem fylgdi nokkurn veginn veglínu mögulegra ganga og vegskála ofan við Skarfasker í Hnífsdal. Í beinu framhaldi voru boraðar holur með lofthamri til að kanna dýpi á fast. Þykkt lausra yfirborðslaga reyndist mikil og því var gerð önnur slóð fyrir boranir, skáhallt inn og upp hlíðina en aðstæður reyndust ekki betri þar. Í framhaldi af því var haldið áfram með athuganir í áformaðri veg og gangalínu (til hægri á mynd 10). Samtals voru boraðar 13 holur með loftbor og tvær kjarnaborholur, önnur þeirra 231 m djúp.



Mynd 10. Aðstæður við fyrirhugaðan munna ofan við Skarfasker. Þykk skriða hylur neðsta hluta hlíðarinnar.

Að loknum athugunum ofan við Skarfasker var haldið með bortækin að Ósi í Bolungavík þar sem boruð var ein 63 m djúp kjarnahola auk borun nokkurra hola með loftbor. Auk borana var þremur jarðlagasniðum lýst í klettum Óshlíðar og við Ós.

3.3.2 Yfirlit yfir kjarnaboranir 2007

Þrjár kjarnaborholur voru boraðar 2007 og eru hnit og dýpi sýnd í töflu 3. Kjarnaboranir gengu vel og er samanlagt dýpi kjarnahola er 334 m og kjarnaheimta

úr bergi var næstum 100%. (Auk kjarnaborhola OK-14 til OK-16 byggja upplýsingar um berg á jarðgangaleiðinni að miklu leyti á kjarnaborholum OK-01, OK-04 og OK-11 sem boraðar voru árið áður).

Hola	Hnit austur	Hnit norður	Hæð m y.s.	Dýpi m	Dýpi á fast m	Staður
OK-14	313785,3	630888,8	48,16	231,6	15	Hnífsdalur - Skarfasker
OK-15	313787,5	630894,7	48,59	38,7	15	Hnífsdalur - Skarfasker
OK-16	309633,5	633733,6	62,3	63,6	13,5	Bolungavík - Ós

Tafla 3 Kjarnaborholur boraðar vegna Óshlíðarganga 2007.

3.3.3 Yfirlit yfir boranir með loftbor 2007

Sautján borholur voru boraðar með loftbor 2007 og eru hnit og dýpi sýnd í töflu 4. Í flestum holunum var efsti hlutinn fóðraður með járnörri til að komast mætti gegnum grýtt skriðu- og urðarset.

Hola	Hnit austur	Hnit norður	Hæð m y.s.	Dýpi m	Dýpi á fast m	Staður
OL-21	313828,8	630734,3	19,3	9	4	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-22	313820,3	630782,6	24,2	8,2	6,5	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-23	313798,8	630829,3	33,5	10	9,7	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-24	313803,9	630829,7	33,3	10	9	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-25	313792,7	630857,4	40,3	11	10,5	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-26	313794,3	630869,2	43,2	16	14,8	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-27	313781	630892	49	12	8,5-9	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-28	313747	630738	48	12	11	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-29	313747	630739	48,2	9	8	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-30	313781	630763	37,5	13	12	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-31	313843,8	630747,6	19,4	9	6,2	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-32	313837,1	630707,7	19	9	6,8	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-33	313827,4	630672,2	18,6	9	7,5	Ofan Skarfaskers í Hnífsdal
OL-34	309623	633772,4	54,9	12	10,8	Ós Bolungavík
OL-35	309598,5	633751,5	51	12	11,5	Ós Bolungavík
OL-36	309555,7	633764	36,7	9	7,8	Ós Bolungavík
OL-37	309517,4	633780,7	27,7	9	7,5	Ós Bolungavík

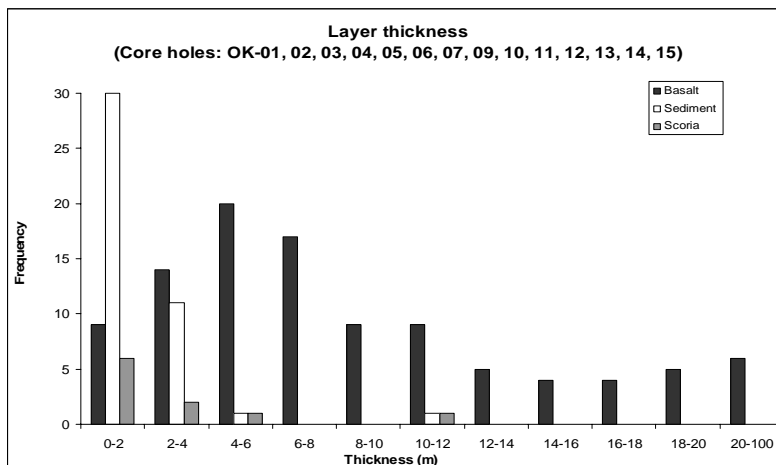
Tafla 4 Holur boraðar með loftbor vegna Óshlíðarganga 2007.

3.3.4 Jarðlagasnið í fjallahlíðum

Berggrunnur norðanverðra Vestfjarða var skoðaður nokkuð ýtarlega fyrir gerð Breiðadals- og Botnsheiðarganga. Þá var lýst jarðlagasniðum í Bolungavík, við Skutulsfjörð, Súgandafjörð, Önundarfjörð og víðar. Sumarið 2007 var tveimur sniðum lýst á Óshlíð og einu ofan við Ós í Bolungavík. Sniðin sem lýst var 2007 eru í Viðauka D og einnig eru þau felld inn á teikningu 5

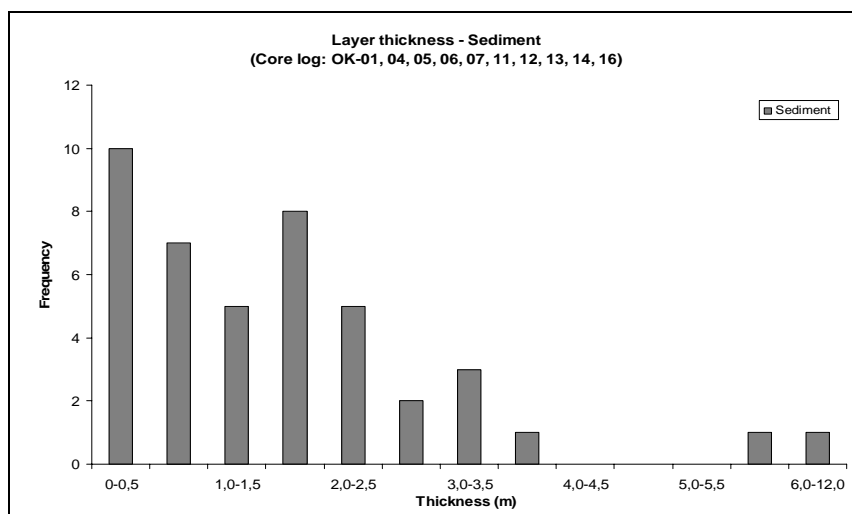
3.4 Yfirlit yfir niðurstöður rannsóknaborana

Niðurstöður rannsóknaborana eru hér dregnar saman og túlkaðar. Á mynd 11 er sýnd tíðnidreifing yfir þykktir mismunandi berggerða eins og þær eru mældar í OK-borholum. Algengast er að basaltlög séu 4-8 m þykk en flest setbergslög eru innan við 4 m þykk, aðeins 2 setlög hafa mælst þykkari. Bergið er mikið ummyndað og hefur ummyndunin lækkað talsvert brotstyrk miðað við ferskt berg.



Mynd 11. Þykktardreifing mismunandi berggerða í OK- borholum.

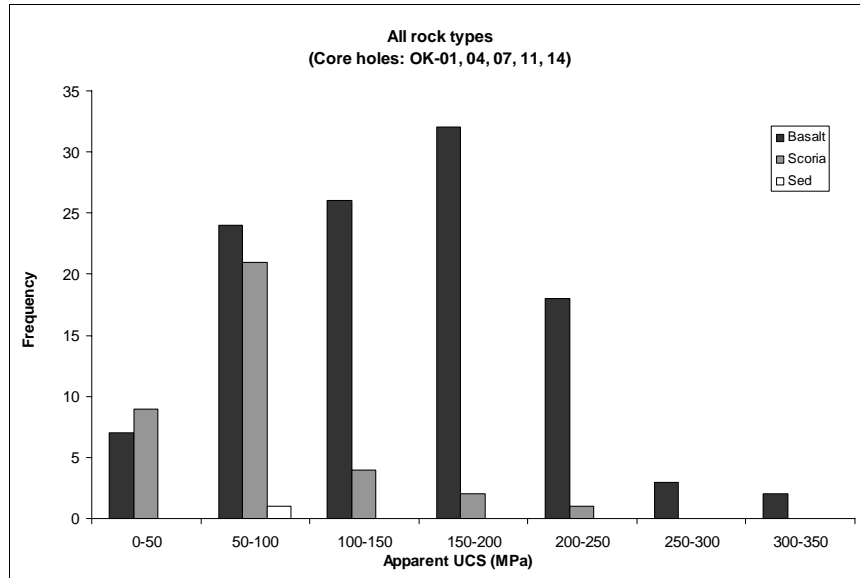
Eins og fram kemur á mynd 11 eru setbergslögin að jafnaði mun þynnri en basaltlögin og tíðnidreifing fyrir þykkt setbergslaga er sýnd á mynd 12.



Mynd 12. Þykktardreifing setbergslaga í OK- borholum.

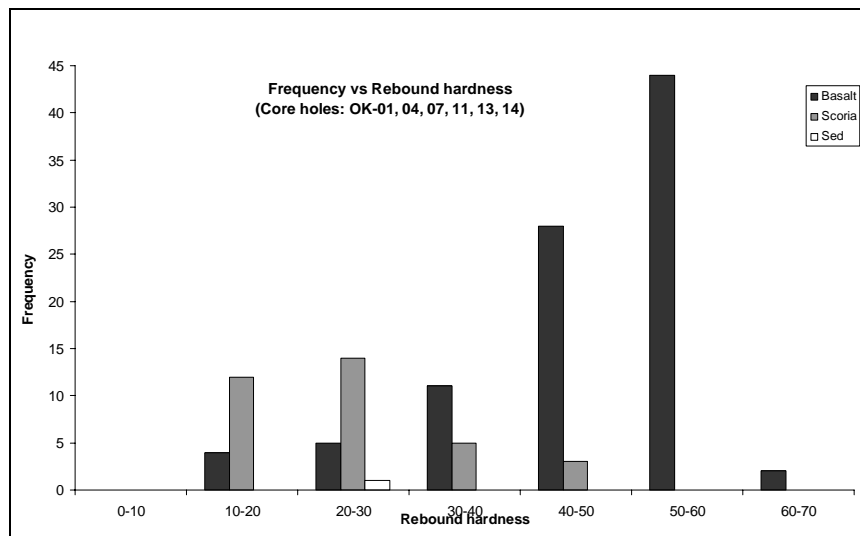
Borkjarninn var mældur og kjarnaheimta reiknuð ásamt mælingum á sprunguþéttleika RQD. Að auki var oftast lagt mat á Q- gildi bergsins (berggæðakerfi) og eru upplýsingar um berggæðamatið á kjarnalýsingablöðunum í viðauka. Mat á Q- gildi í skýrslunni og á kjarnalýsingablöðunum er eingöngu byggt á mælingum á borkjarnanum þannig að í jarðgöngum sem unnin væru með bor- og sprengitækni myndi sjálfsagt mælast miklu lægra Q- gildi og því alls ekki samanburðarhæft. Aftur á móti er Q- gildið gagnlegt til að bera saman berggæði tiltekens staðar eða jarðgangaleiðar (svo sem jarðganga til Bolungavíkur) við Q- gildi sem metin hafa verið við rannsóknir fyrir önnur sambærileg jarðgangaverk.

Brotstyrkur borkjarnans var prófað með Point-load brotþolstæki (sjá yfirlit yfir reiknaðan brotstyrk á mynd 13) og eru niðurstöður einstakra prófana og staðsetningar þeirra sýndar á kjarnalýsingablöðum í viðauka. Umreiknað brotþol borkjarna yfir í einása brotstyrk sýnir að flest brotgildi fyrir basalt eru 50-250 MPa. Kargaberg (scoria) er að mestu með reiknað einása brotþol 40-80 MPa. Setbergslög eru flest með mjög lágan brotstyrk svo nær ómögulegt er að prófa styrk þeirra með point-load tæki en af meðhöndlun setbergsins má áætla að brotstyrkur þess sé aðallega 2-20 MPa.



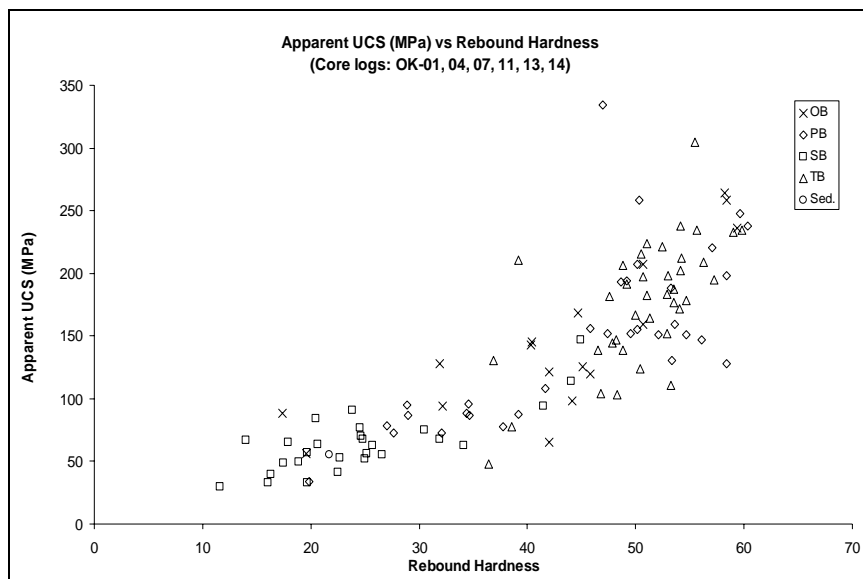
Mynd 13. Dreifing brotstyrks mismunandi berggerða í OK- borholum.

Harka bergsins (rebound hardness) í borkjarnanum var mæld með Schmidt hamri hliðstæðum þeim er notaður sem til að mæla hörku steinsteypu. Niðurstöður “hörkumælinga” eru sýndar á mynd 14.



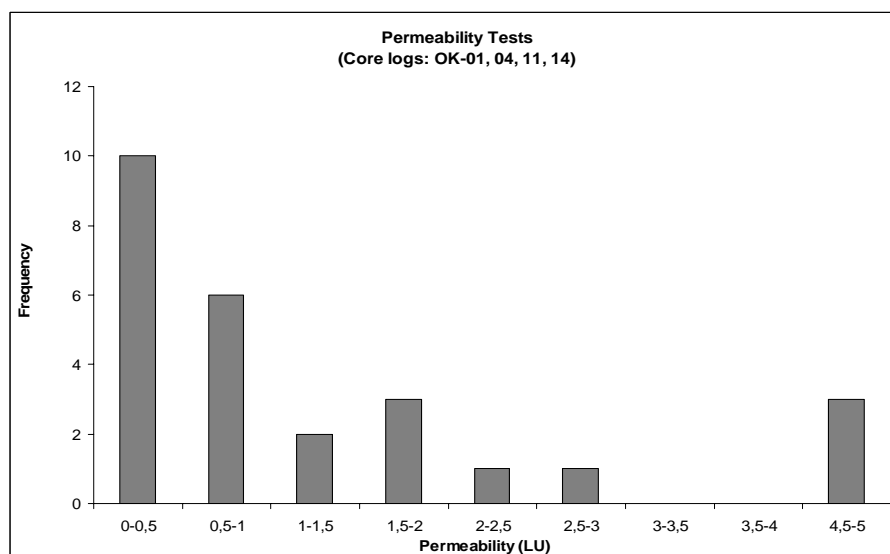
Mynd 14. Dreifing hörku mismunandi berggerða í OK- borholum.

Við mælingar kemur fram að tengsl eða samspil er á milli brotstyrks og hörku bergs. Á mynd 15 eru sýnd tengsl brotstyrks og hörku borkjarna úr OK-holum.

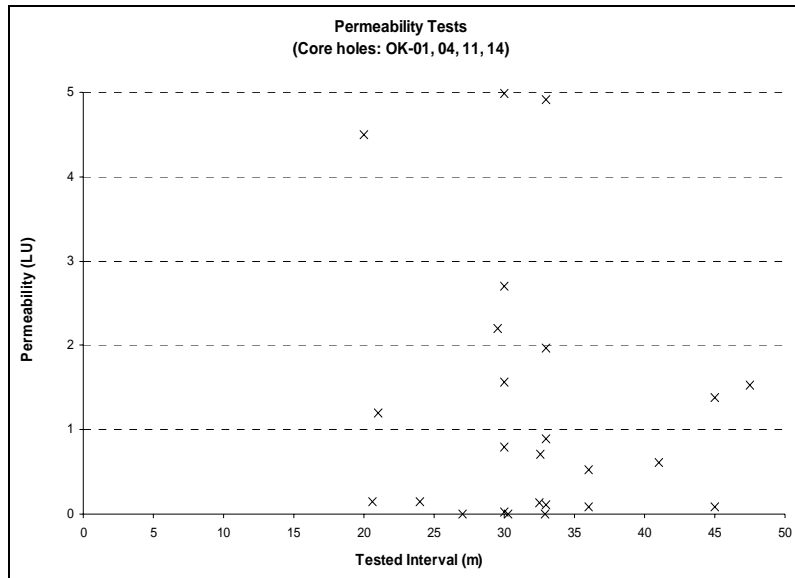


Mynd 15. Samspil brotstyrks og hörk mismunandi berggerða í OK- borholum.

Lektarprófanir voru gerðar í öllum dýpri borholunum með því að stöngunum var lyft tiltekna lengd frá holubotni (oftast 20-30 m) og pakkara rennt niður í enda stanganna. Flæði um pakkara getur numið allt að 450 l/sek en sjaldnast er bergið svo lekt að flutningsgeta lektarprófanabúnaðarins verði fullnýtt. Bilið frá pakkara niður í holubotni var svo prófað með ídælingu undir þrepaskiptum þrýstingi. Af 25 lektarprófunum sýndu þrjár 3-5 LU lekt (LU er mælieining lítrar/min umreiknað í 10 bara þrýsting) en aðrar sýndu mun minni lekt (sjá mynd 16 með tíðnidreifingu mismunandi lektar eins og hún mældist í borholum). Þetta merkir að bergmassinn er tiltölulega þéttur en snögg og mikil tímabundin vatnsflóð geta komið inn í göngin þegar þau nálgast eða skera vatnsleiðandi ganga og misgengi. Á mynd 17 er yfirlit yfir lekt og lengd lektarprófanabila.



Mynd 16. Tíðnigraf yfir mældu lekt einstakra mælibila í borholum.



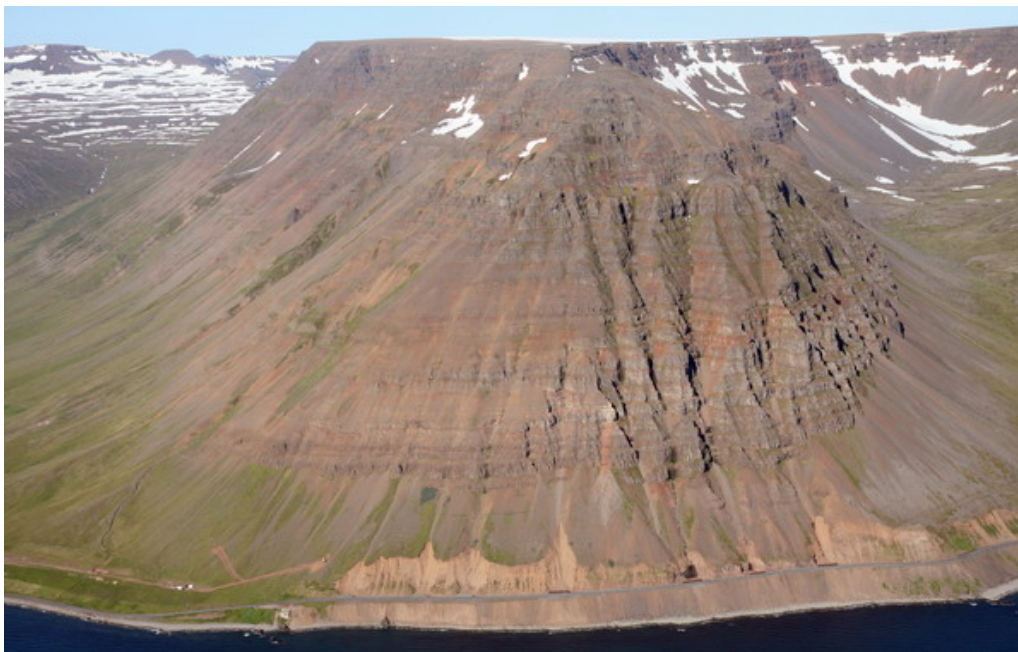
Mynd 17. Samspil lektar og lengdar mælibila í borholum.

4 Jarðgangaleið milli Skarfaskers í Hnífsdal og Bolungavíkur

Jarðgangaleið milli Skarfaskers og Óss er um 5150 m löng, auk samtals tæplega 300m langra steyptra skála við báða enda ganganna. Staðsetning ganganna er sýnd á teikningum 1 til 3 og langsnið jarðlaga eftir gangaleiðinni er á teikningum 4 og 5. Upplýsingar um berg á jarðgangaleiðinni byggja mest á kjarnaborholum OK-01, OK-04, OK-14 og OK-16 (auk stuðnings af holu OK-11 og fleiri kjarnaborholum). Einnig byggja upplýsingar á jarðlagasniðum (í viðauka D) ásamt athugunum á bergopnum í fjallahlíðum og meðfram veginum um Óshlíð (sjá m.a. ljósmynd af Óshlíð á teikningu 4). Berglögum hallar um 5-7° frá Bolungavík niður á við til Hnífsdals, þannig að þegar veg- og gangalínu er fylgt frá Hnífsdal með hækkandi stöðvarnúmerum er farið á móti jarðlagahallanum og við gröftinn koma ný berglög jafnan upp úr gangagólfinu. Hér verður fjallað um áætlaðar aðstæður til gangagerðar og gangaleiðinni skipt niður í nokkra hluta.

4.1 Frá munna við Skarfasker að stöð 16000 undir Seljadal

Gleggstar upplýsingar um bergið gefa kjarnaborhola OK-14 ofan Skarfaskers og jarðlagasnið við Hvanngjár. Þegar komið verður inn úr þykkri skriðuurðinni ofan Skarfaskers verða fyrir basaltlög úr ólívínbasalti og sennilega lenda lagamót með þunnu setbergi í þaki ganganna rétt við munnann. Ekki tókst að bora nægilega hátt í hlíðinni til að jarðlagaskipan í munna ganganna (sem endanlega var valinn) yrði ljós. Upplýsingar um berglög í munna byggja á athugunum í giljum utar í Búðahyrnu í um 0,6 km fjarlægð frá munna (þar sem klapparhníflar standa út úr skriðu en lagamót sjást ekki). Einnig er upplýsingar að hafa norður við Hvanngjár sem eru í tveggja km fjarlægð frá Skarfaskeri. Lögin þar eru þykk og sterkleg, smádílótt þóleiútblaslt en með allt að 1 m þykkum millilögum.



Mynd 18. Búðahyrna með Skarfasker neðst til vinstri. Berglög við munna sjást lítt í hlíðinni vegna nær samfelldrar skriðuhulu. Stakir klapparhníflar standa út úr skriðum ofan við veginn og opnur í berg eru á nokkrum stöðum í vegskeringunni.

Frá munna við Skarfasker (stöð 14300) ganga efstu berglöggin í holu OK-14 norður og upp í gangaveggina og svo upp úr þekjunni með um 5-6° halla (9-11%). Bergið í holu OK-14 er í heild sterklegt og skilaði yfir 99,5% kjarnaheimtu og um 71% RQD-10. Sjö lektarprófanir voru framkvæmdar í holunni, þar af sýndu fimm prófanir lekt undir 1 LU og mesta lekt mældist 4,5 LU. Berglög í botni holunnar er talið að tengja megi við efstu lög í holu OK-04 (sjá langsnið jarðlaga á teikningu 5).

Þar sem djúpt reyndist á fast berg í holum OL-27 og OK-14 var kjarnaborhola OK-15 boruð með 46° halla frá lóðréttu eftir fyrirhugaðri veglínu fram og inn í hlíðina. Þar mældist aftur um 15 m lengd að berginu sem er sterklegt ólivínbasalt sem gaf 97% kjarnaheimtu og 46% RQD-10. Ekki var lektarprófað í holunni.

Bergið inn frá gangamunna er sterklegt ólivínbasalt með fulla kjarnaheimtu og yfir 50% RQD. Bergið er án teljandi veikleika vegna lagamóta og ætti að umlykja göngin inn fyrir stöð 14800. Þegar kemur fram yfir stöð 14800 má búast við að um 2 m þykkt setberg með lágan brotstyrk komi upp í gangaveggina. Þar er á ferðinni rauður leirkenndur sandsteinn (er á 48-50 m dýpi í holu OK-14) með lágan brotstyrk og veruleg veikleikaskil. Handan við setbergið verður fyrir um 100 m þykk syrpa sem er byggð upp af 6-7 lögum úr þóleiúbasalti. Basaltlöggin eru flest hörð og oft stökk (með 150-250 MPa einása brotstyrk) en þau eru aðskilin með 1-2 m þykkum rauðum leirkenndum setbergslögum sem hvert og eitt myndar afgerandi veikleikaflöt.



Mynd 19. Samsettur þykkur berggangur í norðurhlíð Búðahyrnu á Seljadal. Áætla má að hann skeri gangaleiðina í grennd við stöð 15250. Sumir berggangarnir eru

vel vatnsleiðandi og geta gefið tímabundnar “gusur” inn í göngin. Auk þess þarf oft að styrkja göngin umfram annarstaðar er þau skera slíka ganga.

Á leið ganganna undir Búðahyrnu eru nokkrir berggangar sem liggja tiltölulega þvert á gangaleiðina auk smærri misgengja þar sem ætla má að kurlað berg við misgengisfleti sé 1-4 m þykkt. Berggangarnir eru flestir <5 m þykkir en fáeinir eru þykkari eða allt að 10-15 m breiðir. Slíkir gangar eru oftast samsettir úr nokkrum innskotseiningum og smástuðlaðir þannig að þeir geta auðveldlega leitt talsvert vatn.

Nærri stöð 15800 fara göngin um neðstu lög þóleiðsyrpunnar og er þá farið niður gegnum 2 m þykkt setbergslag úr rauðum túffkenndum sndsteini og ljósum leirkenndum samanpressuðum vikri. Borkjarninn úr setberginu er með vaxkennt yfirborð og mjög lágan brotstyrk (er á 155 m dýpi í borholu OK-14). Neðan við framangreint setbergslag er um 25 m þykkt dílabasalt sem lýtur út fyrir að vera mjög hagstætt til gangagerðar.

Lektarprófanir í borholum OK-14 við Skarfasker og í holu OK-11 við Augnavelli í Hnífsdal sýndu mjög lága lekt í bergmassanum og benda til að vatnsleka verði helst að vænta nærri berggöngum og brotabeltum í berginu.



Mynd 20. Óshlíðarvegur við Seljadalsófæru og Hvanngjár. Til vinstri er rautt þykkt setbergslag og til hægri er dökkt setbergslag með surtarbrandi og tilheyr þau

Breiðhillusetlögum. Þessi setbergslög koma ekki fram í borholu OK-04 sem er milli vegskálanna til vinstri. Bergsyrrpur 2 og 3 eru ofar í hlíðinni.

4.2 Hæsti hluti ganganna milli stöðva 16000 og 17000

Sem næst stöð 16100 er búist við að göngin fari gegnum u.þ.b. 1-2 m þykkt setbergslag sem er á 182 m dýpi í holu OK-14. Neðan þess eru tvö basaltlög (dílabaslt og þóleiúbasalt) samtals um 20 m þykk og eru þau hagstæð til gangagerðar. Nærri hápunkti ganganna (sem er við stöð 16640) er gert ráð fyrir að leið þeirra liggji inn í 3-5 m þykk rauð setbergslög með mjög lágan brotstyrk. Þau eru ofan við borholu OK-04 við Hvanngjár og sjást sunnan við vegskálann við Seljadalsófæru þar sem þau eru mjög áberandi í vegskeringunni. Líklega eru þetta sömu setlög og eru neðst í kjarnaborholu OK-14 við Skarfasker þar sem þau mælast um 12 m þykk. Flest setbergslögin þykkna til SA (ef þau eru á annað borð rekjanlega frá Bolungavík til Hnífsdals) og búast má við að þessi rauðu lög séu nálægt 5 m þykk þar sem göngin skera lögin.



Mynd 21. Leirkennd setbergslög eins og þau sem kennd eru við Breiðhillalagið hafa mjög lágan brotstyrk og valda þá stundum staðbundinni og óreglulegri víkkun á

Þversniði ganganna (í veggjum eða lofti). Við gangagröft hefur stundum orðið að stytta bor- og sprengiferur meðan farið er í gegnum erfðasta hluta þeirra. Myndin sýnir dæmi um hliðstæð setbergslög við gröft í Fáskrúðsfjarðargöngum árið 2004.

Nálægt hápunkti ganganna eru fleiri setbergslög sem hafa samheitið Breiðhillulögin og koma flest setlaganna fyrir efst í borholu OK-04 (utan rauða lagið sem nefnt er að framan og um 1-3 m þykkt setlag með surtarbrandi sem sést í vegkantinum norðan við vegskálann við Hvanggjá-ytri, sjá ljósmynd 20). Í efri hluta borholu OK-04 eru þrjú setbergslög með mjög lágan brotstyrk. Tvö laganna eru nálægt 4 m þykk en eitt er þynnra. Í samantekt má segja að í um 50 m þykkum jarðlagastafla nærri hápunkti ganganna séu fimm 3-5 m þykk setbergslög með mjög lágan bergstyrk. Mjög lítil lekt mældist í þessum hluta jarðlagastaflans (í borholum OK-04 og OK-14). Því er varla að búast við umtalsverðu innflæði vatns nema e.t.v. þar sem göngin fara gegnum bergganga og misgengi, þá má gera ráð fyrir “gusum” sem ætla má að réni verulega með tíma þar sem aðrennslissvæði vatnsins er takmarkað.

4.3 Frá stöð 17000 að munna ganganna við Ósi

Þegar kemur norður yfir hábunguna nærri stöð 17000 er búist við að göngin fari “niður” í þykk dýlabasaltlög með strjálum og þunnum millilögum (sjá berglög á 90-190 m dýpi í borholu OK-04). Nærri stöð 17500 fara göngin líklega inn í nær 100 m þykka bergsyrpu með þóleiðbasalti sem er harðara og stökkara en dýlabasaltið og e.t.v. heldur lakara til jarðgangagerðar. Í syrpunni hafa fundist fáein setlög, það þykkasta um 4 m, hin mun þynnri. Lög sem tilheyra þóleiðsyrpunni sjást neðst í holu OK-04, efst í holu OK-01 og í jarðlagasniðum yst á Óshlíð hjá Hrafnaklettum og handan við fjallið innan við ytri bæinn á Ósi.

Neðan við þóleiðsyrpuna er þykk bergsyrpa úr mismunandi gerðum basalts og með strjálum setbergslögum. Einkennandi er, hve bergið er mikið ummyndað og dökkt vegna útfellingar svartra leirsteinda. Snið gegnum syrpu er í borholu OK-01 og einnig í sniðum yst á Óshlíð hjá Hrafnaklettum og innan við ytri bæinn á Ósi. Loks sker kjarnahola OK-16 við munna hjá Ósi neðsta hluta bergsins á gangaleiðinni. Almennt er talið að norðurhluti ganganna verði í heillegra bergi og betri aðstæðum en suðurhlutinn. Lektarprófanir í borholum OK-01 og í holu OK-16 sýndu mjög litla lekt í berginu (hæsta mæling 3 LU) en berggangar sem sjást í Óshyrnu eru greinilega mjög vel vatnsleiðandi.



Mynd 22. Samsettur smástuðlaður berggangur í Óshyrnu, augljóslega vel vatnsleiðandi.



Mynd 23. Dæmi um þykkar samsettan berggang sem leiðir vel vatn og myndar yfirvidd í jarðgöngum. Slíkar aðstæður krefjast aukinna styrkinga og geta kallað á bergþéttingu. Gangurinn á myndinni er í Héðinsfjarðargöngum nær Siglufirði.



Mynd 24. Óshlíðarvegur við Óshóla, skammt innan við Sporhamar. Dæmi um misgengisbrensiu samfara broti sem sker norðurhluta gangaleiðarinnar.

4.4 Munni jarðganga við Skarfasker

Á teikningu 6 er kort er sýnir staðsetningu athugana við Skarfasker og á teikningu 7 er túlkað langsníð jarðlaga við gangamunna. Boraðar voru 13 holur með loftbor til að kanna þykkt og gerð lausra jarðlaga. Borholulýsingar í viðauka C.

Skriðukennd yfirborðslög þekja neðri hluta hlíðarinnar og reyndist þykkt þeirra aðallega vera á bilinu 10-15m. Skriðan er stórgrýtt en jafnframt fínefnarík og líklega viðkvæm fyrir skriði í bleytutíð. Ekki varð vart við mikð vatn í jarðlögunum við loftborunina.

Kjarnaborhola OK-14 var boruð nær lóðrétt niður frá stalli sem gerður var í 48 m hæð y.s. í hlíðinni ofan Skarfaskers (sjá aðstæður á borstað á mynd 25). Þar hafði dýpi á fast mælst 9 m (í holu OL-27, hallandi 32° inn í hlíð) en í lóðréttri kjarnaholunni reyndist dýpi á klöpp vera tæpir 15 m.

Þar sem djúpt reyndist á fast berg í holum OL-27 og OK-14 var kjarnaborhola OK-15 boruð með 46° halla frá lóðréttu eftir fyrirhugaðri veglínu fram og inn í hlíðina. Þar mældist aftur um 15 m lengd að berginu sem er sterklegt ólivínbasalt. Holurnar eru því ekki nægilega hátt til að sýna berg í þekju við munna jarðganganna en ættu að sýna að hluta berg sem verður í skeringum að gangamunna (sjá langskurðarmynd jarðlaga á teikningu 7).



Mynd 25. Mjög þykk skriða liggur utan á berginu við Skarfasker. Þar sem borinn stendur í um 5 m djúpri gryfju við borun holu OL-27, reyndist vera um 9 m á klöpp (borað var með 32° halla þvert inn í hlíð) auk dýpt gryfjunnar. Holur OK-14 og OK-15 voru boraðar á sama stað.

4.5 Gangamunni við Ós

Munni jarðganganna í Bolungavík verður milli bæjanna að Ósi, að norðanverðu við þykka urðartungu er gengur fram úr Óshvilft og endar niður við sjávarmál (sjá ljósmynd 26 og teikningar 8 og 9).

Síðvetrar 2006 voru boraðar tvær holur með loftbor á þessum slóðum (OL-03 og OL-04). Sumarið 2007 var bætt við fjórum holum með loftbor (OL-34 til OL-37) til að þreifa víðar eftir dýpi á fast (sjá borholulýsingar í viðauka D). Helstu niðurstöður eru að þykkt lausra jarðlaga sé tiltölulega jöfn, 7-10 metrar og þá heldur grynna á fast neðantil í brekkunni. Efstu 1-2 m yfirborðslaganna eru moldarkennd en neðar er jökulruðningur blandaður skriðuefni. Jarðvatn kom í ljós samfara boruninni og liggur vatn aðallega niður við klöppina. Hátt hlutfall fínefna sýnist vera í lausefninu og efnið líklegt til að vera óstöðugt í bleytu.

Kjarnaborhola OK-6 var boruð í liðlega 62 m hæð y.s. við áformaða veglínu ganganna og nær hún niður að sjávarmáli (63,3 m djúp). Borun gekk greiðlega, laus yfirborðslög reyndust 13,5 m þykk og skilaði holan bergi sem telst hagstætt til gangagerðar (98,5% kjarna úr bergi og 66% RQD-10). Lektarprófun á 30-63 m dýpi sýndi nánast enga lekt í berginu.



Mynd 26. Munni ganganna við Ós verður í hvamminum á miðri mynd. Til hægri er þykk urðartunga úr skriðukenndum jökulruðningi en til vinstri er skriðukeila.

5 Heimildaskrá og ýtarefni

- Ágúst Guðmundsson 1989: Breiðadals- og Botnsheiði. Jarðfræði við áformaðar jarðgangaleiðir á norðanverðum Vestfjörðum. Skýrsla unnin fyrir Vegagerð ríkisins. Orkustofnun OS-89014/VOD-02B.
- Ágúst Guðmundsson 1991: *Breiðadals- and Botnsheiði Tunnel. Geological report.* Prepared for Vegagerð ríkisins (PRA). Jarðtæknistofan hf, og Orkustofnun, OS-91006/VOD-02.
- Ágúst Guðmundsson 2001: *Jarðgöng á Vestfjörðum. Óshlíð og Súðavíkurhlíð. Yfirlit yfir jarðfræðilegar aðstæður.* Jarðfræðistofan ehf. Unnið fyrir Vegagerðina.
- Ágúst Guðmundsson og Sarah Kaiser 2006: Bolungavík, yfirlit yfir aðstæður til gangagerðar milli Bolungavíkur og Ísafjarðar. Jarðfræðistofan október 2006, unnið fyrir Vegagerðina
- Barton, N., Lien, R. og Lunde, J. 1974: Analysis of rock mass quality and support practice in tunneling and guide for estimating support requirements. *NGI, Rep. 54206*, 74 p.
- Hreinn Haraldsson og Sveinn Björnsson 1984: *Jarðfræðirannsóknir á Vestfjörðum vegna jarðgangahugmynda.* Vegagerð ríkisins.
- Hreinn Haraldsson 1987: Starf jarðganganeftdar. *Vegamál*, 10. árg. 2. tbl: 3-14.
- Hunt, Roy E. 1984: *Geotechnical engineering investigation manual.* McGraw - Hill Book Company.
- Kristján Sæmundsson 1979: Outline of the Geology of Iceland. *Jökull* 29: 7-28.
- Walker, G.P.L 1963. The Breiðdalur Central Volcano, Eastern Iceland. *Geol. Soc. London Quart. Jour.* 119: 29-63.
- Walker, G.P.L 1960. Zeolite zones and dike distribution in relation to the structure of the basalt of Eastern Iceland. *Jour. Geol.* 68: 515-527.
- Walker, G.P.L. 1959: Geology of the Reyðarfjörður area, Eastern Iceland. *Geol. soc. London Quart. Jour.* 114: 367-393.
- Walker, G.P.L. 1974: The Structure of eastern Iceland. In *Geodynamics of Iceland*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland, pages 177-188.
- Loftmyndir frá Landmælingum Íslands frá mismunandi tímum.
- Landlíkan með 1-5m hæðarlínubili frá Vegagerðinni 2001 til 2007.