

**Seyðishólar í Grímsnesi -
jarðfræði- og náttúrufarslegar aðstæður**

**Greinargerð vegna fyrirhugaðs áframhaldandi
gjallnáms í námu E30b**

**Páll Imsland
jarðfræðingur**

júní 2022

Efnisyfirlit

Inngangur

- 1 - Samandregin aðalatriði umfjöllunar skýrslunnar*
 - 2 - Örstutt saga námavinnslu í Seyðishólum*
 - 3 - Jarðskjálftar í Grímsnesi*
 - 4 - Jarðhiti og koldíoxíðstreymi í Grímsnesi*
 - 5 - Eldvirkni Grímsneskerfisins, hraun og gjall*
 - 6 - Grímsneskvikan, myndun hennar og þróun*
 - 7 - Hnyðlingar og frauðlingar í Grímsneskvikunni og sagan sem þeir segja*
 - 8 - Grímsneskerfið í ramma íslensku landreks- og gosbeltanna og eðli eldvirkinnar*
 - 9 - Grunnvatn í Grímsnesi og vatnsveitan*
 - 10 - Náttúrufyrirbæri með verndargildi í næsta nágrenni Seyðishóla*
 - 11 - Verndargildi Seyðishóla*
 - 12 - Hugleiðingar um framtíð námu E30b*
 - 13 - Tillögur að uppbyggingu öryggis gagnvart mengun á svæðinu*
 - 14 - Lokafrágangur á námunni þegar vinnslu þar lýkur endanlega*
 - 15 - Samandregin aðalatriði niðurstaðna um áhrif áframhaldandi námavinnslu í námu 30b*
- Tilvitnanir*

Inngangur

Skýrsla þessi um Seyðishóla í Grímsnesi er tekin saman að beiðni Bólta ehf í tengslum við undirbúning á umhverfismati vegna fyrirhugaðrar frekari efnisvinnslu úr gjallgíg í Seyðishólum, nánar tiltekið námu E30b. Varðandi vinnslusvæðið, staðsetningu þess og stærð er vísað í kort í aðaltexta matsskýrslunnar.

Ekki hafa farið fram nýjar rannsóknir á jarðfræðilegum aðstæðum á svæðinu en þekkingin þess í stað dregin saman úr aðgengilegum heimildum og endurtúlkuð með tilvitnunum í eldri og yngri greinar og greinargerðir og heimsóknum í námuna til staðfestinga og myndatöku. Hinar jarðfræðilegu aðstæður í stærra samhengi eru óvenjulega flóknar og því er dregið hér saman heldur meira en bráð nauðsyn kannski krefur, svo draga megi upp skiljanlega mynd af þróun svæðisins.

Helstu þættirnir sem fjallað er um í skýrslunni eru:

- Seyðishólar sjálfir og efnið sem þeir eru gerðir úr
- jarðfræðileg ferli sem virk eru á svæðinu og í kringum það
- jarðfræðileg bygging svæðisins ásamt þeim flækjum sem gera hlutverk Grímsnesgoskerfisins í heildarmynstri íslenskrar jarðskorpuþróunar betur skiljanlegt í ljósi þeirra meginhugmynda sem uppi eru um þróun íslenskrar jarðskorpu almennt
- grunnvatnsmál í vestanverðu Grímsnesi neðanverðu
- náttúruvár og náttúrufarslegar hættur á svæðinu
- jarðfræðileg fyrirbæri á svæðinu sem koma sérstaklega til álita sem verð verndunar
- verndargildi Seyðishóla sem jarðfræðilegs fyrirbæris
- verndargildi Seyðishóla og námu E30b af öðrum ástæðum
- öryggismál í tengslum við námavinnslu í Seyðishólum
- frágangur námunnar héðan í frá eða að vinnslu í henni lokinni

1 - Samandregin aðalatriði umfjöllunar skýrslunnar

a) Jarðfræðileg aðalatriði svæðisins

Seyðishólar eru hluti af hinni litlu og vel afmörkuðu eldvirku Grímsnesgosrein. Grímsnesgosin áttu sér stað fyrir 7.500-9.500 árum, eftir að ísöld lauk og liggja gosefnin mislægt ofan á rofnum jarðlagastafla sem myndaður er á ísöld.

Gosefni Grímsnesgosanna eru ólivín-basalt að samsetningu en þau urðu til við storknun frumstæðrar bergkviku sem átti uppruna sinn á miklu dýpi, efst í möttli jarðar.

Hlutverk Grímsnesgosstöðvanna í heildarmynstri íslensku jarðskorpunnar er flókið og ekki að fullu staðfest, enda eru grunnástæður eldvirkinnar á svæðinu ekki einfaldar.

Kvika Grímsneshraunanna var tiltölulega heit (um 1200°C) og tiltölulega gasrík. Uppstreymishraði kvikunnar var allmikill sem leiddi til

Þess að gosin urðu blanda af hraunrennsli og háum kvikustrókum. Í gosunum þaut því tiltölulega mikið magn af kviku hátt í loft upp og tiltölulega mikill hluti þeirrar kviku storknaði í loftinu og varð að gjalli, sem að miklu leyti hlóðst upp í myndarleg gíguppvörp á gosstaðnum.

Jarðskjálftar eru tiltölulega algengir á svæðinu og í nágrenni þess og sumir þeirra geta orðið mjög öflugir og haft mikil áhrif.

Gamalt jarðhitakerfi er á svæðinu og jarðhiti nýttur.

Óvenjulega mikið magn koldíoxíðs streymir úr jörðu á svæðinu á íslenskan mælikvarða og hefur koldíoxíðið verið nýtt síðan 1986.

Grunnvatnsstreymi er mikið og greitt um bergrunninn á svæðinu og stendur undir mörgum litlum vatnsveitum.

b) Náttúruverndaratriði á svæðinu

Kerhóll austan Hólaskarðs er í mjög viðkvæmu og nánú nágrenni við námu E30b, en um skarðið fer umferð að og frá námunni. Þar sem Kerhóll er á náttúruminjaskrá og er ennþá óspilltur að kalla af efnistöku og raski og er mjög gott eintak af því landslagsfyrirbæri sem Grímsnesgígarnir teljast til, er rík ástæða til að vanda mjög alla umgengni í og við Hólaskarð.

c) Öryggisatriði í tengslum við námavinnslu á svæðinu

Vegna öflugs grunnvatnsstraums sem streymir suður á við undir Seyðishólum er sérstök og mikil ástæða til varkárni vegna mögulegrar olímengunar í sambandi við námavinnsluna og nauðsynlegt að hugsa fyrir vönduðum fyrirbyggjandi aðgerðum og stanslausri strangri vöktun varðandi mengun, ef áframhald verður á námavinnslu.

2 - Örstutt um námavinnslu í Seyðishólum og nágrenni

Búið er að taka efni úr mörgum gíganna á Grímsnesgosreininni á undangenginni öld og er nú líklega aðeins Kerhóll einn eftir ósnertur og heill að kalla. Þannig er aragrúi náma stórra og smárra hingað og þangað á svæðinu. Mest hefur þetta verið tekið á síðustu öld og það sem af er þessari og notað til vegagerðar, uppfyllinga, bygginga, í plön og stíga o.fl. Rautt gjall hefur verið vinsælt í göngustíga og setur mikinn svip á þá og umhverfi þeirra. Þá hefur einnig verið steypt úr gjallinu svokallaður mátsteinn, hleðslusteinn til ýmissa bygginganota.

Í Seyðishólum eru þrjár gjallnámur og snýst umhverfismatið um framhald á efnisvinnslu í einni þeirra. Um er að ræða syðstu námuna, syðst við Hólaskarð, námu E30b. Náma E30b sést frá þjóðveginum austan Seyðishóla en er ekki mjög áberandi (1. og 2. mynd). Þar hafa nú þegar verið teknir um 450.000 m³ af gjalli (3. og 4. mynd). og eru áætlanir um að taka annað eins eða 500.000 m³ til viðbótar. Sveinn Jakobsson o.fl. (1995) mátu gjallið í Seyðishólum upp á 70 miljón m³ og auk þess 50 miljón m³ af gjalli í gjalldreif sem fallið hefur þynnri og dreifðar umhverfis hólana.

Það sem búið er að vinna þarna og sú viðbót sem nú er í áætlun er því aðeins örlítið brot af heildinni, eða 1 miljón m³ af 120 miljónum m³.



1. mynd: Seyðishólar séðir úr suðvestri, frá Kerinu, að sumri til. Náma E30b sést suðaustan í hólunum.



2. mynd: Seyðishólar séðir úr suðri, frá Þjóvegi 35, Biskupstungnabraut, í vetrarbirtu, sér inn í námuna.



3. mynd: Þegar komið er inn í námu E30b úr Hólaskarði blasa innviðir Seyðishóllanna við í fjölbreyttu litaspili.



4. mynd: Inni í námunni eru brattir gjallveggirnir mest áberandi í grábrúnum og rauðum litum gjallsins.

3 - Jarðskjálftar í Grímsnesi

Grímsnes er á jarðskjálftasvæði. Hið svokallaða Suðurlandsskjálftabelti, sem er eitt virkasta jarðskjálftasvæði landsins og þar sem hvað stærstir skjálftar eiga sér stað, liggur m.a. um Grímsnes. Suðurlandsskjálftabeltið er svokallað þverbrot- eða hliðrunarbelti þar sem jarðskorpuflekarnir sunnan þess og norðan hliðrast til, sá nyrðri í vestlæga átt en sá syðri í austlæga. Hliðruninni fylgir örlítill gliðnun innan beltisins í norðlæga-suðlæga stefnu svo hreyfingamynstrið er ekki einfalt.

Yfirlit yfir skjálftana á þessu beltinu og afstöðu þeirra til annarar skjálftavirkni í landinu má sjá í texta og á kortum á allnokkrum stöðum (t.d. Páll Einarsson 2014, Gunnar B. Guðmundsson o.fl. 2013, Páll Halldórsson o.fl. 2013 og Kristín Vogfjörð o.fl. 2013).

Undir Grímsnesi, einkum sunnanverðu, má því eiga von á upptökum jarðskjálfta og afleiðingum slíkra skjálfta á yfirborði. Auk þess má vegna nálægðarinnar eiga von á ummerkjum skjálfta í Grímsnesi eftir skjálfta sem eiga sér upptök utan sjálfs svæðisins en innan Suðurlandsskjálftabeltisins. Slíkir skjálftar geta orðið af miklum styrkleika og því má vænta mikilla áhrifa af þeim.

Ekki hefur farið fram sjálfstæð úttekt á jarðskjálftahættu eða jarðskjálftaááttu í Grímsnesi, né mat á áhrifum skjálfta.

Páll Einarsson o.fl. (2005) kortlögðu jarðskjálftasprungur í Grímsnesi eftir Suðurlandsskjálftana árið 2000. Þeir skjálftar skildu ekki eftir sig yfirborðsummerki í vestanverðu Grímsnesi en þeim mun betur austanvert, í Hestfjalli og nágrenni þess. Eldri sprungur fundust, en í tiltölulega litlum mæli þó, vestar í Grímsnesi, þar á meðal á hraunasvæðinu og norðaustur af því. Þær sprungur eru líklega eldri en frá árinu 2000.

Áhrifanna af jarðskjálftum í Grímsnesi og nágrenni má einkum vænta á formi sprungna á yfirborði landsins og titringi og hristingi á yfirborði þess og öllu því sem þar er, jarðföstu og lausu. Slíkar hreyfingar geta valdið alls konar tjóni og slysum eftir aðstæðum á áhrifastaðnum, stærð skjálfa og umfangi virkninnar.

Jarðskjálftasprungur þessar eru líklegastar til þess að myndast með norð- til norðaustlægrri stefnu og geta jafnvel opnast sem nemur allt upp í nokkrum metrum. Þessar hreyfingar í yfirborði geta jafnvel valdið uppvarpi þústa og smáhóla, svokallaðra sprunguhóla, og sigs jarðspilda svo að eftir standa holur, gjótur og smágígar, svokölluð niðurföll.

Eldsumbrotum á gosreininni gætu líka fylgt jarðskjálftar sem skildu eftir sig opnar sprungur og jafnvel stallasig, misgengi með lóðréttri hreyfingu, en líklega ekki mjög stórum skjálftum. Slíkar jarðskorpuhreyfingar, tengdar eldsumbrotum á Grímsnesreininni eru mun sjaldgæfari fyrirbæri en hreyfingar af völdum hliðrunarskjálfta innan Suðurlandsþverbrotabeltisins. Eldsumbrot á þessu gosbelti eru sárasjaldgæft fyrirbæri, endurkomutími atburða nemur tugum þúsunda ára, á meðan öflugar skjálftahrinur innan þverbrotabeltisins koma að jafnaði á allmargra áratuga fresti (ca. 100 ára endurkomutími) og auk þess má eiga von á skjálftum með óreglulegu millibili þess á milli.

4 - Jarðhiti og koldíoxíðstreymi í Grímsnesi

Jarðhiti finnst víða í Grímsnesi og er bæði um að ræða svokallaðan lág- og háhita. Mörkinn á milli há- og lághita eru skilgreind við 200°C á 1000 m dýpi. Annað sem einkennir mismuninn einnig er að það er mun meira magn uppleystra efna í háhitavökvanum. Háhitinn er talinn fá varma sinn frá bergkviku og er þannig mjög náð tengdur eldvirkum svæðum landsins. Bæði varminn og uppleystu efnin í vökvanum koma frá bergkviku sem er að kólna í jarðskorpunni. Lághitinn er hins vegar talinn fá varma sinn úr heitu bergi í jarðskorpunni. Það er orðið kaldara en kvikan og gefur því frá sér minni varma. Það gefur einnig frá sér mun minna af uppleystum efnum og gösum.

Víðast hvar í Grímsnesinu er jarðhitinn lághiti. En suðvestanvert í sveitinni, þar með talið á Seyðishólasvæðinu, er um háhita að ræða (Jónas Ketilsson o.fl. 2010), háhita sem þó er alveg við mörkin á milli flokkanna samanber flokkun kerfisins í skýrslu Orkustofnunar 2015.

Að þarna skuli finnast háhiti hefur áhrif á það hvernig eðli hins eldvirka svæðis í Grímsnesi er túlkað. Um það er frekar fjallað síðar.

Þessu jarðhitakerfi, eða öllu heldur varmagjafa þess, fylgir mikið koldíoxíðstreymi (Þorgils Jónasson 2006 og Orkustofnun 2015). Þetta streymi er einkum í nágrenni Hæðarenda og er virkjað til framleiðslu á koldíoxíði til notkunar í landinu. Það er tekið úr um 900 m djúpri borholu.

5 - Eldvirkni Grímsneskerfisins, gígar, hraun og gjall

Sveinn Jakobsson (1966) kortlagði Grímsneshraunin og gerði grein fyrir almennri gerð þeirra og eldvirkninnar sem þau urðu til í. Hann bætti síðan enn frekar við vitneskjuna um Grímsneshraunin og gosin þar, nokkrum sinnum, m.a. 1977 og 2013.

Í einu af gosunum á Grímsnesreininni mynduðust Seyðishólar og Seyðishólahraun, fyrir um 9.500 árum. Austan við Seyðishóla er Kerhóll, sem er yngri, myndaður fyrir um 7,500 árum og er örstutt á milli þeirra, rétt steinsnar. Sundið á milli þeirra kallast Hólaskarð og Kerhóll er stundum í almennri umræðu talinn einn af Seyðishólunum þó yngri sé. Kerhóll er úr gjalli og gjallkleprum en Seyðishólarnir sjálfir úr nær hreinu óklepruðu gjalli. Það er dálítill munur á útliti þessarar tveggja gíghóla sem er tengt gosháttunum, einkum ákafa og hæð gosstrókanna, og því efni sem þeir eru hlaðnir upp úr. Sem gjallgígar eru þetta allmyndarleg uppvörp, sem setja mikinn svip á sveitina og frá þeim hafa runnið allmyndarleg hraun. Seyðishólahraunið er þó að verulegu leyti þakið af hinu yngra Kerhólshrauni.

Framleiðni eldvirkninnar á Grímsneskerfinu hefur verið mest þar sem eru Seyðishólar og Kerhóll og markar þetta svæði eins konar kjarna kerfisins (Sveinn P. Jakobsson, 1977).

Heildarflatarmál Grímsneshraunanna er 54 km² og á því eru 12 eldstöðvar og 12 hraun. Heildarrúmmál gosefna er 1,2 km³ alls. Grímsneshraunin eru almennt um 6 til 18 m á þykkt. Af þessari heild eru Seyðishólar aðeins lítil hluti. Ekki er ljóst hversu stórt Seyðishólahraun er að

flatarmáli, þar sem Kerhólshraunið þekur hluta þess. Seyðishólshraunið er þó áætlað 0,26 km³. Kerhólshraunið er heldur meira að rúmmáli, eða um 0,36 km³ (Sveinn P. Jakobsson 1977 og 2013). Þessi tvö hraun eru samtals rúmur helmingur Grímsneshraunanna að rúmmáli. Seyðishólasvæðið er því stundum talið vera þungamiðja Grímsnesgosreinarinnar.

Hæsti punktur Seyðishóla er um 214 m y.s. en hólarnir um 110 m yfir umhverfi sitt. Dýpsti gröftur í Seyðishólanámunni, E30b, nær nú niður á um 100 m y.s.

Gígarnir í Grímsnesi eru sem sagt gjall- og gjallklepragígar þar sem gosið hefur ólivín-basalti á stuttum sprungum í gosum með kvikustrókvirkni og hraunrennsli. Kerhóll einkennist af gjalli og gjallkleprum en hinir eiginlegu Seyðishólar eru hreinni gjallgígar þar sem mun minna er um klepragjall. Þetta setur svip á útlit hólanna, sem er nokkuð ólíkt. Seyðishólar eru bungumynduð fyrirbæri sem ekki hafa neina skarpa tinda eða toppa en Kerhóll ber grófari form og er brattari og hrjúfari í útliti. Þetta sést vel á samanburði þeirra á 5. mynd.

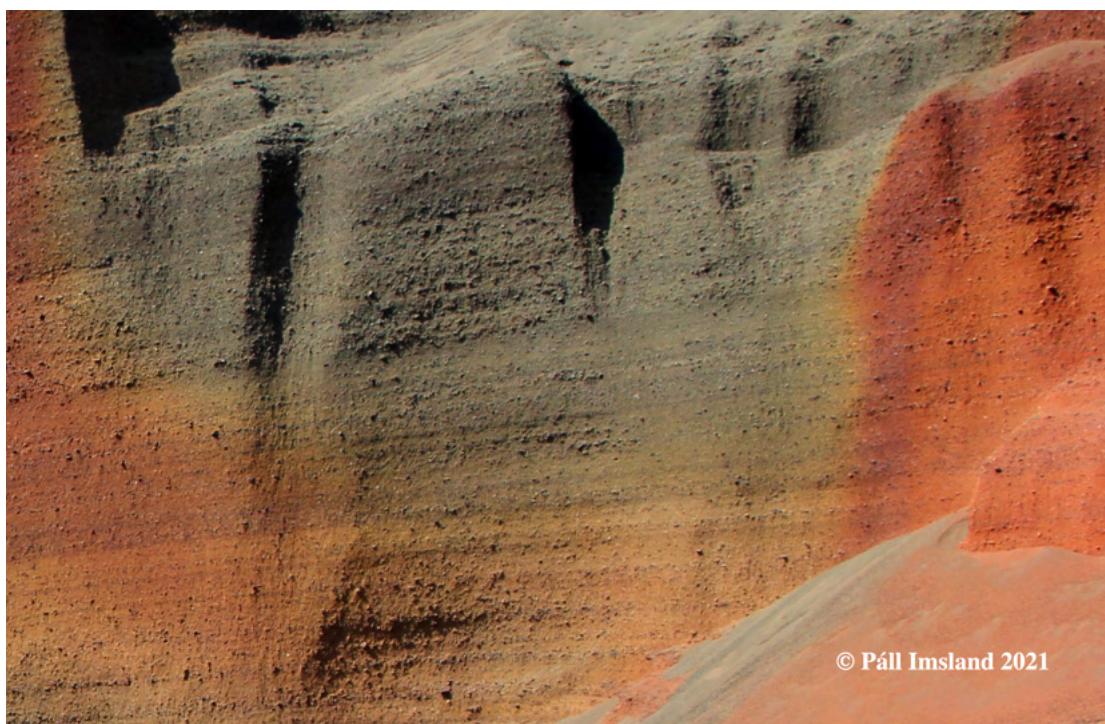
Gjallið í Seyðishólum er mjög einsleitt að gerð en fjölbreytt að litum, mest í rauðum, grábrúnleitum og bláleitum tónum, sjá 6. mynd. Gjallbrotin eru fremur smá, mest fáeinir cm í þvermál og mjög blöðrótt. Þar sem það er mjög lítið kleprað er gjalluppvarpið sjálf mjög laust í sér, sjá 7. mynd, og þar sem gallið er mjög blöðrótt og því eðlislétt er það auðvelt í námavinnslu, en molnar á hinn bóginn auðveldlega undan álagi og þunga. Klepragjallið myndar stærri samhangandi einingar, klepra, og hrúgast öðru vísi upp í gígveggjunum, sjá 8. mynd, og brotnar niður við námavinnsluna í stærri klumpa og hnullunga.



5. mynd: Seyðishólar og Kerhóll séðir frá Kerinu. Mismunandi form þessara tveggja gíga leynir sér ekki.



6. mynd: Litaspilið í gjallmolunum í Seyðishólum er mikið þegar þeir eru skoðaðir stakir.



7. mynd: Gjallstálið í Seyðishólum eins og það lítur út ókleprað og eingöngu gert úr lausum gjallmolum. Áberandi lagskipting setur svip sinn á uppbygginu gjallgíganna. Hróft yfirborð gjallkornanna gerir það að verkum að gjallveggirnir standa afar vel þó þeir séu lóðréttir og einstök gjallkorn ósamlímd.



8. mynd: Klepragjallsstálið stendur enn betur en gjallmolastálið vegna þess að þar hafa kornin og kvikusletturrnar kleprast saman. Í slíku klepruðu stáli þarf meira að hafa fyrir því að rífa gjallið niður.

Grímsneshraunin eru apalhraun, kantbrött, úfin og víða ill yfirferðar sjá 9. mynd. Yfirborðið er þakið blokkum og hnullungum af ýmsum stærðum og eru molar og brot gjarnan illa samhangandi. Yfirborðið er því laust í sér og óstöðugt.

Þar sem kvika Grímsneshraunanna er frumstæð að efnasamsetningu og var mjög heit og gasrík er hún barst upp á yfirborðið var seigja hennar mjög lág. Því hefði mátt gera ráð fyrir því að Grímsneshraunin væru yfirleitt þunn helluhraun, en svo er ekki. Grímsneshraunin eru upp til hópa allþykk apalhraun, úfin og óslétt, sett steinblokkum og grófu gjalli, og víða ill yfirferðar. Apalhraun eru hins vegar gjarnan orðin til við rennsli tiltölulega þróaðrar og kaldarar bergkviku.

Ástæðan fyrir þessu misræmi sem hér virðist vera á ferðinni er þó skiljanleg. Grímsneshraunin komu upp í gosum með mjög ákafri og hárrí kvikustrókavirkni og sprengingum, sem vörpuðu kviku og slettum marga tugi, ef ekki hundruð metra, í loft upp. Það er afleiðing af miklu gasinnihaldi kvikunnar og hröðu aðstreymi hennar að neðan, að gosið hegðaði sér þannig. En slík virkni leiðir til þess að kvikan missir eldfjallagösin að miklu leyti og kólnar allmikið í snertingu við andrúmsloftið á meðan á fluginu stendur og við afgösunina og kólnunina vex seigja hennar þannig að þegar hún rennur burt frá gígnum er hún orðin seigari en ella og á erfiðara með að renna og hún er enn að afgangast á því rennsli en slíkt truflar gjarnan greitt rennsli. Það kallar líka á alls konar hindranir og tregðu í rennslinu, sem framkallar myndun á blokkum og gjalli í yfirborði rennandi hraunsins og þar með verður yfirborð hraunsins úfið og óslétt, apalhraun, þó það sé upprunalegt eðli kvikunnar að mynda helluhraun.

Þessir goshættir, háir kvikustrókar og sprengingar, eru líka ástæðan

fyrir því hversu mikil gjallmyndun var í gosinu í Seyðishólum. Kvikusletturarnar í strókunum og uppfloginu storknuðu í loftinu og féllu sem storknaðir og stífir molar til jarðar og hlóðust upp sem gjallhraukar. Í Kerhólsgosinu sem átti sér stað um einu til tveim þúsundum ára síðar en Seyðishólagosið var einnig mikil strókavirkni, en þó greinilega minni. Þess vegna er gjallið í Kerhóli meira kleprað. Gjallbrotin sem þar féllu voru að hluta til enn það heit og þjál þegar þau lentu að þau náðu að kleprast saman að töluverðu marki og mynda betur samhangandi einingar og tiltölulega minna varð af lausum blöðróttum gjallmolum í upphleðslu gíghólsins.



9. mynd: Grímsneshraunin er apalhraun, gróf á yfirborði og yfirleitt brúnabrött.

Gossprungurnar í Grímsnesi eru stuttar, upp undir 1 km að hámarkslengd og gígar á þeim því fáir, einn til fjórir, og hefur yfirleitt mest af gosefnunum komið upp á einum gíg í hverju stöku gosi. Sprungurnar stefna eftir hinni almennu sprungustefnu á svæðinu og innan gosbeltisins vestur af þeim, þ.e.a.s. nokkurn veginn norðaustur-suðvestur. Þar sem fleiri en einn gígur hafa verið virkir í sama gosi, sbr. gígaröðina sem Kerið er á, Tjarnarhólaröðina, raðast gígarnir því í þessa stefnu.

Grímsnesgosin hafa yfirleitt verið hraungos en með mikilli strókavirkni og þar af leiðandi mikilli gjall- og klepraframleiðslu. Hraunin hafa yfirleitt ekki runnið langar vegalengdir en mikið uppvarp gjalls hefur átt sér stað í kringum gosopin. Þar hafa gígvörpin því hlaðist upp í strókavirkni tiltölulega há. Nokkur fínkornótt gjóska og þaðan af smærri í korni, gjóskuryk, hefur borist um loftið og sest í næsta nágrenni gosstöðvanna. Í sumum tilvikum má nota þá gjósku til að greina einstök hraun í sundur, þar sem hún finnst á milli hrauna, því berggerðin í Grímsneshrauninum leyfir illa sundurgreiningu þeirra, vegna einsleitni.

6 - Grímsneskvikan, myndun hennar og þróun

Bergið í Grímsneshraunum er fínkorna, dökkt blágrátt ólivín-basalt (10. mynd) og inniheldur sums staðar smávegis plagíóklas- og ólivíndíla. Gjallið í gígnum er glerkennt með dreif af smákristöllum af plagíóklasi, pýroxeni og ólivíni. Samkvæmt efnagreiningu á berginu í einu hraunanna (Sveinn Jakobsson, 1966), sem öll eru afar lík að samsetningu, er kísilinnihaldið, SiO_2 , jafnt og 47,4%, MgO jafnt og 8,6% og K_2O jafnt og 0,3%, sem segir að kvikan hefur verið frumstæð og samkvæmt því bæði tiltölulega heit og þunnfljótandi. Þetta er í vissu ósamræmi við útlit hraunanna, apalhraunaeinkennin, sem rakin og útskýrð hafa verið hér að framan.

Þróunarsamfella bergs af þeim gerðum sem koma upp í gosum á Íslandi og nágrenni er þannig: Frumstæðast er píkrít, þá ólivín-basalt, þá þóleiít og síðan íslandít, dasít og loks ríólít sem er þróaðast. Þessi röð lýsir líka lækkandi hitastigi kvikunnar, vaxandi seigju hennar og yfirleitt auknu magni gasa. Heitu frumstæðu kvikurnar eru að öllu jöfnu mun betur þunnfljótandi en þær köldu og þróuðu. Píkrítkvika er um 1200-1250°C en ríólítkvika jafnvel komin niður fyrir 900°.

Kvikan sem upp kom í Grímsnesgosunum virðist hafa verið einsleit og nánast eins frá einu gosi til annars. Bergið í hraununum og gjallinu er því innbyrðis líkt og fátt í efninu sem greinir það að.

Kvikan sem er fremur frumstæð gefur til kynna að hún sé komin af allmiklu dýpi í jörðinni, og fremur beint neðan úr möttli jarðar en úr grunnstæðum kvikuhólfum í jarðskorpunni.



10. mynd: Bergið í Grímsneshraununum er yfirleitt fínkorna, gráblátt og grábrúnleitt, ólivín-basalt fremur snautt af dílum.

Slík grunnstæð kvikuhólf eru víða þar sem gosvirkni hefur staðið allengi og eru yfirleitt á 5-2 km dýpi. Inn í kvikuhólfin berst kvika neðan úr möttli jarðar á meðan kerfið er virkt. Þar situr því gjarna slík kvika og þróast á milli gosa. Hún kólnar hægt og rólega og hluti hennar kristallast. Við þessa kristöllum þróast restkvikan í átt að annarri samsetningu, súrari. Þegar slík restkvika berst til yfirborðs í gosi er hún ólík möttulkvikunni, þ.e.a.s. kaldari og seigari og gjarnan með meira magn díla. Dílar eru kristallar sem vaxið hafa í kvikunni við kólnunina og orðið það stórir að þeir greina sig vel frá finni kristöllum grunnmassans, sem eru orðnir til við kristöllum í og eftir gos.

Möttulkvika er komin af meira dýpi kannski 8-12 km eða enn meira þar sem hitinn er meiri og nær bræðslumarki möttulbergsins svo að það fer að bráðna og kvika að myndast. Í slíkri möttulkvikunni er yfirleitt minna um díla og þeir yfirleitt mest úr steindinni ólivíni eða pýroxeni. Möttulkvika þarf ekki að eiga viðdvöl í kvikuhólfi. Hún berst stundum beint upp á yfirborðið og þá er það aðstæðum háð hvort hún tekur eitthvað með sér úr kvikuhólfi eða ekki ef hún á leið upp í gegnum slík kvikukerfi.

Grímsneshraunin eru úr frumstæðri kviku, ólivín-basaltkviku, sem hefur líklega verið um 1200°C heit við gos og ekki haft viðdvöl í kvikuhólfi.

En það er flækja í málinu. Ýmislegt bendir til þess að gamalt kvikuhólf, eldra en Grímsnesgosreinin, sé þarna undir, kvikuhólf kulnandi eða tiltölulega nýlega útdauðrar eldstöðvar, eldstöðvar og kvikuhólfs sem ekki sér merki á yfirborði í dag en liggja grafin í jarðlagastaflanum á svæðinu og urðu til og voru virk á seinni hluta Ísaldar. Þetta gamla eldstöðvakerfi er á milli einnar og tveggja miljóna ára gamalt. Það hefur rekið til austurs út úr gosbeltinu fyrir vestan og er líklega slitnað úr tengslum við kvikugjafann í möttlinum og hefur einangrast í jarðlagastaflanum, kólnað og er ef til vill ekki lengur fært um að valda eldgosum. Afleiðingarnar af þessari flækju verða nánar raktar síðar.

Landrekshraðinn út frá gosbeltinu í vestri er um 1 cm á ári austur á bóginn. Út frá staðsetningum og rekhraða má því reikna gróflega aldur jarðskorpunnar. Ef við miðum við Seyðishóla sem eru um 15 km austan við miðju gosbeltisins er skorpan undir þeim um 1,5 miljóna ára að aldri. Það er þá líka aldurinn á hinni fornu megineldstöð undir Seyðishólum. Þessi 1,5 miljóna ára gamla skorpa getur sem sagt innihaldið forna útdauða eða deyjandi megineldstöð, Grímsnesmegineldstöðina, komna þetta langt út úr rekbeltinu og frá því varma- og kvikuuppstreymi úr möttli jarðar, sem þar á sér stað og sem heldur slíkum megineldstöðvum virkum.

7 - Hnyðlingar og frauðlingar í Grímsneskvikunni og sagan sem þeir segja

Í lokafasa Seyðishólagossins barst til yfirborðs mikill fjöldi smáhnyðlinga sem finnast bæði í gjalli gíganna og eitthvað í hrauninu. Hnyðlingarnir eru grófkorna gabbróbergbrot, gjörólík restinni af berginu í útliti og því áberandi í bæði gjalli og hraunsteypu þó þeir séu yfirleitt minni en 10 cm í þvermál. Þeir eru af gabbróafbrigðunum, anorþósíti, troktólíti, pýroxeníti og ólivín-gabbrói (11. 12. og 13. mynd). Steindasamsetning og útlit kristallanna benda til þess að þeir hafi orðið til við kristöllum í þóleítkvikunni um 1050°C heitri á mjög litlu dýpi í jarðskorpunni, minna en tveggja km, í grunnstæðu kvikuhólfi.

(Kristín Vala Ragnarsdóttir o.fl., 1982, Sveinn P. Jakobsson, 2013). Hinsvegar hafa þeir borist upp á yfirborðið í mun frumstæðari og heitari kviku (um 1200°C) Seyðishólagossins, sem hlýtur að vera komin lengra neðan að og hefur hrifið hnyðlingana með sér á leið um kvikuhólfið. Í gjallinu finnast líka einstöku frauðlingar úr súru gleri, glerfrauði, (Sveinn Jakobsson, 1966) (14. mynd). Það bendir líka til þess að undir svæðinu sé kvika enn að storkna, ef til vill storknandi kvikuhólf eða lagskipt innskot. Þetta kvikuhólf tilheyrandi gömlu Grímsnemeginseldstöðinni er mjög líklega varmagjafi jarðhitans á svæðinu, uppruni koldíoxíðstreymisins og uppspretta bæði súra frauðsins og gabbróhnyðlinganna.



11. mynd: Smáir gabbróhnyðlingar í gjallstáli. Stærð þeirra er upp í nokkra cm í þvermál.



12. mynd: Hnyðlingar af tveim ólíkum gabbróafbrigðum, hefðbundnu gabbrói og ljósu anorþósíti.



13. mynd: Stakur gabbróhnyðlingur í klepragjalli, ca 4 cm á lengd.



14. mynd: Súrir frauðlingar sem tíndir hafa verið úr gjallinu. Þeir minna afar mikið á Hekluvíkur. Kornastærðin er upp undir 6 cm í þvermál.

Við kristöllum kviku við aðstæður afmarkaðar á þennan hátt er líklegt að eitthvert smáræði af súrri bergkviku verði einnig til. Það er þá restin af kvikunni sem er að storkna og ekki fær aðgang að steindunum sem eru að myndast vegna þess að frumefnin sem enn eru ókristölluð eiga ekki heima í kristalgrindum þeirra steinda sem eru að krisatallast. Slík súr kvika getur líka orðið til í litlum mæli í svona kerfi þegar heit kvika kemst inn í það og í snertingu við heitt berg með lægra bræðslumark og þá bráðnar af því fyrsti skammturinn. Slíkir smáskammtar eru yfirleitt súrir að samsetningu.

Hnyðlingarnir og súra frauðið í Grímsnesgosefnunum var í þessu tilviki hirt upp af enn frumstæðari kviku og heitari (um 1200°C), ólívín-basaltkviku, sem kom af meira dýpi þegar Grímsneshraunin runnu. Líklegt er sem sagt að hnyðlingarnir og súra frauðið séu ættuð úr kvikuhólfi þessarar fornu Grímsnesmegineldstöðvar við það að kvika núverandi virku Grímsnesreinarinnar braut sér leið upp í gegnum gamla kvikuhólfið og lagði Grímsneshraunin mislægt ofan á eldri jarðlögin.

8 - Grímsneskerfið í ramma íslensku landreks- og gosbeltanna og eðli eldvirkinnar í því ljósi

Er eldvirknin á Grímsnesgosbeltinu nýbyrjuð eða er hún lokabáttur í gömlu goskerfi? Um þetta eru áhöld og því er hér dálitlu plássi varið í rakningu þessarar flækju og útskýringar á málinu. Það varpar kannski svolitlu

ljósi á óvissuna um hugsanlega framtíð eldvirkinnar á svæðinu og eðli hennar og því er skilningur á flækju þessa máls æskilegur.

Austan við hinn eiginlega austurjaðar á Reykjanes-Langjökulsgosbeltinu, sem er eitt af megingos- og landreksbeltum Íslands, er lítil gosrein, einangruð frá restinni. Reinin er kennd við Grímsnes og kölluð Grímsnesreinin eða Grímsnesgosbeltið. Hún er um 12 km löng og 4-5 km á breidd og þar hefur gosið í tveim til þrem goshrinum fyrir um 7.500 til 9.500 árum, skömmu eftir að ísaldarjöklaana leysti af landinu fyrir um 10-12 þúsund árum. Það eru til tvær megintúlkanir á eðli eldvirkinnar á Grímsnessvæðinu, eins og gefið er í skyn með inngangsspurningunni að kafla þessum.

Önnur túlkunin er gömul (Sveinn P. Jakobsson, 1977) og líkir gosreininni við gosreinarnar í landreks- og gosbeltinu rétt vestan hennar, Reykjanes-Langjökulsgosbeltinu. Þessi hugmynd var á þeim tíma ekki beintengd landreksmálum, enda voru nútímalandrekshugmyndir og skýringar þeirra á mismunandi eðli eldvirkinnar þá enn ómótaðar að mestu leyti og þær ekki eins veigamikil meginhugtak í skilningi á mismunandi eðli, hegðun og þróun íslenskrar jarðskorpu eins og nú er. Hugmyndin gengur út á að gosreinin sé ung, rétt að byrja sinn virkniferil og Grímsneshraunin séu fyrsti og eini þáttur virkninnar hingað til.

Heildarframleiðsla gosefna á reininni er þá mjög lítil, heildarmagn gosefna aðeins um 1,2 km³ sem er nokkurn veginn jafn mikið og það kvikumagn sem upp kom í einu stöku eldgosi hér á landi á síðustu öld, Surtseyjargosinu árin 1963-1967. Þar komu upp 1,1-1,2 km³ af kviku samkvæmt Sigurði Þórarinssyni (1968). Þess er vert að geta að það telst þó fremur stórt gos á mælikvarða íslenskra eldgosa. Ef þessi túlkun er rétt sést vel hversu smátt hlutverk þessarar gosreinar er í myndunar- og mótunarsögu landsins enn sem komið er a.m.k.

Þó Grímsnesreinin sé hugmyndafræðilega tengd landreksgosbeltum Íslands í þessari túlkun þá er landrek af hennar völdum eða innan hennar nánast ekkert. Gliðnun jarðskorpunnar er þarna ákaflega lítil og lítið um opnar gjár og stöllótt misgengi í landslaginu, en slíkt einkennir hinar virkari landreksreinar yfirleitt.

Þessi túlkun er í góðu samræmi við frumstæða efnasamsetningu bergkvikunnar sem upp hefur komið í Grímsnesgosunum og einnig við túlkun á uppruna þeirra hnyðlinga sem finnast sums staðar í Grímsnesgosefnunum og hvort tveggja er rætt annars staðar í skýrslunni.

J. Sinton o. fl. (2005) komust að því að á Reykjanes-Langjökulsgosbeltinu á sér aðeins stað um 20-30% af landrekinu á sunnanverðu landinu. Þar af virðist rekþáttur Grímsnesreinarinnar vera nánast enginn, þó gosvirkni sé þar og raði sér á stuttar sprungur sem hafa sömu meginstefnu og sprungurnar á hinum virkari landreks- og gosbeltum sunnanlands. Bæði hlutur eldvirkinnar og landreksins á þessari rein er sem sagt afar lítil, nánast ekki teljandi hluti af heildinni.

Jarðhiti í vestanverðu Grímsnesi hefur leitt til yngri útskýringar á eðli svæðisins. Sveinn P. Jakobsson o.fl. (1995) segja: „Rannsóknir jarðfræðinga Orkustofnunar á borholugögnum benda til þess, að undir þessu jarðeldasvæði sé að finna gamla megineldstöð og sé jarðhitinn tengdur henni“ (sjá nánar Jónas Ketilsson o.fl. 2010). Kristján Sæmundsson (2002) setti þessa gömlu Grímsnesmegineldstöð inn á jarðfræðikort af Þingvallasvæðinu og nágrenni

Þess. Samkvæmt hraða landreksins á svæðinu ætti þessi gamla megineldstöð að vera á milli einnar og tveggja miljóna ára gömul og gæti því, í því samhengi séð, vel verið hálfstorkin kvika á einhverju dýpi undir svæðinu. Jarðhiti er í vestanverðu Grímsnesi og er talinn vera háhiti (Jónas Ketilsson o.fl. 2010), en það þýðir að hann fær varma sinn að öllum líkindum úr bergkviku, fremur en úr heitu storknu bergi. Þessi háhiti gæti sótt varmann í þetta gamla kvikuhólf. Miðað við þá sögu sem áður nefndir hnyðlingar segja, virðist kvikuhólfið ekki vera fullstorknað.

Koldíoxíðgas sem streymir um berggrunninn á þessu svæði (Þorgils Jónasson 2006) er að öllum líkindum einnig tengt þessu gamla kvikuhólfi. Þegar kvika storknar hrekjast gösin úr henni og enda með því að mynda sjálfstæðan gasfasa sem leitar upp á við um sprungur og glufur í berggrunninum.

Með tilvist þessarar gömlu megineldstöðvar er komin annar möguleiki á túlkun á eðli Grímsneseldvirkunnar. Hún gengur út frá því að hraunin séu síðasti þátturinn, a.m.k. enn sem komið er, í virkni gamallar megineldstöðvar. Innan marka þessarar gömlu eldstöðvar settu Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson Grímsneshraunin á jarðfræðikort árið 2009 en á berggrunnskorti Árna Hjartarsonar og Kristjáns Sæmundssonar (2014) er ekki afmörkuð þarna nein megineldstöð, en það er gert við aðrar megineldstöðvar, ungar og gamlar. Jarðhitann í Grímsnesi, sem ber einkenni háhita, má samkvæmt þessari hugmynd um gamla grafna megineldstöð túlka þannig að hann sé kominn frá kólnandi kvikurestum í kvikuhólfi megineldstöðvarinnar undir svæðinu.

Á móti því að Grímsneshraunin séu lokapáttur í lífi gamallar megineldstöðvar, mælir helst hin frumstæða efnasamsetning Grímsneshraunanna, en algengast er að megineldstöðvar deyi út með eldgosum sem bera þróaða kviku upp á yfirborðið, þróaða basaltkviku og jafnvel ísúra eða súra kviku.

Hvora heldur meginhugmyndina sem menn aðhyllast, kólnandi hálfdauda gamla megineldstöð eða unga og upprennandi landreksgosrein, sem er að byrja feril sinn, eru augljós bein tengsl við gosbeltið í vestri, Reykjanes-Langjökulsgosbeltið. Gamla megineldstöðin er, í því ljósi séð, á reki með flekanum og komin út úr landreksbeltinu sjálfu og er að hrekjast til austurs vegna gliðunar innan rekbeltisins og er þegar kaffærð í yngri jarðlögum. Ungu gosreinin er hins vegar, í sama ljósi séð, að brjóta sér leið upp í gegnum eldri skorpu, sem inniheldur megineldstöðina hálfkulnaða eða útdauða á kafi í yngri berglögum og er sjálf líklega landreksgosrein framtíðar.

Grímsnesmegineldstöðin gamla er þá í raun deyjandi eða útdauð en gefur enn frá sér varma út í skorpunu og fæðir með honum jarðhitann, sem enn eimir eftir af í skorpunni. Koldíoxíðstreymið á sér sama uppruna. Óljóst er hins vegar hvort kerfið hefur orku til að brjóta kviku úr kvikuhólfi kerfisins leiðina upp á yfirborð lengur og valda þar eldgosum. Óljóst er líka hvort tengsl kvikuhólfsins við upprunastað kviku í möttulinum eru endanlega rofin.

Ef lítið er hins vegar á Grímsnesgosreinina sem unga eldstöð með vaxandi virkni í framtíðinni væri eldstöðin að brjóta möttulkviku leiðina upp í gegnum þessa gömlu megineldstöð og hugsanlega kólnandi kvikuhólfi hennar alla leið neðan úr möttli jarðar en ekki að flytja kviku sem komin væri úr kvikuhólfi sjálfrar gömlu eldstöðvarinnar.

Það er í góðu samræmi við túlkun á uppruna hnyðlinganna (Kristín Vala Ragnarsdóttir o.fl. 1982), sem finnast í Grímsnesgosefnunum og fyrr er fjallað um, að möttulkvika Grímsneshraunanna hafi borist upp í gegnum annað hvort gamla kólnandi kviku í skorpunni, kvikuhólf gömlu megineldstöðvarinnar, eða lagskipt kólnandi innskot í beinum tengslum við hana.

Hér eru óljós álitamál á ferðinni sem varpa ekki skýru og óyggjandi ljósi á eðli þeirrar eldvirkni sem eiga má von á innan þessa eldstöðvakerfis í framtíðinni.

Suðurlandsskjálftabeltið, sem kallað er, gerir yfirlitsmyndina af þróun eldvirkni á þessu svæði þó jafnvel enn flóknari. Grímsnes er að nokkru leyti innan þessa beltis. Innan beltisins eru hér og þar stórar stakar móbergsmýndanir sem hafa orðið til við eldgos undir jökli á ísöld og ekki blasir við hvernig skuli tengja þau eða kviku þeirra landreksmynstrinu, hvort Suðurlandsskjálftabeltið er svokallað lekt þverbrotabelti (lekt á bergkviku að neðan) eða eitthvað annað. Það má jafnvel líta á Grímsneshraunin sem yngsta fasann í myndun slíkra gosmyndana, gosvirkni innan leks þverbrotabeltis rétt eftir að ísöld lauk.

Hlutverk og staða Grímsnesreinarinnar í heildarmynstri jarðskorpubyggingar Íslands, er sem sagt flókin og ekki að fullu skýr ennþá. Eðli þeirrar eldvirkni sem í framtíðinni mun eiga sér stað á svæðinu er þar af leiðandi ekki ljós. Hún gæti orðið svipuð og sú sem myndaði Grímsnesgígana og hraunin, frumstæð basalteldvirkni með hraunrennsli og kvikustrókavirkni. Hún gæti líka orðið sprengivirk og borið háþróaða kviku upp á yfirborðið með mikilli gjóskumyndun og hamagangi.

9 - Grunnvatn í Grímsnesi

Grunnvatn er afar dýrmæt auðlind og það er nauðsynlegt hverju byggðarlagi að hafa aðgang að gnægðum góðs vatns. Grunnvatn á Íslandi er yfirleitt gott og víðast hvar er mikið af því.

Til er greinargerð um grunnvatn og grunnvatnsmengunarmál í Grímsnesi eftir Freysteinn Sigurðsson (1995). Þar kemur fram að í Grímsnesi er mikið og vatnsgæft grunnvatnssvæði. Freysteinn telur nokkra hættu á mengun þessa grunnvatns af völdum sumarhúsabyggðar og gjallnáms og fer um það allnokkrum orðum.

Í Grímsnesi er ekki sameiginleg vatnsveita fyrir sveitina, heldur eru vatnsveitur hér og þar, misjafnlega stórar og þjóna stökum bæ eða stærri heild. Stór hluti Lyngdalsheiðar er skilgreindur sem grannsvæði í vatnsverndarsamhengi. Frá því grunnvatnssvæði streymir vatnið til suðurs og suðvesturs og m.a. undir Seyðishólana. Mengunarslys í Seyðishólum sem kæmist í grunnvatn er því líklegt til að hafa mikil áhrif á stórt svæði í suðvestanverðu Grímsnesi og lengra suður af því. Þarna eru sveitabærir og mikil sumarhúsabyggð. Áhrifanna er líklegt að myndi helst gæta á eftirtöldum svæðum, Miðengi, Þrastarskógi, Öndverðanesi, Snæfoksstöðum, Vaðnesi og Arnarbæli, samkvæmt vatnafarskortu (sjá Grímsnes- og Grafningshreppur 2009 og Pétur H. Jónsson 2017).

10 - Náttúruvafyrirbæri með verndargildi í næsta nágrenni Seyðishóla

Mikilvægasta náttúruvafyrirbærið á svæðinu sem vernda ber með öllum tiltækum ráðum er grunnvatnsstraumurinn sem liggur frá Seyðishólum í átt að neðanverðu Grímsensi suðvestanverðu.

Í nágrenni námasvæðisins í Seyðishólum eru a.m.k. tvö önnur náttúruvafyrirbæri af jarðfræðilegum toga sem ástæða er til að vernda gegn öllu raski. Nú þegar er fyrir hendi mikið rask á svæðinu sem ekki er afturkræft, en er þó hægt að milda og bæta að hluta með tiltölulega einföldum aðgerðum ef vilji er til þess. Hér er vísað til þess aragrúa af smánámum og efnistöku í gjallmyndunum Grímsnesgosbeltisins sem finnast á svæðinu.

Annað þessara meginvafyrirbæra er Kerhóll, sem er steinsnar austan við námuna (E30b) sem hér er til úttekta. Kerhóll er líklega eini stóri og formfagri gígurinn á Grímsnesgosreininni sem enn er ósnertur að kalla af gjallvinnslu og er fyllsta ástæða af þeim sökum til að friða hann fyrir allri efnistöku og öllu öðru raski. Kerhóll er að útliti ágætlega dæmigerður fyrir Grímsnesgígana yfirleitt. Kerhóll nýtur nú þegar takmarkaðrar verndar sem fyrirbæri á náttúruminjaskrá.

Vegna mikillar nándar við sjálfa námuna í Seyðishólum og þar sem umferð að námunni liggur um þröngtundið milli Kerhóls og Seyðishóla, Hólaskarð, er ástæða til að gæta hér sérstakrar varúðar og móta og setja afgerandi og strangar reglur um alla umgengni og umferð um Hólaskarð.

Hitt fyrirbærið er Kerið og gígröðin sem það er í. Kerið var allengi álitid vera sprengigígur á gossprungunni sem hann er á (Sveinn Jakobsson 1966). Síðar taldi Sveinn að önnur skýring á Kerinu væri líklegri og nú er Kerið almennt talið hafa orðið til við niðurdrátt, sem átti sér stað á þann hátt, að við goslok á sprungunni seig kvikan í gígnum niður í gosrásina og skildi eftir þennan djúpa gíg, sem nær niður fyrir grunnvatnsborðið og því stendur alltaf uppi tjörn í gígbotninum. Kerið er vert verndar bæði á þeim forsendum hvernig það er orðið til og eins vegna rómaðrar fegurðar sinnar og mikilla vinsælda sem skoðunarstaður ferðamanna. Kerið og nágrenni nýtur nú þegar takmarkaðrar verndar sem fyrirbæri á náttúruminjaskrá. Þó Kerið sé örstutt frá Seyðishólum er það ekki í neinni beinni hættu vegna efnisvinnslu í Seyðishólum.

Um þessa tvo staði er eftirfarandi greinargerð í: Pétur H. Jónsson 2017 (Grímsnes og Grafningshreppur Aðalskipulag 2016-2030).

„Kerhóll við Seyðishóla, Grímsnesi. (1) Kerhóll ásamt spildu umhverfis, sem afmarkast af vegum. Að suðvestan 400 m spilda út frá gígnum. (2) Tilkomumikill gjallklepragígur, ein af tólf eldstöðvum er mynduðu Grímsneshraun.“

„Kerið og Tjarnarhólar Grímsnesi. (1) Kerið og Tjarnarhólarnir ásamt hrauntröðum norðvestan og sunnan við hólana. (2) Kerið er formfagur gígur nyrst í gjallgígaröðinni, sem eru Tjarnarhólar. Fallegar hrauntraðir. Vinsæll áningarstaður í þjóðbraut.“

11 - Verndargildi Seyðishóla

Í 61. grein náttúruverndarlaga (Alþingi Íslendinga 2013) er tekið fram að eldvörp njóti sérstakrar verndar með tilliti til markmiðs laganna, sem skýrð eru í 3. gr þeirra á þann hátt: að vernda beri jarðmyndanir sem eru sérstakar eða einstakar á lands- eða heimsvísu. Undir þetta ákvæði falla Seyðishólar á þann hátt að þeir eru eldvörp. Þar segir líka: Forðast ber að raska vistkerfum og jarðmynjum sem taldar eru upp í 1. og 2. mgr. nema brýna nauðsyn beri til. Nú hefur Seyðishólum þegar verið raskað á óafturkræfan hátt og þar með fellur þessi klausa í raun um sig sjálfa.

Mat á verndargildi jarðmyndana er annars erfitt og þróun aðferða við það og stöðlun þeirra eru ekki langt komnar enn sem komið er. Helsta viðmið sem hægt er að styðjast við er nýleg samantekt hóps vísindamanna á Náttúrufræðistofnun Íslands (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019). Þar er verndargildi myndana skipað í fjögur stig: *mjög hátt, hátt, miðlungs hátt og lágt*. Það sem helst er stuðst við í mati myndana eru sex atriði: *vísindalegt gildi, fræðslugildi, jarðbreytileiki, fágæti, upprunaleiki og stærð og samfella svæðis*. Jarðminjum er skipt í upp í þrjá flokka, sem eru: *berggrunnur, landmótun ísaldarjökla og virk ferli landmótunar*. Öll eru ofangreind atriði ennþá metin ómagnbundið og leggja verður huglægt mat á hvern einstakan þátt.

Ef við hins vegar reynum að koma þessu í tölur, þá getum við sett verndargildin frá 0 og upp í 3. Þannig getur matið fyrirbæri hæst fengið 6 sinnum 3 eða 18 stig. Á það skal bent að í þessari matsaðferð ofangreinds vinnuhóps (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019) er lægsta matsgildið kallað lágt en þar er ekki gert ráð fyrir því að verndargildi geti verið ekkert. Slíkt veður þó að vera möguleiki í kvörðuninni og því er hér reiknað með verndargildinu 0 líka og tölulegur skalinn settur frá 0 til 3.

Hér á eftir verður lagt mat á vernadargildi Seyðishóla í samræmi við þetta skema um verndargildi jarðminja á B-hluta náttúruminjaskrár og Seyðishólum að lokum gefin verndargildiseinkunn. En það er smákengur í aðferðinni sem gerir matið ekki einhlítt. Á að meta Seyðishóla eins og þeir eru nú eða eins og þeir eru sem náttúrufyrirbæri án þeirra áverka af mannavöldum sem fyrir hendi eru? Hér verður farin sú leið að meta þá eins og náttúran skapaði þá en síðan gerðar athugasemdir og matið aðlagð með hliðsjón af þeim röskunum sem Seyðishólar hafa orðið fyrir.

Vísindalegt gildi: Telja verður Seyðishóla vísindalega áhugaverða sem náttúrufyrirbæri í ýmsu samhengi og gildið því fremur hátt. Þessi gerð gosmyndana, þ.e.a.s. hreinir gjallgígar og lítt blandaðir kleprum, eru ekki mjög algeng fyrirbæri í gígaflórunni á Íslandi. Rannsókn á þeim er mikilvæg til skilnings á eðli gosvirkninnar og efnasamsetningu gosefna, bæði kviku og eldfjallagasa og samspili þeirra og áhrifum þess á goshegðun. Hér er Seyðishólum gefin einkunn uppá 2 fyrir þennan þátt. Möguleikar í vísindalegri rannsókn þeirra hafa þó stórlega aukist við að þeir hafa verið opnaðir með námavinnslu. Lokaðir og grónir eða hálfgrónir gefa þeir mun minni möguleika á athugunum og mælingum sem eru undirstaða þess sem við vitum um þá og þau efni sem þar eru og þau ferli sem þar hafa verið að verki við myndun þeirra.

Fræðslugildi: Fræðslugildi Seyðishóla verður einnig að teljast fremur hátt. Það er samhengi á milli vísindalegs gildis og fræðslugildis sem ekki verður auðveldlega aðskilið. Eftir að vísindaleg þekking á fyrirbærinu liggur fyrir er fræðslugildið tiltækt til nota, ef svo má segja. Hér er Seyðishólum gefin einkunn uppá 2 fyrir þennan þátt. Enn er ýmsum spurningum um eðli og gerð Seyðishóla og efnisins í þeim ósvarað og verður því ekki nýtt til fræðslu að svo stöddu.

Jarðbreytileiki: Eins og hann er útlistaður í viðmiðunarskýrslunni (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019) er hann allmikill í Seyðishólum. Þar eru gosefnin, hraunið, gjallið sjálft, og ekki síður gabbróhnyðlingarnir og súru frauðlingarnir sem í því eru, uppspretta vitneskju um ástand í dýpri jarðlögum. Formið á Seyðishólagígum sjálfum í samanburði við t.d. nágrannann Kerhól kemur upp um fjölbreytileika sem stafar af mismunandi gosháttum. Sú staðreynd að Grímsneshraunin eru yfirleitt apalhraun en kvikan sem þau myndaði var frumstæð og heit og þunnfljótandi eru í fljótu bragði séð mótsögn sem kallar á skýringu um leið og það bendir til afbrigðis í fjölbreytileika hraunmyndana yfirleitt. Hér er Seyðishólum gefin einkunn uppá 2,5 fyrir þennan þátt.

Fágæti: Svipuð fyrirbæri og Grímsneshraunin og gígarnir eru til allvíða, bæði hér á landi og út um heim. Staða þeirra innan jarðskorpuþróunar í ljósi landreks, eðlis hnikhreyfinganna og samhengis við hreyfingar jarðflekanna er þó nánast einstök á heimsvísu a.m.k. á þurrlendi. Fágætið flokkast því fremur hátt. Hér er Seyðishólum gefin einkunn uppá 2,5 fyrir þennan þátt.

Upprunaleiki: Seyðishólar hafa verið opnaðir í þrem námum og upprunalegt yfirbragð hólanna er þannig horfið. Útliti þeirra sem landslagsforma hefur verið stórlega raskað. Þetta setur Seyðishóla í lágt verndargildi. Þó má enn sjá formgerð hina upprunalegu útlína Seyðishóla ef þeir eru skoðaðir úr vestri (15. mynd). Þaðan sér ekkert til námanna eða þeirrar röskunar sem þær hafa í för með sér á formum gíghólanna. Hér er Seyðishólum gefin einkunn uppá 0,5 fyrir þennan þátt.



15. mynd: Seyðishólar séðir úr vestnorðvestri. Héðan sjást námurnar í hólunum ekki en hin ávala bunguformaða lögun hólanna er áberandi.

Stærð og samfella: Seyðishólar eru aðeins smábrot af þeirri heild sem Grímsneshraunin skapa. Grímsnesgosbeltið sem slíkt er einstakt og hefði mátt vernda sem heild en sá möguleiki er löngu horfinn með þeirri víðtæku og dreifðu námavinnslu sem þar hefur átt sér stað út um allt. Verndarhugtakið um stærð og samfellu er því lágt. Útkoman er nokkuð svipuð þó lítið sé á þennan þátt á öðrum stærðarskala og aðeins hugað að einstökum myndunum innan svæðisins, gígum og hraunum. Á þeim skala er einn gígur svo til alveg ósnertur og ber sín upprunaeinkenni óskemmd, en það er nágranni Seyðishólanna, Kerhóll og er þegar séð fyrir takmarkaðri vernd hans í kerfinu á náttúruminjaskrá en mætti huga að frekari aðgerðum í þá átt. Hér er Seyðishólum gefin einkunn uppá 0,5 fyrir þennan þátt.

Hér að ofan fá tvö atriði 2,5 stig í matinu, tvö atriði fá 2 stig hvert og tvö atriði 0,5 stig hvort, samtals 10 stig af 18 mögulegum. Hafa ber í huga að þetta miðast við óskemmda Seyðishóla. Skertir Seyðishólar eru allt annað. Verndargildi Seyðishóla hefur í raun verið stórlega skert með þeim þrem námum sem í hólunum hafa verið opnaðar.

Endurmat á ofangreindri niðurstöðu fyrir verndargildi Seyðishóla uppá 10 stig á við hólana óskerta. Í ljósi þeirrar röskunar sem á þeim er þegar orðin, færist matið langt niður fyrir 9 stig, miðlæga gildið á kvarðanum. En nauðsynlegt er að benda á að Seyðishólar hefðu ekki það vísindalega gildi né það fræðslugildi sem þeir hafa hefði námavinnsla ekki átt sér þar stað. Náman er að stórum hluta forsenda fyrir möguleikunum á öflun þeirrar þekkingar.

Af öllu þessu samanlögðu er því ekki sjáanleg sterk ástæða til að friða Seyðishóla sem sjálfstætt jarðfræðilegt náttúrufyrirbæri fyrir námavinnslu í framtíðinni. Að því sögðu er ljóst að ekki eru ástæður til að banna efnistöku úr námu E30b í samræmi við þær áætlanir sem uppi eru. Seyðishólum hefur þegar verið stórlega raskað og þeir verða ekki færðir til síns fyrra horfs.

Það sjónarmið skal sterklega áréttað hér að hefði náma E30b og aðrar námur í Seyðishólum ekki verið unnar hefðum við ekki aðgang að þeirri vitneskju sem innri uppbygging gígisins, útlit og gerð efnisins hefur nú þegar fært okkur. Ekki lægi heldur fyrir nema brot af þeirri vitneskju sem aflast hefur í gegnum rannsókn á gabbróhnyðlingunum og súru frauðlingunum sem við námavinnsluna hafa fundist í gjallinu. Þannig má telja að opnun námunnar og vinnsla hafi stórlega aukið vísindalega þekkingu á Seyðishólum og því jarðfræðilega fyrirbæri sem þeir tilheyra og þar með fræðslugetu hinna vísindalegu upplýsinga. Þetta gefur ástæðu til að álykta sem svo, að frekari námavinnsla í Seyðishólum sé af hinu góða, skapi möguleika á auknum vísindalegum rannsóknum á því fyrirbæri sem Seyðishólar eru og þar með á aukinni þekkingu og almennri upplýsingagetu námunnar, bæði fyrir eldfjallavísindin og fyrir almenna fræðslugetu.

Það má sem sagt nýta námuvinnslu í Seyðishólum í þekkingarskyni, bæði eins og hún er núna og með áframhaldandi vinnslu efnis í henni. Það eru í námuveggjunum sýnilegir strúktúrar og þar kemur fyrir efni sem jarðvísindamönnum er akkur í að sjá og skoða og safna og rannsaka til að efla vitneskjuna um uppbyggingarferli þau sem að verki eru í eldgosum af þessum toga og eðli kvikumyndunar- og þróunar, sögu þeirrar kviku sem þarna er á ferðinni í eldgosum.

Hnyðlingar og frauðlingar af þeim toga sem finnast í Seyðishólum, eru merkileg gögn í jarðfræðilegu samhengi og jarðvísindamönnum mjög gagnleg

og verðmæt. Því mætti innprenta námavinnuönnum þeim sem koma til með að vinna í Seyðishólum, ef af áframhaldandi starfrækslu verður, að hafa augun hjá sér ef mikið kemur í ljós af hnyðlingum og safna þeim saman og koma til Náttúrufræðistofnunar Íslands og einkum þó að gera starfsmönnum stofnunarinnar viðvart um þá og sérhver afbrigði sem í ljós koma í gerð og fyrirkomulagi efnisns í námunni.

Við námavinnslu þar sem vænta má aukningar á vitneskju um náttúruna og skilnings á ferlum hennar ef námavinnslan fer fram með athygli á náttúru námunnar er af hinu góða. Í raun ætti að skóla námavinnslumenn sérstaklega í þessu samhengi og kenna þeim á sérkenni sem vert er að hafa í huga og líta eftir. Þannig gagnast námavinnslan líka til þekkingarauka án þess að nokkur teljandi tilkostnaður fylgi því.

12 - Hugleiðingar um framtíð námu E30b

Gjallnáman í Seyðishólum (E30b) er lokuð fyrir umferð ökutækja en fótgangendur komast auðveldlega inn í hana. Það er orðið vinsælt að fara inn í hana til þess að skoða og ljósmynda. Hún býður upp á mjög myndræna og áhrifamikla ljósmyndun (16. mynd) og margir fara þangað nú til dags og taka myndir af hinu og þessu, t.d. af fólki og jafnvel húsdýrum sem höfð eru með í för. Þess eru dæmi að menn hafi farið þangað með dýra stóðhesta og stillt þeim upp með eldrauða gjallveggina í bakgrunni og tekið af þeim ábúðarmiklar myndir í auglýsingaskyni. Einnig hafa verið teknar þarna



16. mynd: Dramatísk birta, glannalegt litaspil og hrjúf áferðin á námuveggjunum hefur gert Seyðishóla að vinsælum skoðunarstað og einstæðum bakgrunni fyrir myndatökur.

brúðkaupsmyndir og aðrar mannlífs- og tískumyndir og út úr þessu kemur gjarnan óhefðbundið en áhrifamikið myndefni. Þetta atriði er ferðamannaþjónustu í héraðinu greinilega til framdráttar.

Þá er heldur ekki óalgengt að ferðamenn, innlendir og erlendir, fari þarna inn til skoðunar á innviðum eldgíga. Undanfarið, eftir eldgosíð í Fagradalsfjalli og endurteknar umbrotahrinur á Reykjanesskaga, hefur áhugi vaxið mikið á eldgosum og skoðun eldgosa og eldgosaminja og í því samhengi hafa vaknað með mörgum spurningar um innri gerð eldstöðva. Þetta á bæði við um fræðimenn og áhugafólk. Margir vilja sjá slíkt með eigin augum og ekki gefast margir staðir betri til að svara forvitni af þessum toga en náma E30b í Seyðishólum, bæði vegna þess hversu innri uppbygging eldgíga af þessari gerð sést skýrt í námunni og ekki síður því hversu djúp náman er og hversu stórir fletir innviðanna eru aðgengilegir og skýrir. Það finnst líklega ekki önnur náma á landinu sem sýnir þessi fyrirbæri betur.

Niðurstaðan af mati á verndargildi Seyðishóla gefur ekki ástæðu til að banna þar frekari námavinnslu í samræmi við þær áætlanir sem uppi eru.

13 - Tillögur að uppbyggingu öryggis gagnvart mengun á svæðinu ef til framhaldandi vinnslu kemur

Varðandi gjallnám í Seyðishólum og mengun af þess völdum eru helst líkur á grunnvatnsmengun frá umferð um námuna, að henni og frá, frá vinnuvélum staðsettum í námunni og frá olúbirgðum sem þar yrðu staðsettar.

Allt þetta má skipuleggja þannig að sem best fari og sem minnstri mengunarhættu valdi, viðhafa vinnubrögð sem stuðla að því og stunda reglubundið og þétt strangt eftirlit með allri olú og hugsanlegri olúmengun í námunni.

Hætta á olúmengun af völdum vinnslu í námunni þar sem örfá olúfuknúin tæki eru til staðar virðist þó vera sáralítill miðað við alla þá þungu bílaumferð sem á sér stað á þjóðveginum rétt austan námunnar og valdið gæti svipaðri mengun. Grunnvatni á svæðinu er líklega minni hættu búin af námavinnslunni en umferðinni.

Það ætti að vera meginregla í þessu sambandi að öll vinnutæki og allar olúbirgðir í námunni séu geymdar á olúheldu plani með olúgildrum og slíkt ekki látið standa á óvörðu gjalli. Gjallið er fljótt að gleypa alla vökva og skila þeim niður á við og því myndi t.d. olúslýs í námunni mjög hratt skila þeirri olú niður í grunnvatnið og menga það, en þetta vatn er víða notað á bæjum og sumarhúsum sem eru staðsett undan grunnvatnsstraumi frá námunni.

Byggja ætti steyppt plan til hliðar við námuinnkeyrsluna með upphækkuðum köntum og olúgildrum þar sem olúgaeymar yrðu ávalt staðsettir og vinnuvélum alltaf lagt þegar þær eru ekki í notkun. Einnig ættu allar viðgerðir tækja í námunni að fara þar fram. Komi til leka yrði auðvelt að hreinsa hann upp og fjarlægja, þannig að ekki komi til mengunar á grunnvatni af völdum olú. Einnig ætti það að vera forgangsverk að hreinsa upp alla olú sem sýnilega kemst í gjallið og farga því olúmengaða efni á viðeigandi hátt. Náman ætti alltaf að vera vandlega lokuð fyrir óviðkomandi umferð þegar hún er ekki í daglegri vinnslu.

Að mannvist í námunni ætti að búa þannig að engin hætta sé á að mannvistin mengi út frá sér, mannvistarhús verði tengd flytjanlegum úrgangstönkum sem taka við daglegum úrgangi og séu þeir tæmdir og hreinsaðir reglulega.

Einnig er mikilvægt að annarra afgangs- og spilliefna sem fylgja námavinnslu sé vandlega gætt og engin langtíma geymsla þeirri eigi sér stað í námunni.

Innan við núvernadi inngang að námunni hefur verið sturtað fáeinum bílhlössum af jarðvegi og gróðurúrgangi. Þetta ætti að fjarlægja og búa vel um innganginn að námunni til að skapa um vinnsluna traustvekjandi ímynd. Allt of algengt er að umgangur um námur hér á landi sé trassalegur og kalli fram þá ímynd að þar sé ekki beitt vönduðum vinnubrögðum og virðing fyrir starfseminni og umhverfinu sé ekki í hávegum höfð. Slíkt er óþarfi og hið andstæða kostar sjaldnast mikið.

14 - Lokafrágangur á námunni þegar vinnslu þar lýkur endanlega

Þegar námavinnslu lýkur í Seyðishólum, hvort sem það er nú eða lengra fram í tíðinni, þarf að ganga frá námunni og umhverfi hennar á sómasamlegan hátt, þannig að þar sé fólki og fé ekki hætta búin og að útlit svæðisins sé bæði til sóma og náman og námasvæðið sé nothæft til annarra hluta.

Það eru í raun tveir kostir í stöðunni varðandi lokafráganginn.

Í Fyrsta lagi má reyna að jafna námuna út, grynka hana með því að ryðja niður í hana úr efri hluta hólanna. Með því vinnst ekki mikið, sár í yfirborðinu stækka og gróa líklega seint upp þannig að breytinganna sjái ekki stað. Hins vegar má láta námuna standa og laga hana lítillega til þannig að hún líti vel út og sé hættulaus. Með þessari síðari aðferð mælir eftirfarandi.

Það hefur borið á því undanfarið að áhugi er á Seyðishólanámunni að minnsta kosti á tvennan ólíkan máta annan en til námavinnslu, annars vegar sem jarðfræðilegum athugunar- og skoðunarstað og hins vegar sem eins konar leiksviðs, stað til ljósmyndunar af ýmsu tagi. Náman getur þannig verið bæði rannsóknavegvangur og skoðunarstaður ferðamanna.

Eftir eldgosíð á Fagradalsfjalli og alla þá umræðu sem það gos hefur fengið í opinberum fréttum og umfjöllun á samfélagsmiðlum um heim allan hefur borið á mikilli forvitni manna varðandi innviðu eldstöðva og innri uppbyggingu þeirra. Slík fyrirbæri sjást ekki á eldgígnum utanvert en koma í ljós þegar þeir eru opnaðir af mönnum eða þegar þeir rofna niður af náttúrulegum orsökum, veðrun og rofi. Slíka innviði má glögg sjá í námaveggjunum í námu E30b. Þessi áhugi hefur bæði verið sýnilegur í röðum jarðvísindamanna og leikmanna með áhuga á skilningi á náttúrunni og ferlum hennar, enda eru ummerkin skýr.

Ljósmyndun er nú á dögum afar almenn og mikil að fyrirferð, ekki síst auglýsingaljósmyndun og kvikmyndun af ýmsu tagi. Menn hafa komið auga á að í námu E30b eru afar sérstæðar og óvenjulegar aðstæður sem gefa möguleika á allskonar óvenjulegri nálgun í myndatökum, ekki síst hinn litsterki og dramatíski svipur á námaveggjunum (sjá 16. mynd) sem getur orðið mjög áhrifaríkur við ákveðin birtuskilyrði. Menn hafa sótt í þetta að

undanförnu og það án leyfis og þannig séð utan við mörk öryggis, en með tilkomumiklum árangri.

Í þessu ljósi, myndatöku og lærdóms, er umhugsunarvert að byggja upp ástand í námunni að vinnslulokum sem þjónar þessum sjónarmiðum.

Þannig má hugsa sér að námunni sé ekki lokað með því að ýta niður námaveggjum og jafna landið út, aðferð sem óhjákvæmilega skilur eftir sig ör sem er til muna stærra en sjálf náman er og eru lengi að gróa upp í náttúrulegt útlit og það er ekki æskilegt. Á hinn bóginn má láta námaveggina standa bratta og byggja undir örugga umgengni í námuholunni fyrir vísindamenn, ljósmyndara og ferðamenn. Gjallveggirnir eru ekki hrungjarnir og standa vel, jafnvel lóðréttir. Taka þyrfti þó vel til í námunni, slétta botna og stalla og gera færa stíga innan hennar og svæðið aðlaðandi og öruggt.

Þannig gæti náma E30b orðið bæði liður í ferðamannamóttöku í héraðinu og þar með gagnlegt fyrirbæri eftir að námavinnslu lýkur og skoðunarstaður eldfjallafræðilegra fyrirbæra. Það er alveg ljóst að áhugi manna á Seyðishólum nú sem fyrr er tengdur námunni og því sem þar gefur að líta en ekki Seyðishólum sjálfum sem landslagsfyrirbæri.

15 - Samandregin aðalatriði niðurstaðna um áhrif áframhaldandi námavinnslu í námu E30b

Samkvæmt náttúruverndarlögum ættu Seyðishólar að verndast án skilyrða, en þar sem þeim hefur þegar verið spillt á óafturkræfan hátt fellur það ákvæði dautt og um sjálft sig.

Rakið hefur verið hér að framan hvernig áframhaldandi vinnsla í námu E30b getur á hinn bóginn stuðlað að aukinni vitneskju og bættum skilningi á því jarðfræðilega fyrirbæri sem Seyðishólar eru og hvernig má með vönduðum frágangi og uppbyggingu þar til hugaðrar aðstöðu skapa í námunni eftirsóttan ferðamannastað, ljósmyndaaðstöðu og fræðslumiðstöð um jarðfræðilega náttúru jarðmyndana eins og Seyðishólar eru.

Áhrifin af framhaldsvinnslu má draga saman á eftirfarandi hátt:

Áhrif áframhaldandi vinnslu gjalls í námu E30b mun sáralítill sem engin áhrif hafa á jarðmyndanir námunnar og engin út fyrir hana. Námuholan mun stækka aðeins og nýtt yfirborð koma í ljós í námaveggjunum. Það yfirborð mun að öllum líkindum verða sömu náttúru og svipaðs útlits og núverandi námaveggir. Vinnslan mun líklega skila einhverju magni af nýjum hnyðlingum og frauðlingum fram á yfirborðið sem taka má til varðveislu í rannsókanaskyni.

Tilvitnanir

- Alþingi Íslendinga 2013.
Lög um náttúruvernd.
Lög nr. 60. 10. apríl 2013.
- Árni Hjartarson og Kristján Sæmundsson 2014.
Berggrunnskort af Íslandi, 1 : 600.000.
Íslenskar Orkurannsóknir, Reykjavík.
- Grímsnes- og Grafningshreppur 2009.
Grímsnes og Grafningur 2008-2020
Endurskoðun aðalskipulagsins 2002-2014
Stefnumörkun - Umhverfismat, Greinargerð.
September 2009. 146 bls.
- Freysteinn Sigurðsson 1995.
Seyðishólar í Grímsnesi. Hætta á grunnvatnsmengun frá gjallnámi.
Greinargerð FS-95-01.
Orkustofnun, Vatnaorkudeild, 17.1.1995. 6 bls. + 1 kort.
- Gunnar B. Guðmundsson, Bryndís Brandsdóttir, Bergþóra S. Þorbjörnsdóttir og Þórunn Skaftadóttir 2013.
Upptakasvæði jarðskjálfta.
Bl. 545-557 í Náttúruvá á Íslandi - Eldgos og jarðskjálftar.
Ritstjóri Júlíus Sólnes.
Viðlagatrygging Íslands/Háskólaútgáfan 2013.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 2009.
Jarðfræðikort af Íslandi. 1:600.000. Höggun.
Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík (1. útgáfa).
- John Sinton, K. Grönvold & K. Sæmundsson 2005.
Postglacial Eruption History of the Western Volcanic Zone, Iceland.
Geochemistry, Geophysics, Geosystems, vol. 6, nr. 12, 34 bls.
- Jónas Ketilsson, Axel Björnsson, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Bjarni Pálsson, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson, Kristján Sæmundsson 2010.
Eðli jarðhitans og sjálfbær nýting hans: Álitsgerð faghóps um sjálfbæra nýtingu jarðhita. (OS-2010/05).
Reykjavík, Orkustofnun. 136 bls.
- Kristín Vala Ragnarsdóttir, F. C. Bishop & S. P. Jakobsson 1982.
Crystallization Processes in a shallow Magma Chamber beneath Seyðishólar, Grímsnes, Iceland.
Abstracts, Generation of Major Basalt Types,
IAVCEY-IAGC Scientific Assembly nr. 24, Reykjavík, 15.-22. Aug. 1982.
- Kristín Vogfjörð, Ragnar Sigurbjörnsson, Jónas Þór Snæbjörnsson, Benedikt Halldórsson, Júlíus Sólnes og Ragnar Stefánsson 2013.
Suðurlandsskjálftarnir 2000 og 2008.
Bl. 611-633 í Náttúruvá á Íslandi - Eldgos og jarðskjálftar.
Ritstjóri Júlíus Sólnes.
Viðlagatrygging Íslands/Háskólaútgáfan 2013.

- Kristján Sæmundsson 2002.
 Jarðfræði Þingvallavatns og vatnasviðs þess.
 Bls. 40-63 í: Þingvallavatn Undraheimur í mótun.
 Ritstj. Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson
 Mál og menning, Reykjavík, 2002 (303 bls.).
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon,
 Guðmundur Guðmundsson, Ingvar Atli Sigurðsson, Kristinn Haukur
 Skarphéðinsson, Kristján Jónasson, Lovísa Ásbjörnsdóttir, Marianne
 Jensdóttir Fjeld, Sigmar Metúsalemsson, Starri Heiðmarsson, Sunna
 Björk Ragnarsdóttir, Þóra Hrafnisdóttir og Trausti Baldursson 2019.
 Framkvæmdaáætlun náttúruminjaskrár 2018: Svæðaval og ávinningur
 verndar.
 Náttúrufræðistofnun Íslands. 60 bls.
- Orkustofnun 2015.
 R3205A Seyðishólar.
 Viðauki 53 af 92 við skýrslu Orkustofnunar OS-2015/04.
 Virkjanakostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar. 16 bls.
- Páll Einarsson 2014.
 Mechanisms of Earthquakes in Iceland.
 Encyclopedia of Earthquake Engineering.
 DOI 10.1007/978-3-642-36197-5_298-1
 Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014. 15 bls.
- Páll Einarsson, Maryam Khodayar, Ásta Rut Hjartardóttir, Benedikt Ófeigsson,
 and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements
 in the Faculty of Science of University of Iceland in 2004 2005.
 Mapping of Holocene fractures in the Grímsnes fissure swarm, South
 Iceland. Abstract.
 Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2005, Ágrip veggspjalda og
 erinda.
 Bls. 52.
- Páll Halldórsson, Sveinbjörn Björnsson, Bryndís Brandsdóttir, Júlíus Sólnes,
 Ragnar Stefánsson og Bjarni Bessason 2013.
 Jarðskjálftar á Íslandi.
 Bls. 559-609 í Náttúruvá á Íslandi - Eldgos og jarðskjálftar.
 Ritstjóri Júlíus Sólnes.
 Viðlagatrygging Íslands/Háskólaútgáfan 2013.
- Pétur H. Jónsson 2017.
 Grímsnes- og Grafningshreppur
 Aðalskipulag 2016-2030. Stefnumörkun, skipulagsákvæði (drög)
 Umhverfismat (frumdrög).
 Pétur H. Jónsson skipulagsfræðingur og arkitekt
 September 2017. 78 bls.
- Sigurður Þórarinnsson 1968.
 Síðustu þættir Eyjaelda.
 Náttúrufræðingurinn, 38. árg. bls. 113-135.
- Sveinn Jakobsson 1966.
 The Grímsnes Lavas SW-Iceland.
 Acta Naturalia Islandica, vol. II, no. 6. 30 bls.

- Sveinn P. Jakobsson 1977.
Aldur Grímsneshrauna.
Náttúrufræðingurinn, 46 árg. bls. 153-162.
- Sveinn P. Jakobsson 2013.
Vesturgosbelti.
Bls. 358-365 í Náttúruvá á Íslandi - Eldgos og jarðskjálftar.
Ritstj. Júlíus Sólnes
Viðlagatrygging Íslands/Háskólaútgáfan 2013 (785 bls).
- Sveinn Jakobsson, Kristbjörn Egilsson, Ævar Petersen 1995.
Seyðishólar í Grímsnesi Náttúrufar.
Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík.
Skýrsla unnin fyrir Teiknistofu Leifs Blumenstein.
Febrúar 1995. 6 bls.
<https://utgafa.ni.is/skyrslur/1995/Seydisholar-Natturufar.PDF>
- Þorgils Jónasson 2006.
Ræktunarsamband Flóa og Skeiða á Selfossi.
Óprentað handrit höfundar. 10. 2. 2006, 12 bls.