



**Uppbygging jarðlaga
frá Vatnsfirði að Vattarfirði
við Breiðafjörð**

Samspil eldvirkni, höggunar og setmyndunar

Andrés I. Guðmundsson



**Jarðvísindadeild
Háskóli Íslands
2013**

**Uppbygging jarðlaga
frá Vatnsfirði að Vattarfirði við Breiðafjörð
Samspil eldvirkni, höggunar og setmyndunar**

Andrés I. Guðmundsson

90 eininga ritgerð sem er hluti af
Magister Scientiarum gráðu í jarðfræði

Leiðbeinandi
Jón Eiríksson

Prófdómari / Fulltrúi deildar
Haukur Jóhannesson

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Reykjavík, febrúar 2013

Uppbygging jarðlaga frá Vatnsfirði að Vattarfirði við Breiðafjörð
Samspil eldvirkni, höggunar og setmyndunar
Jarðlagastaflinn frá Vatnsfirði að Vattarfirði
90 eininga ritgerð sem er hluti af *Magister Scientiarum* gráðu í jarðfræði

Höfundarréttur © 2013 Andrés I. Guðmundsson
Öll réttindi áskilin

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Öskju, Sturlugötu 7
101 Reykjavík

Sími: 525 4600

Skráningarupplýsingar:

Andrés I. Guðmundsson, 2013, *Uppbygging jarðlaga frá Vatnsfirði að Vattarfirði við Breiðafjörð - Samspil eldvirkni, höggunar og setmyndunar*, meistararitgerð, Jarðvísindadeild, Háskóli Íslands, 84 bls.

Prentun: Háskólaprent
Reykjavík, janúar 2013

Ágrip

Jarðlagaskipun við norðanverðan Breiðafjörð hefur verið rannsökuð í því skyni að kanna tengsl á milli upphleðslu hraunlaga, höggunar og setlagadælda. Rannsóknasvæðið er um 30 km langt og liggur nokkuð samsíða stríkstefnu jarðlagastaflans. Þar eru meðal jarðlaga hin þekktu setlög með steingervingum sem kennd eru við Brjánslæk og talin um 12 Ma gömul. Berggrunnskort í mælikvarðanum 1:50.000 hefur verið dregið upp af svæðinu og byggt á gögnum sem safnast hafa saman við kennslu í jarðfræðikortlagningu við Háskóla Íslands síðastiðin 30 ár. Þau gögn hafa nú verið hnitsett og sett í landfræðilegan gagnagrunn ásamt þeim gögnum sem aflað var við athuganir á svæðinu og tengingu þeirra eldri í eina heild. Jarðlagastaflinn á svæðinu er að mestu úr basalhraunlögum, jarðlagahallinn er til SSA og samanlögð þykkt staflans á bilinu 2 til 2,5 km. Staðbundin frávik í striki og halla koma fyrir og virðast tengjast linsulaga upphleðslu gosefna. Ekki verður séð að nein meiriháttar mislægi fylgi setlagasyrþum í jarðlagastaflanum og syrþurnar virðast fléttast saman við hraunlögin. Berggangar eru margir á svæðinu, hafa ákveðna meginstefnu en mynda ekki þær þyrþingar að tengja mætti megineldstöðvum, enda hefur súrt berg hvergi fundist þar. Myndunarumhverfi jarðlaganna gæti hafa svipað til Reykjaneskaga nútímans, þar sem skástíg röð aflangra eldstöðvakerfa situr á hlykk eða sveigju á rekásnum. Höggun sem fylgir gliðnun og eldvirkni í eldstöðvakerfunum gengur inn í nokkru eldri jarðlög í útjaðri gosbeltisins og leiðir þar til myndunar misstórra sigdælda sem í safnast set, gosmyndanir og hraunlög.

Abstract

The stratigraphy of the volcanic succession along the northern coast of Breiðafjörður, western Iceland, has been studied in order to add to the knowledge and understanding of the processes involved in the building up of the miocene volcanic pile and development of sedimentary basins in the sequence. The study area includes the well known fossiliferous sediments at Brjánslækur, formed at c. 12 Ma, and extends for about 30 km along the regional strike of the strata. A 1:50,000 scale geological map of the study area has been compiled, based on field work and data accumulated in mapping exercises at the University of Iceland during the past 30 years. All the geological data have been registered in a geographical information system. The aggregate thickness of the strata is up to 2.5 km, and consists predominantly of basaltic lava flows. The regional dip is towards SSE. Local deviations in strike and dip are observed and appear to be related to the lenticular accumulation of volcanic products. No major unconformity that can be traced across the study area has been observed, and the sedimentary horizons display an interfingering relationship with the volcanics. There are numerous dikes in the region, but no dike swarms or silicic rocks indicating major volcanic centres. Volcanism in elongate systems akin to the present Reykjanes peninsula tectonic and volcanic systems is envisaged, with sediments accumulating in active subsidence basins.

Efnisyfirlit

Myndir	viii
Þakkir	ix
1 Inngangur	1
2 Fyrri rannsóknir við Vatnsfjörð	3
3 Gögn og aðferðir	5
3.1 Gögn úr kortlagningarnámskeiðum H.Í.....	5
3.2 Gagnasöfnun í felti	6
3.3 Aðferðir við greiningu og flokkun hraunlaga.....	7
3.3.1 Skipting basaltstafla í einingar á grundvelli berggerða.....	7
3.3.2 Hraunlagaflokkun jarðfræðinema á Barðaströnd.....	8
3.3.3 Flokkun hraunlaga í öðrum verkefnum á Vestfjörðum.....	9
3.4 Kortagrunnur og uppsetning gagnagrunns	10
3.5 GPS mælingar og vandamál við kortagrunn	11
3.6 Segulmælingar.....	11
4 Lýsingar á jarðlagasýrpum	13
4.1 Mjóafjarðarbotn-Skálmarne.....	13
4.2 Mjóafjarðarbotn-Litlanes-Kjálkafjarðarbotn.....	20
4.3 Kjálkafjarðarbotn-Hjarðarne austanvert	24
4.4 Vatnsdalur - Hjarðarne vestanvert	30
4.5 Vatnsdalur og Vatnsfjörður vestanverður	35
4.6 Tengingar milli svæðanna	46
5 Höggun	49
5.1 Berggangar	50
5.1.1 Breytileiki í gangastefnu eftir svæðum	52
5.1.2 Breytileiki eftir aldri jarðlagastaflans	52
5.2 Misgengi.....	53
5.3 Samantekt um höggun	55
6 Niðurstöður	57
6.1 Jarðlagaskipan	57
6.1.1 Jarðlagastaflinn	57
6.1.2 Jarðlagahalli	59
6.1.3 Um höggun jarðlagastaflans	60
6.1.4 Um aldur jarðlagastaflans	60
6.1.5 Um uppbyggingu staflans	61
6.1.6 Um setlagasýrpumyndun	62
6.2 Ályktanir um myndun jarðlagastaflans	63
Heimildir	65

Myndir

Mynd 1.1. Staðsetning og mörk rannsóknarsvæðis.....	2
Mynd 2.1. Fyrri jarðfræðikortlagning og athuganir á rannsóknarsvæðinu.	3
Mynd 3.1. Kortlagningarreitir jarðfræðinema og skráð snið á rannsóknarsvæðinu.....	5
Mynd 3.2. Jarðlagasnið jarðfræðinema og GPS-staðsetningar á athugunum.	7
Mynd 4.1 Skipting rannsóknarsvæðisins í reiti og jarðfræðikorts í kortblöð.....	13
Mynd 4.2. Hlutakort 1. Vattarfjörður – Mjóifjörður – Litlanes.	15
Mynd 4.3. Hlutakort 2. Skálmarnesmúlafjall.	17
Mynd 4.4. Hlutakort 3. Litlanes.	21
Mynd 4.5. Hlutakort 4. Hjarðarnes austanvert.	27
Mynd 4.6. Hlutakort 5. Hjarðarnes vestanvert.	33
Mynd 4.7. Hlutakort 6. Vatnsfjörður vestanverður.	39
Mynd 4.8. Hlutakort 7. Vatnsfjörður suðvestanverður.	43
Mynd 4.9. Yfirlitskort. Jarðlagasyrputengingar milli svæða.	47
Mynd 5.1. Yfirlit yfir höggun og skipting svæðisins við tölfraediúrvinnslu.	49
Mynd 5.2. Yfirlitskort. Mældir gangar og óskýrðar brotalínur skv. loftmyndatúlkun.....	51
Mynd 5.3. Stefnutíðni bergganga og breytileiki milli vestur- og austursvæða.	51
Mynd 5.4. Stefnutíðni bergganga og breytileiki milli eldri og yngri hluta staflans.	52
Mynd 5.5 . Yfirlit yfir misgengi á athugunarsvæðinu.....	53
Mynd 5.6. Stefnutíðni misgengja og breytileiki milli vestur- og austursvæða.	54
Mynd 5.7. Stefnutíðni misgengja og munur á eldri og yngri hluta jarðlagastaflans.	54
Mynd 6.1. Jarðlagasyrpusúlur svæðanna fimm og tengingar milli þeirra.....	58
Mynd 6.2. Niðurstöður mælinga á jarðlagahalla.	59

Þakkir

Nokkrum ber að þakka veitta styrki og aðstoð ýmsa vegna vinnslu þessa verkefnis:

Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar er þakkað fyrir veitta fjárstyrki árin 2009 og 2010 til að standa straum af kostnaði við rannsóknafærðir og uppihald fyrir vestan, og gerðu þar með kleift að ráðast í verkið.

Torfi Steinsson í Bjarkarholti á þakkir skyldar fyrir góðan aðbúnað og dvöl í Krossholti.

Jón Eiríksson fær hinar bestu þakkir fyrir leiðsögn og aðstoð við undirbúning og vinnslu verkefnisins frá upphafi til loka. Og ánægjulega samveru vestra og allar stundir aðrar, en hefði máski, þegar til baka er litið, líklega betur verið harðari húsbóndi á stundum.

Bergljót Kristinsdóttir fær hinar mestu þakkirnar fyrir að ala önn fyrir höfundi öll þessi ár og þá stillingu, þolinmæði og styrk sem hún sýndi þegar hvað harðast á móti blés.

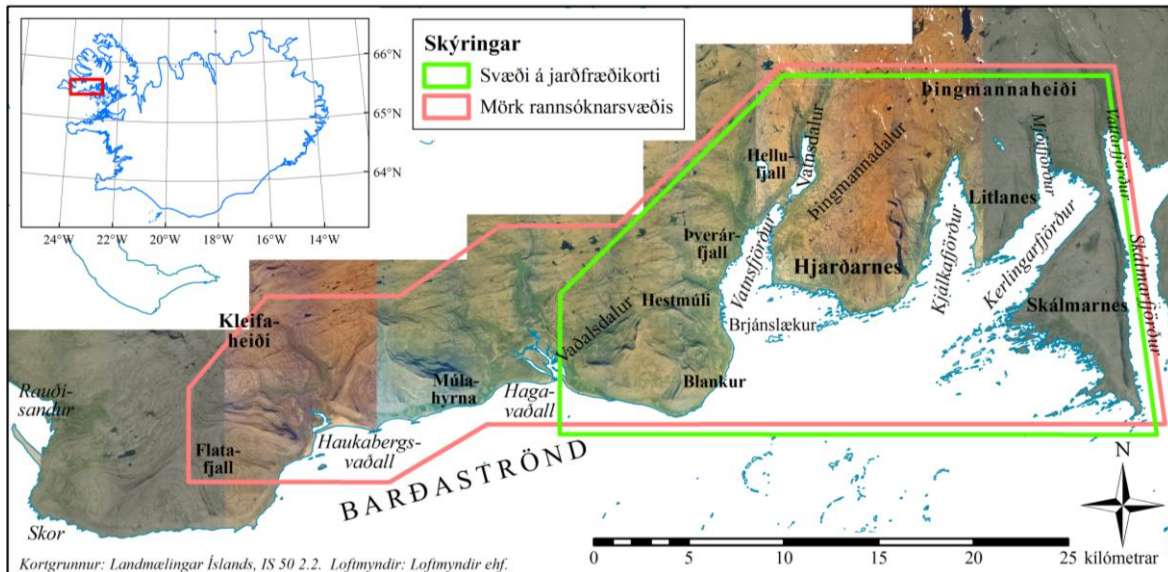
1 Inngangur

Jarðfræðirannsóknir á Vestfjörðum voru lengi að mestu tengdar athugunum á plöntuleifum og surtarbrandslögum sem þar finnast allvíða í þykkum setlögum eða setlagasyrpum sem sumar má rekja tuga kílómetra leið í jarðlagastaflanum. Þorvaldur Thoroddsen (1906) lýsti mörgum surtarbrandslaganna og taldi þau tilheyra einni og sömu mynduninni sem skipti tertíera jarðlagastaflanum í tvennt. Honum var þó ljós hinn reglulegi SA-lægi halli jarðlaga á mestöllum Vestfjörðum og taldi að stór misgengi leyndust á milli þeirra setlagaopna sem hann lýsti. Hinn möguleikinn, að setlagasyrpur með surtarbrandi væru á mörgum stöðum í jarðlagastaflanum, leiddi hins vegar af sér svo mikla heildarþykkt staflans að illmögulegt væri að skýra slíka upphleðslu. Þessi tvískiptingarhugmynd um staflann á Vestfjörðum var uppi fram yfir miðja öldina, en eftir að Walker (1959) birti fyrstu niðurstöður kortlagningar sinnar á jarðlagastafla Austfjarða og stóru drættirnir í uppbyggingu staflans þar og mikil heildarþykkt hans ljós varð sá möguleiki raunhæfari. Trausti Einarsson (1960, 1963) birti upplýsingar um jarðlagahalla á öllum Vestfjörðum og ljóst varð að uppbygging staflans væri sambærileg og eystra, heildarþykkt hans mikil og setlagasyrpur margar í honum.

Á áttunda áratug 20. aldar stóð Jarðhitadeild Orkustofnunar fyrir átaki í frumkönnun á berglagastaflanum á Vesturlandi og Vestfjörðum sem tengdist auknum áhuga á nýtingu jarðhita á lághitasvæðum í kjölfar olíuverðshækkana. Kristján Sæmundsson hafði þar frumkvæði að og nýtti ásamt samstarfsmönnum sínum upplýsingar sem söfnuðust til að draga upp mynd af stóru dráttunum í jarðlagaskipan vestanverðs landsins í kjölfar nýrra hugmynda um landrek og myndun jarðskorpunnar á Íslandi (Kristján Sæmundsson, 1980; Haukur Jóhannesson 1980). Ljóst varð að gos- og rekbelti hafði fyrrum legið yfir um Snæfellsnes, inn Breiðafjörð og út Húnaflóa og að hraunlagastaflinn á Vestfjörðum væri myndaður í því belt og hefði síðan rekið til norðvesturs frá því. Í samsettu stórsniði Kristjáns og félaga (McDougall o.fl., 1984) um rúmlega 4000 m þykkann jarðlagastafla vestan til á Vestfjörðum eru fjórar slíkar setlagasyrpur.

Setlög með plöntuleifum og setlagasyrpur í jarðlagastaflanum á Vestfjörðum hafa þannig verið notuð til að skipta staflanum í einingar og rekja þróun hans. Þessar myndanir eru greinilega annarrar gerðar og bera vitni um annað myndunarumhverfi en þau þunnu rauðu millilög sem algengust eru milli hraunlaga í tertíerum jarðlagastafla, þar sem annars staðar á Íslandi. Án tiltölulega nákvæmrar kortlagningar er hins vegar óvissa um stöðu þessara myndana í jarðlagastaflanum, útbreiðslu þeirra og höggunarsögu svæðisins. Svonefndar „setlagahæðir“ (tíðari og þykkari setlög) í íslenska jarðlagastaflanum hafa hingað til verið lítið rannsakaðar. Til þess að undirbúa slíkt rannsóknaverkefni hóf Jarðvísindadeild (þá Jarðfræðiskor) frumkortlagningu á jarðlagastaflanum umhverfis Brjánslæk á Barðaströnd upp úr 1980 samfara námskeiðahaldi í jarðfræðikortagerð og því verki var haldið áfram að mestu óslitið til ársins 2010 (Jón Eiríksson, munnlegar upplýsingar).

Helstu rannsóknarspurningar sem varða áberandi setlagakafli í tertíera jarðlagastaflanum tengjast að sjálfsögðu því sem myndar hann og mótar, eldvirkni og höggun. Hvað skýrir þessa misjöfnu dreifingu og gerð setlaga í staflanum? Tengist hún goshléum og flutningi eldvirkni milli eldstöðvakerfa, eða tilflutningi gosbelta, eða er hún hluti af eðlilegri þróun eldstöðvakerfa, merki um aukna höggun og landsig við framsókn þeirra? Slíkum spurning-



Mynd 1.1. Staðsetning og mörk rannsóknarsvæðis.

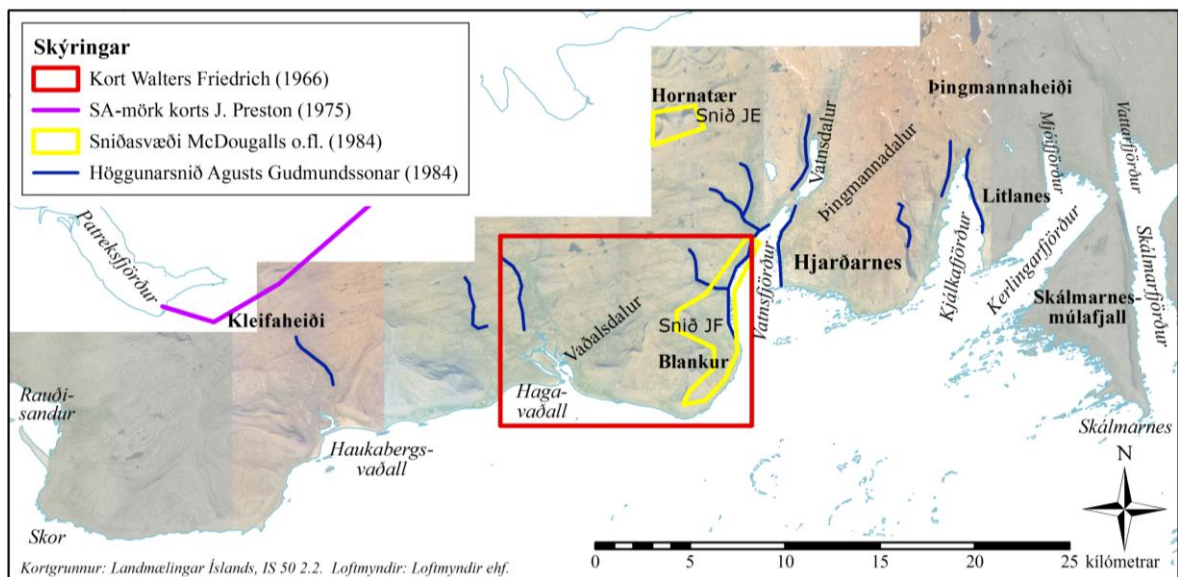
um er ekki auðsvarað, en nákvæm jarðfræðikort gætu gefið vísbendingar um svör við þeim og þessar spurningar eru að hluta baksvið þess verkefnis sem þessi ritgerð fjallar um.

Lagt var upp í þetta kortlagningarverkefni með þau gögn og þær upplýsingar um jarðlög og skipan þeirra á rannsóknarsvæðinu sem safnast hafa undanfarin 30 ár við námskeiðahald þar á vegum Jarðvísindadeildar Háskóla Íslands. Og með tilstyrk Vegagerðarinnar sem veitti fjárstyrk til að mæta kostnaði við rannsóknarferðir vestur og dvöl og uppihald þar á meðan á athugunum stóð.

2 Fyrri rannsóknir við Vatnsfjörð

Steingervingar í setlögum í Surtarbrandsgili við Brjánslæk voru vísindamönnum kunnir frá því á 18. öld þegar Eggert Ólafsson (1772) gat þeirra í lýsingum sínum. Ýmsir þekktir náttúrufræðingar fyrri tíma söfnuðu þar síðar sýnum eða skoðuðu steingervingasöfn þaðan og drógu af ályktanir um jarðsögulegan aldur Íslands, svo sem fram kemur í yfirliti yfir rannsóknasögu steingervinga á Íslandi (Denk o.fl., 2011). Þorvaldur Thoroddsen (1906) varð hins vegar fyrstur til að lýsa jarðlögunum í Surtarbrandsgili nokkuð nákvæmlega og jafnframt stóru dráttunum í jarðlagastafla Vestfjarða.

Walter Friedrich (1966) rannsakaði setlögin og steingervingana í Surtarbrandsgili við Brjánslæk og einnig í gili Seljár í Vaðalsdal og kortlagði þá allnokkuð svæði út frá þessum stöðum, milli Vatnsfjarðar og Mórudals (sjá mynd 2.1). Hann skipti hraunlagastaflanum á svæðinu grófllega upp í 4 syrpur eftir segulstefnu en kenndi hverja syrpu einnig við ríkjandi berggerð innan hennar og notaði feltskiptingu Walkers (1959) í ólivínbasalt, þóleiútbasalt og dílabasalt. Friðgeir Grímsson (2007, Denk o.fl., 2011) yfirlitir síðar fundarstaði steingervinga í Surtarbrandsgili og við Seljá í Vaðalsdal og lýsti nánar setlögum og steingervingum, en byggði annars á fyrri kortlagningu Friedrich.



Mynd 2.1. Fyrri jarðfræðikortlagning og athuganir á rannsóknarsvæðinu.

J. Preston kannaði á árunum 1970-1973 jarðlagastaflanum í skögunum milli Patreksfjarðar, Tálknafjarðar og Arnarfjarðar sem er um að 2000 m heildarþykkt. Niðurstöður þessarar vinnu birtist í grein þeirra Leós Kristjánssonar o.fl. (1975) á tiltölulega einföldu korti sem sýnir útbreiðslu helstu auðþekktra jarðlaga og jarðlagasyrpa á því svæði. Efsti og yngsti hluti þess jarðlagastafla fer nærri því að samsvara elsta hluta þeirra jarðlaga sem hér er fjallað um, enda liggja þessi svæði nærri því saman efst á Kleifaheiði (sjá mynd 2.1). Leó Kristjánsson (2009) birti síðar niðurstöður segulmælinga á sýnum úr hraunlögum í 23 sniðum á svæðinu sunnan Arnarfjarðar sem að hluta byggði á vinnu Prestons, en einnig á

afrakstri vinnu nema í jarðfræðikortagerð á því svæði árið 2002. Einnig flutu þar með niðurstöður mælinga Leós á sýnum úr sniði í Mikladal og sniði upp Múlahyrnu og upp í Hagatöflu sem bæði eru innan þess svæðis sem hér er fjallað um.

Í grein McDougall o.fl. (1984) voru birtar niðurstöður víðáttumikillar „yfirlitskortlagningar“ á jarðlagastafla Vestfjarða. Markmið þeirra var að fá þverskurð í gegn um staflann til segulmælinga og aldursgreininga. Jarðlög voru rakin saman eða tengt á milli sniða með nokkurra km millibili (allt að 5-10 km) eftir berggerð og segulmælingum í felti, en ekki kortlagt mikið meira en til þess þurfti. Sett voru saman úr þessum sniðum tvö samsett heildarsnið, vestara og eystra snið, sem ætlað var að endurspegla jarðlög staflans utan áhrifasvæða megineldstöðva sem skipulega var reynt að sneiða hjá. Efsti og yngsti hluti vestara samsetta sniðs þeirra er á athugunarsvæðinu, liggur út með Vatnsfirði vestanverðum og út í Arnórstaðahyrnu (sjá mynd 2.1) þar sem sýni til aldursgreiningar voru tekin úr 7 af 20 efstu hraunlögum sniðsins.

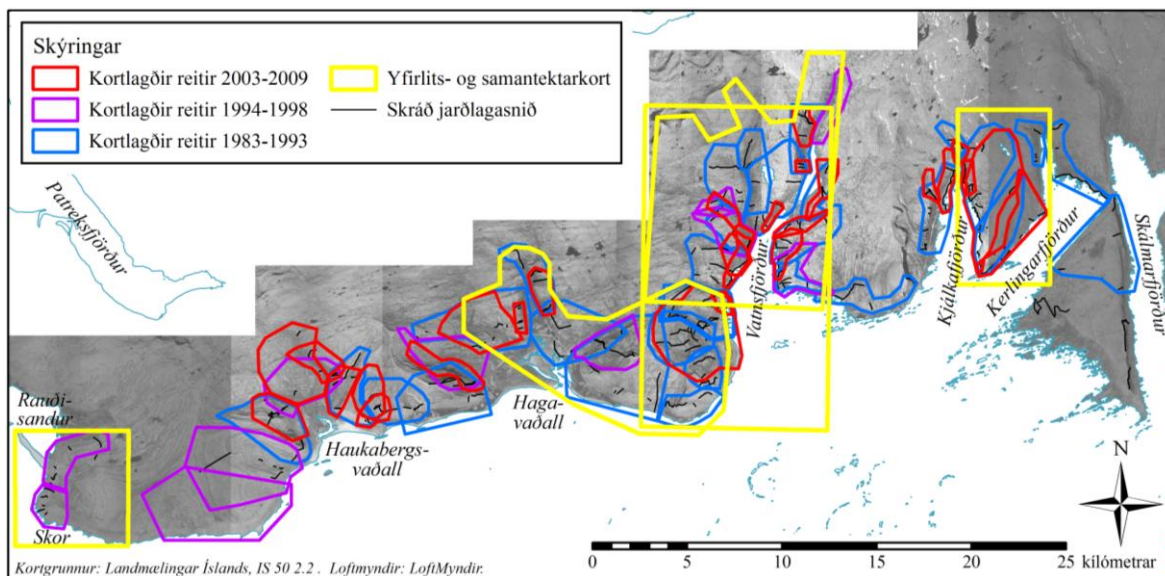
Haraldur Sigurðsson (1967) greindi brotalínustefnur á loftmyndum af allnokkrum svæðum á Vesturlandi og Vestfjörðum, þar á meðal á Barðaströnd. Auk eigin athugana á Snæfellsnesi taldi hann einnig saman stefnur ganga og misgengja á korti Friedrich (1966). Ágúst Guðmundsson (1984) rannsakaði ganga og misgengi á sunnanverðum Vestfjörðum og birti niðurstöður mælinga á stefnu, halla, þykkt og gerð um 400 bergganga í 15 sniðum og lýsti gerð þeirra. Tólf sniðanna eru á athugunarsvæði þessa verkefnis, frá Kjálkafirði vestur undir Kleifaheiði (sjá mynd 2.1). Í þeim sniðum eru um 300 af um 400 göngum sem hann mældi. Ágúst mældi einnig stefnu, halla og færslu tæplega 70 misgengja í sniðunum og lýsti þeim.

3 Gögn og aðferðir

3.1 Gögn úr kortlagningarnámskeiðum H.Í.

Jarðfræðinemar frá Háskóla Íslands hafa flest sumur frá árinu 1983 farið vestur á Barðaströnd til verklegs náms í jarðfræðikortagerð eftir undirbúning í samnefndu námskeiði veturinn áður. Umsjón með námskeiðinu og kennslu í kortlagningar aðferðum hefur Jón Eiríksson annast í öll þau skipti sem farið hefur verið á Barðaströnd til kennslu í verklegum hluta námskeiðsins. Jón tók saman leiðbeiningarit um vinnubrögð í kortlagningavinnu og aðferðir við mælingar sem verið hefur grundvöllur vinnunnar fyrir vestan alla tíð (Jón Eiríksson, 1978, 1995, 1997, 2003). Ásamt Jóni hefur Leifur A. Símonarson leiðbeint nemendum fyrir vestan, en fleiri einnig komið að því þegar hópar nemenda voru mjög fjölmennir eða annar hvor þeirra Jóns og Leifs áttu ekki heimangennt til vesturferðar, þar á meðal höfundur í tvígang. Nemendahóparnir þessi ár hafa því allir lagt upp með sambærilegan undirbúning í hefðbundnum stöðluðum vinnubrögðum og notið sambærilegrar leiðsagnar að mestu við vinnu á svæðinu.

Fyrir vestan hafa 2 til 4 nemendur unnið saman á afmörkuðum athugunarsvæðum og mælt upp jarðlagasnið með hefðbundnum aðferðum, svo sem með málbandi og áttavita með hallamæli. Jafnframt hafa þeir lýst jarðlögum, greint hraunlög samkvæmt flokkunarkerfi eftir útlitseinkennum og innri byggingu, mælt segulstefnu þeirra, tengt á milli sniða og rakið leiðarlög um svæðið. Athuganir á jarðlagahalla liggja fyrir frá rúmlega helmingi svæðanna, enda grundvöllur fyrir útreikningi á þykkt jarðlaga. Þar sem ekki tókst að mæla jarðlagahalla voru notaðar til útreiknings niðurstöður mælinga frá aðlægum eða nálægum



Mynd 3.1. Kortlagningarreitir jarðfræðinema og skráð snið á rannsóknarsvæðinu.

svæðum. Stefna og þykkt bergganga hefur verið mæld og stundum er berggerð þeirra, stuðlun og öðrum einkennum lýst og halli áætlaður eða mældur. Svipað á við um aðra höggun, stefna á misgengjum, sprungum og brotalínunum mæld, færsla um misgengi mæld eða áætluð og stundum er halla og öðrum einkennum misgengja lýst.

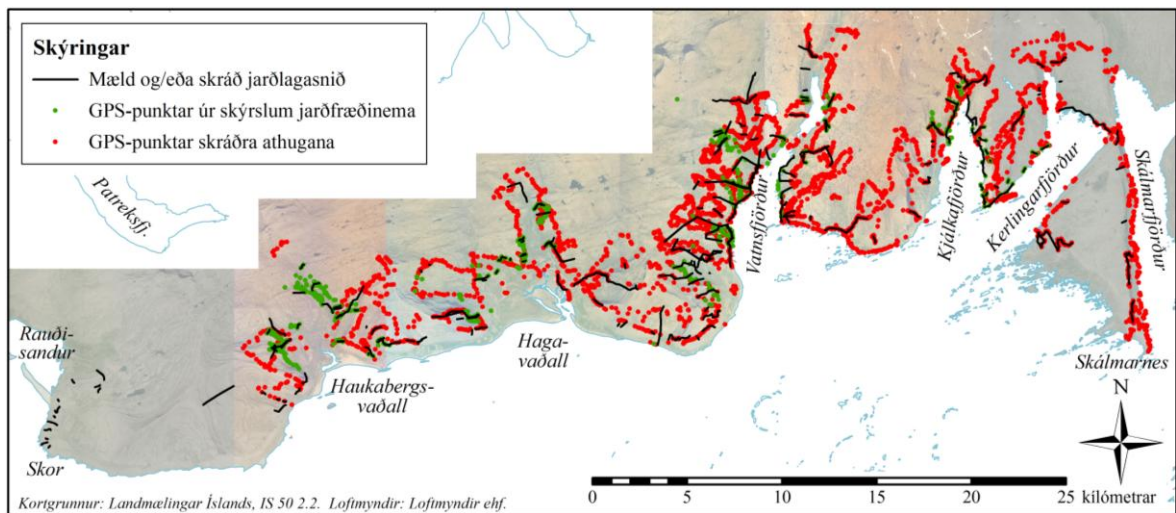
Meginhluti athugana og mælinga hefur verið staðsettur á loftmyndum og gögnum síðan varpað af þeim á hæðarlínukort sem stækkuð voru upp úr AMS kortum í mælikvarðanum 1:50.000, oft með hjálp tiltölulega nákvæmra hæðarmælinga. Frá árinu 2003 hafa GPS staðsetningartæki verið notuð auk loftmynda og sífellt fleiri mælingar og athuganir verið staðsettar með slíkum tækjum og nákvæmni þeirra jafnframt aukist síðustu ár. Gerð jarðfræðikorta hefur þá jafnframt færst yfir í tölvuforrit sem geta unnið úr GPS hnitum, svo sem Canvas teikniforritið og ArcMAP, en hæðarlínugrunnurinn sem kortin eru unnin ofan á er í raun hinn sami þar sem IS 50V grunnur Landmælinga Íslands er á þessu svæði að mestu gerður úr skönnuðum og hnituum AMS-kortum. Mælingar á segulstefnu hraunlaga lögðust hins vegar af árið 2004.

Niðurstöður kortlagningar á alls 69 athugunarsvæðum hafa nemendur sett fram í tæplega eitt hundrað skýrslum og ritgerðum sem varðveittar eru á Jarðvísindadeild Háskóla Íslands og BS-ritgerðirnar að auki á Þjóðarbókhöfuð. Þess ber að geta að síðasta áratuginn hafa athugunarsvæði hópanna gjarnan skarast við eða verið innan áður kortlagðra svæða, svo sem sjá má á mynd 3.1, en mæld snið þó oft verið á nýjum stöðum og nokkuð því best við af nýjum gögnum. Gagnasafnið sem fyrir liggur telur alls 96 titla, 33 BS-ritgerðir og 63 skýrslur um niðurstöður rannsókna. Þrjár skýrslur virðast hafa glatast.

Fyrstu tíu árin, 1983-1992, var algengt að jarðfræðinemar notuðu kortlagningarvinnu sína sem grunn að BS-verkefnum og unnu þá meira úr gögnunum og sýnum af jarðlögum og fjölluðu um í BS-ritgerðum um gerð jarðlaga eða um jarðlagaskipan á athugunarsvæðinu, höggun og jarðsögu landsvæðisins í heild. Frá þessu 10 ára tímabili eru til 28 BS-ritgerðir og 22 skýrslur en ein skýrsla að auki virðist glötuð. Frá 1993 og síðar eru til 40 skýrslur en 2 að auki virðast hafa glatast. Þar við bætast svo ein skýrsla um rannsóknarverkefni og fimm BS-ritgerðir um verkefni sem fólust í að taka saman gögn úr eldri skýrslum og ritgerðum og vinna jarðfræðikort af stærra svæði (yfirlits- og samantektarkort á mynd 3.1).

3.2 Gagnasöfnun í felti

Sumrin 2009 og 2010 fór höfundur alls 7 ferðir vestur á Barðaströnd til vinnu vegna þessa verkefnis. Markmiðið var að hnitsetja sem mest af þeim upplýsingum sem greint er frá í skýrslum og ritgerðum jarðfræðinema, yfirfara og samræma greiningu á jarðlögum og rekja saman og tengja milli athugunarsvæðanna. Sumarið 2009 voru áður kortlagðir reitir á austurhluta rannsóknasvæðisins yfirfarnir, frá Vattarfirði vestur í Vatnsfjörð og sumarið 2010 var síðan haldið áfram vestan við Vatnsfjörð og vestur fyrir Skriðnafellsnúp að Hreggstöðum. Helstu snið á hverjum reit voru skoðuð og tengt á milli sniða eða fyrri tengingar staðfestar og síðan tengt á milli kortlagðra reita með því að rekja jarðlög þar á milli eftir því sem unnt var. Helstu mæld jarðlagasnið og jarðlagasyrpur sem notaðar eru til tenginga voru staðsett með GPS-punktum, sem og höggunarfyribæri, gangar og misgengi, sem á leið höfundar urðu.



Mynd 3.2. Jarðlagasnið jarðfræðinema og GPS-staðsetningar á athugunum.

Við feltvinnuna var notað Garmin staðsetningartæki (Garmin GPSmap 60CSx). Hnit athugunarstaða við jarðlagasnið, opnur í jarðlög, ganga, misgengi og annað voru færð með númeri í minni tækisins og það skráð með athugunum í feltbók. Að kvöldi dags voru GPS-hnitin færð yfir í fartölvu og sett upp skipulega í exel-skrám ásamt helstu atriðum athugana á hverjum stað. Til taks voru einnig loftmyndir af rannsóknarsvæðinu frá Landmælingum Íslands (1956, 1959, 1983, 1984) og landakort, bæði AMS-kort (U.S. Army Map Service, 1948) og blöð úr Uppdrætti Íslands (Landmælingar Íslands 1964, 1979). Greining jarðlaga og flokkun var gerð á staðnum með því skoða útlitseinkenni hraunlaga í heild og bergs á veðruðum flötum og í brotsári. Haldið var tímabundið til haga sýnum af nokkrum þeim hraunlaga sem notuð voru til tenginga eða rakin milli athugunarsvæða.

3.3 Aðferðir við greiningu og flokkun hraunlaga

3.3.1 Skipting basaltstafla í einingar á grundvelli berggerða

George P.L. Walker (1959, 1960, 1963) vann á sjötta áratug síðustu aldar frumherjaverk hvað varðar vinnubrögð og aðferðir við kortlagningu tertíera hraunlagastaflans á Íslandi. Grunninn að kortlagningunni lagði hann með feltflokkun sinni á basalhraunlögum sem mynda mestan hluta staflans. Hann skipti basalti í þrjá flokka, ólívínbasalt, þóleiít og dílabasalt eftir útlits- og byggingareinkennum, kornastærð, einkennandi steindum og tengslum berggerða við ummyndunarsteindir sem í þeim finnast. Þessi flokkun og skipting varð grundvöllurinn að greiningu þessara mismunandi basaltgerða úti í náttúrunni og þannig var kleift að rekja basaltsyrpur langar leiðir og ná fram megindráttunum í jarðlagaskipaninni. Ekki var lengur nauðsynlegt að finna einhver mjög auðþekkt leiðarlög af öðrum toga, svo sem víðáttumikil lög úr súrri gjósku eða setlagasyrpur, til að tengja saman kortlagningarsvæði.

Eftir að Walker setti fram feltflokkun sína má segja að svo til öll kortlagning á tertíerum jarðlögum á Íslandi hafi tekið mið af henni og flokkunin verið notuð í einhverri mynd. Walker (1959) getur þess þó að á milli ólívínbasalts og þóleíts séu til millistig („transitional types“) og þurfi smásjárskoðun til öruggrar greiningar þar á milli. Þetta er augljóslega nokkur galli á feltflokkun. Dílabasalt skilgreinir Walker í grein frá 1959 sem basalt með 10% magn af feldspatdílum eða meira, en 1963 eru þessi mörk komin niður í

5% í umfjöllun um Breiðdalseldstöðina. Þá lýsir Walker hins vegar bæði þóleiíti og ólivínbasalti sem svo til dílalaus basalti („essentially non-porphyrific basalt“), en sú athugasemd var ekki í lýsingu hans 1959 og gæti það verið vísbending um hvers vegna hann lækkar mörkin fyrir dílabasalt niður í 5%.

Sveinn P. Jakobsson (1983, 1984a, 1984b, 1985a, 1985b) tók í nokkrum greinum saman yfirlit yfir gosbergstegundir þóleiísku bergraðarinnar á Íslandi og lýsti rækilega helstu einkennum hverrar bergtegundar: Útlitseinkennum bergsins sjálfs (lit, kornastærð, blöðru-, brot- og flæðimynstri, auk annarra einkenna), einkennum hraunmyndananna sem bergið myndar, dílagerðum og dílahlutfalli. Einnig steindasamsetningu og mynstri grunnmassa við smásjárskoðun og svo efnasamsetningu bergtegundanna samkvæmt efnagreiningum. Ofangreint miðast við ferskt berg, en jafnframt lýsir Sveinn breytingum sem verða á útliti bergsins við veðrun og lághituummyndun. Sveinn vitnar þá til smásjárlysinga og greininga Carmichaels (1964) á bergi úr hinni tertíeru Þingmúlaeldstöð, en það var ein fyrsta bergfræðilega úttektin á þóleiísku berggröðinni á Íslandi. Carmichael notaði fyrstur nafnið ólivínþóleiít í núverandi merkingu yfir ólivínríkt þóleiít, lýsti því og skilgreindi sem sérstaka bergtegund (Sveinn P. Jakobsson, 1984a). Þar er þá komin nokkur samsvörum við ólivínbasalt Walkers sem sjálfur jafnaði þar á milli í grein síðar (Walker, 1974). Ólivín kemur þó einnig fyrir í sumu þóleiíti Carmichaels og hjá þeim Sveini báðum kemur fram að mörkin milli þóleiíts og ólivínþóleiíts séu óglögg og millistig til þar á milli eins og Walker hafði áður nefnt. Carmichael kallar bæði ólivínþóleiít og þóleiít „essentially non-porphyrific basalts“ líkt og Walker (1963), með fáum og yfirleitt smáum dílum nema þeir séu samvaxnir í stærri hópa. Dílóttu basalti lýsir Carmichael sérstaklega, telur dílafasana vera „samansafnaða“ í kvikunni („of accumulative origin“) og setur mörk þess við 10% dílahlutfall.

Almenn lýsing Sveins P. Jakobssonar (1984b) á íslensku þóleiíti hefst hins vegar á orðunum „Þóleiít er oftast dílótt...“ og hraunið sem hann notar sem dæmi inniheldur 3-5% af plagióklasdílum, 1-2% af pyroxendílum og einnig innan við 0,5% af ólivíndílum. Um ólivínþóleiít segir Sveinn að það innihaldi 1-10% af ólivíndílum (oft litlum), oft plagióklasdíla, mismikið en sjaldan meira en 8-10%, en að pyroxendílar séu mjög sjaldgæfir. Þess ber að geta að lýsingar Sveins og tölur um hlutfall díla eru að mestu byggðar á smásjárathugun og mikið af dílunum smáir kristallar, minni en 1 mm í þvermál, en stærri dílar gjarnan samvaxtarhópar þeirra smáu.

Í greininni um þóleiít (Sveinn P. Jakobsson, 1984b) tekur hann til umfjöllunar feltflokkan á ummynduðu þóleiísku basalti sem notuð var á Orkustofnun og byggð á flokkun Walkers (Ágúst Guðmundsson, o.fl. 1982) og tengir við hina bergfræðilegu flokkun, en þykir notkun flokkaheita heldur óheppileg og til ruglings fallin. Sérstaklega að nafnið þóleiít er notað bæði sem nafn á bergtegund og bergflokki skv. feltgreiningu. Í greininni um ólivínþóleiít (Sveinn P. Jakobsson, 1984a) hnykkir hann á því að oft sé ekki auðvelt að greina á milli algengustu bergtegundanna, þóleiíts og ólivínþóleiíts, í handsýni af fersku bergi líkt og Walker hafði nefnt um ummyndað berg.

3.3.2 Hraunlagaflokkun jarðfræðinema á Barðaströnd

Það flokkunarkerfi hraunlaga sem lagt hefur verið til grundvallar við kortlagningu jarðfræðinema á berggrunni á Barðaströnd hefur í grundvallaratriðum verið það sama allan tímann, en þó hafa þar nokkrar breytingar orðið á heitum og viðmiðunum. Framan af voru greinar Walkers (1959, 1963) hafðar til viðmiðunar og feltflokkanir nefndir ólivínbasalt,

þóleiít eða þóleiítbasalt og dílabasalt sem er þá yfirleitt skilgreint með 10% dílahlutfalli. Í 2. útgáfu af leiðbeiningabæklingi Jóns Eiríkssonar (1995) birtist síðan tafla yfir útlitseinkenni þessara basaltgerða í ummynduðum bergstafla (að mestu byggð á greinum Walkers). Þar eru sömu flokkar nefndir ólivínþóleiít, þóleiít og dílabasalt, sem þá er skilgreint með 5% dílahlutfalli. Frá árinu 1995 og fram til 2010 hafa 5% dílahlutfallsmörkin verið notuð í 35 af 37 skýrslum frá því tímabili, en fyrir þann tíma voru 10% mörkin notuð á 24 af 31 rannsóknasvæði, 5% mörkin á 5 svæðum en ekki ljóst hvor mörkin voru notuð á 2 svæðum. Á þessu fyrra tímabili var algengt að þeir sem skrifuðu BS-ritgerðir um gerð jarðlaga á athugunarsvæði létu gera þunnsneiðar af hraunlögum og greindu bergið til tegundar eftir smásjárskoðun. Kom þá fyrir að dílóttu bergi var skipt upp eftir grunngerð í dílótt þóleiít eða dílapóleiít og dílótt ólivínþóleiít eða dílabasalt og þeir flokkar notaðir á jarðfræðikort, t.d. Viðar Karlsson (1985) og Bjarni Gautason (1985). Dílapóleiít hefur þá öll helstu útlitseinkenni þóleiíts og er 5-15% dílótt, dílar yfirleitt frekar smáir. Feltflokkurinn dílabasalt er þá einskorðaður við dílótt berg með útlitseinkenni ólivínþóleiíts, gjarnan með 20-30% dílahlutfall eða hærra og dílarnir stærri, nokkrir mm og upp í 10-20 mm.

Af framansögðu má ráða að hugtakið dílabasalt er alls ekki vel skilgreint og ljóst er að talsvert ósamræmi er í greiningu og flokkun hraunlaga í skýrslum og ritgerðum nemenda. Engin einhlít skilgreining á dílabasalti hefur komið fram svo séð verði og var því nokkur vandi á höndum í þessu verkefni. Úr varð að hverfa aftur til upprunalegrar skilgreiningar Walkers (1959) og miða greiningu á dílabasalti við a.m.k. 10% hlutfall plagíóklasdíla. Lýsing Sveins Jakobssonar (1984b) á þóleiíti og algengu dílahlutfalli í því gerir einnig að verkum að skynsamlegra virðist að nota 10% hlutfall díla sem mörk fyrir dílabasalt en þau 5% mörk sem þó er algengara að notuð hafi verið.

Við lestur nákvæmari lýsinganna í skýrslum og ritgerðum og endurskoðun jarðlagasniða í felti blasti stundum við að þóleiítflög voru greind sem dílabasalt og að dílamagn er gjarnan ofmetið. Og í samræmi við ofangreindar lýsingar Walkers og Sveins á berggerðum og bergflokkum má einnig telja óhjákvæmilegt sé að við greiningu í felti flokkist einhver hraunlög úr bergtegundinni ólivínþóleiít í feltflokkinn þóleiít eða þóleiítbasalt. Dæmi um slíkt voru einnig augljós í sniðum nemenda, fyrir kom að þeir greindu ekkert lag af ólivínbasalti á athugunarsvæði sínu þó mörg reynist svo vera þar til staðar. Þegar gögnum jarðfræðinemanna er raðað saman í eina heild er því óhjákvæmilega þörf á nokkurri samræmingu til að vit verði úr. Og sem fyrr segir var ákveðið að hafa til viðmiðunar við samræmingar „klassíska“ flokkun Walkers (1959) og 10% dílabasaltmörkin.

3.3.3 Flokkun hraunlaga í öðrum verkefnum á Vestfjörðum

Í fyrri kortlagningarverkefnum á Vestfjörðum hefur flokkun hraunlaga verið með ýmsu móti þó í flestum tilfellum hafi verið byggt á kerfi Walkers að grunni til.

Walter Friedrich (1966) kortlagði landsvæðið umhverfis Surtarbrandsgil við Brjánslæk. Hann skipti hraunlagastafla þar upp í 4 syrpur eftir segulstefnu en kenndi hverja þeirra einnig við ríkjandi berggerð innan hennar og studdist við skiptingu Walkers í ólivínbasalt, þóleiít og dílabasalt.

J. Preston (L. Kristjánsson o.fl., 1975) kortlagði skagana milli Patreksfjarðar, Tálknafjarðar og Arnarfjarðar. Hann skipti staflanum ekki upp í syrpur heldur sýndi á korti útbreiðslu auðþekktra jarðmyndana, mjög sérstakra dílóttu hraunlaga, set- og móbergsmýndana.

Annars segir hann um berggerðir staflans að algengast sé dílalaust til feldspatdílótt basalt með frekar smáum plagíóklasdílum, 2-3 mm meðalstærð, ólivín dílar komi fyrir, en ólivín sjáist mjög sjaldan í grunninum. Hins vegar séu einnig algeng mun dílóttari basaltlög, „cumulate flows“ með plagíóklas dílum af 5-10 mm meðalstærð, „alvöru“ dílabasalt, og reyndar séu þau svo algeng að erfitt sé að nota þau til tenginga milli sniða eða sem kortteiningar. Fyrir utan tvö lög sem eru svo hlaðin 10-30 mm plagíóklasdílum að ásýnd þeirra líkist mest gabbrói og önnur tvö hraunlög sem Preston skilgreinir sem ankaramít (væntanlega vegna áberandi pyroxendíla) og sem séu auk þess mjög ólivín- og/eða plagíóklasdílótt á köflum. Loks nefnir Preston „cone (shield volcano) basalts“ sem samkvæmt lýsingu virðast vera þykkar syrpur af beltuðum dyngjuhraunum, bæði dílalausum og dílóttum. Líklega samsvarar þessi „keilubasalts“-flokkur ólivínbasalti (ólivínþóleiíti) og dílabasalti sé hlutfall díla nógu hátt. Hvergi er getið um hlutfall díla í lýsingum Prestons né heldur áætlað hann hlut hverrar berggerðar í heild í staflanum.

Kristján Sæmundsson skipulagði og sá um þá kortlagningu sem liggur á bak við tvö samsett stórsnið í grein þeirra McDougalls o.fl. (1984). Hugmynd þeirra var að þessi snið spönnuðu jarðlagastafla Vestfjarða í heild til segulmælinga og aldursgreininga. Þar er notast við flokkunaraðferð Walkers, og hlutföll berggerða voru reiknuð út: Ólivínþóleiít (16%), þóleiít (51%) og dílabasalt (29%) með 5% dílahlutfallsmörkum. Þess er getið að á meðal dílabasaltlaganna séu lög með stórum feldspatdílum og stundum mjög miklu af þeim. Höfundar telja þessi hraun innihalda uppsafnaða díla („of cumulate type“) og nefna þau þannig og merkja sérstaklega á myndum af jarðlagasniðum. Ísúr og súr hraunlög eru innan við 0,5% jarðlagabykkta í sniðunum enda var við kortlagninguna sneitt skipulega hjá þekktum megineldstöðvum. Setlög af nokkrum gerðum eru innan við 4% þykktar jarðlagastaflans í heild.

Leó Kristjánsson og Haukur Jóhannesson (1996) settu saman svipað stórsnið úr 12 sniðum í botnunum fjarðanna sunnan Ísafjarðardjúps og inn í dalina fyrir botni þess. Haukur notar þar nokkuð breytta Walkers-flokkun þar sem basaltflokkarnir eru (hlutfall af heildarþykkt í sviga): Þóleiít (30%), ólivínbasalt (stök hraunlög, 30%), beltuð dyngjuhraunlög („compound flows (lava shields)“) (22%) og svo dílabasalt (11%), ekki getið um dílahlutfallsmörk. Tvö „ankaramítísk“ lög eru talin með dílabasaltinu. Setlög eru um 4% en þar af felst um helmingur þykktarinnar í einni setlagasyrpu.

Aðrir þeir sem skrifað hafa um jarðlagastaflann á Vestfjörðum í seinni tíð segja lítið sem ekkert um flokkun basalts og feltgreiningu berglaga sem þeir fjalla um (Björn S.Harðarson o.fl., 1997, Leó Kristjánsson o.fl., 2003).

3.4 Kortagrunnur og uppsetning gagnagrunns

Eftir uppsetningu kortgrunns úr IS 50V 2.2 grunni Landmælinga Íslands í ArcMap voru lagðar undir hann hnitsettar loftmyndir úr samsettum loftmyndagrunni LoftMynda ehf af Íslandi (Loftmyndir ehf. 2009) Greinanlegar brotalínur í berggrunninum voru teiknaðar upp eftir þeim myndum og síðar yfirfarnar með hliðsjón af skoðun á eldri loftmyndum frá L.M.Í. í þrívíddarsjá (L.M.Í., 1956, 1959, 1983, 1984). GPS-gögn sem aflað var og hnitsett gögn úr yngstu skýrslunum (frá árunum 2003 til 2010) voru flokkuð í Exel-skrám eftir viðfangsefni, lesin inn í ArcMap og valdar upplýsingar úr skránum settar skipulega í landfræðilegan gagnagrunn (geodatabase). Gögn um bergganga og misgengi úr eldri skýrslum voru teiknuð inn með hliðsjón af loftmyndunum undir ef ummerki um fyrirbærin

sáust þar, eða staðsett eftir strand- eða hæðarlínum korta sem byggðar eru á þeim sömu og IS 50 2.2 grunnkortid. En nákvæmni staðsetningar þá eðlilega skráð minni. Þannig hafa verið færðar í gagnagrunninn upplýsingar um bergganga og misgengi úr öllum þeim skýrslum og ritgerðum sem fyrir liggja frá rannsóknasvæðinu auk staðsetningar á öllum mældum jarðlagasniðum.

Yfirferð höfundar um svæðið gaf af sér tæplega 6000 GPS-punkta með skráðum athugunum sem sömuleiðis hafa verið færðar í gagnagrunninn. Mikill hluti þeirra hefur síðan einnig verið flokkaður nánar í skrár eftir viðfangsefni, svo sem skrár yfir útbreiðslu tiltekinnar jarðlagagerða og skrár um staðsetningu og mælingar á höggunarfyribærum, göngum og misgengjum.

3.5 GPS mælingar og vandamál við kortagrunn

Frá árinu 2003 hafa GPS staðsetningartæki verið hluti af útbúnaði nemendahópanna og þeir staðsett snið, jarðlög og önnur jarðfræðileg fyribæri á þann hátt. Nákvæmni tækjanna hefur aukist með árunum og skekkjumörk sem tækin gefa upp nú oftast vel innan við +/- 5 m. Hins vegar kom fljótlega í ljós að sá kortgrunnur sem mældum hnitum var síðan varpað á, IS 50V hæðarlínugrunnur Landmælinga Íslands, er ónákvæmari en GPS-mælingarnar. Punktarnir niður við klettótta strönd lentu sums staðar vel utan við strandlínu kortsins. Kortgrunnurinn er á þessum hluta landsins að mestu byggður á skönnuðum AMS kortum sem teiknuð voru á 6. áratug síðustu aldar og þá eftir loftmyndum frá áratugnum þar á undan. Nákvæmni á skönnuðum gögnum í grunninum er skráð +/- 50 m.

Þegar sú útgáfa kortgrunns L.Í. sem hér er notaður, IS 50V 2.2, er lagður ofan á hnitsettar loftmyndir úr samsettum loftmyndagrunni Loftmynda ehf. í ArcMap forritinu þá blasir þessi skekkja við. Strandlína, vatnafars- og hæðarlínur eru þá víða á skjön við myndirnar en vegirnir, einu línurnar í kortgrunninum sem byggðar eru á beinum GPS mælingum, falla yfirleitt á réttan stað á myndunum. Nákvæmni veglínuhnitanna er skráð +/- 5 m og skekkja miðað við loftmyndirnar mælist að mestu innan þeirra marka en kemur þó fyrir að skekkjan fari upp undir 10 m. Þetta má telja eðlilegt þar sem sambærileg óvissa er sennilega einnig til staðar í hnitsetningu og uppréttingu loftmyndanna.

3.6 Segulmælingar

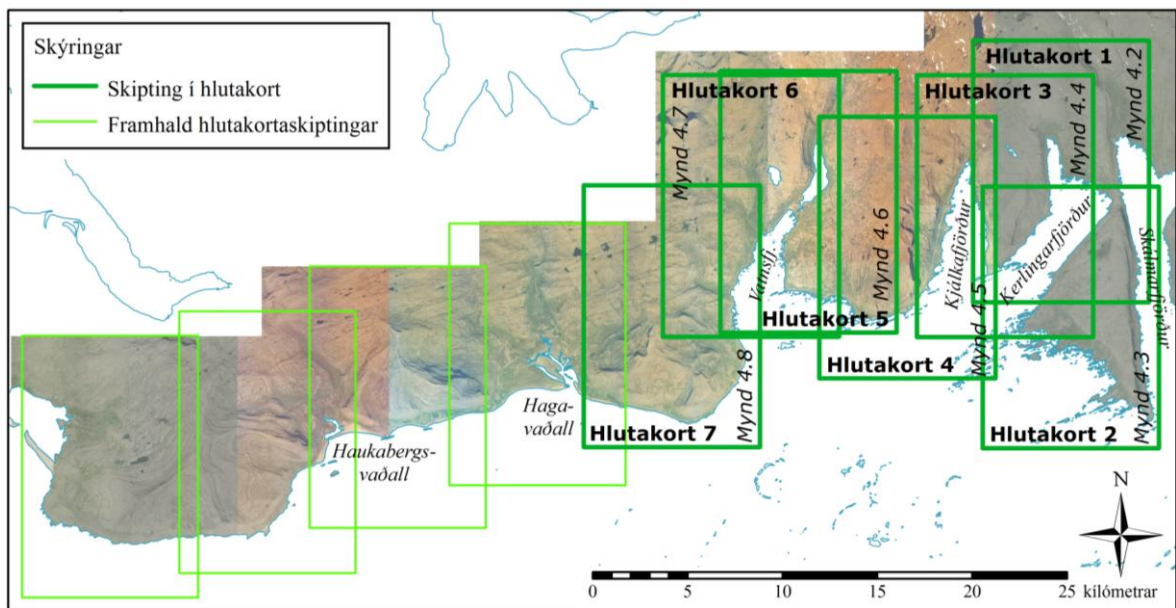
Bergsegulmælingar á hraunlögum með fluxgate segulmæli voru hluti af kortlagningarvinnunni frá upphafi árið 1983 og fram til 2003. Hraunlög í mældum sniðum voru segulmæld, að lágmarki 3 sýni úr hverju lagi en yfirleitt 5 sýni. Segulstefnuskipti voru einnig stundum rakin um rannsóknasvæðin með mælingum. Framsetning og túlkun nemendahópanna á niðurstöðum þessara segulstefnumælinga hefur verið mismunandi og að hluta breyst á þessum árum. Þar sem vel er að verki staðið er þess getið hverjar niðurstöður allra mælinga í hverju hraunlagi voru, auk ályktunar um segulstefnu, en í öðrum skýrslum er einungis tilgreint hvort hraunlag er talið með rétta (normal), öfuga (reverse) eða óvissa eða breytilega segulstefnu. Það hefur verið breytilegt hvernig misvísandi mælingar á sýnum sama hraunlags hafa verið túlkaðar. Á tímabili var það talið nægt merki um að berg hefði upphaflega haft öfuga segulstefnu ef hluti sýnanna gaf ákveðið öfugt útslag, sbr. grein Leós Kristjánssonar (1985) um bergsegulmælingar, og í

sumum skýrslum er því lítið um að skráð sé óviss eða breytileg segulstefna. Í öðrum skýrslum er greinilegt að öll óvissa í segulmælingum er skráð sem slík og hraunlag þá talið með óvissa eða breytilega segulstefnu.

Niðurstöðum nákvæmra segulmælinga Leós Kristjánssonar á sýnum úr 160 hraunlögum í nokkrum jarðlagasniðum í Vatnsfirði vestanverðum (samsett snið JF í grein McDougall o.fl. 1984) ber í yfir 90% tilfella saman við segulmælingar þeirra í felti með fluxgate mæli. Ætla má að svipað gildi um segulmælingar jarðfræðinemanna og niðurstöður mælinga þeirra veita verulega hjálp við tengingar milli athugunarsvæða. Sérstaklega þar sem jarðlagastaflinn er einsleitur á löngum köflum eða þar sem fjölbreytni í gerð hraunlaga í sniðunum er mikil og samsvörun milli berggerða í jarðlagasúlum léleg en segulstefna og skiptamynstur hins vegar með svipuðum hætti.

4 Lýsingar á jarðlagasyrpum

Hér á eftir eru dregnar saman lýsingar á jarðlagasyrpum á rannsóknarsvæðinu, bæði úr sniðalýsingum jarðfræðinema frá Háskóla Íslands og byggðar á eigin athugunum sumrin 2009 og 2010. Nýjar athuganir eru víða milli eldri sniða og eins ofan við sniðin þar sem farið var lengra inn til landsins og hærra til fjalla til að reyna að tengja betur saman áður kortlagða skika og leita upplýsinga um jarðlög á lítið eða ókönnuðum ræmum milli skika. Í þessu samhengi hefur rannsóknarsvæðinu verið skipt niður í minni svæði eða reiti og jarðfræðikortinu í kortblöð, svo sem sýnt er á mynd 4.1. Jarðlögum og syrpum á hverjum reit er lýst fyrir sig en svo fjallað um tengingar á milli svæða eða reita að því loknu.



Mynd 4.1 Skipting rannsóknarsvæðisins í reiti og jarðfræðikorts í kortblöð.

4.1 Mjóafjarðarbotn-Skálmarnes

Í stórum dráttum má skipta þessu landsvæði í tvær einingar. Annars vegar er fjallsmúlinn suður frá Þingmannaheiði milli Vattarfjarðar og Mjóafjarðar, sem lækkar suður að grönnu eiði milli Skálmarfjarðar og Kerlingarfjarðar, en þar suður af hins vegar Skálmarnes eða Skálmarnesmúlafjall á milli fjarðanna. Á nyrðri hlutanum er góður samfelldur þverskurður í berggrunninn upp með Austurá í Mjóafirði, aðgengilegar opnur, og austan múlans, inn af botni Vattarfjarðar, eru nokkuð góðar opnur í stöllum inn með hlíðinni en hún þó skriðurunnin ofan til. Utar á nesinu eru opnur í jarðlög strjálli vegna melafláka og gróðurs. Jarðlagahalli á þessum nyrðri hluta svæðisins hefur verið áætlaður um $6,5-7^\circ$ til SA, stríkstefna $55-60^\circ$. Skálmarnesmúlafjallið sunnar er mjög krýnt bröttum hamrabeltum ofan við skriðurunnar hlíðar eða grónar. Illfært eða ófært er hins vegar í þær góðu opnur á löngum köflum. Berggangar hafa þó á nokkrum stöðum myndað skorur og gil sem fært er upp um. Jarðlagahalli var mældur nyrst í fjallinu $6,5^\circ$ til SA, stríkstefna 60° , en hallinn

virðist heldur meiri yst á nesinu í yngstu syrþunum, 7 til 8°, stríkstefna svipuð, 55-60°. Nokkur misgengi skera Skálmarnesmúlafjallið en færsla um þau flest frekar lítil, er um eða innan við 10 m þar sem þau hafa verið metin. Færri misgengi hafa fundist á nyrðri hluta svæðisins en svipuð að stærð. Myndir 4.2 og 4.3 sýna bergrunnskort af svæðinu og þar eru merkt inn helstu örnefni og staðir sem getið er um í lýsingum á jarðlagasyrþum.

Lýsingar á jarðlagasyrþum eru byggðar á sniðum Bjarna Richters o.fl. (1994) upp með Austurá í Mjóafirði og meðfram ströndinni í botni Kerlingarfjarðar og út á Eiði, og svo fjórum sniðum Jóns H. Steingrímssonar o.fl. (1993) í Skálmarnesmúlafjalli norðanverðu, auk athugana höfundar og Jóns Eiríkssonar sunnar á Skálmarnesi, bæði að austan- og vestanverðu og upp á Múlatöflu sem hæst rís á nesinu sunnanverðu.

1. Dílabasalt

Upp með Austurá í Mjóafirði er þóleiít ríkjandi bergtegund og áfram úr árgilinu upp á fjall til austurs. Í neðsta þriðjungi Austurársniðs, sem byrjar í rúmlega 40 m h.y.s., eru nokkur 1-2 m þykk setlög á milli hraunlaga, flest rauð, en ofar eru slík lög oftar á bilinu 0,1-0,5 m. Í neðri hluta Austurársniðs koma einnig fyrir þrjú dílabasaltlög inn á milli þóleiítlaganna og í Mjóafjarðarágili vestan til í fjarðarbotninum eru dílabasaltlögin orðin fleiri og mynda þar samfelldari syrpu sem lýst er betur í kafla 4.2.2. Dílabasaltlögin neðan til í Austurársniði mældust með öfuga eða óvissa segulstefnu.

2. Þóleiítbasalt

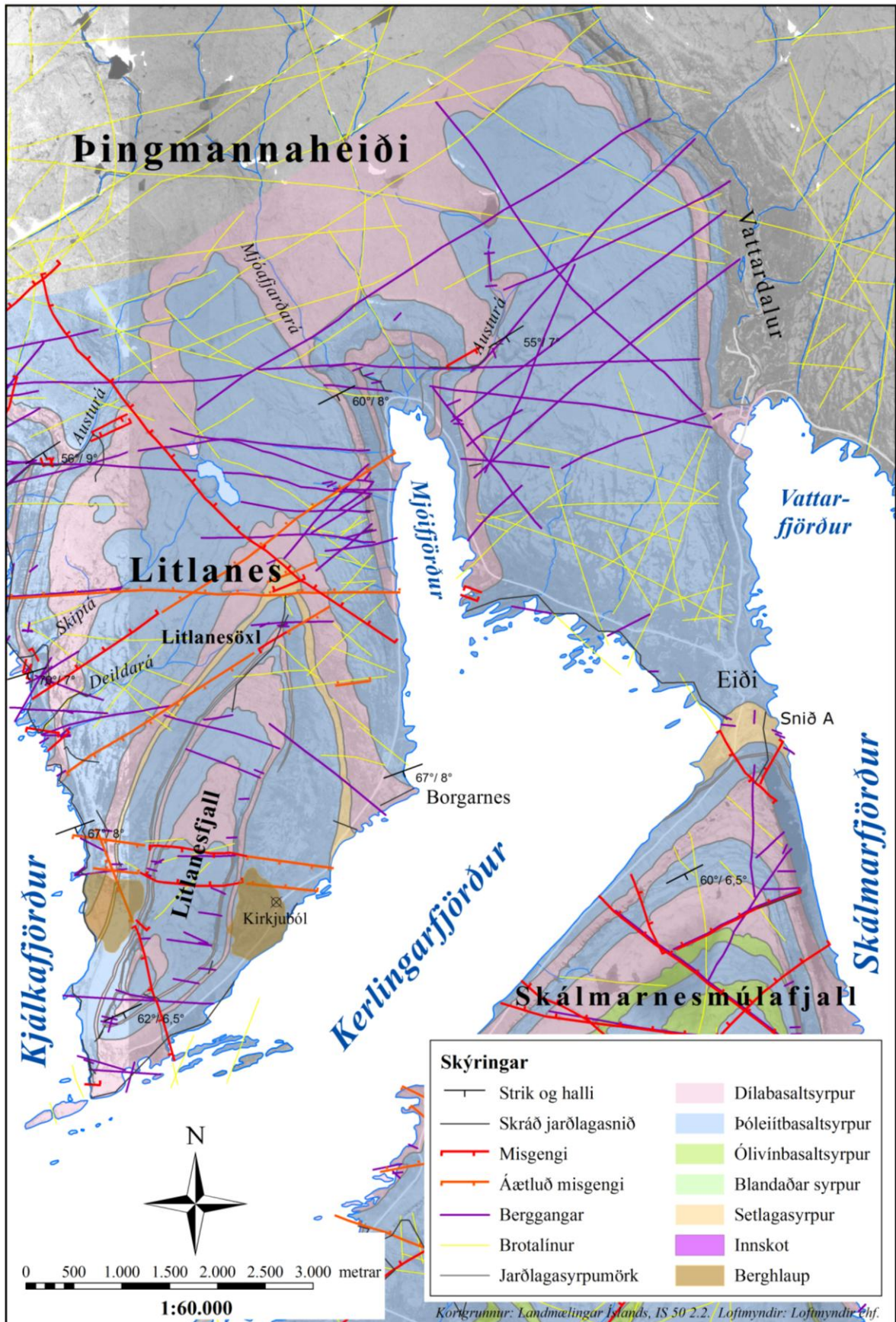
Í efri hluta sniðsins er svo samfelldur þóleiítkafla, átta 6-17 m þykk hraunlög sem mynda syrpu með yfir 70 m þykkt samtals. Segulmælingar gáfu sjaldnast hreinar niðurstöður. Tvö lög eru þó örugglega með öfuga segulstefnu, þrjú mjög líklega með öfuga, tvö virðast með rétta segulstefnu og á milli þeirra sýnir eitt lag mjög misvísandi niðurstöður.

3. Dílabasalt

Efst í mældu Austurársniði er síðan önnur dílabasaltsyrpa og byrjar í um 180 m h.y.s. Fyrst er þar 15-20 m beltud dyngja, svo álíka þykkt einsleitt og þétt dílabasaltlag, þá eitt þóleiítlag og loks einsleitt og þétt straumflögótt dílabasaltlag með um 10% dílahlutfall en nokkuð misdílótt. Samtals eru lögin með vel yfir 50 m heildarþykkt í sniðinu. Þessi efri dílabasaltsyrpa myndar hamrabelti í fjallsbrún suður frá gilinu, gengur síðan niður hlíðina og myndar veglegan tanga þegar hún nær að sjávarmáli yst í Mjóafirði að austan. Syrpan þekur stórt svæði uppi á fjallinu upp og inn af Mjóafirði (á Þingmannaheiði) og austur á brún Vattardals þar sem hún myndar hjalla í vesturhlíðinni og er svo við sjávarmál í botni Vattarfjarðar. Neðri lögin þrjú mældust með öfuga segulstefnu í báðum sniðum, en það efsta með rétta í strandsniðinu.

4. Þóleiítbasalt

Þykk þóleiítsyrpa tekur við ofan við dílabasaltsyrþuna, yfir 20 hraunlög í strandsniðinu fyrir botni Kerlingarfjarðar. Endurskoðun breytti greiningu á nokkrum þunnum lögum úr þóleiíti í ólívínbasalt. Þessi syrpa þekur mestan hluta múlans milli Vattarfjarðar og Mjóafjarðar og nær út á eiðið innan við Skálmarnes. Segulstefna mælist bæði rétt og öfug og mörg lög mælast með óreglulega eða óvissa segulstefnu. Syrpan byrjar og endar á lögum með rétta segulstefnu en líklega eru einhver segulskipti í kaflanum og þá flöktandi



Mynd 4.2. Hlutaort 1. Vattarfjörður – Mjóifjörður – Litlanes.

segulstefna þeim fylgjandi.

5. Setlagasyrpa

Á eiðinu norður af Skálmarnesmúlafjalli tekur við syrpa af a.m.k. þremur 4-6 m þykkum setlögum með hraunlögum á milli, þóleiíti og ólivínbasalti. Nokkuð góðar opnur eru í setlögin á vesturströnd eiðisins. Setið er þar frekar fínkornótt og mikill hluti þess af gosrænum uppruna. Hraunlög syrpu voru rakin yfir á austurströndina en minna sést af setlögum þar. Hraunlögin mælast með rétta segulstefnu. Í jarðlagastaflanum samsvarar Eiðissyrrpan um 25-30 m þykkum setlagabunka sem er að finna á austurströnd Litlanness handan Kerlingarfjarðar nærri því í strikstefnu, um 65-70°.

6. Þóleiítbasalt

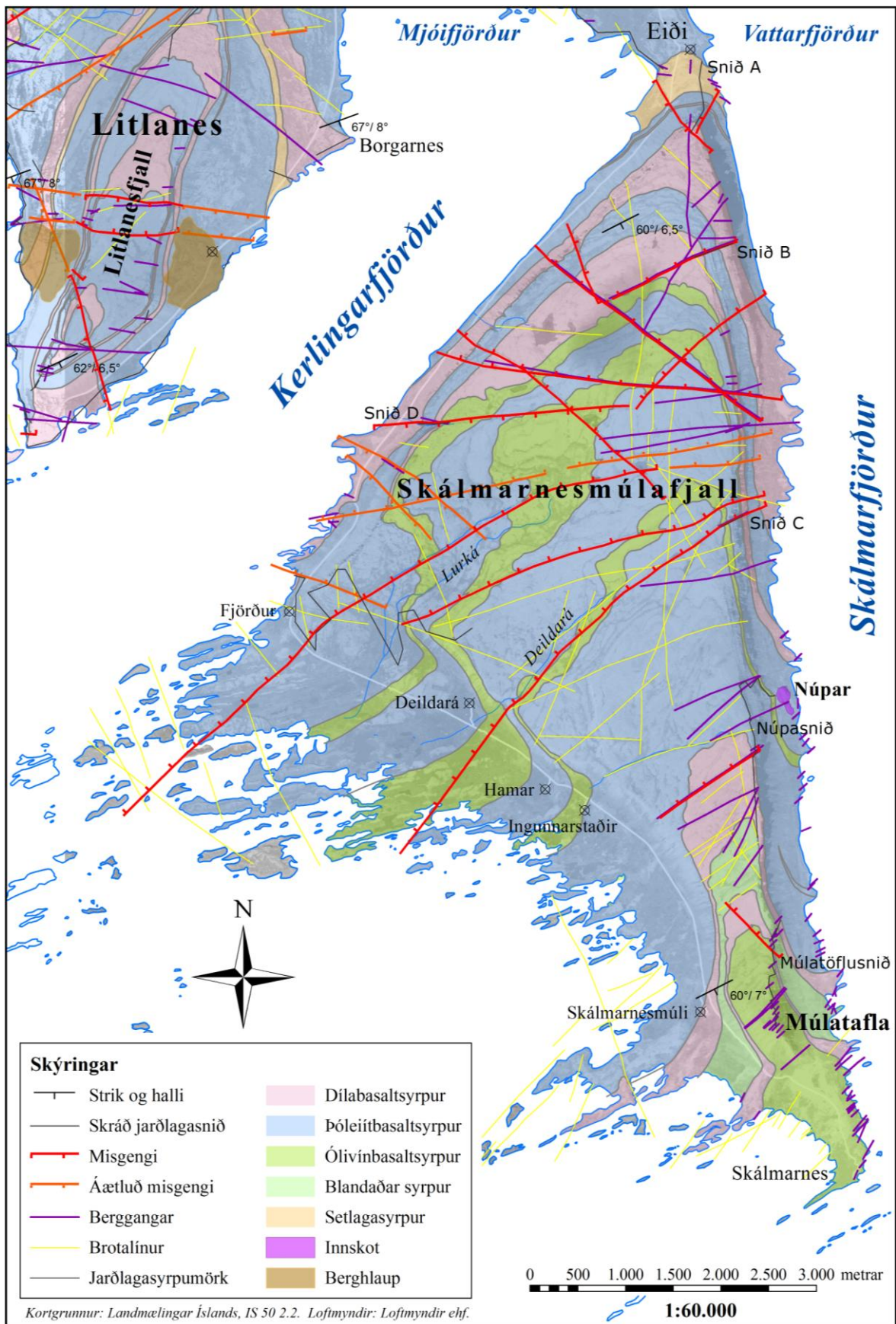
Ofan við setlagasyrpuna, í sniði A upp norðurhorn Skálmarnesmúlafjalls, tekur næst við um 170 m þykkur kafli sem að mestu er úr meðalþykkum og þykkum þóleiítlögum. Neðarlega er þar þó einnig beltað dílabasalt sem rekja má frá fjallsrótum niður undir austurströnd nessins en hverfur í skriðu til vesturs og um miðbik syrpu koma inn tvö lög af ólivínbasalti. Oftast eru setlög milli hraunlaganna, fjögur meira en metri á þykkt, þar af tvö yfir 3 m. Hraunlög syrpu mælast flest rétt segulmögnuð.

7. Dílabasalt

Efst í norðurhorni Skálmarnesmúlafjalls tekur svo við syrpa þykkra dílabasaltlaga sem mynda hamrabeltið í fjallsbrúninni. Beltað dílabasalt neðst, þá beltað ólivínbasalt og svo tvö þykk og stórstuðluð dílabasaltlög með 20-30% dílahlutfalli. Í sniði B, rúmum kílómetra sunnar í austurhlíðinni, eru dílabasaltlögin orðin a.m.k. fjögur, síðan koma tvö þykk þóleiítlög, um og yfir 20 m, en þar á ofan a.m.k. 3 dílabasaltlög til. Segulstefnumælingar gefa öfuga stefnu í neðsta laginu, þá rétta í a.m.k. tveimur lögum, síðan öfuga í sex lögum og loks rétta segulstefnu í fimm efstu lögum. Samtals er syrpan áætluð a.m.k. 150 m þykk. Efsti hluti þessarar syrpu myndar hjalla sem liggur suður og niður fjallshlíðina á austanverðu nesinu og dílabasaltlögin efst og neðst í syrpu mynda klettabrickur sem standa út úr hlíðinni af og til og sveigja niður að tögum sem ganga út í Skálfjörð. Hraunlög sem tilheyra þessari syrpu mynda einnig hamrabelti eftir vesturbrún Skálmarnesmúlafjalls sem lækkar til suðurs og efstu lög hennar koma fram neðst í sniði D. Lögin ganga síðan í sjó í tögum frá sniði D og suður að eyðibýlinu Firði. Setlög milli hraunlaga í syrpu eru flest þunn, innan við 0,5 m.

8. Þóleiítbasalt

Ofan við dílabasaltsyrpu er í sniði B syrpa a.m.k. 6 meðalþykkra þóleiítlaga, en nokkrar nokkurra metra eyður eru þar í sniðinu. Tvö öfugt segulmögnuð lög efst en hin neðri með rétta segulstefnu. Marglitt 1,5 m þykkt setlag milli öfugt segulmögnuðu laganna en yfirleitt eyður milli hraunlaga neðar. Samtals er syrpan þar um 60 m þykk. Í sniði D vestan í Skálmarnesmúlafjalli eru hins vegar þrjú ólivínbasaltlög á segulstefnuskiptunum úr réttu í öfugt, eitt neðan við en tvö ofan við allþykkt marglitt setlag. Samtals eru hraunlög syrpu þar a.m.k. 11 talsins og þykktin um 90-100 m. Segulstefnuskiptin nærri miðri syrpu og setlög í sniðum í þessa þóleiítsyrpu eru yfirleitt þunn rauð lög, innan við 0,5 m.



Mynd 4.3. Hlutakort 2. Skálmarknesmúlafjall.

9. Dílabasalt

Efst í sniði D í vesturkanti Skálmarnesmúlafjalls eru 2 öfugt segulmögnuð beltuð hraunlög, fyrst dílabasaltlag og svo ólivínbasalt, bæði nokkuð þykk. Dílabasaltlagið má rekja á loftmynd til NA skáhallt yfir í austurbrúnina og myndar allnokkurn fláka á flötum kafla uppi á fjallinu. Lagið kemur í austurbrúnina efst í eða rétt ofan við snið B og tengist þaðan eftir stríklínuframingningu niður í dílabasalttanga í fjörunni norður af Núpum. Lendir þá neðst í eða rétt neðan við snið C.

10. Ólivínbasalt

Beltaða ólivínbasaltlagið efst í sniði D má einnig rekja á loftmynd til NA yfir í austurbrún fjallsins en ekki er ljóst hvort eða hversu langt það nær niður í hlíðina. Líklegt er þó að það tengist öfugt segulmögnum ólivínbasaltlögum neðst í sniði C. Í fjörunni á austanverðu nesinu kemur það ekki fram með vissu, enda helst veðrunarþolnustu lögin, þykk og stórstuðluð dílabasalt- og þóleiítlög sem mynda tangana þar. Sunnan við snið D gengur lagið inn á fjallið þegar brún þess lækkar, niður að Lurká og svo niður fjallshlíðina austur af ánni og niður í fjöru í vogi vestur af eyðibýlinu Deildará.

11. Þóleiítbasalt

Meginhluti sniðs C er syrpa 14 þóleiítlaga samkvæmt athugunum Jóns H. Steingrímssonar o. fl. (1993), meðalþykk lög efst og neðst en flest þunn um miðbikið, 2-6 m. Sex efstu lögin mældust þar með rétta segulstefnu, sjö neðstu með öfuga en eitt með óreglulega á segulskiptunum. Setlög milli hraunlaga flest rauð og þunn, 0,1-0,5 m en 1 m setlag er á segulskiptunum. Þessi þóleiítkafla er í heild um 80 m þykkur. Samkvæmt jarðlagaskipun suðvestan megin á nesinu á ólivínbasaltsyrpa (sjá kafla 4.1.12) heima á þessum kafla. Greining jarðlaga í sniðinu sniði C var reyndar ekki könnuð sérstaklega eða endurskoðuð, en hugsanlegt er að þunnlögóttur kafla um miðbik sniðs C samsvari þeirri syrpu. Hinn möguleikinn er að ólivínbasaltsyrpan nái ekki yfir í snið C. Í báðum tilfellum er þó ljóst að þóleiítlögin í efri hluta þessa kafla tilheyra þá syrpunni sem lýst er í kafla 4.1.13.

12. Ólivínbasalt

Í SV-hlíð Skálmarnesfjalls, ofan við og NV af eyðibýlinu Deildará, er rúmlega 40 m þykk ólivínbasaltsyrpa með beltuðu lagi efst. Samtals 7 hraunlög og yfirleitt frekar þunn rauð setlög milli þeirra, en einnig eitt þykkara, 1,5 m grófsandsteinslag, um miðbik syrpunnar. Segulstefna laganna hefur ekki verið mæld. Þessi syrpa virðist ekki koma fram í sniði C á austanverðu nesinu svo sem ætla mætti miðað við jarðlagahalla, en þunnlögótt hraunasyrpa um miðbik sniðs C samsvarar henni hugsanlega. Sé svo ekki má líta svo á að þessi syrpa fleygist inn í þóleiítkaflann sem lýst er í sniði C.

13. Þóleiítbasalt

Ofan á ólivínbasaltsyrpuna við Deildará leggjast þóleiítlög á fjallinu þar upp af og tengjast að öllum líkindum efstu lögunum þóleiítkaflans í sniði C sem lýst var í kafla 4.1.11. Eru þá eins og þar kom fram með rétta segulstefnu og þykktin þar 20-25 m.

14. Ólivínbasalt

Ofarlega í sniði C á austanverðu nesinu eru síðan tvö beltuð ólivínbasaltlög sem mældust með rétta segulstefnu, samtals um 20 m þykk og setlag á milli, rauður og gulur sandsteinn. Efra lagið er bólstrakennt í neðsta belti, ofan á setinu. Neðst í Núpasniði, sem er um 1,7 km sunnar, eru sambærileg lög a.m.k. 30 m þykk. Séu lögin rakin með striklínum vestur yfir fjallið koma þau fram í brúnina austur af Deildará og ganga þaðan niður hlíðina ofan við eyðibýlið Hamar.

15. Þóleíftbasalt

Næsta syrpa er síðan meginhluti Núpasniðs, samfelldur stafli þóleíftlaga, 27 lög og samtals um 200 m þykk þar. Helmingur laganna er af þynnri gerðinni, 2-5 m þykk, og efsti hluti syrpu að mestu úr slíkum lögum sem sum hafa ýmis einkenni ólivínbasalts þó öll væru greind sem þóleíft. Setlög milli hraunlaga eru flest þunn rauð millilög, innan við 0,5 m, en þykkari lög gætu þó leynst í skriðum á tveimur stöðum. Þar sem syrpan liggur eftir austurströndinni er í henni allþykkt dílabasaltlag í tanga, beltað og stórstuðlað á köflum. Lag þetta sést ganga í klettabrick upp í skriðurunna fjallshlíðina en nær greinilega ekki upp í Núpasnið. Fjögur neðstu lög syrpu mældust með rétta segulstefnu efst í sniði C, en segulstefna annarra laga í henni hefur ekki verið mæld.

16. Dílabasalt

Efst í Núpasniði er svo a.m.k. 25 m þykk beltuð ólivínbasaltdyngja og ofan á henni tvö stórstuðluð dílabasaltlög sem fylgja má suður og niður hlíðina að dílabasalti neðst í Múlatöflusniði og þaðan áfram í bríkum niður hlíðina og í dílabasalttanga sem ganga í sjó fram. Samtals mynda þessi þrjú lög a.m.k. 40 m þykka syrpu. Þunn rauð setlög eru milli hraunlaganna en í Núpasniði er a.m.k. 1,5-2 m þykkt setlag undir ólivínbasaltdyngjunni, grófur rauður sandsteinn ofan til en gulbrúnt og fínna set neðar, gjóskukennt á köflum. Segulstefna laga í syrpu hefur ekki verið mæld.

17. Blönduð syrpa

Í næstu 80-90 m staflans í Múlatöflusniði skiptast á hraunlög af mismunandi gerð. Neðan til er þóleíft ríkjandi, fyrst 15 m þykkt lag, síðan þrjú frekar þunn (um 5 m) og þar af eru tvö með nokkur einkenni ólivínbasalts á köflum. Þá 10 m þykkt dílótt þóleíft og svo beltað dílabasaltlag, um 7 m þykkt. Efsti þriðjungur kaflans er svo gerður úr sjö þunnum (3-6 m) ólivínbasaltlögum. Setlög eru rauð og þunn (0,1-0,3 m) utan eitt a.m.k. 2 m lag úr grófum rauðum og brúnum sandsteini um miðbik ólivínbasaltlaganna efst í þessum kafla. Segulstefna laga í syrpu hefur ekki verið mæld.

18. Dílabasalt

Í fjallsbrúninni norður af Múlatöflunni sjálfri taka svo við a.m.k. tvö dílabasaltlög sem fylgja má niður hamrana og í klettabrickum í hlíðinni niður í verklegan tanga suðaustur af Töflunni. Sambærilegur tangi úr samskonar bergi er suðvestur af henni. Samanlögð þykkt dílabasaltlaganna líklega í mesta lagi 20-30 m. Segulstefna laganna hefur ekki verið mæld.

19. Ólivínbasalt

Efsti hluti sniðsins, Múlataflan sjálf sem rís upp af fjallinu syðst, er síðan að mestu úr frekar þunnum ólivínbasalthraunlögum. Þóleíft kemur þó einnig fyrir og sum lögin bera einkenni beggja bergtegunda. Alls eru í þessari syrpu a.m.k. 28 hraunlög, en ekki er alltaf ljóst hvort ólivínbasaltið myndar stök þunn hraunlög eða eitt þykkara beltað lag. Samanlögð þykkt syrpunnar er a.m.k. 160 m. Setlög milli hraunlaganna eru annars vegar mjög þunn rauð lög, en hins vegar eru einnig í syrpunni a.m.k. 8 setlög sem eru 1 m eða þykkari og flest úr grófum sandsteini, gulbrúnum, svargulum, rauðsvörtum og þykkasta lagið marglitt og er a.m.k. 3-4 m þykkt og nokkurra metra eyða neðan við það að auki. Á austurströnd suðurodda Skálmarness eru sambærileg setlög sýnileg í fjöruopnum og sum líklega þykkari þar en í sniðinu. Segulstefna laga í syrpunni hefur ekki verið mæld.

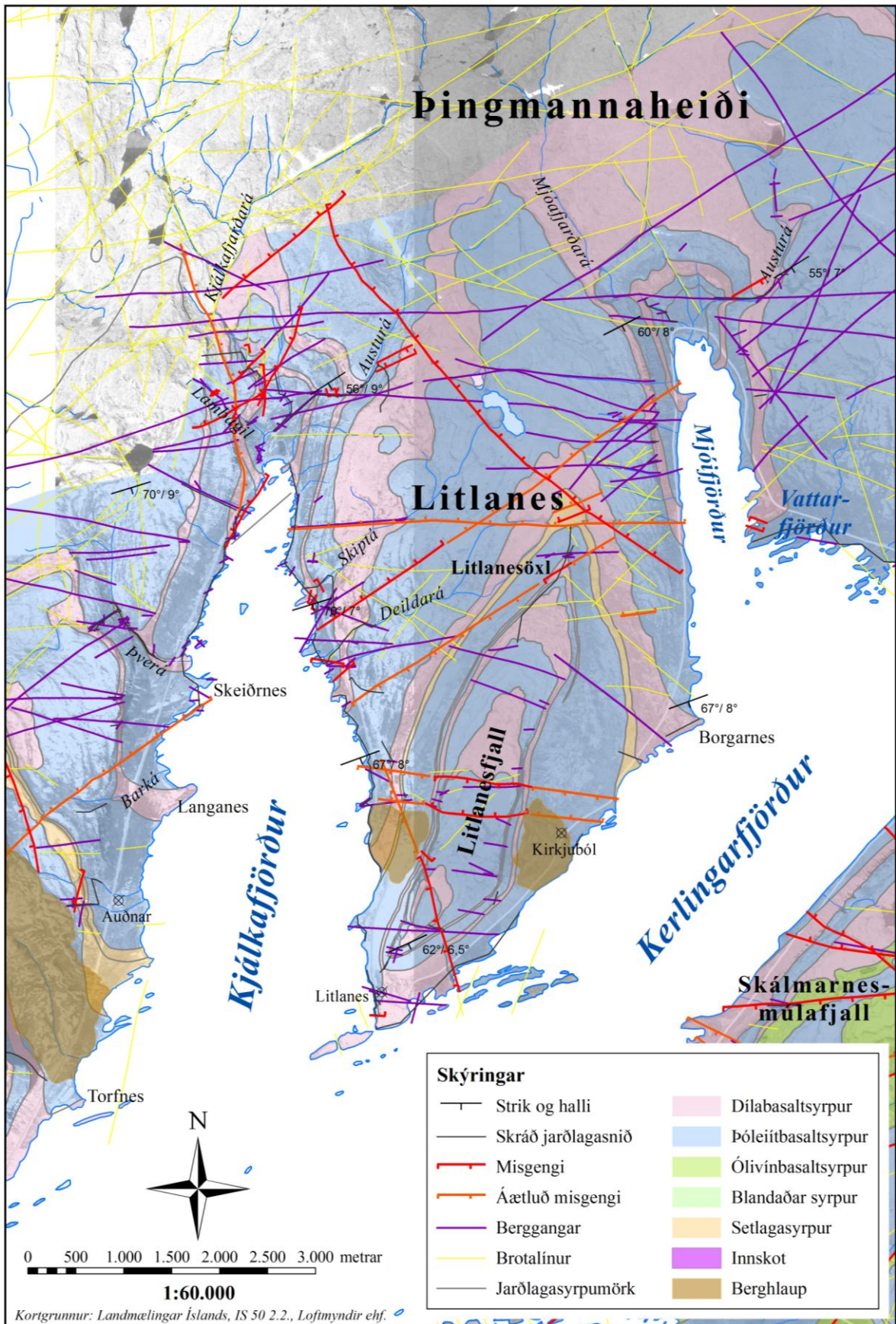
4.2 Mjóafjarðarbotn-Litlanes-Kjálkafjarðarbotn

Litlanes liggur til suðurs frá Þingmannaheiði út á milli Mjóafjarðar og Kerlingarfjarðar að austanverðu en Kjálkafjarðar að vestan. Hamrabelti eru í innanverðum hlíðum þess beggja vegna, illfær víða en góðar, nokkuð samfelldar opnur í berggrunninn í fjarðarbotnunum, upp með Mjóafjarðará og Austurá í Kjálkafirði og Skiptá og Deildará þar utar. Um miðbik nessins eru opnur strjálí á kafla en á ytri hluta nessins rís Litlanesfjall hömrum girt svo til allan hringinn og skreytt berghlaupum beggja vegna. Í þá galopnu hamra er þó ekki fært nema á fáum stöðum og erfitt að kanna þar berglögin. Jarðlagahalli hefur á þessu svæði verið mældur eða áætlaður á nokkrum stöðum. Í Mjóafjarðarbotni 8° til SA, stríkstefna 60° , $67^\circ/8^\circ$ SA á austanverðu nesinu, $62^\circ/6,5^\circ$ SA syðst á því og $56^\circ/9^\circ$ SA við Austurá í botni Kjálkafjarðar. Við vinnslu berggrunnskortsins var notaður 7- 8° halli norðan til á svæðinu en 6- 7° í Litlanesfjalli og utan til á nesinu. Nokkur misgengi skera Litlanesið en færsla um þau er frekar lítil, flest eru um eða innan við 10 m og hafa ekki valdið verulegum vandræðum við kortlagningu. Mynd 4.4 er berggrunnskort af svæðinu og þar koma fram helstu örnefni og staðir sem getið er um í jarðlagasýrpuýsingunum.

Lýsingarnar sem hér fylgja eru byggðar á sniðum Finnboga Rögnvaldssonar (1989) og Aðalheiðar E. Ásmundsdóttur (1990) upp með Mjóafjarðará og í fjallshlíðinni út með Mjóafirði að vestan og sniðum Jóns Viðars Sigurðssonar (1990) og Áslaugar Gylfadóttur og Sigrúnar Önnu Pálsdóttur (2007) á utanverðu Litlanesi að austan, yst á nesinu og í Litlanesfjalli. Einnig er byggt á sniðum Jörg-Peters Kücks (1990) og Þorsteins Barðasonar (1990) upp með Austurá í Kjálkafirði og út með austurströnd fjarðarins og sniðum Báru Drafnar Kristinsdóttur o.fl. (2008) og Ásgeirs Einarssonar o.fl. (2007) og á vestanverðu Litlanesi og í vesturhlíðum Litlanesfjalls. Nokkur snið voru endurskoðuð af höfundum og athugunum bætt við milli sniða og upp af sniðum.

1. Þóleíftbasalt

Mjóafjarðararsniðið er keimlíkt Austurarsniði hinum megin í fjarðarbotninum, enda innan við kílómetri milli neðri enda þeirra. Um 20 hraunlög eru í melda sniðinu og reyndust öll sýna öfuga segulstefnu. Annað og þriðja neðsta lag eru dílabasalt og það efra samsvarar neðsta laginu í Austurarsniðinu. Í neðsta hluta sniðanna eru annars meðalþykk eða þyk þóleítlög. Öll þessi lög mældust með öfuga segulstefnu.



Mynd 4.4. Hlutakort 3. Litlanes.

2. Dílabasalt

Í um 110 m. h.y.s. upp með Mjóafjarðará tekur við syrpa 6 dílabasaltlaga sem samtals eru um 35 m að þykkt. Efst og neðst eru lög með öll útlitseinkenni ólivínbasalts en 10-15% dílahlutfall, en lögin um miðbikið hreinræktaðri dílabasaltlög, 20-30% dílótt og tvö þeirra beltuð. Lögin mældust öll með öfuga segulstefnu. Þessi syrpa liggur svo suður og niður gróna hlíð og myndar tanga innarlega í Mjóafirði vestanverðum. Tvö setlög milli hraunlaga eru um 1 m þykk, sem og setlagið ofan á syrpanni. Vestan til á Litlanesi eru lög syrpannar einungis þrjú. Um miðbik sniðs upp með Austurá í Kjálkafirði er þykktin í heild svipuð, en í strandsniði út með firðinum mælist þykktin 25-30m og syrpan virðist því þynnast til suðurs.

3. Þóleiítbasalt

Ofan við dílabasaltsyrpuna tekur við syrpa 7 þóleiítlaga og þar af eru 3 mjög þykk, um eða yfir 20 m. Syrpan í heild um 90 m. Þunnt dílabasaltlag (2 m) er á milli tveggja neðstu þóleiítlaganna. Öll lögin mældust með öfuga segulstefnu. Fjögur af fimm setlögum eru þunn og rauð en það efsta um 1 m. Kjálkafjarðarmegin eru þóleiítlögin a.m.k. 6, þar af þrjú þykk, en inn á milli eru þar einnig tvö þunn ólivínbasaltlög og eitt dílabasaltlag ofan við miðja syrpu. Öll lögin mældust með öfuga segulstefnu í Austurársniði í Kjálkafirði og syrpan alls um 110 m.

4. Dílabasalt

Í um 300 m h.y.s. upp með Mjóafjarðará tekur svo við dílabasaltsyrpa sem er 25-30 m þykk þar. Efri hluti hennar er a.m.k. 20 m þykk beltuð dyngja, 25-40% plagíóklasdílótt sem myndar stall í dalbotninum sem rekja má yfir í dílabasaltsyrpuna efst í sniðinu við Austurá í Mjóafirði. Dyngjan myndar víðáttumikla fláka upp af brúninni og inn á Þingmannaheiði, en gengur til suðurs í hamrabelti í brún fjallsins vestan Mjóafjarðar og svo niður hlíðina. Í giljum þar er syrpan um 40 m þykk, tvö þykk beltuð lög og þynnra lag á milli þeirra. Öll lögin mældust með öfuga segulstefnu. Syrpan nær sjávarmáli við utanverðan Mjóafjörð, er þar einnig um 40 m þykk og stenst á við dílabasalt austan fjarðarins. Vestan fjallsins kemur þessi sama syrpa fram efst í Austurársniði í Kjálkafirði og byrjar þar einnig í um 300 m h.y.s. Þar er dílótt beltað lag neðst og þrjú mjög dílótt dílabasaltlög ofan á, syrpan samtals a.m.k. 60 m þykk. Syrpan þekur allnokkurt svæði upp af fjallsbrún suður af Austurárdalnum, liggur svo niður eftir fjallshlíðinni og nær sjávarmáli utan við Deildará þar sem dílabasaltlögin eru þrjú, samtals um 35 m þykk.

5. Þóleiítbasalt

Næsta syrpa í hlíðinni upp af Mjóafirði er að mestu úr meðalþykkum þóleiíthraunlögum, a.m.k. 16 lög og syrpan um 130-140 m þykk. Neðstu lögin með rétta segulstefnu en síðan eru fáar segulmælingar til frá austanverðu Litlanesi. Nokkur þessara neðstu laga eru reyndar alldílótt, sum allt að 8-10% og 2 þynnstu lögin dílótt ólivínbasalt. Út með strönd Mjóafjarðar eru opnur ekki góðar, en þau lög sem sjást þar eru þóleiít.

6. Dílabasalt

Borgarnes á austanverðu Litlanesi er svo til allt gert úr dílabasalti sem er a.m.k. 30 m þykkt og myndar klettaborg sem nesið er nefnt eftir. Hraunlagið hefur þar ásýnd beltaðrar dyngju, er með 15-30% dílahlutfall og er sums staðar mjög stórstuðlað. Segulstefna liggur

ekki fyrir með vissu, en óstaðsettar mælingar Finnboga Rögnvaldssonar (1989) á dílabasalti neðan við þykkt setlag gáfu öfuga segulstefnu og gætu átt við þessa syrpu. Lagið liggur síðan í flákum á stalli inn og upp hlíðina og norður fyrir Litlanesöxl þar sem það þekur allstórt svæði á vatnaskilum norðan við Litlanesfjall. Dílabasaltflákarnir halda síðan áfram út með fjallinu að vestan undir háum stalli og mynda allnokkuð hamrabelti neðan við miðja hlíð innan við Hraunsframhlaupið í vestanverðu Litlanesfjalli. Þessi syrpa, sem kenna má við Borgarnes, kemur ekki fram í jarðlagastaflanum austan Kerlingarfjarðar.

7. Setlagasyrpa

Þykk setlög með stökum þunnum hraunlögum á milli einkenna næstu syrpu og blasa við í góðri vegagerðaropnu framan í bröttum hjalla rétt utan við Borgarnes. Setlögin eru þar samtals um 30 m þykk, úr fíngerðu seti að mestu, sandsteini og siltsteini. Neðsti hlutinn lagskipt vatnaset með kísilgúrívafi, þar ofan á 2 m ljóst lagskipt siltsteinslag en meginhluti setsins brúnn einsleitur sandsteinn sem virðist vera mikið til úr basískri gjósku og í honum eru hreinni og harðari gjóskulög, grá og svört. Efsti metrinn rauður og svipar til venjulegra millilaga. Setlagasyrpan myndar áberandi stall eða hjalla inn og upp hlíðina, inn fyrir Litlanesfjall og síðan út með því að vestan, út að svonefndu Hraunsframhlaupi. Stallkanturinn er mikið til hulinn fíngerðri skriðu en sæmilegar opnur eru í setlög syrpunnar NA af norðurenda fjallsins, Litlanesöxl, og í enda stallsins á vestanverðu nesinu í slakka eða hvammi innan við Hraunsframhlaupið. Setlögin eru á báðum þessum stöðum svipaðrar gerðar og í opnunni utan við Borgarnes.

8. Þóleiítbasalt

Ofan á setlagasyrpuna leggst syrpa sem að mestu er úr meðalþykkum þóleiítlögum með þunnum rauðum setlögum á milli. Í sniðum á SA-strönd Litlaness eru í syrpunni a.m.k. 14 hraunlög, þar af tvö ólivínbasaltlög og eitt þunnt dílabasaltlag, en syðst á vesturströndinni eru a.m.k. 10 lög sjáanleg, þar af eitt dílabasaltlag. Á báðum stöðum eru þó allnokkrar eyður í strandsniðunum, m.a. vegna framhlaupa sem þar ganga í sjó fram, og hraunlög syrpunnar líklega fleiri. Í sniðum í Litlanesöxl og norður af henni virðast lög þessarar syrpu vera til muna færri, ef til vill ekki nema 2 eða 3. Að hluta til skýrist það líklega af því að þar fléttast fleiri hraunlög inn í setsyrpuna undir. Sjö efstu lögin í syrpunni hafa verið mæld með öfuga segulstefnu yst á nesinu að vestan, hið áttunda með rétta en önnur ekki verið segulmæld þar eða á SA-ströndinni. Segulmælingar í Litlanesöxl gáfu eitt lag með hvora stefnu og óvissa segulstefnu í þriðja laginu.

9. Dílabasalt

Næst kemur þá dílabasaltsyrpa sem kenna má við Litlanes. Lög syrpunnar mynda mikla klappafláka syðst á Litlanesi og þekja sömuleiðis norðurenda Litlanesfjalls, frá hákolli þess og norður í Litlanesöxl. Á norðanverðu fjallinu byrjar syrpan með beltugu dílabasalti sem myndar Axlarhornið, lagið líklega 10-15% dílótt að meðaltali en beltin mjög misdílótt. Þá kemur allþykkt dæmigert þóleiítlag en síðan 3 til 4 dílabasaltlög með 20-30% hlutfalli plagíóklasíla. Hið neðsta þeirra mjög þykkt og stórstuðlað og á sér greinilega samsvörun í sniðum syðst á nesinu þar sem það mælist um 20 m þykkt í tveimur sniðum. Austan til eru þar tvö þunn lög eða belti undir því þykka, en vestan til er 10 m dílabasaltlag ofan á. Þar eru hins vegar 3 þóleiítlög undir því þykka áður en kemur að næsta dílabasalti neðar. Mæld þykkt er rúmlega 40 m og rúmlega 60 m í sniðunum syðst en ljóst að syrpan er nær

Því að vera 80-100 þykk á norðurhluta Litlanesfjalls. Segulmælingar gefa til kynna að öll lögini hafi öfuga segulstefnu.

10. Þóleiítbasalt

Ofan á dílabasaltið kemur syrpa meðalþykkra til þykkra þóleiítþraunlaga með þunnum rauðum setlögum á milli. Í sniðum sunnan og austan til í Litlaneshyrnu annars vegar og vestan til í henni hins vegar eru hraunlögin níu og tíu alls, en ólivínbasaltlög koma þó einnig fyrir, eitt neðarlega í fyrri sniðinu en tvö í efri hluta þess vestara. Þykkt syrpunnar er um 90-100 m í báðum sniðum. Syrpan gengur upp á Litlanesfjall um það mitt og þekur svæði norður á hábungu fjallsins. Þóleiítlögin eru hins vegar mun færri þar, 4 til 5, og þykkt syrpunnar varla nema um 60 m. Segulmælingar í sniði framan í Litlaneshyrnu gáfu öfuga segulstefnu neðan til en þrjú efstu lögini rétta (sem og átta næstu lög ofar) og segulstefnuskipti því greinileg hér.

11. Dílabasalt

Enn skiptir yfir í dílabasalt, nú tvö lög sem í framangreindum sniðum í Litlaneshyrnu mælast vera 20-25 m samanlagt. Þessi tveggja laga syrpa þekur svo allnokkurt svæði um miðbik fjallsins suður af hábungunni og virðist ámóta þykk þar. Lögin mældust með rétta segulstefnu.

12. Þóleiítbasalt

Næst er í framangreindum sniðum um 50 m þykk syrpa, gerð úr a.m.k. fimm hraunlögum, fjórum þóleiítlögum og einu ólivínbasaltlagi austan til en þremur þóleiítlögum og tveimur ólivínbasaltlögum vestan til í Litlaneshyrnu. Uppi á fjallinu þekur syrpan allnokkurt svæði suður af miðju þess. Lögin mældust öll með rétta segulstefnu austan til í fjallinu.

13. Dílabasalt

Í syðsta hluta fjallsins, Litlaneshyrnu, tekur þá við 10-15 m þykkt beltað dílabasaltlag með allt að 30-40% hlutfalli stórra plagíóklasíla. Það myndar áberandi skörðóttan eða tenntan kant á suðurbrún Hyrnunnar og þekur nokkurt svæði norður af hápunkti hennar. Mældist með rétta segulstefnu.

14. Þóleiítbasalt

Efstu lögini í Hyrnunni eru svo þrjú frekar þunn þóleiítlög, miðlagið þó með ýmis einkenni ólivínbasalts. Tvö neðri lögini mældust með öfuga segulstefnu austan til í fjallinu.

4.3 Kjálkafjarðarbotn-Hjarðarnes austanvert

Brattar hlíðar einkenna landslag norðan til á svæðinu, út með Kjálkafirði. Hamrabelti í brúnum Múlafjalls og Barkárfjall en skriðurunnar hlíðar neðar og að hluta til kjarri vaxnar. Sæmilegar opnur er þó að finna innst í firðinum, upp með Kjálkafjarðará og í Lambagili. Þar er þó nokkuð um misgengi sem sum eru allstór og liggja skáhallt niður hlíðina og valda erfiðleikum við að rekja eða tengja jarðlög milli sniða. Opnur eru einnig allgóðar upp með Þverá og upp horn Barkárfjalls og í gilskorningum austan til í því og suður í gil ofan við

eyðibýlið Auðnar. Utan til á nesinu rís fjallið á því hæst í yfir 570 m í Auðnaöxl en lækkar svo til suðurs. Há og illkleif hamrabelti eru í brúnum þess að austan og sunnan og skriður niður af þeim. Stórt berghlaup hefur fallið úr austurbrúninni og annað minna úr SV-horni fjallsins, úr Hamarshyrnu. Hjallalandslag einkennir vesturhlíðar fjallsins, innan við og upp af Fossá og opnur þar eru sjaldnast samfelldar. Mælingar á jarðlagahalla eru fáar frá þessu svæði, 63°/ 8°SA upp með Fossá, en annars staðar hefur verið notast við 7-8° halla til SA með stríkstefnu á bilinu 65-70°. Jarðhitavolgrur eru á nokkrum stöðum vestan til í botni Kjálkafjarðar og a.m.k. á einum stað í fjörunni út með firðinum. Volgrurnar tengjast líkast til N-S lögum misgengjum eða brotalínnum. Mynd 4.5 er bergrunnskort af svæðinu og þar koma fram helstu örnefni og staðir sem getið er um í jarðlagasýrpuþýsingunum.

Eftirfarandi lýsingar eru byggðar á jarðlagasniðum Sigurðar Jónssonar (1989) og Ingimars Óskarssonar (1992) upp með Kjálkafjarðará, Berglindar Sigmundsdóttur o.fl. (2008), Einars Tönsberg o.fl. (2008) og Agnesar Aspar Magnúsdóttur o.fl. (2008) við innanverðan Kjálkafjörð að vestan, Jörgens Þormóðssonar o.fl. (1992) utar með firðinum og svo Hjalta J. Guðmundssonar og Steinunnar Hauksdóttur (1992) og Leifs Arnar Svavarssonar (1995) úti á Hjarðarnesi og upp með Fossá. Nokkur sniðanna voru endurskoðuð af höfundi og athugunum bætt við milli sniða og upp af sniðum.

1. Þóleiðbasalt

Neðsti hluti Kjálkafjarðarársniðs er að mestu úr þóleiðhraunlögum. Nokkur þeirra eru all díflótt, 5-10%, og voru sum áður greind sem dílabasalt. Samtals sjást í sniðinu a.m.k. 8-9 lög í syrpu, þar á meðal tvö þunn ólivínbasaltlög saman neðarlega. Tvö 1-2 m þykk setlög eru milli neðstu hraunlaganna, annað rautt en hitt marglitt og lagskipt, en annars lítið um set milli hraunlaga. Lögin í þessari syrpu mældust öll með rétta segulstefnu í sniðinu.

2. Dílabasalt

Næst kemur í Kjálkafjarðarársniði syrpa þriggja dílabasaltlaga. Neðsta lagið er þykkt og stórstuðlað með 15-20% dílahlutfalli og beltað ofan til, miðlagið af miðlungsþykkt og mjög díflótt, 30-35%, en efsta lagið straumflögótt, með allnokkrum karga og 10-15% dílahlutfalli. Þunn rauð setlög á milli eða ósamfelldar fyllur í karga eða dældir í undirlagi. Syrpan er samtals um 35 m þykk í sniðinu. Segulstefnumælingar gáfu óljósa niðurstöðu í neðri lögumum tveimur í framangreindum sniðum en efsta lagið sýndi öfuga segulstefnu.

3. Þóleiðbasalt

Þriðja í Kjálkafjarðarársniði er syrpa fimm dæmigerðra þóleiðlaga sem sum eru allþykk. Í miðri syrpu er þó einnig 20-25 m þykkt beltað dílabasaltlag með 25-35% dílahlutfalli. Ofan á því lagi er 1-1,5 m þykkt setlag, rautt efst og neðst en gulbrúnt um miðbikið, en annars eru setlög milli hraunlaga yfirleitt þunn rauð sandsteinslög, stundum ósamfelldar fyllur í karga lagsins undir. Segulstefnumælingar gáfu tiltölulega oft óljósar og misvísandi niðurstöður en þó öfuga stefnu í meirihluta sýna í öllum lögum og í heild virðist ljóst að öfug segulstefna er ríkjandi í syrpu.

4. Dílabasalt

Í efsta hluta Kjálkafjarðarargljúfurs er enn dílabasaltlag, a.m.k. 15 m þykkt, beltað og með 25-30% dílahlutfalli. Ofan við gljúfrið sveigir áin til norðurs og í austurkanti gilsins bætast

ofan á dílabasaltið þunnt ólivínbasaltlag, þá þykkt þóleiítlag, 5-10% dílótt, aftur þunnt ólivínbasalt, svo a.m.k. eitt þóleiítlag og loks þykkt, stórstuðlað og þétt dílabasaltlag með 15-20% dílahlutfalli. Segulstefnumælingar hafa ekki verið framkvæmdar á þessum lögum. Syrpan var rakin til austurs og tengist dílabasaltsyrpu í miðbiki sniðsins við Austurá.

Suður af Kjálkafjarðará liggur allstórt misgengi skáhallt um fjallshlíðina og í Lambagili litlu sunnar virðist færsla um það vera a.m.k. 30-40 m. Opnur eru fáar á kafla sunnan misgengisins en dílabasaltlög eru síðan í brún Múlafjalls norðan til, lækka niður hlíðina til suðurs og tengjast ef allt er eðlilegt dílabasaltlögum sem eru í farvegi Þverár í mynni Þverdals á a.m.k. 700 m kafla. Þar eru tvö meðalþykk alldílótt lög en þar ofan á fléttast saman nokkur mjög þunn lög, einungis 1-2 m þykk, úr dílabasalti með yfir 30% dílahlutfalli og ólivínbasalti sem sumt er nokkuð dílótt, 5-10-15%. Þunn lög af rauðum sandsteini eru milli hraunlaganna. Mælingar á segulstefnu gáfu misvísandi niðurstöður í neðri og þykkari dílabasaltlögum en öfuga stefnu í meirihluta sýna í báðum og þunna lagið sýndi skýra öfuga segulstefnu.

5. Þóleiítbasalt

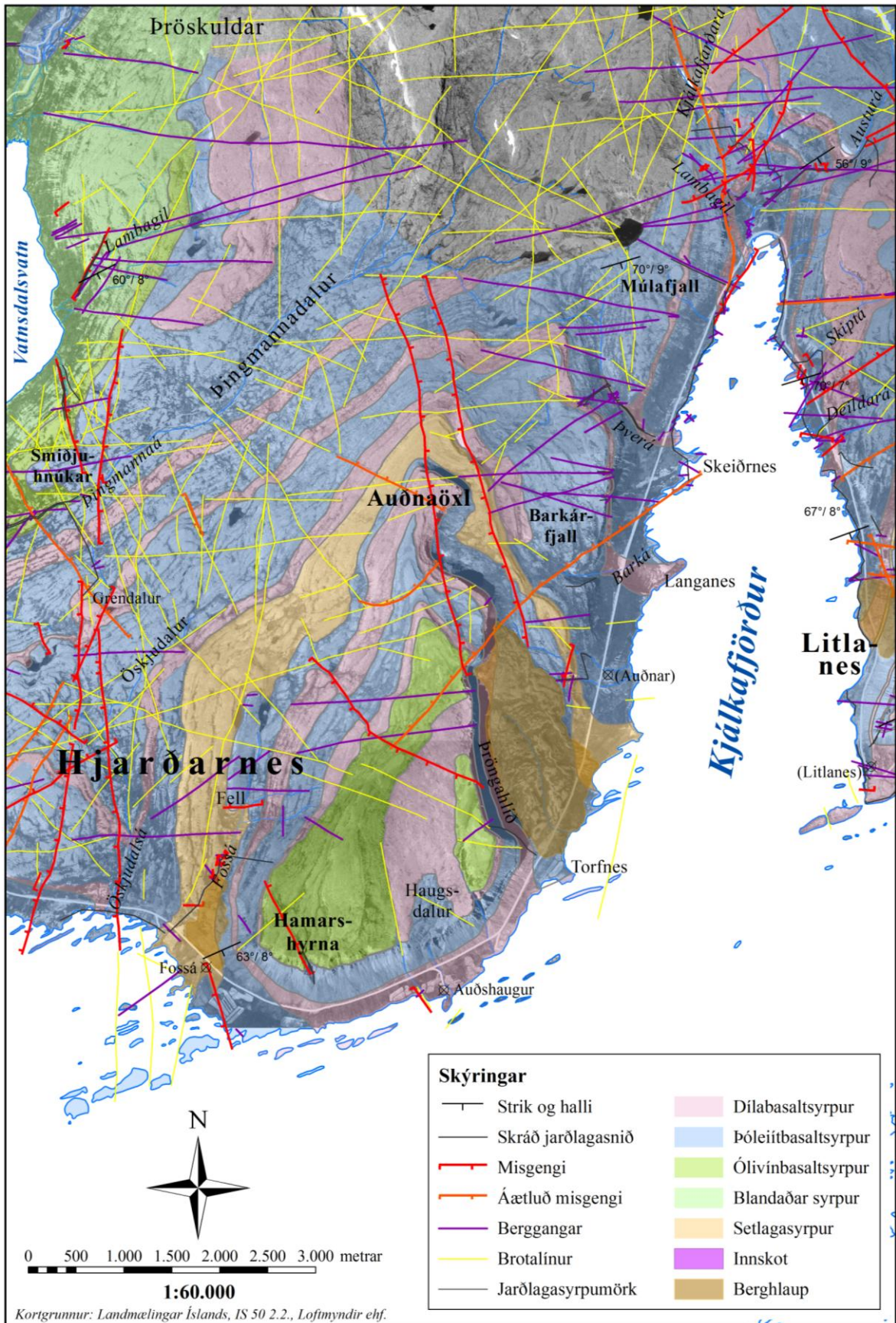
Ofan á dílabasaltið í farvegi Þverár leggst um 120-130 m þykk syrpa a.m.k. 10 hraunlaga sem að mestu eru meðalþykk og þykk dæmigerð þóleiítlög. Neðarlega er þó frekar þunnt ólivínbasaltlag og um miðbikið koma fyrir tvö lög saman með 10-15% dílahlutfalli en þóleiítleg að öðru leiti. Rauð setlög á milli hraunlaga eru þunn, mest fyllur í karga, en á efri og neðri syrpuörkum virðast vera heldur verklegri setlög. Segulstefnumælingar í Þverársniði sýndu ákveðna öfuga stefnu í neðri hluta syrpu, en næstefsta lagið er þó líklega með rétta segulstefnu og í lögum neðan og ofan við það gáfu mælingar misvísandi niðurstöður.

6. Dílabasalt

Efst í Þverársniði, í hliðargili sunnan Þverdalsins, kemur svo að næstu dílabasaltsyrpu. Tvö beltuð og mikið dílótt lög, 25-35%, og ofan á þeim 10-20% stórdílótt og þóleiítlegra hraunlag. Þykkt syrpu þar a.m.k. 35 m. Á milli neðri laganna er rautt setlag sem sums staðar nær 1,5 m þykkt og undir neðsta dílabasaltinu er einnig rautt setlag. Syrpan myndar hamrabelti í brún Barkárfjalls sunnan Þverár en gengur síðan niður hlíðina, fyrir mynni Barkárgils og svo niður á Langanes. Nesið er allt úr dílabasalti, beltuðu hraunlagi að mestu og syrpan um 25-30 þykk þar skv. mati út frá striklínubilum við sjávarmál. Í hamrabeltinu er greinilegt að efri lögin tvö þynnast til suðurs og miðlagið hverfur. Nokkru sunnar kemur þunnt ólivínbasaltlag inn á milli hinna dílabasaltlaganna. Lögin mældust öll með öfuga segulstefnu í Þverársniði. Frá sniðinu má rekja legu syrpu á loftmynd norður með Þverdali og áfram til vesturs um 1 km norður af Auðnaöxl.

7. Þóleiítbasalt

Næst tekur við syrpa þar sem þóleiít er ríkjandi bergtegund og hefur verið lýst í minni sniðum í Barkárgili og hlíðinni suður í Auðnagil. Samtals eru þetta yfir 20 hraunlög, miðlungsþykk flest og heildarþykkt syrpu nálægt 180 m. Tvö dílabasaltlög eru þó einnig þar með, annað neðarlega en hitt næstefsta lag syrpu. Tæplega helmingur þóleiítlaganna er þess utan dílótt berg og 3-5% hlutfall díla algengt og allt að 8-10% í tveimur lögum. Lýsingar á sumum þessara laga benda til að allt eins geti þar verið um ólivínbasalt að ræða. Rauð setlög milli hraunlaga eru einungis skráð á sex stöðum og öll



Mynd 4.5. Hlutakort 4. Hjarðarnes austanvert.

frekar þunn, 0,5 m eða þynnri. Mælingar á segulstefnu sýna a.m. k. tvenn og líklega fern stefnuskipti. Í þriðja neðsta lagi syrpuunar skiptir úr öfugri segulstefnu yfir í rétta stefnu sem mælist skýr í sex lögum. Á eftir einu lagi með óljósa stefnu koma svo tvö með skýra öfuga stefnu, þá fjögur sem líklega eru með rétta og sjö efstu lögin virðast loks vera með öfuga segulstefnu. Mælingar á sýnum úr lögum í efri segulköflunum gáfu reyndar oft misvísandi niðurstöður. Austur og norðaustur af Auðnaöxl eru allnokkrir flákar af dílabasalti neðan við syrpuuna sem við tekur næst, a.m.k. tvö þykk og stórstuðluð lög. Þau ná rekja norður fyrir fjallið og suður undir Barkárgil, en koma síðan ekki fram í sniðum í hlíðinni sunnar og neðar.

8. Setlagasyrpa

Nú tekur við setlagasyrpa sem sést í opnu í mynni klettagils ofan við eyðibýlið Auðna. Setlög mynda þar a.m.k. 15 m þykkann kafla, en hann verður allt að 25-30 m ef eyða undir setmulningsskriðu niður að næsta sjáanlega hraunlagi neðan við er talin með. Setlögin eru mest lagskiptur sandsteinn í mörgum litum og litbrigðum, yfirleitt frekar fínkornóttur en einnig smámalarblandinn á köflum. Greinilegt er að mikill hluti laganna er gjóskuríkur og inn á milli eru nokkuð hrein dökkleit gjóskulög, sum allþykk, 1-2 m. Syrpan er á austanverðu Hjarðarnesi að mestu falin undir skriðu framan í allmiklum stalli sem liggur skáhallt upp hlíðina inn með fjallinu og norður fyrir það. Austur af norðurhorni fjallsins, Auðnaöxl, sést þó í setsyrpuuna á allnokkrum spotta framan í stallinum, undir 2-3 þunnum hraunlögum, en hún hverfur síðan við N-S lægt u.þ.b. 10 m misgengi sem sker stallinn. Setlagasyrpan er þar ekki nema 7-8 m þykk, en lögin svipaðrar gerðar og í Auðnagili. Vestan fjallsins eru allnokkrar opnur í setlögin í Fossársniði, um og ofan við miðbik Fossárgils. Syrpan í heild er þar a.m.k. 25 m þykk, setlögin svipuð og fyrr en inn í setlagabunkann fléttast einnig í sniðinu tvö þunn ólivínbasaltleg hraunlög, 2-4 m þykk og mælast bæði með rétta segulstefnu. Nokkru ofar í gilinu er þunnt dílabasaltlag ofarlega í setlagasyrpuuni. Nyrsta opna í setlögin fannst í horni hjalla sem gengur norður á milli Fossárvatna.

Ofan við setsyrpuuna í Auðnagilssniðinu tekur við kafli 7-8 hraunlaga, samtals um 50 m þykkur, áður en aftur kemur að verulegu setlagi sem þar er a.m.k. 7 m þykkt. Hraunlögin eru flest frekar þunn þóleiflög, en a.m.k. tvö ólivínbasaltlög, og svo til engin setlög milli hraunlaganna sem mælast öll með skýra rétta segulstefnu. Setlagið ofan á er sandsteinn, svarbrúnn og svargulur á lit að mestu en rauður efst og setið er í heild gjóskulegt á að líta. Þegar þessir tveir setlagabunkar eru raktir með striklínum norður fyrir fjallið og niður með því að vestan virðist vera svo að efra setlagið tengist setbunkanum í Fossárgili en ekki það neðra. Vestan við fjallið eru tveir mjög áberandi hjallar með svipuðu lagi og setlagahjallinn austan þess og þeim svipar mjög til setlagahjalla beggja vegna Litlanesfjalls sem fyrr var lýst. Hér er því reiknað með að efri setlögin komi fram í hjallanum milli Fossárvatna, sem neðar heitir Fell, og liggi úr honum niður í Fossárgil, en að neðri setlagabunkinn sé falinn í hærri og meiri hjalla sem er þar vestur af og nær niður undir neðsta hluta Fossársniðs. Þar er hins vegar ekki að finna nein setlög af sambærilegri þykkt og ekki verður slíks setlagabunka heldur vart í strandsniðinu þar niður af. Á þessu svæði hefur mest verið lýst a.m.k. 3 m þykku setlagi neðst í Fossársniði, lagskiptu og marglitu sand- og siltsteinslagi. Í neðsta hluta þess sem sést af seti í opnunni eru greinileg lög sem að mestu eru úr gjósku, bæði basískri og súrri.

9. Þóleiðtbasalt

Ofan við efra þykka setlagið í Auðnagili sjást þar ofar í gilinu nokkur hraunlög mismunandi gerðar. Fyrst tvö þunn ólivínbasaltleg lög, þá smádílótt lag með 10-15% dílahlutfalli og loks a.m.k. tvö nokkru þykkari þóleiðtlög. Í Fossárgili er hins vegar áberandi þykkt þóleiðtlag ofan á setlagabunkanum í hlíðinni austan við hann. Það sést liggja inn eftir hlíðinni og hverfa inn undir Fell en birtist líklega aftur í enda þess norður af Fossárvötum. Næstu hraunlög ofar í Fossársniðinu eru að mestu þóleiðt, en þó koma þar einnig fram tvö dílabasaltlög. Innar í hlíðinni eru dílabasaltlög mun meira áberandi í sambærilegri hæð í jarðlagastaflanum og virðist sem slík lög séu þykkari og útbreiddari norðar en sunnar og jafnframt stutt niður á setlagasyrpuna undir dílabasaltlögum þar ef framlenging lagmóta með striklínunum er rétt.

10. Dílabasalt - Litlanessyrpa

Þykk og stórstuðluð dílabasaltlög einkenna næstu syrpu sem er þykk og myndar háan og brattan hamravegg í fjallsbrúninni upp af Auðnagili og norður í Auðnaöxl þar sem fjallið rís hæst. Efstu lög syrpunnar sjást neðst í Þrönguhlíðarsniði og einhver laganna ná inn í Fossársnið vestan fjallsins, en meginhluta laga syrpunnar hefur ekki verið lýst í nákvæmlega mældum sniðum. Athuganir á fyrrgreindu svæði frá Auðnagili norður á Auðnaöxl gefa eftirfarandi mynd. Neðst sást beltað ólivínbasalt, þá beltað dílabasalt með 20-30% dílahlutfall, svo tvö þykk þóleiðtlög og straumflögótt dílabasalt þar á ofan, 10-15% dílótt, og loks þykkt beltað dílabasalt með 20-25% dílahlutfalli sem myndar fjallsbrúnina norður í Auðnaöxl. Þar austan í Öxlinni virðist lagið beltað og yfir 30 m þykkt, en norðan í Öxlinni skipta þunn rauð setlög dílabasaltinu upp í þrjú lög sem samanlagt eru álíka þykk. Uppi á Öxlinni bætast svo við a.m.k. tvö lög af minna dílóttu, 10-15%, straumflögóttu dílabasalti. Ljóst er að syrpan í heild er vel yfir 100 m þykk á þessu svæði. Til suðurs gengur syrpan niður í hlíðina og hverfur undir skriður en birtist aftur neðst í Þrönguhlíðarsniði. Dílabasalt í Torfnesi er líklega úr neðsta hluta syrpunnar og stenst á við dílabasalt yst á Litlanesi austan Kjálkafjarðar. Frá Torfnesi er dílabasalt í flestum opnum meðfram ströndinni suður undir Hamarshyrnu. Vestur af Auðnaöxl eru breiðir hjallar úr dílabasalti sem liggja skáhallt niður fjallið, en þegar kemur nær Fossársniði verða þeir ógreinilegri og einungis tvö dílabasaltlög ná inn í sniðið og þar af annað þunnt. Þau lög mældust bæði með öfuga segulstefnu, en óvíst hvort sú stefna er dæmigerð fyrir syrpuna í heild þar sem mælingar liggja ekki fyrir frá meirihluta laga í henni.

11. Þóleiðtbasalt

Í Þrönguhlíðar-, Hamarshyrnu- og Fossársniðum leggst syrpa þóleiðtлага með stökum þunnum ólivín- og dílabasaltlögum ofan á dílabasaltið. Þetta eru a.m.k. 12-16 lög með um og yfir 100 m heildarþykkt. Rauð setlög milli hraunlaga eru yfirleitt þunn, en dæmi finnast þó um 0,5-1 m lög. Átta efstu lögin mældust með ákveðna rétta segulstefnu í tveim sniðanna en lög þess þriðja voru ekki mæld. Í Fossársniði mældist neðsta lagið með öfuga segulstefnu en næstu þrjú þar ofar með óljósa áður en kom að framangreinda kaflanum með rétta segulstefnu.

12. Dílabasalt

Dílabasaltsyrpa tekur þá við ofarlega í austan- og norðanverðu Hjarðarnesfjalli. Efst í sniði upp suðurkant Þrönguhlíðar er hún um 40 m þykk, beltuð dyngja neðst, stórdílótt með allt

að 30-40% dílahlutfalli, en svo 3 til 4 stórstuðluð lög eða belti, sum minna dílótt, með örþunnum rauðum taumum á milli. Þessi dílabasaltbunki sést svo þynnast hratt í hömrnunum til SV og kemur ekki fram í Hamarshyrnusniði syðst í fjallinu, þar sem einungis er að finna ósamfelldar slitrur af mjög þunnu en stórdílóttu dílabasalti. Til norðurs eru dílabasaltlög ofarlega eða efst í hamrabelti Þrönguhlíðar, ganga upp á fjallið í krikanum innst í hlíðinni og yfir það þar sem slakki er í háhrygg fjallsins. Vestan við háhrygginn er breiður hjalli úr dílabasalti. Framan í honum er neðar stórdílótt lag og ofan á því ljósgrátt „þrídílótt“ lag með um 8-10-15% hlutfalli af allt að 10 mm plagíóklasdílum, 3-5% af allt að 5 mm ólivíndílum og 2-3% af allt að 5 mm pyroxendílum. Þetta lag finnst einnig austan við háhrygginn í vesturkanti Haugsdals. Syrpan var rakin eftir hjallanum vestan í fjallinu til SSV niður undir efsta hluta Fossársniðs. Þar hverfur þrídílabasaltið en mjög stórdílótt lag er efsta mælda lag í sniðinu, en þar orðið þunnt. Greinilegt er að syrpan er þykkust austan til í fjallinu en hverfur svo til alveg í suðvesturhorni þess. Segulstefnumælingar á þunnum stórdílóttum lögum í Fossár- og Hamarshyrnusniðum gáfu í báðum tilfellum skýra rétta stefnu, en efri lögín hafa ekki verið mæld.

13. Blandsyrpa, ólivínbasalt og þóleiítbasalt

Yngsta syrpan á svæðinu kemur fram efst í sniðinu í Þrönguhlíð, sunnan til á austanverðu Hjarðarnesi, og í efri hluta Hamarshyrnusniðs syðst á nesinu. Neðri hluti syrpannar að mestu úr þunnum ólivínbasaltlögum eða þykkari lögum af beltudu ólivínbasalti, en einnig koma þar fyrir þykkari þóleiítlög inn á milli. Ofar verða miðlungþykk þóleiítlög algengari en ólivínbasaltlögin. Lítið er um setlög milli hraunlaganna, mest ósamfelldar fyllur í karga. Syrpan er a.m.k. 60 m þykk. Mælingar á segulstefnu eru til úr neðri hluta syrpannar úr Hamarshyrnusniði og sýna öfuga segulstefnu í 8 neðstu lögum. Syrpan kemur fram á korti sem tveir aðskildir flákar á fjallinu. Annars vegar á SA-horni þess ofan við Þrönguhlíð en hins vegar á háhrygg þess vestar þar sem heitir Núpur og langleiðina norður að Auðnaöxl. Þar á milli hefur Haugsdalur grafið niður í dílabasaltsyrpana sem undir er.

4.4 Vatnsdalur - Hjarðarnes vestanvert

Elstu jarðlög á þessu svæði er að finna í Vatnsdal inn af Vatnsdalsvatni og þar er gott snið í neðsta hluta staflans upp með Austurá sem fellur niður í dalinn. Ofan fjallsbrúnar tekur hins vegar við hjallalandslag með strjálle og ósamfelldari opnum. Landslagið er svo með líkum hætti suður á við, hjallar og stakar grunnar gilskorur og opnur í berggrunn ekki góðar né samfelldar vegna gróðurs á milli klettabelta. Næstu opnur sem bjóða upp á samfellt snið er ekki að finna fyrir en í Lambagili við mitt austanvert vatnið og þvergili þess sem liggur upp hlíðina til austurs, og síðan upp með gljúfri Þingmannaár sem fellur í botn Vatnsfjarðar að austan. Fjallshlíðarnar við austanverðan Vatnsfjörð eru mikið til grónar milli klettabelta en snið með eyðum hafa þar verið mæld upp með giljum og lækjum upp í Uppsalahnjúka. Sama á víðast við syðst á Hjarðarnesinu en þó eru opnur nokkuð góðar í sniði frá Hörgsnesi og upp á SV-horn Fossárfjalls. Klettótt fjara austan og sunnan til á nesinu hefur einnig verið sett upp í nokkuð samfelld skematísk snið. Jarðlagahalli hefur verið mældur eða metinn á a.m.k. sex stöðum á þessu svæði og vera frá 6-7° SA með 60-70° strikstefnu í elstu lögnum nyrst en aukast í 7-8° SA með um og yfir 70° strikstefnu syðst. Misgengi eru allnokkur á sunnanverðu svæðinu en flest með innan við 10 m færslu. Norðan til hafa færri fundist en sum stærri, um 20 m misgengi í gili norðan við Smiðjuhnjúka og um 35 m misgengi liggur upp eftir Lambagili. Á mynd 4.6 er

bergrunnskort af svæðinu og þar eru m.a. sýndar mælingar á jarðlagahalla og merkt helstu örnefni og staðir sem getið er um í jarðlagasýrpuþýsingunum.

Eftirfarandi lýsingar eru byggðar á jarðlagasniðum og lýsingum í eftirtöldum skýrslum: Tilvitnunum Eiríks Freys Einarssonar (1997) í upplýsingar frá Bjarna Rey Kristjánssyni um jarðlög austan til í Vatnsdal innanverðum, skýrslum Friðriku Marteinsdóttur og Victors K. Helgasonar (1992) og Gunnlaugs B. Þorbergssonar og Sigurjóns Vídalín (2004) um jarðlög í hlíðinni austur af Vatnsdalsvatni frá Lambagili að Þingmannaá, sniðum Dags Jónssonar (1986) og Þorsteins Jóhannssonar (1988) og Bayazids Azizis o.fl. (2004) á svæðinu frá Þingmannaá og út á Uppsalahnjúka og loks sniðum úr skýrslum Markúsar A. Leóssonar (1988), Önnu Maríu Ágústsdóttur (1989), Atla Karls Ingimarssonar o.fl. (1998) og Arnheiðar B. Smáradóttur o.fl. (2004) um jarðlög við austanverðan Vatnsfjörð og suður fyrir Fossárfjall. Sem fyrr voru allnokkur snið yfirfarin af höfundum og athugunum bætt við milli sniða en einkum þó mörgum upp af þeim.

1. Dílabasalt

Dílabasaltsyrpa er í neðstu opnum í Austurárgili í Vatnsdal. Neðst sér þar í efsta hluta stórdílóttu lags með 15-20% hlutfall af plagíóklasdílum með allt að 10-15 mm þvermál. Ofan á það leggst 7-8 m þykkt beltað ólivínbasaltlag, en efst er yfir 20 m þykk dyngja af beltudu stórdílóttu bergi með 30-40% dílahlutfalli og allt að 30-40 mm plagíóklasdílum og 5 mm ólivíndílum. Þunn rauð setlög (0,1-0,2 m) eru á milli hraunlaganna en eldrautt setlag, hálfur til einn metri, á efri sýrpuörkum. Sýrpan í heild er að lágmarki 30-35 m þykk. Segulstefnumælingar liggja ekki fyrir.

2. Þóleiðbasalt

Þóleið er ríkjandi í um 100 m þykkri sýrpu sem tekur við dílabasaltinu, 8 af 12 hraunlögum sýrpuþýsingar í sniðinu upp Austurárgil. Hin eru allþykkt ólivínbasaltlag neðarlega í sýrpuþýsingunni og 5-10 % dílótt þóleið eða ólivínbasaltlag með stórum dílum, allt að 10-20 mm, á milli tveggja þunnra (2 m) ólivínbasaltlaga undir efsta lagi sýrpuþýsingar. Oftast eru þunn rauð setlög milli hraunlaga, 0,1-0,5 m þykk. Óbeinar upplýsingar eru um að segulstefna þóleiðlaga í gilinu og austurhlíð Vatnsdals sé rétt neðan til, síðan öfug á kafla (3-4 lög) en verði svo aftur rétt ofar (Eiríkur Freyr Einarsson, 1997).

3. Blönduð sýrpa, dílabasalt, þóleiðbasalt, ólivínbasalt

Í efri hluta Austurárgils verður dílabasalt aftur ríkjandi þar sem gilið er brattast og upp á fjallsbrúnina. Í þessum um 70-80 m þykka kafla eru sex dílabasalthraunlög en inn á milli koma fyrir tvö þóleiðlög og eitt ólivínbasaltlag. Þunn rauð setlög eru á milli hraunlaga, 0,1-0,4 m þykk. Beinar upplýsingar um segulstefnu laga í sýrpuþýsingunni eru ekki tiltækar, en óbeinar gefa til kynna að rétt segulstefna sé ríkjandi (Eiríkur Freyr Einarsson, 1997). Í giljum sunnar í hlíðinni (1,5-2,5 km) var jarðlagastaflinn skoðaður lauslegar og í ljós kom að þar eru lög úr dílabasalti mun færri í sambærilegri hæð í jarðlagastaflanum og nær lagi að ólivínbasalt- og þóleiðlög séu ríkjandi þar. Ekki er vitað til þess að veruleg misgengi liggja þarna um og því bendir flest til að þessu svæði fléttist saman dílabasaltlög norðar og ólivínbasalt- og þóleiðlög sunnar.

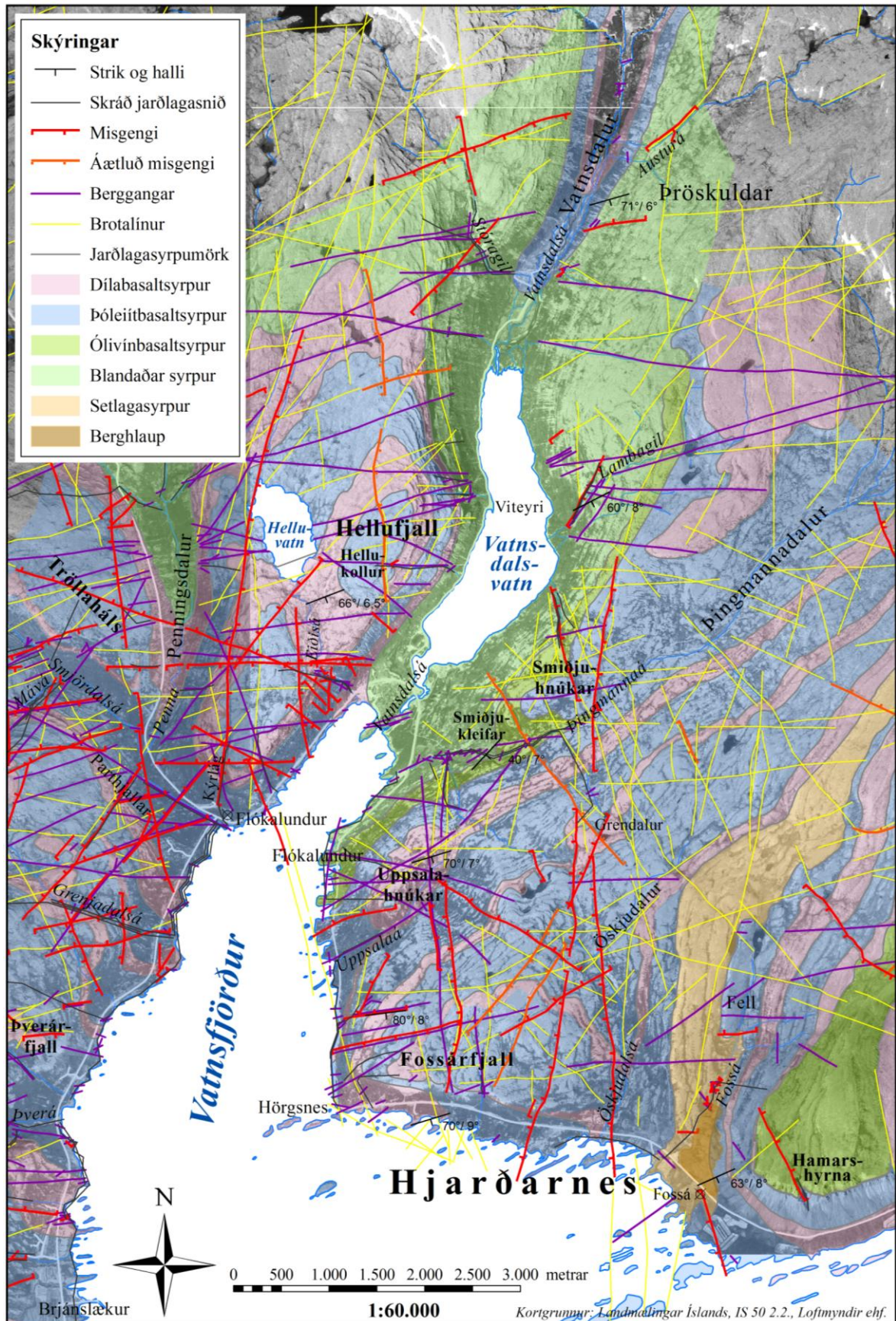
Uppi á fjallsbrúninni sveigir Austurárgilið til NA og landslag verður þar flatara á kafla en síðan tekur við mikið „klettastallalandslag“ langar leiðir til austurs enda ber svæðið nafnið

Þröskuldar. Á annan tug mishárra stalla upp hlíðina til austurs voru skoðaðir lauslega og þó einhverjar eyður séu á milli stalla er ljóst að dílabasalt er áfram ríkjandi bergtegund í staflanum á þessu svæði. Þarna eru mörg þykk og mikil hraunlög, flest með útlits- og veðrunareinkenni þóleíts, en svo til öll dílótt. Gjarnan nokkuð misdílótt með 5-10-15% dílahlutfall en einnig klár dílabasaltlög með 15-20-25% hlutfall díla. Inn á milli koma fyrir þynnri þóleítt- og ólívínbasaltlög og allnokkur merki um rauð setlög milli hraunlaga sjást undir klettastöllum. Þykkt jarðlaganna í þessum efri dílabasaltkafla er a.m.k. 150 m.

Næsta mælda snið sunnar er í Lambagili við mitt Vatnsdalsvatn austanvert. Gilið skerst inn í hlíðina til NNA og nálægt miðju gili er þar í jarðlagastaflanum nokkuð sérstakt setlag, allt að 6-7 m þykkt völugerlag. Í svargulum og grófum sand og smámalargrunni eru hnúllungar með allt að 30-50 sm þvermál og greinilegt er að allnokkur hluti þeirra er rifinn upp úr hraunlaginu undir. Unnt reyndist að rekja þetta lag um 1,5 km norður eftir hlíðinni og síðan í framhaldi af því dílabasaltlag sem er annað lag ofan við völugerðið á síðasta kaflanum sem það sást. Dílabasaltlagið rennur svo á Þröskuldalsvæðinu inn í efsta hluta dílabasaltkaflans sem lýst var ofan Austurárgils. Af því leiðir að þau u.þ.b. 20 hraunlög sem mæld voru í Lambagilssniðinu samsvara í aldri dílabasaltsyrpunni í Þröskuldum og taka við af henni sunnar. Um helmingur hraunlaga í Lambagilssniði er hins vegar ólívínbasalt, þriðjungur miðlungsþykk þóleíttlög en einungis 3 dílabasaltlög sem þess utan eru frekar þunn og ólík Þröskuldalögum. Nokkur 0,5-1 m rauð setlög eru milli hraunlaga, einkum neðan til, en jafnoft eru ekki rauð lög milli hraunlaga eða mjög þunn. Öll hraunlögin í sniðinu mældust með rétta segulstefnu. Ef skipta ætti Lambagilssniði upp í syrpur yrði neðsti hlutinn kenndur við þóleítt, a.m.k. 30 m, en meginhlutinn yrði kenndur við ólívínbasalt, 30 m neðan við völugerðið og 60 m ofan við það, þó svo þrjú dílabasaltlög fljóti þar einnig með. Efst fer að bera á þykkari þóleíttlögum.

Í gili sem liggur upp hlíðina til austurs rétt sunnan við Lambagil sést völugerlagið neðarlega, ólívínbasaltlög eru síðan áberandi lengstum en ofar koma inn þykkari lög sem eru þóleítlegru útlits, en þó oft einnig með nokkur einkenni ólívínbasalts. Eitt þeirra myndar verklegan hjalla í hlíðinni og var rakið eftir honum langleiðina suður að Þingmannaá en síðan voru í framhaldi af því næstu tvö lög ofan við rakin áfram inn í Þingmannaársniðið. Hjallalagið sem rakið var gengur í gegn um snið í gili sem liggur upp í Smiðjuhnúka norðanverða og hefur verið mælt í tvígang, eins og reyndar Lambagils- og Þingmannaársniðin einnig. Í þessum sniðum hefur greining hraunlaganna verið á mjög mismunandi veg hjá jarðfræðinemunum, enda kom í ljós við skoðun að mörg hraunlaganna hafa einkenni bæði þóleíts og ólívínbasalts og eru þess utan oft með 5-10% dílahlutfall og þá stundum greind sem dílabasalt og stundum ekki. Í neðri helmingi Þingmannaársniðs hefur greining laga sveiflast frá því að svo til öll lögin hafa verið greind sem þóleítt yfir í að svo til öll eru greind sem ólívínbasalt. Niðurstaða endurskoðunar er að meirihluti laga í framangreindum sniðum sé ólívínbasaltættar, en líka komi þar fyrir á köflum dæmigerðari þóleíttlög og dílabasaltlög með 10-20% hlutfall díla, yfirleitt frekar smárra.

Niðurstaða af framangreindu er því að slá saman í eina syrpu lögum frá efri hluta Austurárgils og Þröskuldum þar ofan við, Lambagilssniðunum báðum og meginhluta sniðsins norður af Smiðjuhnúkum, uns kemur að segulstefnuskiptum efst í því. Jarðlög í neðsta hluta sniðsins upp með Þingmannaá falla þá einnig í þessa syrpu. Dílabasalt er ríkjandi bergtegund syrpunnar nyrst á svæðinu en ólívínbasalt og þóleítt einkenna syrpuna á meginhluta þess. Samanlögð þykkt laganna í jarðlagastaflanum er a.m.k. 400 m og rétt segulstefna ríkjandi.



Mynd 4.6. Hlutakort 5. Hjarðarnes vestanvert.

4. Ólivínbasalt

Næsta syrpa kemur fyrst fyrir í efsta hluta sniðs í gilinu norðan Smiðjuhnúka þar sem tvö dílótt ólivínbasaltlög mældust með öfuga segulstefnu eftir mjög langan réttan kafla. Þessi segulstefnuskiptin koma einnig fram við Þingmannaá þar sem ólivínbasaltlögin eru fjögur og þrjú þeirra með sambærilegt dílahlutfall, a.m.k. 5-10%. Þykkt þóleiít með rétta segulstefnu er ofan á ólivínbasaltinu í báðum sniðum. Í efri hluta syrpannar við Þingmannaá, þóleiítlagi og þremur ólivínbasaltlögum, ber segulstefnumælingum jarðfræðinemanna ekki saman. Annar hópurinn mældi öll lögin með rétta stefnu en hinn með öfuga og hún verður því að teljast óviss. Í syrpanni eru yfirleitt þunn rauð setlög milli hraunlaga og í heild er hún um 80 m þykk meðfram Þingmannaá.

5. Dílabasalt

Þá tekur við kafla þar sem dílabasaltlög eru ráðandi en þynnri þóleiít- og ólivínbasaltlög koma fyrir á milli þeirra. Dílabasaltlögin eru fjögur í Þingmannaársniði þar sem það sveigir frá ánni upp hlíðina til suðurs, bæði beltuð og einföld hraunlög og frá 10-15% og upp í 20-30% dílótt. Syrpuna má rekja til SV út í Uppsalahnjúka þar sem dílabasaltið er efst í tveimur sniðum og myndar hatta á hnjúkunum. Opnur eru yfirleitt slitróttar á svæðinu eftir að árgljúfrinu sleppir og oft ekki ljóst hvernig lagmótum er háttað, hvort setlög eru milli hraunlaga. Segulmælingar gáfu öfuga stefnu á öllum mældum lögum á báðum stöðum. Í Þingmannaársniði mælist syrpan um 50 m þykk og er líklega svipuð á Uppsalahnjúkum, en virðist svo þynnast þar sem hún liggur niður dalinn sunnan við Uppsalaá og einungis eitt dílabasaltlag er að finna í strandsniði.

6. Þóleiítbasalt

Næstefsta syrpa í Þingmannaársniði er að mestu úr dílalitlu þóleiíti en rétt ofan við miðju hennar kemur þó fyrir dílabasaltlag, beltað og a.m.k. 20% dílótt. Opnur áfram slitróttar og ekki ljóst hvort eða hvernig setlög eru milli hraunlaga. Hraunlögin eru a.m.k. 9-10 í sniðinu og heildarþykkt syrpannar yfir 100 m. Segulmælingar sýndu öfuga stefnu eða óreglulegar niðurstöður. Í strandsniði til norðurs frá Hörgsnesi eru hraunlögin sjö, þar af eitt dílabasaltlag, og heildarþykkt 60-70 m skv. striklínumati. Miðað við legu dílabasaltsyrpanna ofan og neðan við á kortinu nær syrpan allt að 130 m þykkt á milli þessara sniða.

7. Dílabasalt - Hörgsnessyrpa

Efst í Þingmannaársniði, í háum klettaborgum í suðurbrún Þingmannadals, kemur svo enn syrpa af dílabasalti. Þrjú mjög stórstuðluð og dílótt lög, 20-40%, með örþunnum rauðum setlögum á milli hraunlaganna. Þessi dílabasaltsyrpa liggur svo út eftir Fossárfjalli til SV og nær sjávarmáli rétt austur af Hörgsnesi í SV horni þess. Þar hafa verið mæld snið upp fjallshornið í tvígang, sitt hvoru megin við það. Neðsta lagið er þar þykkt og beltað, ofan á það koma tvö mjög stórstuðluð dílabasaltlög og örþunnir rauðir settaumar á milli laganna, en við bætist svo fjórða dílabasaltlagið, smádlótt með 10-15% dílahlutfall en nokkuð misdílótt og straumflögótt neðan til. Segulmælingar sýndu öfuga stefnu í öllum lögum klettaborganna efst í Þingmannaársniði og í öðru sniðinu upp af Hörgsnesi, en í hinu mældust tvö efstu með rétta segulstefnu. Syrpan er a.m.k. 30 m þykk í klettaborgunum en líklega um 50 m upp af Hörgsnesi. Þegar hún var rakin frá fjöru til fjalls kom hins vegar í ljós að syrpan þynnist stöðugt og lögnum fækkar eftir því sem hærra dregur og skammt

suður af klettaborgunum er hún bara eitt lag, 5-10 m. Handan við misgengi sem þar eru nær þykktin 20-30 m í borgunum, en syrpan reynist svo þynnast fljótt aftur þegar rakið var áfram til NA frá þeim og var orðin að einu um 5 m lagi þegar slóðin hvarf eftir um 1 km. Þessi breytilega þykkt bendir helst til að dílabasaltið jafni út mishæðir í undirlaginu og hugsanlegt er að misgengin sunnan klettaborganna eigi þar hlut að máli á myndunartíma.

8. Þóleiðbasalt

Við tekur þá í Hörgsnessniðunum um 80-90 m þykk syrpa a.m.k. 8 hraunlaga sem einkennist af þóleiðbasaltlögum, þó svo 2-3 þynnri ólivínbasaltlög fylgi með. Neðstu lögin miðlungsþykk og nokkuð dílótt, 5-8% , en ofar dílalítill. Um miðbik syrpannar er yfir 20 m þykkt þóleiðtag og undir því a.m.k. 2 m þykkt rautt setlag, en annars er lítið um set milli hraunlaga, í mesta lagi smáfyllur í karga. Segulmælingar sýndu ákveðna rétta segulstefnu í flestum laganna en óregluleg kom þó fyrir í neðstu eða efstu lögunum í báðum sniðum. Syrpan gengur skáhallt niður klettabelti Fossárfjalls til austurs og niður í fjöruna suður af fjallinu.

9. Dílótt basalt

Næsta syrpa kemur fyrir efst í Hörgsnessniðum í SV-horni Fossárfjalls, þekur suðurhluta þess og austurhlíð. Syrpan gengur skáhallt niður til austurs eftir suðurhlíðinni og um mælt snið í henni miðri. Hún nær svo sjávarmáli rétt vestan við ós Öskjudalsár og er í fjörusniði yfir að Fossárosi. Fyrstu tvö lög syrpannar má kalla dílabasalt, þau eru með 10-20% dílahlutfall, en smádílótt og annars lík þóleiðbasalti í útliti. Þar ofan á er ólivínbasaltlag í suðurhlíðarsniðinu, en afgangurinn af syrpanni er úr dílóttum þóleiðlögum, oft með 5-10% hlutfall af frekar smáum dílum. Setlög eru algeng á milli hraunlaga, rauð eða marglit og eru oft 0,5-1 m þykk. Í strandsniðinu eru hraunlögin a.m.k. 8 talsins og heildarþykkt syrpannar um 70 m skv. striklínumat. Mælingar á segulstefnu gáfu yfirleitt skýra öfuga stefnu, en þó misvísandi niðurstöður í neðstu og efstu lögum, enda eru þau lög í báðum tilfellum nálægt segulstefnuskriptum. Ofan á þá syrpu sem hér er lýst leggst setlagasyrpan sem síðast var lýst í Fossársniði og á austanverðu Hjarðarnesi. Þar einkenndu einnig mörg dílótt þóleiðlög syrpana næst undir þykku setlögum og tvær efstu syrpannar sem hér er lýst á vestanverðu Hjarðarnesi samsvara þá þeirri syrpu austan til.

4.5 Vatnsdalur og Vatnsfjörður vestanverður

Á norðurhluta þessa svæðis er Hellufjall á milli Vatnsdals að austan og Penningsdals að vestan. Hlíðar þess yfirleitt brattar og grónar eða skriðurunnar milli klettahjalla. Nokkuð samfelldar opnur er að finna í stærri giljum, svo sem Stóragili innan við Vatn, Eiðisárgili upp af fjarðarbotninum og Smyrlagili vestan í fjallinu. Í minni giljum og skorum þess eru opnur ósamfelldari og eyður á köflum. Tröllaháls er vestur af Penningsdal og norðan hans eru nokkuð samfelldar opnur upp með Þverðalsá og þaðan áfram í hjöllum upp í hálsinn. Um miðbik svæðisins, sunnan við Smjördalsá og Pennu, er land heldur lægra, oft grónara og minna er þar víðast hvar um góðar samfelldar opnur í jarðlög, svo sem í Parthjöllum og hlíðum Þverárfjalls og Nónárfjalls. Skástu sniðin eru upp með giljum Mávár, Grenjadalsár og Nónár og upp í klettabelti sem taka við ofan þeirra. Fjörusnið út með firðinum er nokkuð samfelld á köflum, en hætt við að þynnri lög komi ekki fram þar. Ekki bætir úr skák að mörg misgengi með mismunandi stefnur skera staflann á svæðinu og oft hefur reynst vandkvæðum bundið að tengja eða rekja jarðlög milli sniða í lélegum opnum milli

þeirra brota. Færsla um misgengin er oftast innan við 10 m þar sem hægt er að meta hana, en nokkur eru þó allt að 30 m. Mælingar á jarðlagahalla á norðurhluta og um miðbik svæðisins eru skráðar á mynd 4.7. Halli hefur mælst á bilinu 6-8° SA og stríkstefna 60-70° í flestum tilfellum. Ekki verður séð að jarðlagahallinn breytist skipulega innan svæðisins.

Á suðurhluta svæðisins er Lækjardalur upp af Brjánslæk og í honum nokkur gil inn eftir og upp í hlíðar dalsins. Surtarbrandsgil er þar nyrst giljanna með sínum þekktu setlögum og steingervingum. Norðan við gilið rís Hestmúli og vestur af honum er Lækjarskarð yfir í Vaðalsdal sem liggur til SV niður að Hagavaðli. Suður af þessum tveim dölum er allmikið fjall sem ekki ber eitt nafn í heild sinni en heitir Arnórsstaðahyrna og Blankur SA til, Rauðsdalsfjall að sunnanverðu, Hamarshyrna í SV horni, Pyttaskarðshyrna upp af Vaðalsdal, rís hæst í Kikafelli í norður horni fjallsins en Lækjarbunga og Nónborg eru þar austar, upp af Lækjardalnum. Há hamrabelti skryða suðurbrúnir fjallsins með góðum opnum í jarðlög en ekki aðgengilegum að sama skapi víðast hvar og sama á við um fjallshornin flest sem að framan voru nefnd. Opnur eru einnig allgóðar víða í nokkrum giljum í hlíðum dalanna, en hlíðar fjallsins eru annars skriðurunnar eða grónar neðan til. Allmörg misgengi með mismunandi stefnur skera svæðið og þó færsla um flest sé lítil, innan við 10 m, eru einnig nokkur með færslu sem nemur a.m.k. 25 og 35 metrum. Mælingar á jarðlagahalla hafa gefið niðurstöður frá 6-7° SA með 60-80° stríkstefnu, oftast þó nær 80°. Við teikningu jarðfræðikorta hefur hins vegar komið í ljós að líklega er hallinn heldur minni á efstu syrþunum, nær 5-6° heldur en 6-7°. Á mynd 4.8 er bergunnskort af sunnanverðu svæðinu og þar eru merkt helstu örnefni og staðir sem getið er um í jarðlagasyrþulýsingunum.

Á norðanverðu svæðinu er eftirfarandi samantekt er byggð á jarðlagasniðum og lýsingum í eftirtöldum ritgerðum og skýrslum: Ritgerð Unnar Svavarsdóttur (1993) og skýrslum Sigurðar Þ. Ragnarssonar og Sigynar Eiríksdóttur (1992) og Antons Carrascos o.fl. (2005) um jarðlög í Stóragili í Vatnsdal vestanverðum og í norðanverðu Hellufjalli. Skýrslu Björns S. Harðarsonar (1987) og ritgerðum Kristjáns Geirssonar (1987) og Þorbjargar Hólmgeirsdóttur (1988) um jarðlög í Hellufjalli, sem og skýrslum Ásdísar Daggar Ómarsdóttur o.fl. (2005) og Doritar I. Kerschkes og Jorge E. Montalvos (2006) um jarðlög á minni svæðum í austurhlíð fjallsins. Skýrslum Friðriks D. Arnarsonar o.fl. (1992) um jarðlög í vestanverðu Hellu-fjalli og Penningsdal og Ingibjargar Karlsdóttur o.fl. (1993) um jarðlög upp með Þverðalsá og í Tröllahálsi.

Um miðbik svæðisins, sunnan við Smjördalsá og suður í Hestmúla, eru lýsingar byggðar á jarðlagasniðum og lýsingum í eftirtöldum skýrslum og ritgerðum: Sigurgeirs Skúlasonar (1984), Bjargar Pétursdóttur (1984) og Sigríðar Hjaltadóttur (1985) um svæðið frá Mává um Parthjalla og niður til strandar og síðari athugunum Eydísar S. Eiríksdóttur og Daða Þorbjörnssonar (1995) og Gunnars Ragnars o.fl. (2005) efst á því svæði og Estherar R. Guðmundsdóttur o.fl. (1998) og Auðar Öglu Óladóttur o.fl. (2005) neðan til á svæðinu og með ströndinni. Ritgerðum Bjarna Gautasonar (1985) og Viðars Karlssonar (1985) um jarðlög í Þverárfjalli og síðari athugunum Freys Pálssonar o.fl. (2006) umhverfis og upp með Grenjadalsá sem er á því sama svæði. Skýrslu Kjartans O. Kristjánssonar og Lárusar R. Ástvaldssonar (1983) og ritgerð Ástu Þorleifsdóttur (1984) um jarðlög í Nónárfjalli og suður að Hestmúla og með ströndinni að Brjánslæk. Ritgerðum Björgvins Guðjónssonar (1986) og Ingvars A. Sigurðssonar (1987) um jarðlög á því sama svæði og lengra inn til landsins og upp í Hestmúla og loks skýrslu Auðar Þorleifsdóttur o.fl. (2006) um athuganir á hluta svæðisins, í Nónárgili og suður með ströndinni .

Á sunnanverðu svæðinu er samantektin að hluta til byggð á jarðlagasniðum og lýsingum í eftirtöldum ritgerðum og skýrslum: Skýrslu Elínar Erlingsdóttur (1984) og ritgerðum Halldóru Hreggviðsdóttur (1984) og Auðar Ingimarsdóttur (1985) um jarðlög í Hestmúla og Lækjardal og þar inn af. Ritgerð Óskars Knudsen (1986) um jarðlög suður af Lækjardal, upp með Moshlíðará og upp í Nónborg, skýrslum Jórunnar Harðardóttur (1993) og Þórdísar Högnadóttur (1994) um jarðlög í Rauðsdal, Arnórsstaðahyrnu og Blanki, ritgerðum Ármanns Höskuldssonar (1985) og Jóhanns Thorarensen (1987) um jarðlög í Rauðsdal og Rauðsdalsfjalli og háfjallinu yfir í Vaðalsdal. Jarðlögum í Vaðalsdal er einnig lýst í ritgerð Önnu Lísu Guðmundsdóttur (1986) og í skýrslu Brynhildar Magnúsdóttur o. fl. (1997).

Sem fyrr voru allnokkur snið yfirfarin af höfundi á öllu þessu svæði og athugunum bætt við milli sniða og upp af þeim. Dílabasaltsyrpum var fylgt um ofanvert svæðið þar sem unnt var og þær raktar niður til strandar og á því sunnanverðu voru setlagasyrpur raktar um hluta þess. Á sunnanverðu svæðinu kom sums staðar í ljós allnokkur ónákvæmni í greiningu hraunlaga í sniðum.

1. Blönduð syrpa - Vatnsdalssyrpa

Elstu kortlögðu jarðlögin á þessu svæði eru í Stóragili í vesturhlíð Vatnsdals, nokkru fyrir innan vatnsbotn, þar sem tvisvar hafa verið mæld snið. Greiningar á hraunlögum eru nokkuð samhljóða í neðri hluta sniðsins en ekki eins ofar, þar sem reyndar var mælt og lýst á mismunandi stöðum í gilinu. Niðurstaða endurskoðunar á meginhluta sniðsins er að ekki séu í því nógu áberandi kaflar sömu berggerðar til að verðskuldi skiptingu í syrpur. Þóleíft er algengasta berggerðin, um helmingur tæplega 30 mældra hraunlaga, en ólivínbasaltlög eru inn á milli um allt sniðið auk tveggja alvöru dílabasaltlaga og nokkurra laga með um 10% dílahlutfall sem skv. Lýsingum gætu sum flokkast sem dílabasalt en hafa ekki verið skráð sem slík. Fjórða neðsta lag er þunnt og ósamfellt dílabasalt með 30-50% dílahlutfall og nálægt miðju sniði er 10-15 m þykkt beltað dílabasaltlag, 20-25% dílött. Rauð setlög eru oftar en ekki á milli hraunlaga og eru öll þunn, 0,1-0,3 m. Þrjú neðstu lögin í sniðinu mældust með öfuga segulstefnu, þunna dílabasaltið með óvissa en öll ofar með rétta. Rétt segulstefna er svo ríkjandi á öllum norðurhluta þess svæðis sem hér er um fjallað og suður fyrir Pennu og Smjördalsá. Öfug stefna hefur þar aðeins mælst í efst á Hellufjalli og uppi á því sunnanverðu. Öfugt segulmögnum lögin neðst í Stóragili hafa áður verið tengd þóleiðlögum með öfuga segulstefnu neðarlega í Austurársniði innar í Vatnsdalnum austan til (Eiríkur Freyr Einarsson 1997), en striklínuathuganir benda til að þau lög séu nokkru neðar í staflanum og að öll lögin í Stóragili samsvari þykku „breytilegu og blönduðu“ syrpunni sem lýst var í austurhlíðum Vatnsdals.

Alls hafa 7 snið verið skrásett í vesturhlíð Vatnsdals og suður í suðurenda Hellufjalls. Stefna hlíðarinnar er til að byrja með svo til þvert á strikstefnu og með 6-7° halla ganga jarðlögin tiltölulega bratt niður hlíðina til suðurs. Næstu tvö sniðin sunnar eru í megindráttum svipuð og Stóragilssniðið. Þóleiðlög eru um helmingur hraunlaga en sjaldan nema 2-3 saman og ólivínbasalt og dílabasaltlög á milli þeirra ekki nema í mesta lagi 2 saman sömu gerðar og engin verulega þykk eða auðkennileg lög. Af skýrslum nemenda virðist mega ráða að dílabasaltlögum fjölgi til suðurs á kostnað ólivínbasalts, en séu lýsingar laganna athugaðar nánar kemur í ljós að sum lög eru í sniðum norðar greind sem ólivínbasalt þrátt fyrir um eða yfir 10% dílahlutfall og því líklegra að um mismunandi greiningu sé að ræða en að breyting sé til staðar í raun. Í næsta sniði, upp af Viteyri um miðbik Vatnsdalvatns, er jarðlagaskipan áfram svipuð í neðri helmingi sniðsins. Þar og í

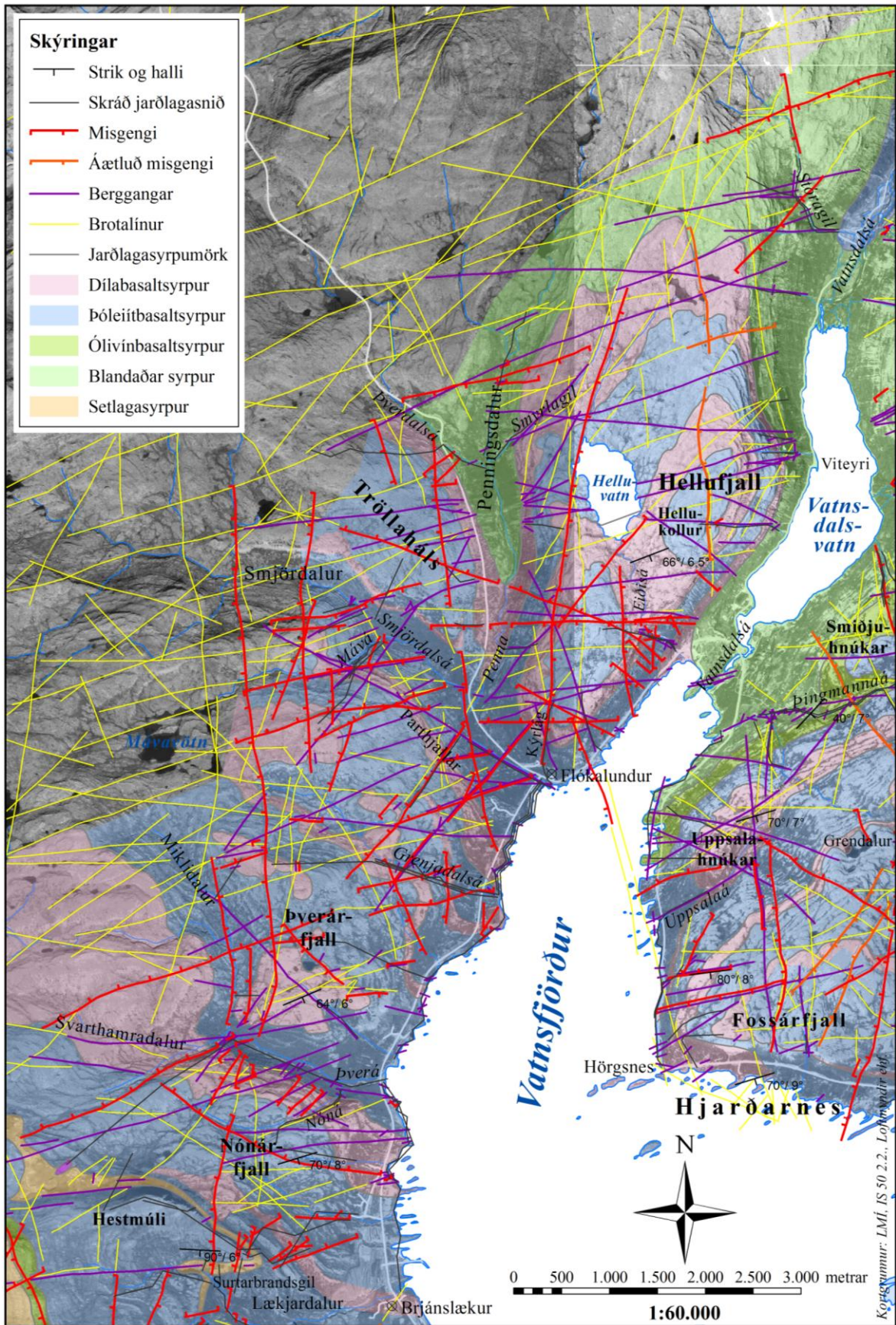
næsta sniði innar koma fyrir þrjú þykkari setlög, a.m.k. 1,5 m, bæði rauð og marglit, en í sniðunum milli Stóragils og Viteyrar eru reyndar allnokkrar eyður milli hraunlaga sem gætu dulið fleiri slík. Sem fyrr segir mældust öll lög á þessu svæði með rétta segulstefnu. Í heild er þessi „blandaða syrpa“ sem hér hefur verið lýst a.m.k. 400 m þykk. Vestan við Hellufjall kemur þessi syrpa fram í neðri hluta þriggja sniða innan til í Penningsdal, í Smyrlagili, upp með Lónfellshagaá og upp með Þverdalsá, en gengur svo niður í dalbotninn. Syrpan er þar með svipuðu móti og fyrr var lýst, blanda bergtegunda sem ekki falla í syrpur, þó þóleiítbasalt eigi þar stærstan hlut sem áður.

2. Dílabasalt - Penningsdalssyrpa

Í efri helmingi Viteyrarsniðs tekur við syrpa sem hefur áður verið kennd við ólivínbasalt og er þar a.m.k. 90 m þykk. Tvö mjög þykk beltuð lög (yfir 30 og 20 m) neðar, með 3 m þykku marglitu setlagi á milli, en ofar eru þrjú meðalþykk lög með þunnum setlögum á milli, hið neðsta þeirra líka beltað. Fjórum neðstu hraunlögum er hins vegar öllum lýst með 10-15% hlutfalli díla í heild þó svo stundum séu belti laganna mjög misdílótt. Því má allt eins flokka þessa syrpu sem dílabasalt. Svipað er uppi á teningnum í næsta sniði sunnar sem nær upp undir hæsta hluta Hellufjalls, Hellukoll. Í neðsta hluta þess eru a.m.k. 5 ólivínbasaltlög (auk eyðu) og eru öll dílótt, þrjú skráð vera með 5-8-10% dílahlutfall en það efsta 10-15% dílótt. Syrpan er þar a.m.k. 70 m þykk. Og í næsta snið þar suður af, Eiðisársniði við fjarðarbotninn, er neðst allþykkt beltað ólivínbasalt dílótt og ofan á því lag með 10-20% dílahlutfall. Syrpan nær sjávarmáli nokkru utar. Vestan við Hellufjall kemur syrpan vel fram í Smyrlagilssniði innarlega í Penningsdal. Þar eru í henni a.m.k. 10 hraunlög svipaðrar gerðar, með 10-20% dílahlutfall, og heildarþykkt syrpunnar er þar yfir 100 m. Syrpan liggur niður hlíðina til suðurs, á dalbotninn, upp vesturhlíðina til baka og kemur glögg fram í sniði sem liggur upp með Þverdalsá og upp á Tröllaháls. Þar eru lögin a.m.k. sjö og þykktin yfir 70 m. Hraunlög þessarar syrpu hafa öll mælst með rétta segulstefnu í öllum sniðum. Að öllu þessu athuguðu er eðlilegast að flokka þessa syrpu í heild sem dílabasalt.

3. Þóleiítbasalt

Þóleiít er ríkjandi bergtegund í næstu syrpu sem sést í heild í Hellukolls- og Eiðisársniðum. Hraunlögin eru 12-13 í sniðunum, þar af tvö ólivínbasaltlög, og heildarþykkt syrpunnar mældist um 140 m í þeim báðum. Setlög milli hraunlaga eru þunn og oft engin. Öll lög syrpunnar í sniðunum fjórum mældust með rétta segulstefnu. Syrpan er með svipuðu móti í syðri sniðunum í Hellufjalli en lögin færri, enda neðri lög hennar gengin niður fyrir sjávarmál. Syrpan kemur einnig fyrir í tveimur sniðum í vesturhlíðum fjallsins í Penningsdal og er þar með svipuðu móti og álíka þykk. Hún liggur frá norðanverðu Helluvatni skáhallt niður hlíðina og nær niður í dalbotninn nokkru fyrir innan ármót Pennu og Smjördalsár. Vestan Penningsdals er syrpan í efri hluta fjögurra sniða í Tröllahálsi og Smjördal. Þar sem flest lög voru mæld, 10 í tveimur sniðum, nær hún yfir 100 m þykkt og ekki víst að efri mörkum sé náð. Sunnan til í Tröllahálsi kemur inn í þessa þóleiít syrpu þykkt dílabasaltlag sem myndar allmikinn stall inn eftir norðurhlíð Smjördals. Sunnan við Pennu og Smjördalsá er þessi syrpa í neðsta hluta sniðanna inni í Smjördal, við Mává og í Parthjöllum og í fjörusniðinu til suðurs frá Pennuósi við Flókalund. Í flestum þessara sniða er skv. lýsingum mun meira um ólivínbasalt og dílótt lög í þessari syrpu en í Hellufjalli og gæti það bent til þess að hlutur slíkra berggerða fari vaxandi til suðurs og suðvesturs í syrpunni, þótt að einhverju leyti geti verið um mismunandi feltgreiningar á berggerðum að ræða.



Mynd 4.7. Hlutakort 6. Vatnsfjörður vestanverður.

4. Dílabasalt - Hellufjallssyrpa

Ofarlega í Eiðisársniði er syrpa 5 dílabasaltlaga sem sum eru beltuð og dílahlutfall í þeim yfirleitt á bilinu 10-20%. Eitt frekar þunnt ólivínbasaltlag fylgir neðarlega. Heildarþykkt syrpunnar er þar um 60 m en í Hellukollssniði norðar fundust bara tvö lög með um 20 m þykkt samtals. Sunnar er þykkt syrpunnar um 50 m upp af lauginni við eyðibýlið Hellu en um 70 m efst í Kýrlág syðst í fjallinu. Þunn rauð setlög eru stundum á milli hraunlaga. Allar mælingar í sniðum sýna rétta segulstefnu. Syrpan þekur austan- og sunnanvert Hellufjall utan flákanna sem syrpan ofan á myndar á hákollunum. Hún myndar brún fjallsins sunnan til en gengur svo inn á það og að Helluvatni sunnanverðu. Þynnist til norðurs og er í kruga utan um hæsta hluta fjallsins, Hellukoll. Sunnan við Pennu og Smjördalsá kemur syrpan fram í sniðum upp með Mává, sniði í Parthjöllum og kemur inn í fjörusniðið um 650 m til suðurs frá Pennuósi. Eins og í syrpunni undir er samræmi milli þessara sniða ekki gott þó stutt sé á milli þeirra. Inn við Mává virðast vera 4-5 dílabasaltlög í syrpunni og 1-2 þóleiðlög á milli þeirra, og þykkt syrpunnar á bilinu 60-70 m. Í tveimur sniðum þar mældust tvö efstu lögin hins vegar með öfuga segulstefnu, ólíkt því sem er í Hellufjalli. Í Parthjallasniði voru 4 dílabasaltlög neðan segulskiptanna áætluð yfir 70 m þykk en ofan segulskipta a.m.k. 5 þunn öfugt segulmögnuð dílabasaltlög og syrpan í heild yfir 110 m þykk. Í fjörusniðinu eru einnig 4 dílabasaltlög neðan segulskipta, um 40 m þykk, og tvö ofan þeirra, þar af annað beltað. Heildarþykkt syrpunnar er þar um 50-55 m.

5. Þóleiðbasalt

Efst á Hellufjalli sunnanverðu er síðan þóleiðsyrpa sem myndar tvo fláka sitt hvoru megin við Eiðisá og er efst í fjörum sniðum, frá Hellukolli suður í Kýrlág. Nyrst er syrpan a.m.k. 5 lög og yfir 60 m en sniðið var þó ekki mælt alla leið upp á Hellukoll sem einnig úr þóleiði og þykktin því eitthvað meiri. Í sniðunum sunnar sjást færri lög og í Kýrlág syðst bara tvö og tæpir 20 m. Þunn rauð setlög sjást sums staðar á milli hraunlaga. Í syðri sniðunum eru bæði lögin með öfuga segulstefnu og stefnuskiptin því á syrpumörkum, en í nyrðri sniðunum mældust a.m.k. tvö þóleiðlög með rétta segulstefnu áður en skiptir yfir í öfuga. Í fyrirnefndum sniðum sunnan Pennu er syrpan fjölbreyttari, dílótt þóleið og dílabasaltlög koma fyrir og ólivínbasalt er algengt í strandsniðinu. Syrpan er um 60 m þykk í Mávársniði og strandsniði en mældist heldur þynnri í Parthjallasniði, 35-40 m. Svo til öll lög syrpunnar mældust með öfuga eða óvissa segulstefnu í þessum sniðum.

6. Dílabasalt - Mávársyrpa

Efst í Mávár- og Parthjallasniðum er dílabasaltsyrpa sem myndar hatta á hæðum upp af Mává og Parthjöllum. Í Mávársniði eru lögin tvö, hið neðra nokkuð auðkennilegt, 25-30% dílótt að jafnaði, dílarnir mest 3-5 mm og jafndreifðir um bergið. Dílamagn metið allt að 40% í öðrum sniðum. Efra lagið í Mávársniði er 15-20% dílótt, en 2. lag syrpunnar í sniði við Grenjadalsá er einnig metið allt að 40% dílótt. Undir neðsta laginu og milli laganna eru þunn rauð setlög. Hraunlög syrpunnar mælast með öfuga segulstefnu. Mesta þykkt syrpunnar í mældum sniðum er ekki nema um 10 m, en oftast eru dílabasaltlögin efstu lög í sniðum og efri mörk þar af leiðandi ekki fyrir hendi. Lög syrpunnar voru rakin frá Mávársniði niður í Parthjallasnið og einnig niður í suðurhlíð Grenjadals og áfram niður úr honum til strandar innan við eyðibýlið Þverá. Sums staðar á þeirri leið eru lögin a.m.k. þrjú og þykktin um 20 m.

7. Þóleiðtbasalt

Næst tekur við syrpa sem að mestu er úr þóleiðtlögum. Syrpan kemur öll fyrir í efsta hluta lengsta sniðins upp með Grenjadalsá, eftir að sniðið sveigir frá ánni upp á Þverárfjall, og einnig í sniðum upp gil framan í Þverárfjalli og vestan til í því. Í neðri hluta syrpannar eru lögin mörg með 5 til 15% dílahlutfall, dílarnir yfirleitt smáir og lögin gjarnan nokkuð misdílótt, en sum þeirra mætti greina sem dílabasalt vegna dílamagns. Í efri hluta syrpannar er meira um hefðbundin þóleiðtlög en dílótt lög koma þó einnig fyrir þar. Í Grenjadalsársniði eru lögin a.m.k. 14, meðalþykk og þykk og syrpan í heild um 120 m skv. striklínuathugunum. Í næsta sniði sunnar eru lögin a.m.k. 10 talsins og þykkt syrpannar hugsanlega heldur minni. Þunn rauð setlög eru oftast en ekki milli hraunlaganna. Mælingar í þremur sniðanna í Þverárfjalli sýndu öfuga segulstefnu í öllum lögum nema einu. Sunnan Þverár er syrpan neðst í sniðum og í strandsniði eru efri syrpuörkin um 600 m sunnan við ósa Þverár.

8. Dílabasalt - Hörgsnessyrpa

Dílabasalt myndar hatta á efsta hluta Þverárfjalls og þekur suðurhluta þess. Er efsta lagið í sniðum þar og mælist yfir 20 m þykkt, mjög stórstuðlað og stundum grófbeltað, með 20-30% hlutfall díla sem oft ná 5-10 mm stærð. Þetta lag er svo neðsta lag í dílabasaltsyrpu sem öll kemur fram í sniði upp með Nóná, hliðará Þverár, sunnan dalsins. Neðsta lagið er þar sem fyrr var lýst og jafnvel enn dílóttara á köflum. Næstu tvö lög eru heldur minna dílótt, yfirleitt 15-20%, en þar ofan á koma tvö mjög misdílótt lög og þegar dílunum sleppir greinast þau sem ólivínbasalt. Ofan til í syrpanni eru tvö lög sem greind voru sem þóleiðt, en a.m.k. annað þeirra er ólivínbasalt, ef ekki bæði. Efst eru svo tvö dílabasaltlög, það efsta 15-20% dílótt en dílar yfirleitt mun smærri en neðar í syrpanni. Það lag er 15-20 m þykkt og er í fjallsbrún inn eftir dalnum, ofan við hjallana sem hin þykku dílabasaltlögin mynda inn eftir dalshlíðinni. Oftast en ekki eru þunn setlög á milli hraunlaganna, yfirleitt rauð sandsteinslög en einnig fylgja þeim á nokkrum stöðum gul og ljós setlög sem virðast vera súr gjóska að uppruna. Segulmælingar gáfu flestar öfuga segulstefnu, en ofan við miðbik syrpannar eru þó tvö samliggjandi dílabasaltlög með rétta segulstefnu í Nónársniði og strandsniði og sömuleiðis er þóleiðtlag með rétta í sniði upp eftir Svarthamradal. Syrpan telur öðru hvoru megin við tug laga í framangreindum sniðum og heildarþykktin er a.m.k. 70 m í fjörunni en 90-100 m í hinum sniðunum og þykkar ef eitthvað er inn til landsins, til vesturs. Þessi syrpa stenst á við dílabasaltsyrpuna í Hörgsnesi austan Vatnsfjarðar og er kennd við það.

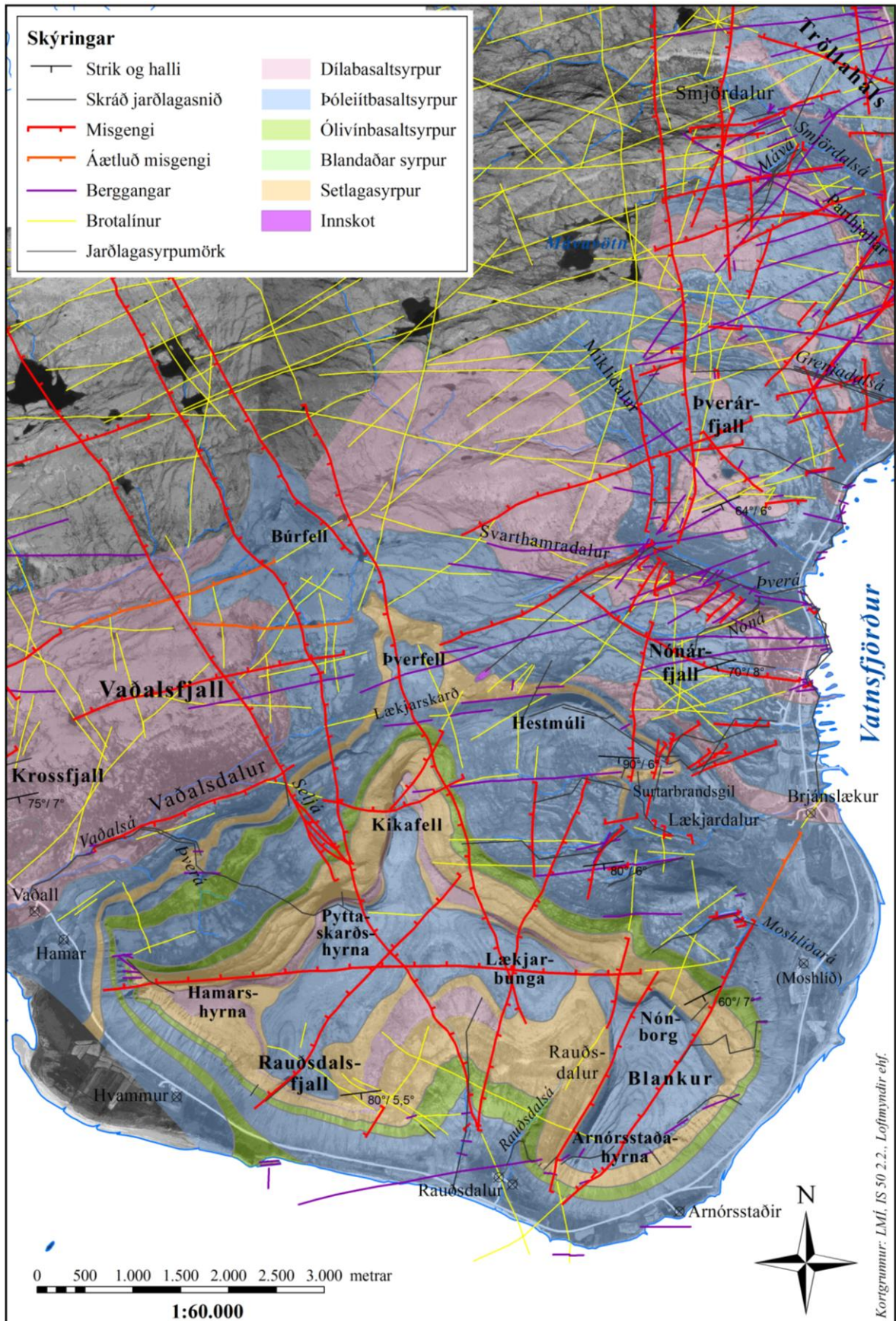
9. Þóleiðtbasalt - Nónárfjallssyrpa

Þóleiðt einkennir meginhluta næstu syrpu sem lýst hefur verið í efsta hluta Nónársniðs, í fjörunni suður fyrir Brjánslæk og í sniðum í giljum þar upp af og upp í hlíðar Hestmúla. Syrpan nær upp undir setlagamyndunina í Surtarbrandsgili. Meðalþykk og þykk þóleiðtlög einkenna neðri hluta syrpannar og rauð setlög á milli þeirra, tvö um 1 m þykk en flest þunn. Suður undir Hestmúla koma þó einnig fyrir dílabasaltlög og ólivínbasaltlög eru efst í syrpanni, neðst í norðurhlíð Múlans, þar sem einnig er nokkur eyða í sniðinu. Minna er þar um setlög milli hraunlaga ofan til og þá öll þunn. Dílabasaltlögin eru a.m.k. þrjú, neðar eru tvö frekar þunn 10-20% smádílótt lög sem mynda allbreiðan fláka inn með Hestmúlanum en þau hverfa skyndilega er kemur fram á stallbrún sem þar er norður af háfjallinu. Ofan á því er svo 20-30% dílótt lag, mest 3-6 mm plagióklasdílar en þó nokkuð um stóra díla, allt að 15 mm. Auk þess eru einnig í laginu

pyroxen og ólívíndílar. Undir NA-verðum Hestmúla rís lagið upp í ljós-rauðgráan hól sem er greinilega klepra- og gjallgígur eins og ljósmyndir í ritgerðum Ástu Þorleifsdóttur (1984) og Björgvins Guðjónssonar (1986) sýna. Dæld er í miðum hólnum og hann er greinilega úr sama stórdílabasaltinu sem þekur 300-500 m geira norðurvestur til norðaustur af hólnum. Austan við gíginn virðast næstu jarðlög staflans ofan við dílabasaltið vera í sambærilegri hæð og gígurinn og því hafa runnið upp að honum. Segulstefnumælingar á lögum syrpu gáfu misvísandi niðurstöður í sniðunum, en nákvæmar mælingar Leós Kristjánssonar (McDougall o.fl., 1984) sýna að neðri hlutinn hefur öfuga segulstefnu en nokkur efstu lögin rétta, ofan við dílabasaltlögin. Striklínuathuganir á þykkt syrpu gefa til kynna að hún sé yfir 150 m þykk, líklega allt að 180 m, og nokkuð jafnþykk á þessu svæði.

10. Setlagakafli - Brjánslækjarsyrpa

Setlög í Surtarbrandsgili og gosmyndanir og hraunlög sem fylgja setlögum mynda næstu syrpu sem lýst er á þessu svæði. Setlögum hefur áður verið lýst nokkuð nákvæmlega af Walter Friedrich (1966) og Friðgeiri Grímssyni (2007, Denk o.fl., 2011) í opnunum í Surtarbrandsgili og í gili Seljár í Vaðalsdal. Á báðum stöðum er allt að 20 m þykkur bunki af setlögum, mest fínlagskiptum sandsteins- og siltsteinslögum, sem sest hafa til í vatni og innihalda steingerðar plöntuleifar og lög af surtarbrandi. Ofan á setlögum eru svo gjall- og bólstrakennd og smákubbastuðluð hraunlög sem greinilega hafa runnið út í vatn eða votlendi og á blautt set. Til suðurs frá Surtarbrandsgili hverfa setlögin í gróna skriðu og koma ekki fram í sniðum í giljunum í suðurhlíð Lækjardals. Norðan við Surtarbrandsgilið sést af og til í setlög og gjall- og gjóskumyndun ofan á þeim út í austurenda Hestmúla en setlögin greinilega mun þynnri þar. Í sniði í norðanverðum Hestmúla sést einnig í gjall- og gjóskumyndun sem Friedrich (1966) lýsti og kallaði gjóskubrotaberg (tuffagglomerat). Lagið er yfir 10 m þykkt í þar, þynnist út til suðausturs en stendur út úr skriðum í norðanverðum Hestmúla og virðist þykkna til vesturs. Í því eru margar basaltbombur svo eldstöðvar hafa verið nálægar. Ofan á er svo kubbastuðlað þóleiútlag og þar á ofan 0,4 m fínlagskipt leir- og siltsteinslag með surtarbrandi. Hraunlögin ofan við setlagið hafa verið rakin til baka yfir í Surtarbrandsgil og reyndist þetta setlag vera staðsett tveimur hraunlagamótum ofar í staflanum en setlagabunkinn þar (Björgvin Guðjónsson, 1986). Gjóskubrotabergið er því á samsvarandi stað í staflanum og gjallkennda lagið ofan á setlagabunkanum í Gilinu. Þegar kemur NV fyrir Hestmúlann taka við kubbabergshrúgöld og strýtur, sumar 15-20 m háar, en í gili sem gengur inn í Lækjarskarð þar inn af er aftur að finna þykk lög af gjóskubergi með kubbabergseitlum og hrúgum. Þessi myndun heldur áfram til norðurs, norður með Þverfelli, og er á því svæði a.m.k. 30-40 m þykk. Vestan við Lækjarskarð er svo komið ofan í Vaðalsdal og þar má finna og rekja þessa myndun í a.m.k. sex giljum niður suðurhlíð dalsins og fram í hvassa fjallsbrúnina ofan við bæinn Hamar, en hverfur fljótt í skriður vestan við brúnina. Í Seljargili er setlagabunkinn með steingervingunum undir þessari gjósku-, gjall og kubbabergsmýndun, en ofan á/í henni eru einnig setfyllur með surtarbrandslagi efst og síðan reyndar aftur kubbaberg og gjall- og gjóskuberg þar ofar. Í brúninni ofan við Hamar er svipuð röð, um 5 m setfylla ofan á gjall- og gjóskubergi með surtarbrandslagi efst og svo meira af kubbabergi þar ofan við. Heildarþykkt allrar syrpu er þar um 25-30 m, í giljum Vaðalsdals yfirleitt á bilinu 30-40 m nema í Seljargili þar sem þykktin upp fyrir efsta kubbaberg er yfir 50 m. Syrpan situr alls staðar þar sem til sést á yfir 20 m þykku þóleiútlagi með rétta segulstefnu sem myndar nokkuð samfelldan stall inn eftir Vaðalsdalnum. Segulmælingar á kubbabergsköflunum í mynduninni gefa líka rétta segulstefnu. Þessi setlagasyrpa tengist til austurs setlagasyrpu



Mynd 4.8. Hlutakort 7. Vatnsfjörður suðvestanverður.

sem lýst hefur verið á þremur austustu svæðunum og eðlilegt að kenna syrpana í heild við þekktustu opnur í hana í gilinu upp af Brjánslæk og nefna Brjánslækjarsyrpu.

11. Þóleiítbasalt - Lækjardalssyrpa

Ofan á setlaga-, gjósku- og kubbabergsmyndunina leggst þykk syrpa þunnra hraunlaga í sniðum í Hestmúla, en einkum í giljunum í suðurhlíð Lækjardals. Milli 40 og 50 hraunlög eru í syrpanni í hverju þriggja sniða þar, flest á bilinu 3-6 m þykk og þrátt fyrir þykkari lög, einkum neðan til en eitt efst, nær meðalþykkt laganna ekki 5 m. Flest hraunlögin voru greind sem þóleiít en þó einnig nokkur ólivínbasaltlög í neðri hluta syrpannar í sniðum í Hestmúla og Moshlíðarágili og lausleg athugun í Smalagötugili bendir til að þar sé einnig að finna ólivínbasalt þó öll hraunlögin hafi verið greind sem þóleiít þegar sniðið var mælt. Yfirleitt eru ekki setlög milli hraunlaganna en þunn rauð setlög koma þó fyrir á nokkrum stöðum milli hraunlaga og einnig svört sandsteinslög. Um miðbik syrpannar er ljósgráa lag með um 10% hlutfall smárra plagíóklasdíla sem nokkuð auðveldlega má rekja frá Hestmúla suður að Moshlíðará. Samtals er syrpan á því svæði a.m.k. 200 til 240 m þykk og virðist þykkna til SA jafnframt því sem lögunum fjölgar. Efstu lög syrpannar eru svo neðst í sniði framan í Arnórsstaðahyrnu, í neðsta hluta sniðs upp með Rauðsdalsá og sjást vel í fjörunni fram undan Rauðsdal og Rauðsdalsfjalli. Í Vaðalsdal var mælt snið upp farveg Þverár og áfram alveg upp á Pyttaskarðshyrnu. Þar eru hraunlög þessarar þunnlögóttu syrpu a.m.k. 43 talsins en nokkrar eyður að auki og heildarþykkt syrpannar tæpir 200 m. Öll hraunlög í því sniði voru greind sem þóleiít en lausleg skoðun á leið um svæðið leiddi í ljós að þar eru einnig ólivínbasaltlög inn á milli. Setlög þar örfá og örþunn en eyðurnar gætu að auki hulið einhver. Athugun á jarðlögum í vesturbrún fjallsins, úr Vaðalsdal og upp í Hamarshyrnu, leiddi í ljós 15 m þykkt beltað ólivínbasaltlag, um 70 -80 m ofan við neðri syrpuörkin og að fleiri þunn hraunlög á um 50 m kafla þar beggja vegna við bera einkenni ólivínbasalts. Svo til allar segulmælingar á lögum syrpannar í öllum sniðum gáfu rétta segulstefnu.

12. Ólivínbasalt - Moshlíðarsyrpa

Efst í tveimur giljasniðanna í suðurhlíð Lækjardals tekur ólivínbasalt við af þunnlögóttu þóleiítinu og blasir einnig við sem mjög dökkur kafli í klettabeltinu í austurhlíð Blanksins, sunnan við eyðibýlið Moshlíð. Í sniði upp hlíðina þar og áfram upp fjallskantinn er um 35 m þykkt beltað ólivínbasaltlag og ofan á því nokkur þunn ólivínbasaltlög, alls um 60 m syrpa sem kenna má við Moshlíð. Í næstu sniðum til suðurs er syrpan um 75 m framan í Arnórsstaðahyrnu, a.m.k. 40 m í horni hennar upp af Rauðsdal og 50 m í Rauðdalsfjalli. Í fjallsbrúninni NV af Hamarshyrnu er a.m.k. 25 m þykkur kafli af þunnlögóttu ólivínbasalti. Lög syrpannar mælast í öllum þessum sniðum með öfuga segulstefnu. Setlög finnast varla milli hraunlaga í syrpanni en setlag er sums staðar á neðri syrpuörkunum, allt að 5 m þykkt. Í sniðinu upp með Þverá í Vaðalsdal var hvergi greint ólivínbasalt en neðan við Pyttaskarðshyrnu, skammt frá sniðlínunni er um 35-40 m stallur sem að mestu virðist vera úr ólivínbasalti. Í efri hluta sniðsins eru skráð sjö 5-13 m þykk þóleiíthraunlög með öfuga segulstefnu en skammt neðan þeirra er skráður um 50 m þykkur kafli 2-4 m þykkra hraunlaga sem líklega eru þessi ólivínbasaltstallar, þó greind væru sem þóleiít og mældust nærri öll með rétta segulstefnu.

13. Þóleiítbasalt

Í sniðum í hlíðum Blanks og Arnórsstaðahyrnu og upp fjallshornið ofan við Rauðsdal tekur næst við þunnlöggótt hraunlagasyrpa, 2-5 m lög að mestu neðan til en nokkur 5-10 m þykk lög efst. Samtals eru lögin um og yfir 20 talsins, heldur fleiri og þynnri upp af Rauðsdal en austar. Mest eru þetta dílalítil þóleiítlög en ólivínbasalt kemur einnig fyrir, m.a. ofan við þykkt setlag um miðbik syrpu í tveimur sniðanna. Setlagið mælist 5 til 10 m þykkt í sniðunum og er marglitt og lagskipt, leir-, silt- og sandsteinn, nokkrir kaflar ljósir á lit og greinilega súr gjóska að uppruna. Efst er 0,5-1 m af rauðum lagskiptum sandsteini og milli hraunlaga ofan við þykka setið eru dæmigerð 0,1-1,0 m rauð setlög algeng en sjást varla í þunnlöggóttu staflanum undir. Öll lög syrpu mældust með öfuga segulstefnu í þessum sniðum. Í sniði framan í Rauðsdalsfjalli eru einungis 8 þunn þóleiítlög sem mældust með öfuga segulstefnu ofan á ólivínbasaltsyrpu undir og 2,5 og 1,5 m setlög milli þriggja efstu laganna. Syrpan þá bara um 30 m þar. Í efri hluta sniðsins upp með Þverá í Vaðalsdal eru skráð sjö 5-13 m þykk þóleiíthraunlög með öfuga segulstefnu en einungis þunn rauð setlög milli þriggja efstu laga þar.

14. Setlagakafli - Rauðsdalssyrpa

Í sniðunum í hlíðum Blanks og Arnórsstaðahyrnu tekur næst við syrpa þar sem 3 til 5 þykk setlög fléttast saman við hraunlög, mest þóleiítlög en dílabasalt er þar á kafla og þunn ólivínbasaltlög inn á milli. Hraunlögin mælast öll með rétta segulstefnu. Þykkt hvers setlagakafla er greinilega breytileg, frá nokkrum metrum upp í 10-15 m þar sem mest er. Sömuleiðis er fjöldi hraunlaga á milli þeirra misjafn og breytilegur milli sömu setlaganna, oft bara eitt en stundum 2-4 lög eða hraunbelti og þá oftast en ekki af þynnri gerðinni. Setkaflarnir eru lagskiptir og marglitir, mest silt- og sandsteinslög og greinilegt að gjóska er ríkur þáttur í setinu, bæði súr og basísk. Þykkt syrpu í heild er á þessu svæði yfirleitt á bilinu 30 til 50 m og setlagahlutinn oftast en ekki meiri en hraunlaganna. Efsta setlagið myndar stall og er auðrakið í klettabelti fjallsins fram í horn Arnórsstaðahyrnu. Þegar suðvestar dregur er miðbik setlagsins á köflum harðara, er þá móbergslegt ásýndum og að mestu úr basískri gjósku. Þar er dílabasalt bæði undir og ofan á setinu. Í sniðinu í Rauðsdalsfjalli eru þrjú 5 til 8 m þykk setlög neðst í syrpu en á milli þeirra tvö þykk þóleiítlög, 15 og 20 m auk eins þunns. Ofan við þriðja setlagið er svo rúmur tugur þunnra laga, mest þóleiít, áður en kemur að 10-15 m þykku dílabasaltlagi. Tveimur hraunlögum ofar er svo efsta lag syrpu, 10-15 m setlag sem að mestu er gert úr harðsamblímdri gjósku og er eiginlega móberg. Brúnt að lit, veggbratt og sker sig úr í klettabelti fjallsins. Ofarlega í Þverársniði í Vaðalsdal er um 10 m þykkt setlag á segulstefnuskiptum úr öfugri yfir í rétta en næst sést í setlag 70-80 m ofar, efstu 1-2 m setlags undir 20 m þykku dílabasalti. Þar á milli eru þó tvær eyður, 15 og 20 m og líklegra en ekki að í þeim felist setlög. Móbergslagið, efsta lag syrpu, er svo einu 5 m þykku hraunlagi ofar en dílabasaltið og er um 5 m þykkt, þar af móberg 4 m en efsti metrinn rauður sandsteinn.

Dílabasaltlagið í Rauðsdalsfjalli er auðrakið í stalli inn á það austanvert og þykkar þar í yfir 20 m. Jafnframt breytist setlagið undir því úr þunnu rauðu millilagi í a.m.k. 2-4 metra þykkt setlag. Rauður sandsteinn efst, móbergslegur brúnn sandsteinn með grófum linsum um miðbikið og fínna ljós- og gulbrúnt set undir sem greinilega er úr súrri gjósku að hluta. Til vesturs má rekja dílabasaltið nokkuð samfelld norður fyrir Hamarshyrnu, þaðan í Pyttaskarðshyrnu og norður fyrir Kikafell. Víðast á þessari leið er það 20-25 m þykkt og áfram þykkt suður í austurhlíð Lækjarbungu en virðist þynnast og hverfa áður en kemur í snið upp í Nónborg. Móbergsetið er einu eða tveimur hraunlögum ofan við dílabasaltið

og þynnist greinilega til norðurs og austurs og sést norður í Kikafell en er ekki áberandi austan þess og þaðan til suðurs.

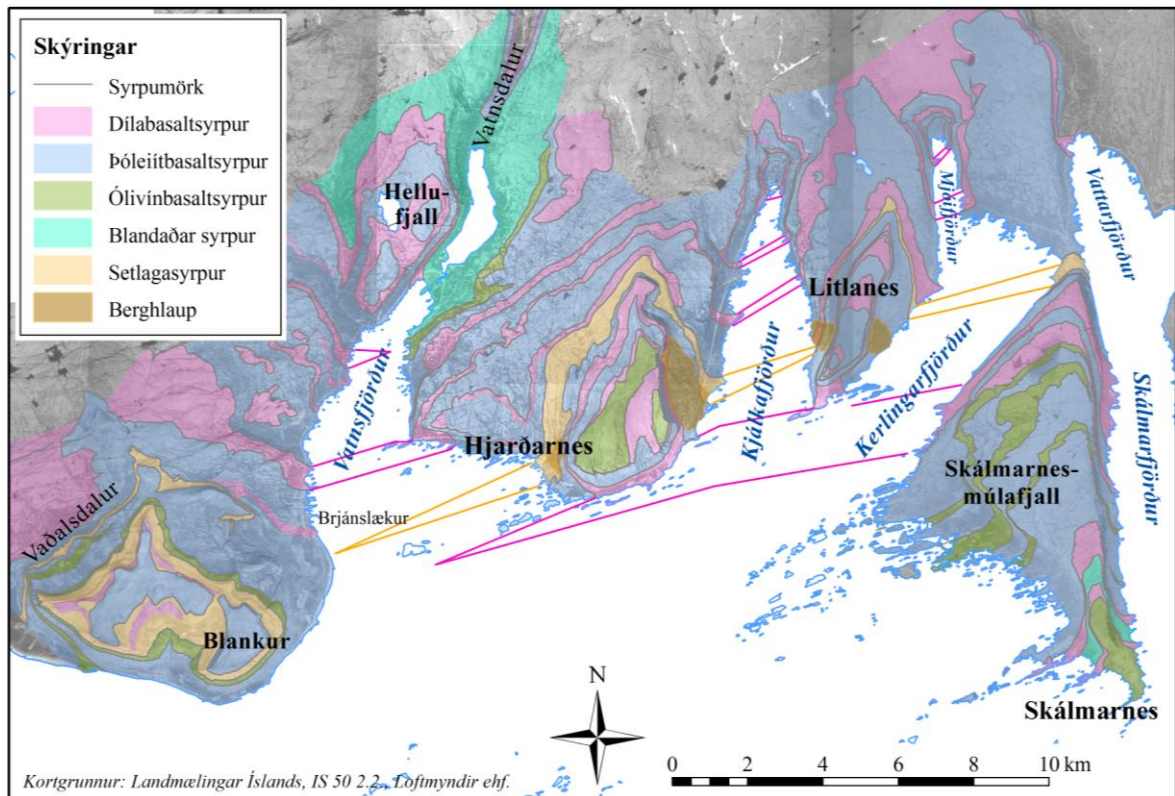
15. Þóleiítbasalt - Arnórsstaðahyrnusyrpa

Efsta syrpan á þessu svæði er að mestu úr þóleiíthraunlögum og er þykkust í sniði sem nær upp í topp Arnórsstaðahyrnu, alls um 20 hraunlög og syrpan samtals a.m.k. 150 m þykk. Neðri hluti syrpannar er að mestu 4-6 m þykk lög og engin setlög á milli þeirra, en í efri hlutanum koma inn þykk þóleiítlög og rauð setlög eru yfirleitt á milli hraunlaga, 0,1-1 m þykk. Í efsta hluta sniðs í Rauðsdalsfjalli eru 8 lög í syrpanni, í efsta hluta Þverársniðs í Pyttaskarðshyrnu eru 4 lög og í Kikafelli eru a.m.k. 7-8 hraunlög sjáanleg ofan við efsta setlag syrpannar undir, móbergslagið. Í mældum sniðum reyndust öll hraunlögin sýna rétta segulstefnu og mælingar McDougall og féлага (1984) staðfesta þá niðurstöðu þar sem efsti hluti samsetts vestursniðs þeirra (snið JF) liggur upp í topp Arnórsstaðahyrnu. Þar tóku þeir sýni til K/Ar aldursgreininga úr 6 af 12 efstu lögunum í efstu 80 m staflans og fengu aldursniðurstöður á bilinu 11,48 til 12,02 Ma fyrir einstök hraunlög en gefa svo upp sem meðalaldurinn 11,8 +/- 0,2 Ma fyrir kaflann í heild.

4.6 Tengingar milli svæðanna

Tenging á jarðlagasyrpum milli þeirra svæða sem hér hefur verið lýst að framan er yfirleitt auðveld, einkum austan til, og blasir oftast við þegar litið er á hlutakortin á myndum 4.2 til 4.8. Í velflestum tilfellum standast þar á syrpur úr samskonar bergi yfir firði eða fjöll og oftast nokkurn veginn í strikstefnu, 60-80°. Yfir Mjóafjörð standast á tvær syrpur af dílabasalti og þær tengjast einnig yfir innanverðan Kjálkafjörð. Neðan við þær tengist þriðja dílabasaltsyrpan yfir botn fjarðarins. Setlagasyrpa stenst einnig á yfir Kerlingarfjörð sunnan við Borgarnes og áfram til vesturs yfir Litlanes og Kjálkafjörð. Dílabasaltsyrpan yst á Litlanesi tengist austur yfir Kerlingarfjörð við dílabasaltsyrpu í sniðinu í Öxlum nyrst í Skálmarnesmúlafjalli. Hana má einnig tengja vestur yfir Kjálkafjörð við dílabasalt í fjöru yst á Hjarðarnesi SA-verðu. Syrpan kemur ekki fram vestan Vatnsfjarðar. Þessa syrpu má kenna við Litlanes. Þessar tengingar á dílabasalt- og setlagasyrpum milli svæðanna eru allar sýndar á mynd 4.9 ásamt nokkrum fleiri líklegum tengingum.

Yfir utanverðan Mjóafjörð og miðjan Kjálkafjörð tengist dílabasaltsyrpa og myndar Langanes á vesturströnd Kjálkafjarðar en liggur svo upp Barkárfjall og inn í Þverárdal og svo áfram norður fyrir fjallið. Þaðan má að rekja syrpu með striklínunum saman við dílabasaltsyrpu sem liggur frá Hörgsnesi upp horn Fossárfjalls og NA eftir því yfir í SV-hlíð Þingmannaárdals. Hörgsnessyrpan stenst svo vel á við dílabasaltsyrpu í Nónárgili vestan Vatnsfjarðar sem einnig krýnir Þverárfjall þar norður af. Hörgsnessyrpan tengir því saman öll svæðin fimm sem áður var lýst. Sama má segja um setlagasyrpu sem áður var lýst hvernig tengdist yfir firðina austar. Hún kemur svo fram í opnum upp með Fossá á miðju utanverðu Hjarðarnesi og kallast þaðan á yfir mynni Vatnsfjarðar við setlagasyrpu upp af Brjánslæk. Séu þessir setlagakaflar við Fossá og í Surtarbrandsgili framlengdir niður á strönd með striklínuaðferð verður stefna á milli þeirra nokkru norðlægari en mæld strikstefna á þessum svæðum þannig að setlögin standast ekki nákvæmlega á þarna á milli, Brjánslækjarsetið virðist liggja heldur hærra í jarðlagastaflanum en setið upp með Fossá. Setlagasyrpu er í heild sinni rétt að kenna við Brjánslæk, sem frá fornu fari er þekktasta nafnið sem henni tengist.

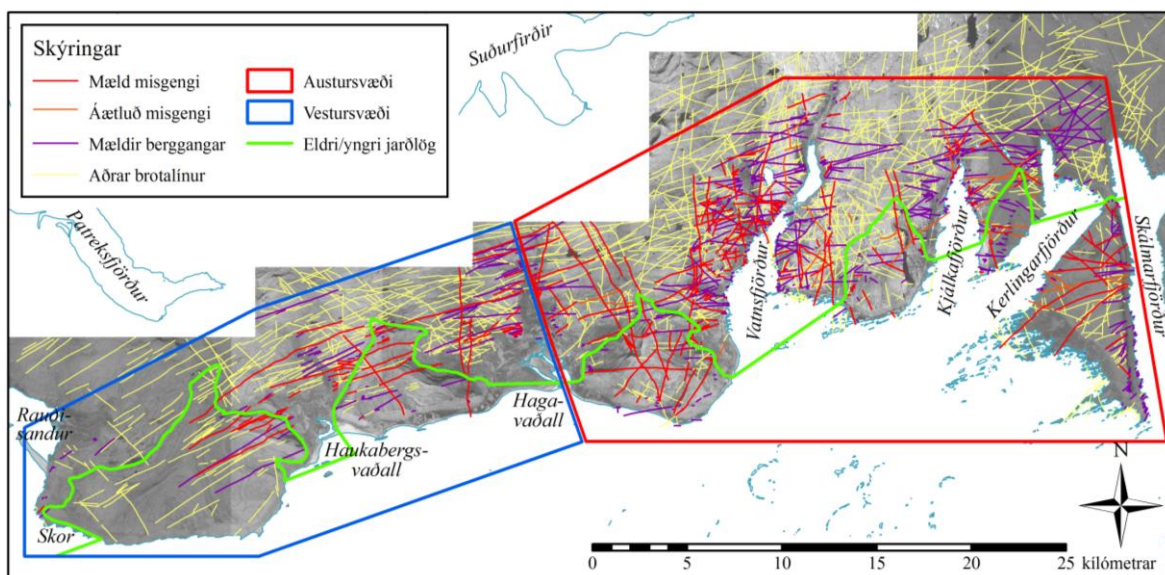


Mynd 4.9. Yfirlitskort. Jarðlagasyrputengingar milli svæða.

Við innanverðan Vatnsfjörð og yfir Vatnsdal þar inn af standast syrpur ekki jafn vel á og austur. Eins og fram kemur í syrpulýsingum á þeim svæðum virðist á köflum verulegur breytileiki í gerð jarðlaga í strikstefnu auk tíðra skipta lóðrétt milli bergerða. Það, ásamt strjálum opnum, gerir að verkum að erfitt var að skilgreina þar og rekja jarðlagasyrpur. Heldur fleiri voru skilgreindar vestan fjarðar og vatns en austan og því verður að líta svo á að þær syrpur þynnist út til austurs, ef svo má segja, við það að hraunlög annarra berggerða fléttist saman við þær eða jarðlög þeirra nái ekki austur yfir og önnur taki við.

5 Höggun

Hálendið við norðanverðan Breiðafjörð er yfirleitt gróður- og jarðvegslítið. Jökulskafinn berggrunnurinn blasir við, brotalínur í honum sjást víða mjög greinilega og meginstefnur þeirra koma ljóslega fram á loftmyndum. Hægt er að rekja brotalínurnar langar leiðir og jafnvel yfir dali milli fjalla og tengja þær yfir firði. Athuganir hafa sýnt að mikill meirihluti brotalínanna tengist berggöngum sem skera jarðlagastaflann. Oft má rekja þær gangalínur marga kílómetra eða jafnvel tugi kílómetra um fjöllin upp af Barðaströnd. En einnig er ljóst að margir þeir gangar sem skráðir hafa verið við kortlagningu mynda hvorki svo séð verði né tengjast slíkum brotalínum. Nokkrar af lengri brotalínunum tengjast misgengjum en yfirleitt eru línur sem tengjast misgengjum stuttar, ef þá á annað borð markar nokkuð fyrir þeim, og nokkur stærstu misgengin, með færslu sem nemur tugum metra, koma frekar illa fram í landslagi. Loftmyndir gefa því ekki alveg raunsanna mynd af höggun svæðisins, en megindrættirnir koma fram.



Mynd 5.1. Yfirlit yfir höggun og skipting svæðisins við tölfræðiúrvinnslu.

Uppi á fjalllendi svæðisins eru, auk brotalínanna, einnig á nokkrum stöðum greinanlegir misgengisstallar sem rekja má langar leiðir um landið og á loftmyndum. Stallarnir eru oft nokkurra metra háir, skera jökulsorfinn berggrunn en hafa lítið verið mótaðir af þeim jöklum. Misgengin hafa því verið virk um eða eftir að jöklar hörfuðu af svæðinu á síðari hluta eða í lok ísaldar, eins og fyrr hefur verið bent á t.d. af Ágústi Guðmundssyni (1984).

Ágúst rannsakaði höggun á sunnanverðum Vestfjörðum og birti niðurstöður athugana á um 400 göngum og um 70 misgengjum í 15 sniðum þar. Meirihluti þeirra athugana var í sniðum á því sama svæði og hér hefur verið lýst, 9 af 15 sniðum, og 3 snið að auki vestar á Barðaströnd þar sem jarðfræðinemar frá H.Í. hafa stundað kortlagningarnám og höfundur einnig farið um. Samtals eru því um 300 af þeim um 400 göngum sem Ágúst skoðaði þeir sömu og eru nú skráðir í gagnagrunn jarðfræðikortsins, úr kortlagningu jarðfræðinemma

og viðbætur eftir yfirferð höfundar. Að líkindum er svipað hlutfall þeirra misgengja sem Ágúst skoðaði einnig á þessu svæði. Niðurstöður Ágústs byggja því í raun að miklu leyti á vænu úrtaki úr göngum og misgengjum svæðisins, enda er samræmi yfirleitt gott á milli þeirra og þess sem úrvinnsla úr gagnagrunninum leiddi af sér.

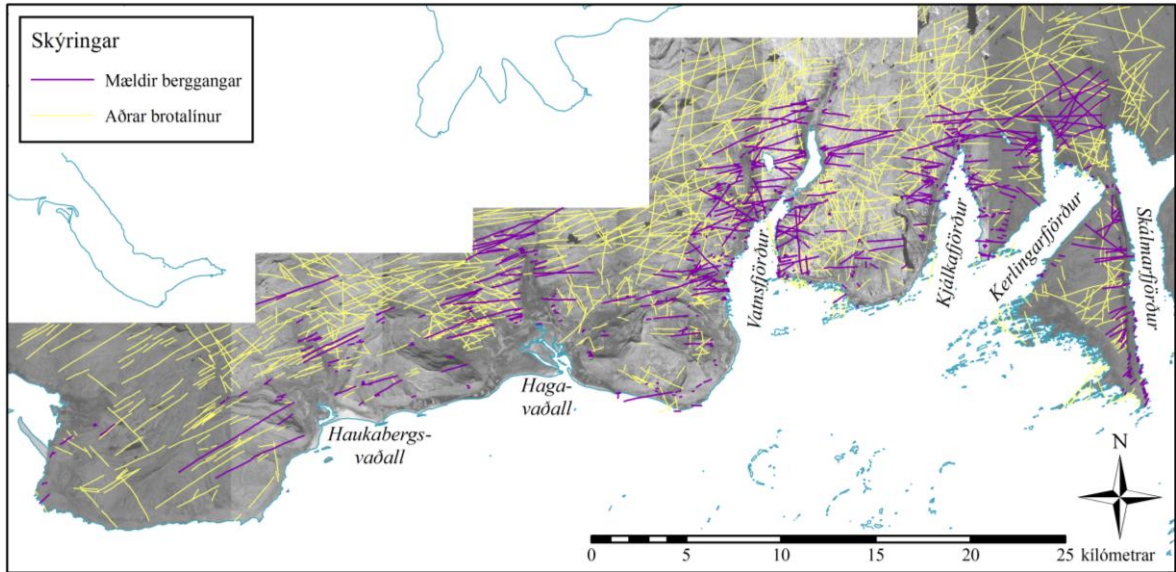
Í gagnagrunni jarðfræðikortsins eru nú skráðar hnitbundnar upplýsingar um 800 athuganir á göngum og um 300 athuganir á misgengjum á svæði frá Vattarfirði í austri og vestur á Flatafjall upp af Siglunesi, auk nokkurra við austanverðan Rauðasand. Í grunninum hefur verið slegið saman í eina skráningu upplýsingum sem greinilega eiga við um sama fyrirbærið á svipuðum stað, eða ef athuganir falla greinilega á sömu brotalínu á loftmynd þó nokkur vegalengd sé á milli þeirra. Allra athugana er þó yfirleitt getið í þeirri skráningu. Í gagnagrunninum er einnig víða getið um hugsanlegar tengingar á milli skráðra athugana á göngum og misgengjum. Þær tengingar eru þá byggðar á stefnu og þykkt eða færslu, en ef ekki sjást á loftmyndum greinileg merki um að fyrirbærin tengist eru skráningarnar ekki sameinaðar. Hins vegar er ljóst að margar þessara tenginga eiga rétt á sér. Berggangar uppi í fjallsbrún koma mjög væntanlega fram í fjörunni undir þótt ekki sé alveg ljóst hvar þeir liggja huldur skriðum og jarðvegi og hvaða athuganir uppi og niðri tengjast sama gangi. Langar brotalínur á svæðinu sýna að gangar og misgengi geta vel verið tugir kílómetra á lengd og legið undir firði og gegnum fjöll án þess ummerki þeirra sjáist alla þá leið á loftmyndum. Því er líklegt að í gagnagrunninum séu stundum fleiri en ein skráning á sama fyrirbærinu og raunverulegur fjöldi bergganga og misgengja sem lýst hefur verið á svæðinu líklega nokkru minni en skráðra athugana í gagnagrunni. Sama á reyndar við um athuganir Ágústs Guðmundssonar (1984) þó ekki sé í jafn miklum mæli, lengri gangar gætu hæglega komið þar fram í fleiri en einu sniði. Á móti kemur þó að opnur eru ekki fullkomnar og gangar og misgengi gætu leynst í eyðum. Athugunarsvæðið er hinsvegar mjög víða með klettóttum ströndum þar sem berggrunnur sést í fremur samfelldum opnum.

Í eftirfarandi umfjöllun og samantekt um bergganga og misgengi verður gagnagrunnurinn nýttur til fulls og fjallað um allt svæðið frá Vattarfirði og vestur að Rauðasandi. Þessu svæði er þó iðulega skipt upp í austur- og vesturhluta og þá fellur austurhlutinn saman við það svæði sem jarðlagasýrpulýsingarnar ná yfir, svæðið frá Vattarfirði að Hagavaðli.

5.1 Berggangar

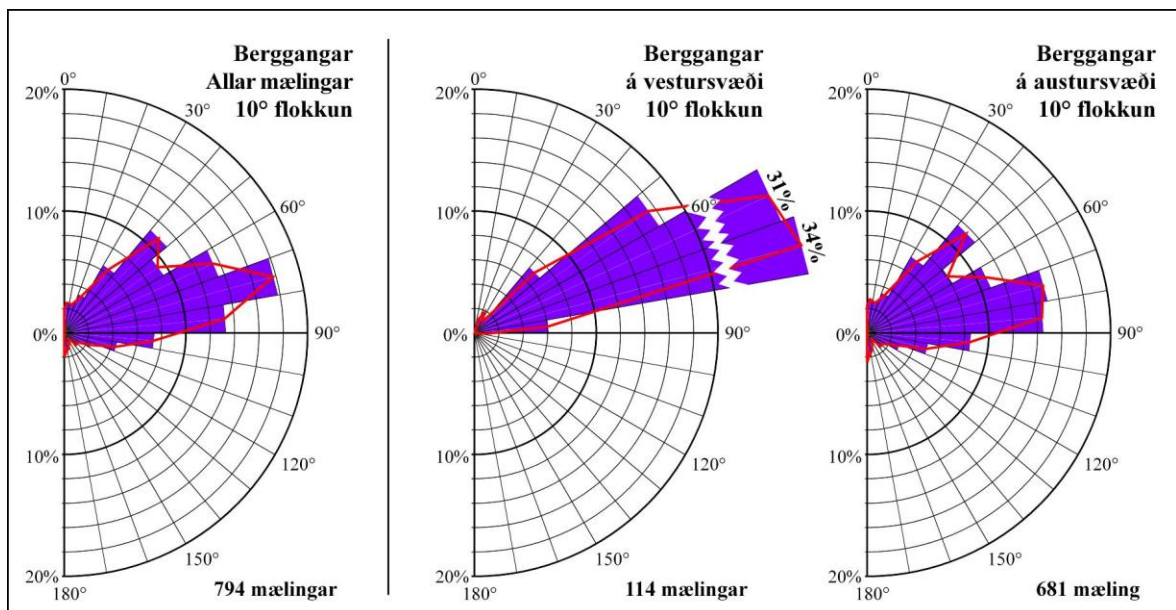
Á mynd 5.2 er yfirlit yfir kortlagða ganga á athugunarsvæðinu. Mest ber þar á göngum sem tengjast brotalínum sem sjást á loftmyndunum í grunni kortsins, en þeir gangar sem ekki vottar að ráði fyrir á myndunum eru á kortinu táknáðir með striki sem er 100 m langt á mælikvarða þess. Um helmingur athugana fellur í hvorn flokk.

Ríkjandi stefna ganga á athugunarsvæðinu öllu er ANA-VSV, um 52% mælinga falla á stefnubilið 60-100°. Minni toppur sýnir NA-SV stefnu, 27% mælinga falla á bilið 30-60°. Gangarnir standa flestir nær hornréttir á hraunlög staflans, hallinn mælist um eða yfir 80° í velflestum tilvikum og oftast en ekki er sá halli í andstæða átt við halla jarðlaga, sem þá gefur til kynna að gangurinn hafi snarast með staflanum. Þykkt ganganna er á bilinu frá innan við 1 m og upp fyrir 20 m, meðalþykkt reiknast sléttir 4 m. Á allnokkrum stöðum sjást gangar með mismunandi stefnur skerast og í sumum tilfellum má greina hvor er yngri. Ekki reyndist þó í heildina sjáanleg nein regla um að afstæðan aldur helstu gangastefna og jafnvel dæmi um að tveir gangakrossar með svipaðar stefnur ganga skærust hvor á sinn veginn.



Mynd 5.2. Yfirlitskort. Mældir gangar og óskýrðar brotalínur skv. loftmyndatúlkun.

Gangar á svæðinu eru greinilega misdreifðir í staflanum, þéttari á köflum en strjállir annars staðar. Auðgreindar gangaþyrpingar eru þó ekki til staðar með þeim þéttleika ganga sem lýst hefur verið á Austfjörðum, enda tengjast þyrpingarnar þar megineldstöðvum sem ekki eru til staðar á þessu svæði. Ágúst Guðmundsson (1984) lagði mat á hlutfallslega gliðnum um gangana og niðurstaðan var 5-6% að jafnaði í sniðum sem valinn var staður þar sem gangar eru hvað tíðastir og opnur samfelldastar. Það er um helmingur þess sem mælist í gangaþyrpingum eystra. Á sunnanverðu Skálmarnesi eru gangar tíðir og hafa að auki velflestir mjög svipaða stefnu, NA-SV, og eru því þyrpingarlegri en yfirleitt gerist á athugunarsvæðinu. Lausleg áætlun gefur til kynna að gliðnun um þá sé sambærileg á við það sem Ágúst mældi, 5-6%. Svo vill til að í NA stefna þeir á Reiphólsfjöll, þar sem er súrt berg og megineldstöð (McDougall o.fl., 1984), en til SV er stefnan til Flateyjar, þar sem einnig er talið að leynist megineldstöð (Haukur Jóhannesson, 1980, 1986).



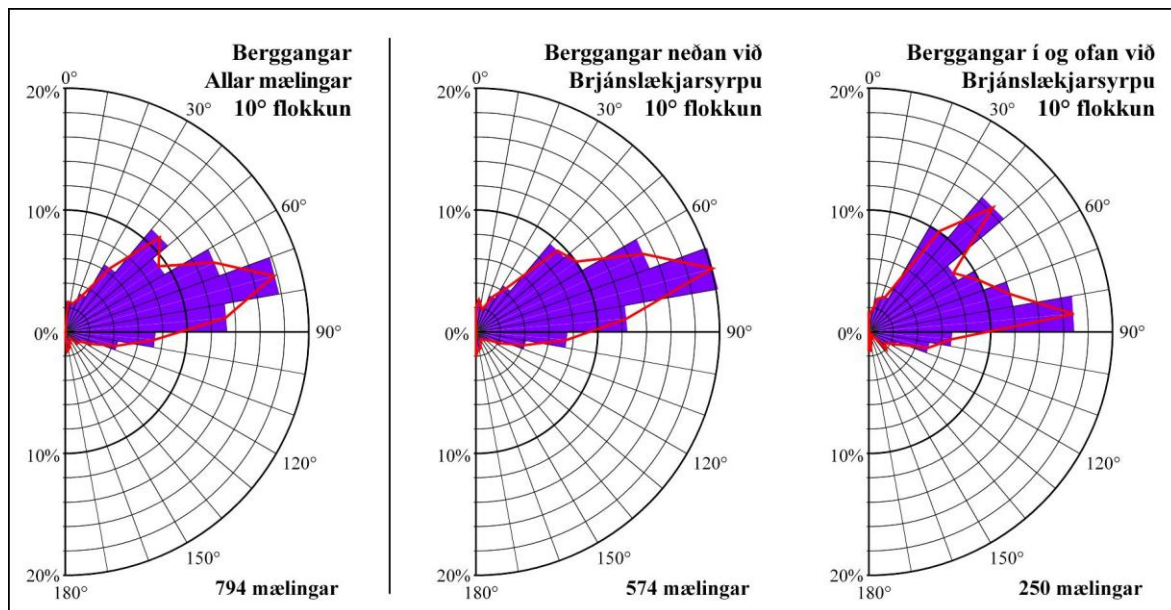
Mynd 5.3. Stefnutíðni bergganga og breytileiki milli vestur- og austursvæða.

5.1.1 Breytileiki í gangastefnu eftir svæðum

Á yfirlitskortinu á mynd 5.2 sést nokkur munur á gangamynstri á austur- og vesturhluta athugunarsvæðisins. Niðurstöður athugunar á þeim breytileika eru sýndar á mynd 5.3. Greinilegt er að á vestursvæðinu er ANA-VSV stefna algjörlega ríkjandi og yfir 80% mælinga falla á stefnubilið 50-80°. Á austursvæðinu er ríkjandi stefnan nokkru austlægari, um 40% mælinga á bilinu frá 60-90°. NA-SV gangastefna er þar betur aðgreind en þegar allar mælingar eru teknar saman, þó svo í báðum tilfellum séu um 27% mælinga á bilinu 30-60°.

5.1.2 Breytileiki eftir aldri jarðlagastaflans

Svo virðist sem færri brotalínur séu greinanlegar í yngri hluta jarðlagastaflans sem myndar nokkra 300-600 m háa fjallsmúla á Barðaströnd og milli fjarðanna austar. Athugað var hvort hlutfallsleg tíðni gangastefna reynist mismunandi í staflanum neðan og ofan við Brjánslækjarsyrpuna og jarðlagastaflanum skipt um neðri mörk hennar. Niðurstöður eru sýndar á mynd 5.4 og í ljós kemur að neðan við setlagasyrpu er ANA-VSV stefnan ein um að mynda afgerandi tíðnitopp, nú á bilinu 70-80°, og 48% mælinga eru á bilinu 60-90°. Ofan setlagasyrpu eru tíðnitopparnir hins vegar tveir. Sá stærri er nær því að hafa A-V stefnu, 45% mælinga falla á bilið milli 60-100°, en ákveðinn toppur kemur einnig fram í NA-SV stefnu, um 33% mælinga eru á bilinu 30-60°.

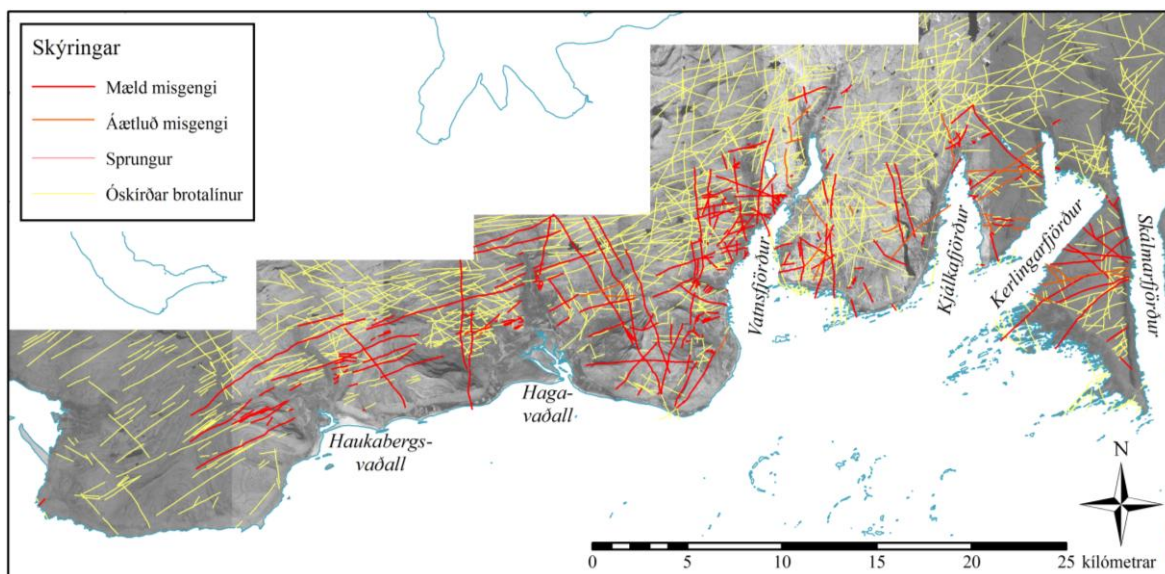


Mynd 5.4. Stefnutíðni bergganga og breytileiki milli eldri og yngri hluta staflans.

Önnur skýring á færri sýnilegum brotalínum í yngri hluta jarðlagastaflans er hins vegar hugsanlega sú að sá hluti staflans myndar fjallsmúla sunnan til á svæðinu sem eru með há og hvöss horn til norðurs. Greinilegt er af lögun þeirra að múlarnir hafa staðið upp úr ísaldarjökklunum, verið jökulsker, og veðrun hefur því að líkindum haft lengri tíma til að jafna þar yfirborð jarðlagastaflans og má út ummerki um brotalínur í berggrunninum.

5.2 Misgengi

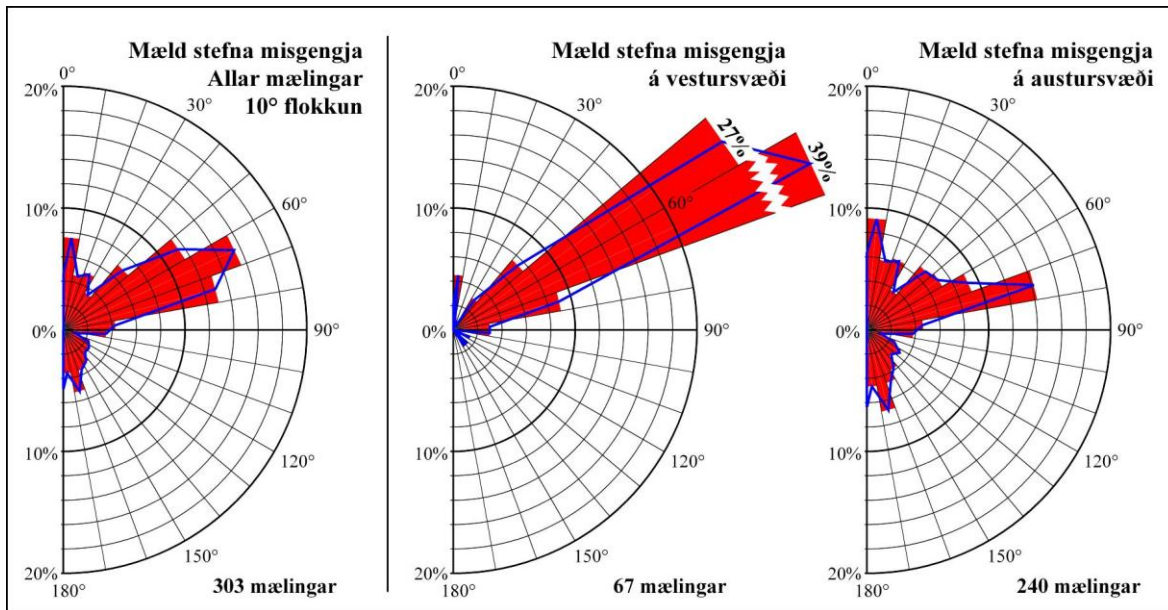
Á mynd 5.5 er yfirlit yfir kortlögð misgengi á athugunarsvæðinu. Nokkuð mikið ber þar á löngum misgengjalínunum með N-S eða NV-SA-læga stefnu, en hafa ber í huga að misgengi sem ekki vottar að ráði fyrir sem brotalínunum á loftmyndunum í grunni kortsins eru á því táknuð með striki sem er 100 m langt á mælikvarða þess. Um þriðjungur athugana fellur í þann flokk, annar þriðjungur misgengja er teiknaður með línunum sem eru styttri en 1 km á mælikvarða kortsins en þær línur sem mest ber á hér eru hluti af þeim þriðja, misgengi sem tengjast brotalínunum sem eru lengri 1 km. Lengstu misgengjalínurnar eru 10-15 km langar.



Mynd 5.5. Yfirlit yfir misgengi á athugunarsvæðinu.

Athuganir á misgengjum í jarðlagastafla svæðisins eru í flestu samhljóma lýsingum Ágústs Guðmundssonar frá 1984. Ríkjandi stefna misgengja er ANA-VSV, í takt við strikstefnu jarðlaga og ríkjandi stefnu bergganga, um 40% mælinga falla á stefnubilið $50-80^\circ$ þegar allar mælingar eru taldar saman svo sem sjá má á mynd 5.6. Þar kemur einnig fram annar tíðnitoppur misgengja með N-S-læga stefnu, frá NNV-SSA yfir í NNA-SSV, og um 26% mælinga falla á það bil. Misgengin eru svo til öll rétt (normal) siggengi, halli flestra nálægt 70° og lóðrétt færsla um þau frá 1-2 m upp í 35-40 m þar sem hún hefur mælst mest. Sums staðar fylgir brotaberg misgengjunum en skriðrákir á sléttum misgengisflötum sjást víða og oft hefur rautt set smurst upp og niður eftir flötunum. Láréttar skriðrákir hafa fundist í einu litlu misgengi á austurströnd Kjálkafjarðar. Velflest misgengin eru gróin og lokuð, en ætla má að það gildi síður um N-S-lægu misgengin sem sum eru greinilega mun yngri en meginþorrinn og tengjast mörg jarðhitavolgrum.

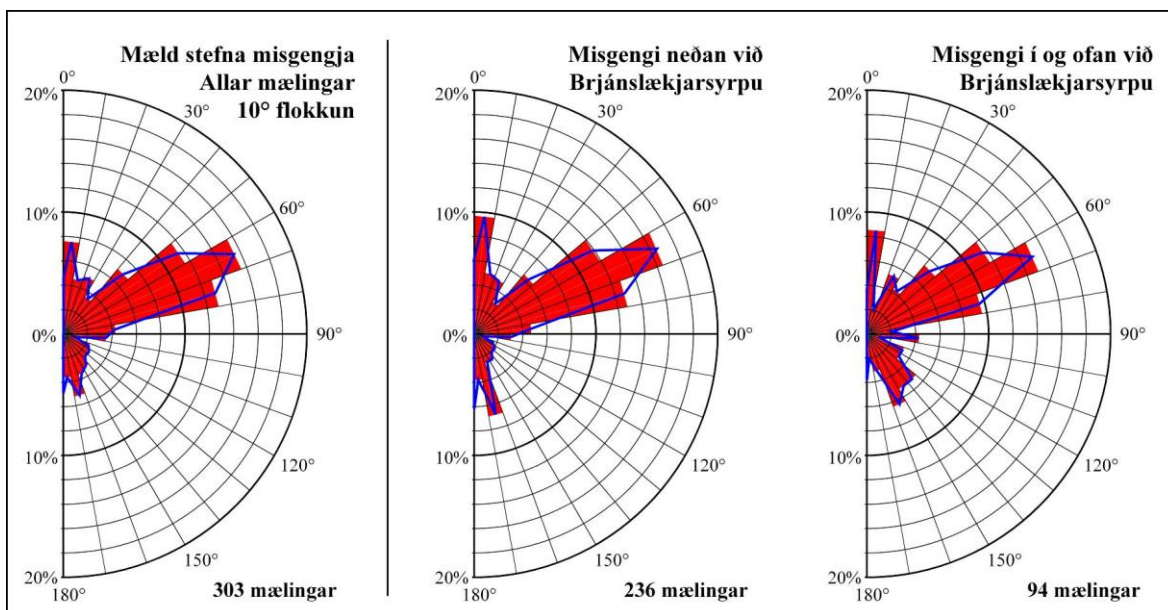
Á yfirlitskortum á myndum 5.1 og 5.5 sést munurinn á höggunarmynstri vestan og austan Hagavaðals og á við um misgengin líkt og bergganga og brotalínurnar. Þessi munur var kannaður á sama hátt og munur á stefnu ganga, eftir svæðum og aldri jarðlagastaflans. Niðurstöður athugunar á stefnubreytileika misgengja austar og vestar er á mynd 5.6.



Mynd 5.6. Stefnutíðni misgengja og breytileiki milli vestur- og austursvæða.

Ríkjandi stefna misgengja á vestursvæðinu er greinilega ANA-VSV, um 75% mælinga eru á bilinu 50-80° og þar af um tæp 40% á bilinu 60-70°. Á austursvæðinu er stefnudreifing mun meiri, en ANA-VSV stefnan sterkust sem fyrr og um 30% mælinga á bilinu 50-80° en toppurinn austlægari. N-S-læg misgengi með stefnu frá NNV-SSA yfir í NNA-SSV eru þar miklu fleiri.

Ekki reyndist mikill munur á stefnu misgengja og tíðni í athugunum neðan við og ofan við Brjánslækjarsyrpu. ANA-VSV stefnan er heldur sterkari neðar en ofar, um 41% mælinga neðan við eru á bilinu 50-80°, en um 36% mælinga ofan við setsyrpu. N-S læg misgengi eru hlutfallslega örlitlu fleiri neðar en ofar, en helsta breytingin er að nokkur þyrping mælinga verður vestlægari og myndar lítinn topp milli NNV og NV.



Mynd 5.7. Stefnutíðni misgengja og munur á eldri og yngri hluta jarðlagastaflans.

5.3 Samantekt um höggun

Á rannsóknarsvæðinu fer nokkurn veginn saman ríkjandi höggunarstefna, ANA-VSV stefna bæði ganga og misgengja, og strikstefna jarðlaga. Álykta má að það sé sú höggun sem fylgdi upphleðslu staflans þó þar komi fram breytileiki innan svæðisins. Höggun með NA-SV stefnu verður heldur meira áberandi eftir því sem austar dregur og ofar í jarðlagastaflann. Gangar og misgengi á svæðinu virðast yfirleitt ekki mynda áberandi þyrpingar, nema ef vera kynni nokkuð þétt þyrping ganga með NA-SV stefnu syðst og austast.

Önnur algengasta misgengjastefnan er N-S læg brot, sem einkum eru austan til á svæðinu og nokkuð jafnt í yngri sem eldri jarðlögum. N-S brot geta myndast í sama spennusviði og þau sem áður voru nefnd, ANA- til NA-lægu misgengin, sem vensluð brot. Það á reyndar einnig við í því spennusviði sem mun yngri höggun á svæðinu gefur til kynna. Misgengi með NV-SA til NNV-SSA stefnu sem rekja má langa leið á nokkrum stöðum virðast á korti vera meira áberandi vestar á svæðinu, en tölurnar sýna að þau eru tíðari austan til og í yngri hluta jarðlagastaflans. N-S-læg brot geta eins verið vensluð NV-SA brotum. Sum N-S-lægu brotin mynda brotalínur sem rekja má langa leið og líkjast að því leyti NV-SA til NNV-SSA brotum sem eru áberandi í landslaginu vestan til.

6 Niðurstöður

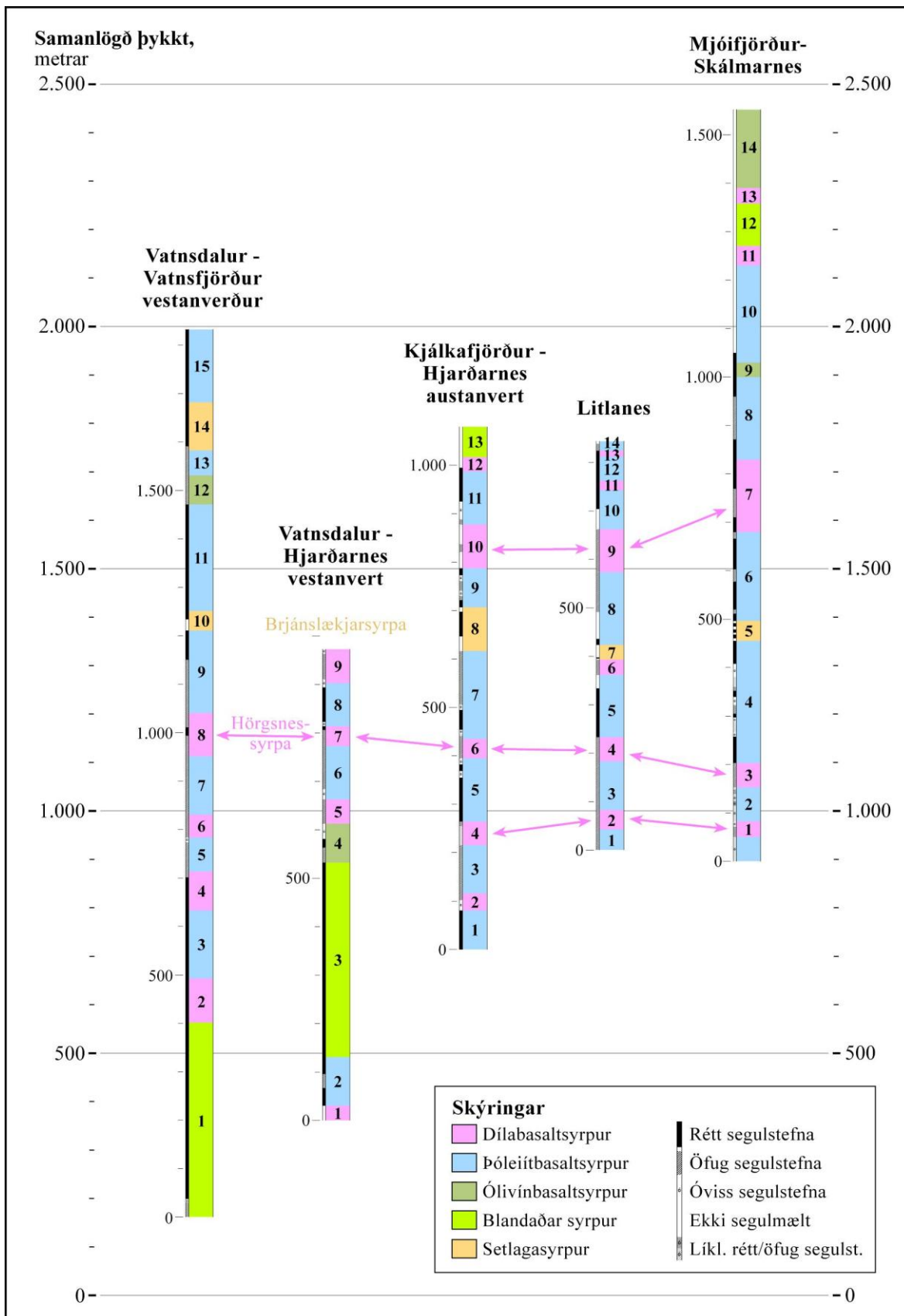
6.1 Jarðlagaskipan

6.1.1 Jarðlagastaflinn

Samanlögð heildarþykkt kortlagða jarðlagastaflans frá Vattarfirði að Hagavaðli er um 2.000-2.500 m (sjá mynd 6.1). Vegna þess að jarðlagasyrpnar breyta um þykkt og þynnast jafnvel alveg út er heildarþykktin breytileg eftir því hvernig sniðlínur liggja. Elstu kortlögðu jarðlögin á rannsóknarsvæðinu eru innarlega í Vatnsdal, en yngstu lögin og jarðlagasyrpnar eru í Arnórsstaðahyrnu og Blanki utan við Vatnsfjörð annars vegar, en hins vegar í Múlatöflu syðst á Skálmarnesi, þar sem yngstu lögin er líklega að finna í áður ókortlögðum stafla.

Hlutfall berggerða í jarðlagastaflanum á svæðinu er ekki jafn auðáætlað og þegar tekið er eitt snið upp í gegn um slíkan jarðlagastafla, enda ljóst af þeim gögnum sem fyrir liggja að breytileikinn er allnokkur, bæði eftir aldri jarðlaganna og meðal jafnaldra laga á svæðinu. Kortlagðir reitir jarðfræðinemma ná velflestir yfir nokkur hundruð metra þykkann jarðlagastafla og hlutur berggerðanna innan hvers reits reynist þar mjög mismunandi. Þóleiítbasalt er að jafnaði algengasta berggerð í jarðlagastafla hvers reits, á bilinu 50-85% af samanlagðri þykkt laga, dílabasalt reiknast á bilinu 2-50%, ólivínbasalt á bilinu 0-33% og hlutur setlaga á bilinu 1-12% á einstökum reitum. Meðaltal frá 20 kortlögðum reitum reiknast vera 66%, 19%, 11% og 4%, í sömu röð berggerða. Séu þessar tölur athugaðar betur og höfð hliðsjón af þeirri tilhneigingu til skekkju í greiningu sem ljós er (og fjallað var um í 3. kafla), þ.e.a.s. að ólivínbasalt er oft vanmetið og eykur þá hlut þóleiítbasalts, og að dílabasalt er stundum ofmetið á kostnað þóleiítbasalts, má setja fram eftirfarandi nálgun fyrir jarðlög svæðisins í heild: Hlutfall þóleiítbasalts 55-60%, dílabasalts 20-25%, ólivínbasalts 15-20% og hlutur setlaga í heild um 4-5%. Hlutfall setlaga í staflanum breytist þó mjög eftir því hvort setlagasyrpnar tvær koma fram á reitnum. Á meirihluta þeirra er mest um „hefðbundin þunn rauð millilög“ og hlutur setlaga á bilinu 1-3%, en þar sem setlagasyrpur koma inn er hlutur setbergs á bilinu 5-12%.

Hlutfall berggerða í hraunlögum staflans breytist nokkuð eftir aldri. Dílabasaltsyrpur eru greinilega fleiri og þykkari í neðri hluta staflans en á móti kemur að ólivínbasalt nær að mynda syrpur og skipar meiri sess í efri hlutanum. Kortlagða svæðið er aflangt og liggur nokkuð samhliða stríkstefnu jarðlaga, sem gefur möguleika á að skoða láréttan breytileika innan staflans. Eins og fyrr var getið um í kafla um tengingar, þá ná tvær af syrpunum nokkuð örugglega yfir allt kortlagða svæðið, frá Vattarfirði og vestur að Hagavaðli, þ.e. Hörgsnessyrpan og Brjánslækjarsyrpan. Ekki er þó þar með sagt að einstök jarðlög þeirra nái alla þessa leið. Þykk dílabasaltlög Hörgsnessyrpunnar eru nokkuð sviplík í þykkustu köflum syrpunnar frá Nóná vestan Vatnsfjarðar og austur á Litlanes, líklega um 20 km leið. Ekki er heldur víst að setlagakaflar Brjánslækjarsyrpunnar séu samfelldir og vísbendingar eru um að hraunlög fleygi setlagakaflana víða í sundur og þeir hliðrist nokkuð upp á við í staflanum, t.d. á Hjarðarnesi annars vegar og síðan þaðan vestur yfir Vatnsfjörð. Þykkasta dílabasaltsyrpan á svæðinu, Litlanessyrpan, er þykkust á sjálfu Litlanesinu og austar á



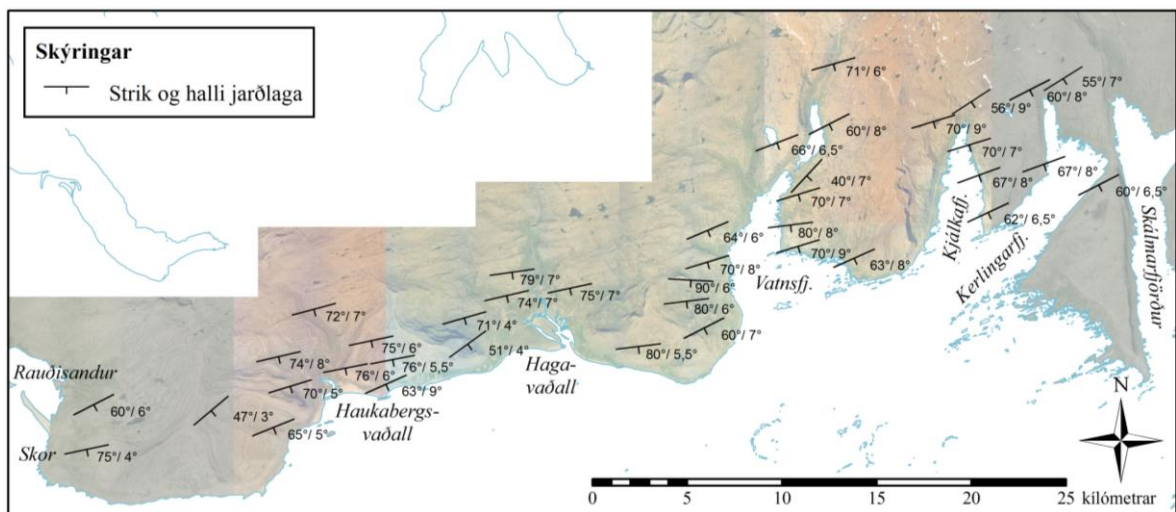
Mynd 6.1. Jarðlagasyrpusúlar svæðanna fimm og tengingar milli þeirra.

svæðinu, en nær ekki vestur yfir Vatnsfjörð. Þóleiðtsyrpur milli dílabasaltsyrpanna um miðbik staflans ná sumar þvert yfir athugunarsvæðið en um þær syrpur má segja að þar er illgjörlegt að rekja einstök lög langa leið, þau eru flest svo sviplík að beinlínis þarf að vera hægt að fylgja þeim í samfelldum opnum.

Ummyndunarsteinda í hraunlögum er að jafnaði getið í jarðlagalýsingum í skýrslum jarðfræðinemanna og í mörgum ritgerða þeirra er ummyndun í staflanum sett í samhengi við ummyndunarbelti Walkers (1960). Á kortlögðum svæðum þeirra koma yfirleitt bara fyrir eitt eða tvö efstu ummyndunarbeltin (kabasít-thomsónít og analsím beltin) og þar sem snið ná hærra til fjalla er yfirleitt geislasteinalítið berg ofan til í þeim og uppi á fjöllum eru hraunlögin oft ljósleit og sem grágrýti á að líta. Ummyndun staflans í heild því yfirleitt frekar lítil nema helst þar sem mikið er um ganga og misgengi og ljóst er að ekki hefur mikið veðrast og rofist ofan af staflanum frá myndun hans.

6.1.2 Jarðlagahalli

Jarðlagahalli á athugunarsvæðinu er SSA-lægur, stríkstefna er skv. mælingum yfirleitt á bilinu $60-75^\circ$ og hallinn $6-8^\circ$. Séu teknar með athuganir vestar, vestur að Rauðasandi, er greinilegt að stríkstefna verður heldur norðlægari eftir því sem austar dregur á svæðinu og halli jarðlaga heldur meiri. Stríkstefna oft $75-80^\circ$ vestar en $60-65^\circ$ austar og mældur halli oftast á bilinu $4-6^\circ$ vestar en $6-8^\circ$ austar. Niðurstöður hallamælinga eru á mynd 6.1 og þar koma þessar svæðisbundnu breytingar fram og fylgja sama mynstri og fram kemur í stefnu ganga og misgengja. Ekki virðist koma fram greinanlegur munur á halla eða stríkstefnu á milli eldri og yngri hluta staflans, t.d. neðan og ofan Brjánslækjarsyrpunnar. Reyndar eru vísbendingar um að hallinn sé yfirleitt minni ofan til í hærri fjöllum og múlum sunnan til á svæðinu, en líklegra er að það tengist því frekar að halli jarðlags eða syrpu aukist þegar hallastefnu er fylgt vegna meiri fergingar þar. Þunnlögóttar hraunlagasyrpur í þessum sömu múlum og fjöllum gefa þó einnig þann skýringarmöguleika að upprunalegur halli hraunlaga hafi, þar sem hallinn mælist minni, verið meiri í andstæða átt við hallastefnuna. Núverandi hallabreytingar geti þannig tengst upprunalegum myndunarhalla gosmyndana. Undantekningu frá þessu er þó í allra yngsta hluta staflans, í Múlatöflu og syðst á Skálmarnesi, þar sem þunnlögóttar hraunlagasyrpur virðast hafa um 7° halla til SSA en jarðlög norðar á nesinu og neðar í staflanum um $6-6,5^\circ$.



Mynd 6.2. Niðurstöður mælinga á jarðlagahalla.

6.1.3 Um höggun jarðlagastaflans

Strikstefna jarðlaga á svæðinu fer nokkurn veginn saman við ríkjandi höggunarstefnu, bæði ganga og misgengja og álykta má að þar sé sú höggun sem fylgdi upphleðslu staflans. Þar kemur einnig breytileiki fram, höggun með NA-SV stefnu verður heldur meira áberandi eftir því sem austar dregur og ofar í jarðlagastaflann. Gangar og misgengi á svæðinu virðast þó yfirleitt ekki mynda áberandi þyrpingar sem túlka mætti og afmarka sem hluta af eldstöðvakerfum, nema ef vera kynni að nokkuð þétt þyrping ganga með NA-SV stefnu syðst og austast tengdist megineldstöð í Reiphólsfjöllum eða við Flatey á Breiðafirði.

Spurning er þá hvort þessi ANA-VSV meginstefna höggunar endurspeglar stefnu rekáss yfir Vesturland á myndunartíma jarðlaganna þar eða hvort uppröðun höggunar hefur verið með svipuðum hætti og er í dag á Reykjaneskaga, skástíg röð eldstöðvakerfa með NA-SV stefnu á skilum með mun A-V-lægari stefnu. Fljótt á litið virðist hið fyrrnefnda geta átt við um vesturhluta svæðisins en síðarnefndi möguleikinn verður líklegri austan til. Mun breytilegri stefnur í höggun þar benda a.m.k. til flóknari höggunarsögu.

6.1.4 Um aldur jarðlagastaflans

Nokkrar kalí-argon aldursgreiningar hafa verið gerðar á bergsýnum frá athugunarsvæðinu og næsta nágrenni þess og gefa hugmynd um aldur jarðlagastaflans. Sýni úr hraunlögum rétt ofan og neðan við setlög in í Surtarbrandsgili, sitt hvoru megin segulstefnuskiptanna, gáfu aldurinn 9,8 Ma ofan við en 15,7 Ma neðan við þau (Friedrich, W. & Leifur A. Símonarson, 1976). Sömu segulstefnuskipti, að því er höfundar telja, voru aldursgreind með sýnum úr fjallsbrúninni upp af botni Ósafjarðar inn af Patreksfirði og niðurstöður aldurinn 9,3 Ma ofan við en 12,2 Ma neðan við skiptin (Leó Kristjánsson o.fl., 1975). Ofangreindar tölur eru endurreiknaðar niðurstöður upphaflegu greininganna til samræmis við betrubætta klofnunarstuðla (Kristinn J. Albertsson & Þorleifur Einarsson, 1982).

McDougall o.fl. (1984) aldursgreindu sýni úr 5 af 12 hraunlögum í efstu 80 m sniðsins í Arnórsstaðahyrnu. Niðurstöður úr einstökum sýnum voru á bilinu 11,5 til 12,0 Ma en þeir reikna svo meðaltal af og gefa upp aldurinn 11,8 Ma. Þeir greindu einnig sýni úr sniðum efst í hæstu fjöllum norður og norðvestur af Vatnsfirði, Botnshesti, Lónafelli og Hornatám. Í Hornatáasniðinu greindu þeir sýni úr 4 af 10 hraunlögum í efstu 110 m og niðurstöðurnar á bilinu 12,3 til 12,5 Ma, meðaltal 12,4 Ma. Ofangreindar niðurstöður og svo útreikningur þeirra á aldri segulstefnuskipta í þessum hluta jarðlagastaflans gefa þá til kynna aldursbilið frá 12,9 eða 12,7 Ma til 11,8 Ma fyrir jarðlagastaflann frá segulstefnuskiptum úr öfugri stefnu í langan rétta kafla inni í Vatnsdal og upp á topp Arnórsstaðahyrnu (sjá sulumynd?). Segulstefnuskiptin rétt neðan við Brjánslækjarsyrpuna fá skv. þessu aldurinn 12,3 Ma.

Leó Kristjánsson og Haukur Jóhannesson (1996) kortlögðu síðar og settu saman stórsnið úr 12 sniðum í botnunum fjarðanna sunnan Ísafjarðardjúps og í dölunum fyrir botni þess. Þeir tengdu jarðlög neðst í því stórsniði og segulskiptin upp eftir því við vestursnið McDougalls og félaga (1984) og ályktuðu einnig að þykk setlög í efsta hluta Djúpsniðsins samsvöruðu að líkindum Brjánslækjarsyrpunni. Við það varð það ein af niðurstöðum þeirra að milli V- og A-sniða McDougalls og félaga (1984) væri ókortlagður stafli, líklega allt að 1 kílómetri að þykkt. Sú niðurstaða bendir til að aldursgreininga-tenging þeirra milli V- og A-sniðanna sem áður litu nokkuð vel út og gáfu til kynna að sniðin sköruðust nokkuð, ganga ekki upp. Og þá gæti allt eins verið að aldursgreiningar í Hornatám og Arnórsstaðahyrnu standist ekki fremur en að aldursgreiningarnar úr austursniðinu geri það

ekki. Eftir stendur þá af þessum tilraunum til aldursgreininga að aldur þeirra jarðlaga sem hér er um fjallað sé líklega einhversstaðar á því bili sem ofangreindar aldurstölur sýna.

6.1.5 Um uppbyggingu staflans

Í tertíerum jarðlagastafla á Íslandi utan megineldstöðva eru bein ummerki um eldvörp, þ.e.a.s. eldstöðvar, ekki algeng né auðfundin. Fyrir kemur að rekja megi bergganga að hraunlögum svo greinilegt er að þeir eru aðfærsluæðar þeirra og einnig finnast á stöku stað kargahaugar í hraunlögum sem túlka má sem gjall- og klepragíga. Dæmi um hvort tveggja hafa fundist á athugunarsvæðinu. En að mestu leyti er jarðlagastaflinn úr samfléttuðum hraunlögum eða hrauntaumum með þunnum setlögum á milli. Af og til eru víðáttumeiri hraunlög og hraunlagasyrpur í staflanum sem rekja má marga km eða tugi km, en að jafnaði er sú vegalengd mun styttri. Í háum og löngum hamrabeltum víða á svæðinu má iðulega sjá þessar fléttur hraunlaga eða hrauntauma, þar sem eitt lag tekur við af öðru.

Út frá hugmyndum um eldstöðvakerfi á rekbeltum og myndun og upphleðslu jarðlaga þar (Guðmundur Pálmason, 1986) má ætla að meirihluti þess tertíera berggrunnsstafla sem nú er aðgengilegur á Íslandi hafi lagst til í ytri hluta og á jaðri eldstöðvakerfa í rekbelti, eða þá runnið út fyrir mörk hins virka gliðunar- og sprungukerfis. Þau jarðlög sem hlaðast upp nær miðju rekbelta, þar sem upphleðslan er mest, eru líkleg til að síga undan því fargi sem ofan á leggst og grafast svo djúpt í staflann að rof á honum nær ekki að gera þau sýnileg að neinu marki. Undantekninga er helst að vænta þar sem rekbelti hafa dáið út við tilfærslu á gliðnun og eldvirkni, rekbeltaflutning.

Rauðu setlögin á milli í hraunlaganna eru oftast þunn ($< 0,5$ m) og tiltölulega einsleit sand- og siltsteinslög. Slík lög eru yfirleitt talin hafa myndast sem jarðvegur og efnið í þeim að mestu vindborið, basaltgler, að líkindum gjóska að miklu leyti, og bergmyslna. Slíkt efni safnast eðlilega í dældir í hraunbreiðum, en til að úr verði samfellt lag er líklegt að gróður verði að þekja hraunið og nái þá að binda efnið. Förr og ummerki eftir plöntur hafa fundist í rauðum lögum á svæðinu og trjábölar eru þar nokkuð algeng á köflum í sumum jarðlagasniðunum. Ekki virðist þó vera sérstök fylgni milli þykkari rauðra millilaga og fjölda trjábölarfara, þau eru stundum tíð í hraunlögum ofan á þunnum rauðum lögum.

Ef reiknað er með að framboð á vindbornu efni og gjósku sé nokkuð stöðugt ætti þykkt setlags að endurspeglar gróflega þann tíma sem líður á milli þess að hraunlög renna yfir tiltekinn stað. Upphleðsluhraði í tertíerum jarðlagastafla á Íslandi, utan megineldstöðva, hefur verið áætlaður út frá aldursgreiningum og er talið að tími af stærðargráðunni um 10.000 ár hafi að meðaltali liðið á milli þess að hraunlög runnu yfir sama stað. Ljóst er þó einnig, þrátt fyrir meðaltalsreikninginn, að tími milli hraunlaga hefur oft verið mun meiri eða minni og gæti munað allt að stærðargráðu í báðar áttir. Fyrir koma kaflar í staflanum þar sem meðalþykk og þykk (> 1 m) rauð lög eru algeng á milli hraunlaga, en einnig kaflar þar sem á milli þeirra er ekkert setlag eða þunn ($> 0,1$ m) og oft ósamfelld lög í dældum í yfirborð lagsins undir.

Hvað breytist í hraunbreiðumhverfi í eða við gosbelti þegar þar fara að myndast miklu þykkari setlög og fjölbreyttari að gerð? Byggingareinkenni setsins sýna yfirleitt að vatn kemur oft við sögu í þykkustu setbunkunum og þeir hafa að miklu leyti sest til í vatni, svo sem lögin í Surtarbrandsgili sýna glögglega. Afrennsli af ungum, eldvirkum svæðum er að talsverðu leyti um grunnvatnsæðar í gropnum berggrunni eða sprungur, og lindár í framhaldi af því ef grunnvatnsborð nær yfirborði. Ætla má að þannig hafi það einnig

verið á tertíer. Rof og setmyndun straumvatna hefur þá verið minna áberandi ferli heldur en þegar berggrunnur er þéttur. Hins vegar gerist það sjálfkrafa ef svæðið sígur niður undir grunnvatnsborð að vatn fer að standa í dældunum og mynda gildirur fyrir það set sem í boði er, hvort heldur lífrænt eða ólífrænt. Það má því ætla að viðamestu setlögín á svæðinu tengist landsígi og virkri höggun.

6.1.6 Um setlagasyrpu myndun

Niðurstöður kortlagningar frá Vattarfirði vestur í Hagavaðal sýna að jarðlagastaflinn inniheldur nokkrar áberandi setlagamyndanir, sem nema allt að nokkrum tugum metra að þykkt á hverjum stað. Nær alls staðar eru hraunlög og gosmyndanir á stangli í þessum setlögum og fléttast saman við þau. Sums staðar eru ofan á þeim kubbaberg og bólstramyndanir sem benda til vatnskælingar á hraunkviku og á nokkrum er ljóst að gosið hefur mjög nálægt eða á þeim stöðum. Ekki er unnt að fylgja „nákvæmlega sömu“ setlögum um allt svæðið svo víst sé, og því ekki hægt að benda á skiptingu staflans um einn samfelldan setlagafloð.

Eftir endilöngu rannsóknasvæðinu má greina nokkra aðskilda kafla eða reinar, þar sem land hefur sigið niður fyrir grunnvatnsborð og þetta hefur gerst aftur og aftur meðan staflinn var að byggjast upp. Í þessar sigdældir hefur safnast set. Slíkar setmyndanir eru áberandi í eiðinu rétt norðan við Skálmarnes, á Litlanesi beggja vegna og í norðuröxl Litlanesfjalls, þá í Auðnagili austan á Hjarðarnesi og við Fossá vestan fjalls og svo upp af Brjánslæk og yfir að Seljá í Vaðalsdal. Setlagasyrpuvar í jarðlagastafla svæðisins eru þannig flóknari mynd en einföld lagkaka og kortlagningin sýnir frekar að set fléttast inn í staflann á afmörkuðum beltum fremur en að „eitt“ setlag, mjög þykkt á köflum, skipti staflanum á svæðinu í tvennt.

Í staflanum má greina tvö belti eða syrpu, sem innihalda umtalsvert magn af setlögum. Neðri syrpan, eða beltið, er sú sem að framan var lýst. Efri setlagasyrpan er reglulegri og samfelldari kafli í jarðlagastaflanum. Þrjú til fimm þykk setlög fléttast þar saman við hraunlög í hlíðum Blanks, Arnórsstaðahyrnu, Rauðdalsfjalls og yfir í suðurhlíðar Vaðalsdals. Heildarþykkt setlaganna er svipuð og í neðri syrpu, allt að 30 m þar sem þau eru þykkust. Rekja má syrpu um 7 km leið í suðurhlíð fjallsins en svo þarf að leita austur yfir Vatnsfjörð eða vestur fyrir Hagavaðal að framhaldi. Syrpan kemur ekki fram á Hjarðarnesinu austar, en í Múlahyrnu vestar kemur móbergslag efst í syrpu fram en ekki önnur setlög hennar.

Á hraunbreiðum utan setlagadælda hefur setmyndun einkennst af jarðvegsmyndun á þurrlendi og staðbundnum áreyrum. Efnið í jarðveginum er, samkvæmt athugunum á þunnsneiðum, að miklu leyti basaltgler, annars vegar gjóska og hins vegar gjall og rofefni frá nærliggjandi hraunum (sjá t.d. Björg Pétursdóttir, 1984). Rauðleit siltsteins- og sandsteinslög, sums staðar með plöntuförum, bera vott um þessa jarðvegsmyndun. Völubergslög koma fyrir í staflanum, og eru sums staðar áberandi, eins og til dæmis í Lambagili í Vatnsdal. Þau endurspeglar árfarvegi og áreyrar, sem eru í eðli sínu staðbundin fyrirbæri, en sýna að afrennsli hefur ekki verið bundið við grunnvatnsstreymi.

6.2 Ályktanir um myndun jarðlagastaflans

Upphleðsla jarðlaga á Íslandi er yfirleitt talin hafa tengst sömu ferlum frá upphafi til okkar daga. Þannig hefur jarðlagastaflinn byggst upp af gosmyndunum og setlögum á víxl, bæði innan gosbelta, við jaðra þeirra og út á jarðskorpuflekunum beggja vegna við rekás þvert yfir landið. Því er nærtækt að túlka gögn um jarðlagskipun tertíera jarðlagastaflans með hliðsjón af höggun, eldvirkni og setlagamyndun á Íslandi í dag.

Jarðlagastaflinn við norðanverðan Breiðafjörð er að mestu úr basalhraunlögum og þunnum rauðum setlögum milli þeirra. Engin bein ummerki eru um súrt berg á kortlagða svæðinu, innskot eru ekki áberandi og flest bendir til gosvirkni á eldstöðvakerfum sem ekki hafa náð að þróast yfir í megineldstöðvar. Ríkjandi stefna misgengja og ganga í staflanum bendir til upphleðslu í kerfum með ANA-VSV til NA-SV stefnu.

Snæfellsnessamhverfan sunnan Breiðafjarðar er talin sýna hvernig það rekbelti lá sem gaf af sér jarðlagastaflann við norðanverðan Breiðafjörð. Stefna samhverfunnar er nokkurn veginn A-V. Samsvarandi rekbelti, og með svipaða stefnu, er virkt á Reykjaneskaga í dag. Virka rekbeltinu þar er lýst sem röð af skásettum eldstöðvakerfum, sem liggja á sveigju eða hlykk á rekbelti sem tekur við af Reykjanes hrygg (Páll Einarsson, 2008) Hvert eitt eldstöðvakerfi einkennist af gliðnun og landsigi ásamt eldvirkni um gígaraðir og dyngjur. Misgengi og landsig ná mun lengra út frá rekásnum en eldvirknin, sprunguþyrpingarnar ná tugi kílómetra inn í jarðskorpuplöturnar sitt hvoru megin við rekásinn. Misdjúpir sigdalir einkenna höggunarlandslagið og í mörgum þeirra eru tjarnir og vötn af ýmsum stærðum, allt frá grunnvatnstjörnum á Reykjaneskaga upp í sjálft Þingvallavatn. Á Reykjaneskaga er uppröðun eldstöðvakerfanna þannig í dag að gliðunarstefna þeirra er ekki sú sama og rekstefna jarðskorpuflekanna. Mismunurinn þar á er talinn koma fram í sniðgengisfærslu sem á yfirborði kemur fram í nokkrum samhliða röðum skástígra sprungna með N-S læga stefnu en undir þeim eru talin liggja sniðgengi. „Bókahilluhöggun“ með svipuðum hætti og á Suðurlandsbeltinu í dag (Páll Einarsson 2008). Sniðgengi á austurströnd Kjálkafjarðar með láréttum skriðrákum og N-S lægri stefnu (10-15°) fellur vel að þeirri höggunarmynd.

Þegar litið er á jarðlagastaflann norðan við Breiðafjörð frá Vatnsfirði að Vattarnesi má hugsa sér að þykkustu setlagamyndanirnar og ásýnd gosmyndana við þær endurspegli tímabil með öru landsigi og fremur lítilli eldvirkni. Líklegast er að þessar aðstæður séu fyrir hendi við upphaf og á fyrri hluta þróunar eldstöðvakerfis og að dældirnar eigi fyrir höndum að fyllast af setlögum og hraunrennsli með tímanum. Samtímis þessari þróun rekur jarðlög tiltekins eldstöðvakerfis út frá mestu virkninni en rekstefnan er þá hvorki þvert á gliðunarstefnu kerfisins né rekássins fyrir sunnan. Ystu hlutar hvers kerfis eiga þá mesta verðveislumöguleika því þeir hlutar sem liggja næst rekásnum eru líklegri til að grafast djúpt í staflann undir gosefnum og síður líklegir til að koma fram í núverandi landslagi í fjörðum og dölum. Með hliðsjón af Reykjanesi á okkar dögum má gera ráð fyrir að virkni færist frá einu kerfi til annars með tíma, og að líftími hvers kerfis sé takmarkaður. Jafnvel líka að eldvirkni sé lotubundin og rúmur tími til setsöfnunar í dældir milli goshrina. Hver setlagadæld á fyrir höndum að fyllast af setlögum og gosefnum, og þegar dregur úr gliðnun og landsigi hylst hún af hraunrennsli frá næsta kerfi, eða virkari hluta sama kerfis. Þunn, rauðleit setlög í slíkum hraunlagasýrpum benda til jarðvegs- og setlagamyndunar við hraunjaðra eða farvegi á víðáttumeiri hraunbreiðum.

Þannig benda þau gögn sem hér hafa verið tekin saman allt eins til þess að staðbundin upphleðslumislægi einkenni uppbyggingu jarðlagastaflans við norðanverðan Breiðafjörð eins og, eða fremur en, að þar sé eitt samfellt mislægi sem nái yfir allt rannsóknasvæðið. Ekki þarf löng hlé á eldvirkni eða tilflutning hennar, eldstöðvakerfis eða gosbeltis, til að skýra myndun þykkra setlaga á köflum í jarðlagastaflanum. Skýringar gæti verið að leita í staðsetningu og uppröðun eldstöðvakerfa á hlykk eða sveigju á rekásnum. Það leiðir af sér að höggun kerfanna gengur út í nokkru eldri jarðlög og skapar sigdældir á svæði utarlega í kerfinu og á jaðri gosbeltisins. Sigdældasetlög sem þar myndast eru því mun líklegri til að vera sjáanleg í staflanum í dag en slík setlög í eldstöðvakerfum sem hafa svipaða stefnu og rekbeltið í heild. Þær sigdældir og setlög væru yfirleitt nærri miðju kerfis og líklegri til að grafast djúpt.

Einhver svör hafa því fengist við þeim spurningum sem upp var lagt með í þessu verkefni, en ýmsu er þó enn ósvarað og má að líkindum fá svör við með nánari athugunum. Í upphafi var stefnt að því að sameina og hnitsetja fyrirliggjandi gögn um jarðfræði alls svæðisins. Þessu verki er nú að mestu leyti lokið, þó að vestasti hluti gagnasafnsins sé ekki kominn á samfellt jarðfræðikort. Vegna umfangs þeirra kortlagningargagna sem til stóð að gera eina heild úr, fór mestur hluti feltvinnunnar í að hnitsetja gögn og tengja saman jarðlög. Sérstakar athuganir á höggun eða setlögum urðu ekki ýtarlegar. Úr því mætti bæta með nánari athugunum og tengingum á þeim höggunarupplýsingum sem þegar eru skráðar í gagnagrunn, en eins gæti kortlagning á höggun á víðara svæði í allar áttir gefið gleggri mynd af höggunarkerfum svæðisins. Landsvæðið er víðast kjörið til þess. Framhald á kortlagningu jarðlaga væri að rekja setlagakafana enn betur saman og greina þá betur með áherslu á setgerðir, myndunarferli og myndunarumhverfi.

Heimildir

- Aðalheiður E. Ásmundsdóttir (1990). *Jarðfræðikortlagning fyrir botni Mjóafjarðar og suður eftir Litlanesi*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Agnes Ösp Magnúsdóttir, Guðmunda María Sigurðardóttir & Margrét Theodóra Jónsdóttir (2008). *Múlafjall, Kjálkafjörður*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Anna Lísu Guðmundsdóttir (1986). *Jarðlagaskipan í Krossfjalli á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Anna María Ágústsdóttir (1989). *Jarðlagaskipan Fossárfjalls í Vatnsfirði, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Anna Stella Guðmundsdóttir, Bjarni Jósep Steindórsson & Minney Sigurðardóttir (2010). *Barðaströnd. Jarðfræðikortagerð við Miðhlíðardal*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Anton Carrasco, Kristinn Lind Guðmundsson, Snorri Guðbrandsson & Steinþór Níelsson (2005). *Jarðfræðikortagerðarskýrsla. Stóragil, Vatnsfirði*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Antonio Díez Pascua, Kristmann Ísleifsson & Viktoría K. Gilsdóttir (1999). *Kortlagning jarðlaga í Melanesfjalli*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Arnheiður B. Smáradóttir, Gunnhildur I. Georgsdóttir & Kristín B. Ólafsdóttir (2004). *Vatnsfjörður*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Atli Karl Ingimarsson, Jakob Þór Guðbjartsson & Vera Roth (1998). *Jarðlagaskipan í Fossárfjalli, Barðastrandarsýslu*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Auður Agla Óladóttir, Erla Dóra Vogler, Ingibjörg Magnúsdóttir & Theodóra Matthíasdóttir (2005). *Kortlagning í vestanverðum Vatnsfirði, frá Pennu til Þverár*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Auður Ingimarsdóttir (1985). *Gerð storkubergs í Lækjardal í Vatnsfirði á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Auður Þorleifsdóttir, Helgi Arnar Alfredsson & Júlía Katrín Björke (2006). *Jarðfræðikortagerð. Skýrsla. Kortlagning við Nóná og frá Þverá að Þrælavík á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ágúst Guðmundsson (1984). Tectonic Aspects of Dykes in Northwestern Iceland. *Jökull* 34, 81-96.
- Ágúst Guðmundsson, Birgir Jónsson & Björn A. Harðarson (1982). *Blönduvirkjun. Jarðfræðirannsóknir. I. Almenn jarðfræði og mannvirkjajarðfræði*. Reykjavík, Orkustofnun. OS 82090/VOD14, 249 bls.
- Ármann Höskuldsson (1985). *Gerð jarðlaga í Rauðsdalsfjalli á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.

- Árni Freyr Valdimarsson, Hrefna Jensdóttir & Sigríður Magnúsdóttir (2009). *Miðhlíðardalur. Jarðfræðikortagerð*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ása Hilmarisdóttir, Karl Snorrason & Þorbjörg Sigfúsdóttir (2009). *Jarðfræðikortagerð. Skálargil og Hagadalur*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ásdís Dögg Ómarsdóttir, Helga Margrét Helgadóttir, Kristbjörg María Guðmundsdóttir & Sigurveig Árnadóttir (2005). *Jarðfræðikortagerð á Barðaströnd. Lokaverkefni í jarðfræðikortagerð*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ásgeir Einarsson, Benedikt Óskar Steingrímsson & Eldur Ólafsson (2007). *Jarðfræðikortlagning Litlanesfjalls*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ásgerður Krístrún Sigurðardóttir, Eygló Ólafsdóttir & Njáll Fannar Reynisson (2006). *Tungumúlafjall. Jarðfræðikortlagning 2006*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Áslaug Gylfadóttir & Sigrún Anna Pálsdóttir (2007). *Litlanesfjall, Kerlingarfirði*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ásta Þorleifsdóttir (1984). *Jarðlagaskipan í Nónárfjalli, Vatnsfirði á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Barði Þorkelsson (1989). *Skipan jarðlaga í Skriðnafellsnúpi á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Bayazid Azizi, Birgir Vilhelm Óskarsson & Riccardo Basani (2004). *Report of the Field Trip to Vatnsfjörður, Western Iceland*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Bára Dröfn Kristinsdóttir, Hanna Rósa Hjálmarisdóttir & Sigurlaug María Hreinsdóttir (2008). *Kjálkafjörður - Vestanvert Litlanes*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Beno Steiner, Björn Oddsson, Erla María Hauksdóttir, Guðmundur Bjarki Ingvarsson, Helgi Páll Jónsson, Reynir Fjalar Reynisson, Sigurður Garðar Kristinsson, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Sæmundur Ari Halldórsson og Vaka Antonsdóttir (2003, mán.?). *Jarðfræðikortlagning við Surtarbrandsgil*. Veggspjald kynnt á ?-ráðstefnu, ?? staðsetn. ráðst. (hús, staður), (tölvugögn).
- Berglind Sigmundsdóttir, Eyrún Aníta Gylfadóttir & Sigurborg G. Borgþórsdóttir (2008). *Kjálkafjörður - Hjarðarnes*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Bjarni Gautason (1985). *Gerð jarðlaga í Þverárfjalli í Vatnsfirði*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Bjarni Richter, Rannveig Ólafsdóttir & Þorbjörn Rúnarsson (1994). *Jarðlagaskipan á nesinu milli Mjóafjarðar og Vattarfjarðar á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Björg Jónsdóttir, Eyrún Björgvinsdóttir, Jóhann Gunnarsson Robin & Jóhannes Marteinn Jóhannesson (2010). *Jarðfræðikortagerð á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Björg Pétursdóttir (1984). *Gerð jarðlaga í norðvestanverðum Vatnsfirði (Barðaströnd)*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.

- Björgvin Guðjónson (1986). *Jarðlagaskipan í Hestmúla, Vatnsfirði, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Björn Hróarsson (1986). *Jarðfræðikortlagning í fjalli því þar sem efst heitir Hagatafla á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Björn S. Harðarson (1987). *Jarðlagaskipan í Hellufjalli, Vatnsfirði, V-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Björn S. Harðarson, Fitton, J.G., Ellam, R.M. & Pringle, M.S. (1997). Rift Relocation - A Geochemical and Geochronological Investigation of a Palaeo-rift in Northwest Iceland. *Earth Planet. Sci. Lett.* 153, 181-196.
- Brynhildur Magnúsdóttir, Hjörleifur Sveinbjörnsson & Ingvi Gunnarsson (1997). *Jarðlagaskipan í Vaðalsdal á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Börge Johannes Wigum (1987). *Geologisk kartlegging af omradet rundt Hrísnésnúpur, Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Dagur Jónsson (1986). *Ágrip af athugun á gerð og skipan jarðlaga austan Vatnsfjarðar á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Daníel Einarsson, Halldóra Björk Bergþórsdóttir, Sandra Karen Ragnarsdóttir & Sævar Helgi Bragason (2010). *Barðaströnd. Kleifaheiði og Sandsheiði*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Denk, T., F. Grímsson, Zetter, R. & L.A. Símonarson (2011). *Late Cainozoic Floras of Iceland, Topics in Geobiology 35*. Springer Science+Business Media B.V.
- Dorit Ines Kerschke & Jorge Eduardo Montalvo (2006). *Jarðfræðikortagerð. Vatnsfjörður í Vestfirði, Hellufjall*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Eggert Ólafsson (1772). *Reise igiennem Island I-II*. 1126 bls. Soröe.
- Egill Axelsson, Pálmi Erlendsson & Tryggvi H. Blöndal (1996). *Jarðfræðikortlagning í umhverfi Hagamúla*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Einar Tönsberg, Kristján E. Karlsson, Snæbjörn Guðmundsson & Sverrir Már Sverrisson (2008). *Kjálkaffjörður - Þverá*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Eiríkur Freyr Einarsson (1997). *Jarðfræðikort af Vatnsfirði, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Elín Erlingsdóttir (1984). *Jarðlög á vatnasviði Lækjarár í Vatnsfirði*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Elísabet Pálmadóttir, Tinna Jónsdóttir, Bylgja Dögg Sigurbjörnsdóttir & Marín Ósk Hafnadóttir (2009). *Jarðfræðikortagerð. Tungumúli og Hagamúli á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ester R. Guðmundsdóttir, Ingunn M. Þorbergsdóttir & Óliver Hilmarsson (1998). *Parthjallar*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Esther H. Jensen, Guðmundur Sveinsson & Sigurður Ásbjörnsson (1992). *Jarðlagaskipan í hliðum Mórudals að austanverðu*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.

- Eydís Salóme Eiríksdóttir & Daði Þorbjörnsson (1995). *Jarðlagaskipan í Smjördal á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Finnbogi Rögnvaldsson (1989). *Mæliniðurstöður*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Freyr Pálsson, Skafti Brynjólfsson & Páll V. Kolka (2006). *Jarðfræðikortlagning upp eftir Grenjadalsá*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Friðgeir Grímsson (2007). *The Miocene Floras of Iceland. - Origin and Evolution of Fossil Floras from North-West and Western Iceland, 15 to 6 Ma*. Óútgefin doktorsritgerð. Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Friðgeir Grímsson, Hlynur Guðmundsson & Snorri Gíslason (1998). *Jarðfræðikortlagning við Sjöunda og Söðul á Rauðasandi*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Friðrik Dagur Arnarson, Sigurður Jónsson & Tryggvi Ragnarsson (1992). *Jarðlagaskipan í Penningsdal í V-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Friðrika Marteinsdóttir & Victor Kristinn Helgason (1992). *Jarðfræðikortagerð. Vatnsdalur*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Friedrich, W.L. (1966). Zur Geologie von Brjánslækur (Nordwest-Island) unter besonderer Berücksichtigung der fossilen Flora. Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln 10, 108 bls.
- Friedrich, W. & L.A. Símonarson (1976). *Acer Askelssoni n. sp., grosse Teilfrüchte aus Island. Palaeontographica 155B, 140-148.*
- Gísli Örn Bragason (2006). *Jarðfræðikortlagning Múlahyrnu sem efst heitir Hagatafla*. Óútgefin skýrsla (tölvugögn), Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Guðjón Helgi Eggertsson, Hildur Ágústsdóttir, Þórey Ólöf Þorgilsdóttir & Þórhildur Vala Þorgilsdóttir (2010). *Holtsdalur, Náttmálabrekkur og Hrafnagil. Jarðfræðikortagerð*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Guðmundur Pálmason (1986). Model of crustal formation in Iceland and application to submarine mid-ocean ridges. Í P.R. Vogt & B.E. Tucholke (ritstj.), *The Geology of North America, vol. M., The Western Atlantic Region*, 87-98. Boulder, Colorado, Geol. Soc. Am.
- Guðríður Arnardóttir & Þráinn Friðriksson (1995). *Jarðlagaskipan vestan Hreggstaða, Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Gunnar Ragnars, Ingi Þór H. Kúld, Jón Kristinn Helgason & Sigurður H. Markússon (2005). *Smjördalur, Jarðfræðikortlagning*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Gunnlaugur Brjánn Þorbergsson & Sigurjón Vídalín Guðmundsson (2004). *Jarðfræðikortagerð*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Halldór Njálsson, Sigríður Guðný Björgvinsdóttir, Snævarr Guðmundsson & Þorbjörg Helga Hilmarsdóttir (2009). *Jarðfræðikortagerð. Miklidalur á Barðaströnd 15.-25. ágúst 2009*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Halldóra Hreggviðsdóttir (1984). *Jarðlagaskipan í Lækjardal á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.

- Haraldur Sigurðsson (1967). Dykes, fractures and folds in the basalt plateau of Western Iceland. Í Sveinbjörn Björnsson (ritstj.), Iceland and Mid-Ocean Ridges. *Soc. Sci. Islandica. Rit* 38, 162-169.
- Haukur Jóhannesson (1980). Jarðlagaskipan og þróun rekbelta á Vesturlandi. *Náttúrufræðingurinn* 50 (1), 13-29.
- Haukur Jóhannesson (1986). Þættir úr jarðfræði Breiðafjarðarsvæðisins. *Breiðfirðingur* 44, 3-19.
- Haukur Jóhannesson (2009). Jarðhiti á Vestfjörðum – Dreifing og uppruni (ágrip). *Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, 23. október 2009*. Reykjavík: Jarðfræðafélag Íslands.
- Hildur J. Gunnarsdóttir (1986). *Gerð jarðlaga í Tungumúlafjalli á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Hjalti J. Guðmundsson & Steinunn Hauksdóttir (1992). *Gerð jarðlaga í Hjarðarnesi í Austur-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ingibjörg Karlsdóttir, Ólöf Erna Leifsdóttir & Sigurjón Jónsson (1993). *Tröllaháls. Kortlagning jarðlaga í Penningsdal við innanverðan Vatnsfjörð á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ingimar Óskarsson (1992). *Jarðlagaskipan við Kjálkaffjarðará*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Ingvar A. Sigurðsson (1987). *Gerð jarðlaga í Hestmúla í Vatnsfirði*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Jóhann Thorarensen (1987). *Skipan jarðlaga í Rauðsdalsfjalli á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Jóhanna M. Thorlacius (1987). *Jarðlagaskipan í Tungumúlafjalli á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Jón Eiríksson (1978). *Leiðbeiningar um jarðfræðikortagerð. I. Jarðlagasnið*. Háskóli Íslands, Jarðfræðiskor, 16 bls.
- Jón Eiríksson (1995). *Leiðbeiningar um jarðfræðikortagerð*. Reykjavík, 42 bls.
- Jón Eiríksson (1997). *Leiðbeiningar um jarðfræðikortagerð. 3. útgáfa*. Reykjavík, 53 bls.
- Jón Eiríksson (2003). *Leiðbeiningar um jarðfræðikortagerð. 4. útgáfa*. Reykjavík, 53 bls.
- Jón Haukur Steingrímsson, Ingibjörg Elsa Björnsdóttir & Róbert Fanndal Jósavínsson (1993). *Skálmarnesmúlafjall. Námskeið í jarðfræðikortlagningu 1993*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Jón Viðar Sigurðsson (1990). *Jarðlagaskipan Litlanesfjalls, Austur-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Jónas Guðnason, Sigurjón Valgeir Hafsteinsson & Ögmundur Erlendsson (2006). *Jarðfræðikortagerð. Krossfjall, Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Jórunn Harðardóttir (1993). *Jarðlagaskipan í sunnanverðum Blanki á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.

- Jörg-Peter Kück (1990). *Jarðlagaskipan á norðanverðu Litlanesi, Kjálkafirði, Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Jörgen Þormóðsson, Ragnhildur Sigurðardóttir & Sigurrós Friðriksdóttir (1992). *Jarðlagaskipan á austanverðu Hjarðarnesi*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Kjartan O. Kristjánsson & Lárus Rúnar Ástvaldsson (1983). *Berggrunnskort af Nónár fjalli, Vatnsfirði, Vestur-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Kristín Gestsdóttir (1987). *Jarðlagaskipan, Miðhlíðarnúpur, Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Kristján Geirsson (1987). *Gerð jarðlaga í Hellufjalli, Vatnsfirði, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Kristján Sæmundsson 1980: Outline of the Geology of Iceland. *Jökull* 29, 7-28.
- Landmælingar Íslands (1956). Loftmyndir nr. 1051-1054, 1254-1257, 1176-1181, 1302-1307. Svarthvítar myndir, mælikvarði u.þ.b. 1:30.000.
- Landmælingar Íslands (1959). Loftmyndir nr. 2042-2045, 2100-2107, 2927-2930. Svarthvítar myndir, mælikvarði u.þ.b. 1:30.000.
- Landmælingar Íslands (1964). *Uppdráttur Íslands, blað 23, Gufudalur*. Staðfræðikort, 1:100.000. Reykjavík: Landmælingar Íslands.
- Landmælingar Íslands (1979). *Uppdráttur Íslands, blað 13, Barðaströnd*. Staðfræðikort, 1:100.000. Reykjavík: Landmælingar Íslands.
- Landmælingar Íslands (1983). Loftmyndir nr. 1370-1373, 1327-1328, 1419-1421, 1423-1426. Svarthvítar myndir, mælikvarði u.þ.b. 1:30.000.
- Landmælingar Íslands (1984). Loftmyndir nr. 5062-5064, 5102-5104, 5131-5132, 5173-5175. Svarthvítar myndir, mælikvarði u.þ.b. 1:30.000.
- Leifur Örn Svavarsson (1995). *Jarðlagaskipan í Hjarðarnesi í Austur-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Leó Kristjánsson (1985). Bergsegulmælingar - nytsöm tækni við jarðfræðikortlagningu. *Náttúrufræðingurinn* 54, 119-130.
- Leó Kristjánsson (2008). Paleomagnetic research on Icelandic lava flows. *Jökull* 58, 101-116.
- Leó Kristjánsson (2009). A new study of paleomagnetic directions in the Miocene lava pile between Arnarfjörður and Breiðafjörður in the Vestfirðir peninsula, Northwest Iceland. *Jökull* 59, 33-50.
- Leó Kristjánsson & Haukur Jóhannesson (1996). Stratigraphy and paleomagnetism of the lava pile south of Ísafjarðardjúp, NW-Iceland. *Jökull* 44, 3-16.
- Leó Kristjánsson, R. Pätzold & J. Preston (1975). The palaeomagnetism and geology of the Patreksfjörður-Arnarfjörður region of Northwest Iceland. *Tectonophysics* 25, 201-216.

- Leó Kristjánsson, Björn S. Harðarson & Haraldur Auðunsson (2003). A detailed palaeomagnetic study of the oldest (15Myr) lava sequences in Northwest Iceland. *Geophys. J. Int.* 155, 991-1005.
- Loftmyndir ehf. (2009). *Samsettur og hnitsettur loftmyndagrunnur af Íslandi*. Afritaður að hluta, febrúar-mars 2009.
- Magnús Á. Sigurgeirsson (1988). *Jarðlagaskipan Skriðnafellsnúpur, Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Markús A. Leósson (1988). *Jarðlagaskipan Fossárfjalls við Vatnsfjörð, Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Matthildur B. Stefánsdóttir, Melkorka Matthíasdóttir & Steinar L. Sigurðsson (1996). *Jarðlagaskipan í Kleifaheiði og nágrenni*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- McDougall, I., L. Kristjánsson & K. Sæmundsson (1984). Magnetostratigraphy and geochronology of Northwest Iceland. *Journal of Geophysical Research* 89, 7029-7060.
- Ólafur Eggertsson (1988). *Jarðlagaskipan í Hrísnésnúpi, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Óskar Knudsen (1986). *Jarðlagaskipan í Nónborg á Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Páll Einarsson (2008). Plate boundaries, rifts and transforms in Iceland. *Jökull* 58, 35-58.
- Sigríður Hjaltadóttir (1985). *Jarðlagaskipan í norðvestanverðum Vatnsfirði, (Barðaströnd)*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Sigurður Jónsson (1989). *Gerð jarðlaga fyrir botni Kjálkafjarðar*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Sigurður Sveinn Jónsson (1988). *Jarðlagaskipan Hagatöflu, Múlahyrnu og Fossárgils á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Sigurður Þ. Ragnarsson & Sigyn Eiríksdóttir (1992). *Skýrsla um jarðlagaskipan Hellufjalls á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Sigurgeir Skúlason (1984). *Skýrsla úr jarðfræðikortagerð á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Sigurlaug María Hreinsdóttir (2009). *Jarðfræðikort af Litlanesi, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Snorri Gíslason (2000). *Berggrunns- og höggunarkort af austanverðum Rauðasandi, Vestur-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Sveinn P. Jakobsson (1983). Íslenskar bergtegundir I. Píkrít (óseanítt). *Náttúrufræðingurinn* 52(1-4), 80-85.
- Sveinn P. Jakobsson (1984a). Íslenskar bergtegundir II. Ólivínþóleítt. *Náttúrufræðingurinn* 53(1-2), 13-18.
- Sveinn P. Jakobsson (1984b). Íslenskar bergtegundir III. Þóleítt. *Náttúrufræðingurinn* 53(1-2), 53-59.

- Sveinn P. Jakobsson (1985a). Íslenskar bergtegundir IV. Basaltískt íslandít og íslandít. *Náttúrufræðingurinn* 54(2), 77-84.
- Sveinn P. Jakobsson (1985b). Íslenskar bergtegundir V. Dasít (rýódasít). *Náttúrufræðingurinn* 54(3-4), 149-153.
- Trausti Einarsson (1960). *The plateaubasalt areas in Iceland*. Int. Geol. Congr. 21, 5-20.
- Trausti Einarsson (1963). Some chapters of the Tertiary history of Iceland. Í L.Löve & D. Löve (ritstj.), *North Atlantic Biota and Their History* (bls. 1-9). New York: Pergamon.
- U.S. Army Map Service (1948). *AMS Series C762, Sheet 5323 I, III, IV*, 1:50.000, Washington D.C.: US Army Map Service
- Unnur Svavarsdóttir (1993). *Jarðlagaskipan í norðanverðu Hellufjalli, Vestur-Barðastrandarsýslu*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Vaka Antonsdóttir (2004). *Skipan jarðlaga í Vatnsfirði á Barðaströnd - Jarðfræðikort*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Viðar Karlsson (1985). *Skipan jarðlaga í Þverárfjalli í norðvestanverðum Vatnsfirði, (Barðaströnd)*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Walker, G.P.L. (1959). Geology of the Reydarfjörður area, eastern Iceland. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 114, 367-391.
- Walker, G.P.L. (1960). Zeolite zones and dike distribution in relation to the structure of the basalts of eastern Iceland. *Journal of Geology* 68, 515-528.
- Walker, G.P.L. (1963). The Breiddalur central volcano, eastern Iceland. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 119, 29-63.
- Walker, G.P.L. (1974). The structure of eastern Iceland. Í Leó Kristjánsson (ritstj.), *Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area* (bls. 177-188). Dordrecht: D. Reidel.
- Þorbjörg Hólmgeirsdóttir (1988). *Jarðlagaskipan Hellufjalls í Vatnsfirði, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Þorsteinn Barðason (1990). *Jarðlagaskipan í Litlafelli, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Þorsteinn Jóhannsson (1988). *Jarðlagaskipan við Uppsalaahnúka í Vatnsfirði, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Þorsteinn Sæmundsson (1988). *Jarðlagaskipan Miðhlíðarnúps, Barðaströnd*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Þorvaldur Thoroddsen (1906). *Island, Grundriss der Geographie und Geologie. Pettermanns Mitt., Ergänzungsh. 153*, 163-358.
- Þórdís Högnadóttir (1994). *Gögn til jarðfræðikortlagningar á sunnanverðum Blanki á Barðaströnd*. Óútgefin skýrsla, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Þórdís Högnadóttir (1994). *Jarðfræðikort af svæðinu frá Tungumúlafjalli austur að Vatnsfirði*. Óútgefin BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.

Ögmundur Erlendsson (2007). *Tengingar jarðlagasúlna frá Tungumúlafjalli að Flókalundi á Barðaströnd. Rannsóknarverkefni. Óútgefin skýrsla (tölvugögn)*, Háskóli Íslands, Reykjavík.