

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

# Húsavíkurhöfði

## Jarðfræðirannsóknir 2012

•   •   •   •   •   •   •   •   •   •   •



*Skýrsla unnin fyrir Vegagerðina  
September 2012*



## Efnisyfirlit

Efnisyfirlit.....	i
Inngangur.....	2
Jarðgangahugmyndir .....	2
Jarðfræðilegar aðstæður og fyrri rannsóknir .....	2
Rannsóknarboranir .....	5
Sýnataka og prófanir á borkjörnum .....	6
Bergæðamat .....	7
Aðstæður til gangagerðar .....	8
Misgengi og sprungur .....	8
Jarðvatnsástand og jarðhiti.....	10
Jarðskjálftahætta .....	10
Gangamunni að sunnanverðu, Bökugarðsleið .....	10
Gangamunni að sunnanverðu, Snásugarðsleið .....	11
Gangamunni að norðanverðu.....	13
Meginhluti gangalínanna .....	14
Fyrri göng í setbergi.....	15
Aðstæður í vegskeringu við st. 1.700 .....	15
Samantekt.....	16
Heimildir .....	18
Teikningar .....	19
Viðauki 1 – Upplýsingar um borholur .....	24
Viðauki 2 - Borholulýsingar.....	26
Viðauki 3 – Ljósmyndir af borkjörnum.....	40
Viðauki 4 – Niðurstöður prófana á borkjörnum .....	48



---

# Húsavíkurhöfði

## Jarðfræðirannsóknir 2012

### Inngangur

Að beiðni Vegagerðarinnar hefur Geotek ehf tekið saman eftirfarandi skýrslu um jarðfræðirannsóknir sem fram fóru í ágúst 2012 vegna hugmynda um veggöng í gegnum Húsavíkurhöfða. Stærsti þáttur rannsókna var borun sjö borhola auk þess sem fram fór almenn yfirborðsskoðun á gangasvæðinu. Prófanir voru gerðar á borkjörnum og mat lagt á gæði bergsins til gangagerðar.

### Jarðgangahugmyndir

Fram hafa komið hugmyndir um að tengja fyrirhugað iðnaðarsvæði á Bakka við hafnarsvæði Húsavíkur með veggöngum í gegnum Húsavíkurhöfða. Göngin yrðu syðsti hluti veltengingarinnar með gangamunna nálægt hafnarsvæðinu að sunnanverðu og í Laugardal að norðanverðu. Í þessari skýrslu er aðallega fjallað um tvær staðsetningar á göngunum sem Vegagerðin hefur lagt fram í samráði við Siglingamálastofnun og heimamenn. Verkfræðistofan Mannvit hefur séð um útfærslu hugmyndanna. Annars vegar er um að ræða gangaleið með syðri munna á móts við núverandi hafnargarð (Bökugarð) og hins vegar með syðri munna á móts við hugsanlegan framtíðarhafnargarð við svokallaða Snásu. Veghæð í suðurmunna yrði í u.þ.b. 4 m hæð yfir sjó. Í báðum tilfellum yrði nyrðri gangamunni í Laugardal í um 20 m h.y.s. Lengd ganganna yrði um 1.035 m með munna á móts við Bökugarð og um 960 m með munna á móts við Snásugarð (sjá staðsetningar á teikningum 1 og 2). Gert er því ráð fyrir að göngunum halli upp til norðurs með u.þ.b. 1,5% halla. Þversnið ganganna yrði með stærra móti, líklegast um 10 m á breidd og búnaður þeirra yrði svipaður og er í nýrri veggöngum hérlendis.

### Jarðfræðilegar aðstæður og fyrri rannsóknir

Ekki er kunnugt um neina sérstaka jarðfræðirannsókn sem hefur beinst að Húsavíkurhöfða eingöngu. Hins vegar hefur höfðinn komið nokkrum sinnum við sögu í tengslum við jarðhitarannsóknir og rannsóknir á misgengum og jarðskjálftasprungum. Nýjustu rannsóknirnar á skjálftasprungum eru vegna fyrirhugaðrar iðnaðaruppbyggingar á Bakka og auk þeirra hafa verið gerð ýmis heildaryfirlit um náttúrufar á svæðinu.

Á árunum 1961 til 1966 fór fram viðamikil jarðhitaleit á svæðinu kringum Húsavík og voru m.a. boraðar fimm rannsóknarholur, allt að 1.500 m djúpar. Flestar holanna voru í eða við Laugardal. Árið 2001 var einni holu bætt við sem er um 150 m djúp. Staðsetningar flestra þessara hola er sýnd á teikningu 1 (merktar með HU). Reyndar voru tvær holur boraðar árið 1943 skammt norðan Húsavíkur en mjög takmarkaðar upplýsingar eru til um þessar holur. Umtalsverður jarðhiti fannst í holunum sem boraðar voru við Laugardal og var hitinn t.d. um 100°C í holu HU-01 á um 300 m dýpi. Mikið magn

uppleystra efna var í heita vatninu, sérstaklega er klórmagn hátt og var það m.a. til að lítið varð úr nýtingu vatnsins til neyslu eða upphitunar. Vatnið í holu HU-01 er nú notað til baðaðstöðu við holuna og eru uppi hugmyndir um aukna nýtingu vatnsins á þann hátt.

Jarðhiti á yfirborði hefur lengi verið þekktur á svæðinu, m.a. eru heitar lindir í fjörunni skammt sunnan Laugardals (40-60° C) og einnig sunnan við höfðann á Húsavík (30-40°C).

Jarðhitinn hefur verið talinn tengdur hinum þekktu Húsavíkurmisgengjum en þar er um að ræða mikil brot í berggrunninn með NV-SA læga stefnu sem liggja meðfram Botnsvatni og Húsavíkurfjalli og ganga í sjó fram í Laugardal og þar norður af.

Berggrunnurinn í öllum Húsavíkurhöfðanum er gerður eingöngu úr setbergi (sjá ljósmyndir 1 og 2). Í fyrri athugunum hefur bergið oft verið kallað jökulberg (tillite) í bland við sandstein, siltstein og völuþerg. Setlögin eru vafalítið af jökulrænum uppruna og talin vera mynduð á síðasta jökulskeiði. Í þessari skýrslu er allt setbergið hins vegar kallað völuþerg enda eru völu og hnullungar áberandi í nær öllum ásýndum þess. Bergið er lagskipt og skiptast á sandsteinsvöluþerg og siltsteinsvöluþerg og einstaka þunnar siltsteinslinsur. Yfirleitt er lagskiptingin nokkuð lárétt en sums staðar er lagskiptingin skálaga og víxllaga og trogmyndanir eru á stöku stað. Bergið í höfðanum er almennt mjög vel samlím og er þar e.t.v. nálægum jarðhita að þakka. Ummyndun bergsins er hins vegar fremur lítil. Af eldri borunum má ráða að þessi setlagabunki sé 60-100 m þykkur.



*Ljósmynd 1. Dæmigert útlit setbergsins í Húsavíkurhöfða. Lárétt og hallandi lagskipting áberandi. Hæð bergvegsins um miðja mynd er ríflega 25 m.*



*Ljósmynd 2. Dæmigerð jökulbergsásýnd setbergsins. Völur og hnullungar í vel samlímðum millimassa. Lárétt lagskipting um siltlinsur áberandi.*

Berggrunnurinn virðist vera töluvert sprunginn, sérstaklega í nágrenni Laugardals þar sem NV-SA lægar sprungur eru áberandi í fjörunni sunnan Laugardals. Mjög góðar opnur eru í berggrunninn í sjávarhömrunum eftir endilöngum höfðanum að austanverðu. Berggrunnurinn stendur vel í þverhníptum hamrinum eins og sést vel á ljósmynd 1 og forsíðumyndinni og sjávarrof virðist vera tiltölulega lítið. Ekki var að sjá nein stórvægileg misgengi eða sprungubelti í hamrinum við skoðun af sjó. Hins vegar sáu nokkrar minni háttar sprungur í sjávarklettnum norðan við vitann með N-S stefnu og einnig NV-SA stefnu.

Allur Húsavíkurhöfðinn er vel gróinn en laus jarðvegur er fremur þunnur (0,5 til 2 m). Hálfhórðnuð móhella er víða undir jarðveginum en hún er mjög misþykk og virðist vera allt að 4-5 m á þykkt þar sem mest er.

## Rannsóknarboranir

Alls voru boraðar sjö borholur, þar af sex kjarnaholur og ein loftborshola. Allar holurnar eru lóðréttar nema ein sem var boruð með 30° halla. Vegna bilunar í kjarnaborunarbúnaði í upphafi verks var ákveðið að bora fyrst fôðringar niður á fast í fimm holum og var það gert 13. og 14. ágúst. Skáholan var boruð 20. og 21. ágúst og síðan þrjár holur boraðar til 24. ágúst. Loks voru þrjár síðustu holurnar boraðar 26. og 27. ágúst.

Borverktaki var Ræktunarsamband Flóa og Skeiða og bortæki var Langþráður sem er bor af árgerð 2004 á Komatsu 200 beltavél. Tveir bormenn unnu við verkið og borstjóri var Svanlaugur Halldórsson.

Allar holurnar voru innmældar af starfsmönnum Vg og eru staðsetningar þeirra sýndar á teikningu 1. Hnit og hæðir holanna ásamt helstu upplýsingum eru í viðauka 1 og ýtarlegar borholulýsingar eru í viðauka 2. Ljósmyndir af öllum borkjörnum eru í viðauka 3.

**HH-01** Holan er staðsett á hæð við st. 1.700 þar sem hugsanlega verður gerð allstór vegskering (sjá teikningu 1). Þetta er eina holan sem er fyrir utan hugsanlegt gangasvæði. Dýpi holunnar er 15,6 m og er fôðring niður á 6 m. Borun holunnar gekk vel og var kjarnaheimta góð. Laus og hálfhórðnuð yfirborðslög eru niður á ríflega 4 m dýpi en þar fyrir neðan lagskipt og nokkuð vel samlímt völuþberg af ýmsu tagi. Jarðvatn var við holubotn daginn eftir borun.

**HH-02** Holan er við hugsanlegan gangamunna í suðurhlíð Laugardals og er boruð með 30° halla niður til norðurs. Fôðring er niður á 4,2 m en heildardýpt er 30,8 m. Borun holunnar gekk vel og kjarnaheimta var góð. Laus og hálfhórðnuð yfirborðslög eru niður á um 3 m að þar fyrir neðan vel samlímt og lagskipt völuþberg niður í holubotn. Engin stórvægileg brotabelti komu fram í holunni en í rennslisprófun gleypiti holan allt vatn sem bordælan orkaði (4-5 l/s). Jarðvatn mældist á um 28 m dýpi skömmu eftir rennslisprófun.

**HH-03** Holan er í nágreppi við stöðvar 1.000 til 1.100 á gangalínunum og er dýpsta holan sem boruð var eða 42,1 m. Borun gekk vel og kjarnaheimta var mjög góð. Laus yfirborðslög eru nær engin og vel samlímt völuþberg í nær allri holunni. Neðstu þrír metrarnir eru reyndar verr samlímdir og fremur lausir í sér. Neðri hluti holunnar var lektarprófaður og er nokkur leki um sprungur í berginu. Jarðvatn mældist á 38 m dýpi fimm dögum eftir borun og var hiti þess 22-23°C.

**HH-04** Þessi hola er einnig nærri gangalínunum milli st. 600-700 og er tæpir 40 m að dýpt. Borun gekk vel og kjarnaheimta mjög góð. Laus og hálfhórðnuð yfirborðslög eru um 3 m á þykkt og þar fyrir neðan vel samlímt völuþberg niður í holubotn. Jarðvatn var við holubotn fjórum dögum eftir borun.

**HH-05** Holan er staðsett skammt frá hugsanlegum gangamunna við Snásu á móts við st. 340 (sjá teikningu 2). Holudýpi er 33,6 m og efstu 2-3 m eru fremur lausir í sér en þar undir er vel samlímt völuþberg niður í holubotn. Borun gekk vel og kjarnaheimta var mjög góð. Jarðvatn mældist á 31 m dýpi þremur dögum eftir borun.

**HH-06** Staðsetning holunnar er við syðri gangamunna á móts við Bökugarð, inn á lóð olíubirgðastöðvar. Laus og háflaus yfirborðslög ná niður á um 7 m dýpi (þar af fylling og moldarjarðvegur niður á um 4 m) en þar fyrir neðan er hálfharðnað siltsteinsvöluþberg niður í holubotn sem er á 15,3 m dýpi. Borun holunnar gekk þokkalega en kjarnaheimta var lítil og sá kjarni sem upp náðist var allur sundurlaus og í litlum bútum. Ekkert jarðvatn mældist í þessari holu daginn eftir borun.

**HH-07L** Þessi hola var boruð með lofti og er staðsett skammt fyrir norðan olíutankana (sjá teikningu 1). Dýpi holunnar er um 27 m og er laus jarðvegur og móbella niður á 3-4 m dýpi. Þar fyrir neðan er harðnandi völuþberg af ýmsu tagi niður a holubotn. Bergið er almennt nokkuð hart og vel samlímt nema neðst í holunni þar sem þar veikari lög koma inn. Ekkert jarðvatn mældist í holunni strax eftir borun.

## Sýnataka og prófanir á borkjörnum

Stök kjarnasýni voru valin af handhófi úr þremur borholum og send í einása brotþolspróf og rúmþyngdarpróf hjá NMÍ. Alls voru tekin 17 sýni úr borholum HH-03, HH-04 og HH-05 og tókst að gera 39 brotpróf úr þessum sýnum. Lýsingar á þessum sýnum er að finna í viðauka 4. Helstu niðurstöðurnar prófana eru sýndar í töflu 1 og ýtarlegri sundurliðun er að finna í viðauka 4.

*Tafla 1. Niðurstöður prófana á borkjörnum.*

Borhola	Merkt dýpi (m)	Fjöldi prófana	Einása brotþol, meðaltal (MPa)	Þurr rúmþyngd, meðaltal (kg/m <sup>3</sup> )
HH-03	27,9	4	70,6	2.463
HH-03	28,4	2	63,5	2.390
HH-03	32,8	3	29,2	2.351
HH-03	33,5	2	28,8	2.365
HH-03	35,5	2	18,1	2.357
HH-03	37,7	1	16,7	2.339
HH-03	39,0	2	58,5	2.451
HH-03	41,1	Kjarni eyðilagðist, lítill styrkur		
HH-03	41,9	Kjarni eyðilagðist, lítill styrkur		
HH-04	31,9	1	51,1	2.251
HH-04	33,8	2	42,8	2.189
HH-04	37,5	3	35,6	2.138
HH-04	39,4	2	47,1	2.297
HH-05	25,4	4	83,7	2.204
HH-05	28,4	5	117,8	2.526
HH-05	30,8	3	137,2	2.413
HH-05	31,8	3	117,9	2.465

Einása brotþol völuþergsins er nokkuð mismunandi eins og vænta mátti og er yfirleitt á bilinu 17–70 MPa. En það sem mesta athygli vekur er afar hár styrkur á sýnum úr holu HH-05, sérstaklega sýni frá dýptarbilinu 30,8 m þar sem meðaltal þriggja brotþófa gefa um 137 MPa. Hæsta gildi þessara þriggja prófa gaf styrk upp á 199 MPa sem er líklega hæsta einstaka gildi fyrir setberg sem mælst hefur á landinu.

Mæld rúmþyngd kjarnans eru yfirleitt á bilinu 2,2 til 2,5 sem telst eðlilegt fyrir berg af þessu tagi.

Mikilvægt er að fá einhverjar vísbendingar um gæði efnisins sem útgrafið yrði úr hugsanlegum jarðgöngum, þ.e. upplýsingar um í hvaða verkþætti efnið gæti verið nothæft. Þar sem aðgengi að opnum í jarðgangabergið er afar takmarkaður var brugðið á það ráð að senda stórt, samfellt sýni af kjarna til NMÍ og láta mala það niður og gera á því prófanir. Heill kassi af kjarna úr holu HH-04 var notaður í þessar prófanir, þ.e. rúmlega níu metra langur kjarni frá dýptarbilinu 13,7 m til 23,0 m. Framkvæmdar voru fjórar mismunandi rannsóknir á sýninu eftir mölun, þ.e. kornadreifing, berggreining, Los Angeles styrkleikapróf og frostþolspróf. Niðurstöður frá NMÍ eru í viðauka 4. Nær allt sýnið féll í þriðja og lakasta gæðaflokk í berggreiningu og í töflu 2 eru sýndar niðurstöður styrkleikaprófs og frostþolsprófs.

**Tafla 2.** Niðurstöður prófana á möluðum kjarna.

Prófun	Niðurbrot (%)
Styrkleikapróf LA (IST-EN-1097-2)	28,5
Frostþolspróf, 8-16 mm (IST-EN-1367-6)	22,5

Þessar niðurstöður þýða að efnið uppfyllir ekki kröfur sem gerðar eru til styrktar- og burðarlag vega og því síður nothæf sem steinefni í slitlög. Efnið er hins vegar hæft í hvers lags fyllingar en gera má ráð fyrir að efnið brotni töluvert niður undir vinnuumferð og geti vaðist upp í bleytutíð.

## Bergæðamat

Í borholulýsingum í viðauka 2 eru m.a. sýnd tölugildi fyrir Qc sem er gæðaeinkunn bergsins með tilliti til jarðgangagerðar. Um er að ræða vel þekkt gæðamatskerfi, svokallað Q kerfi, sem er norskt að uppruna og hefur verið mikið notað undanfarna áratugi við mat á gæðum til gangagerðar. Ekki verður farið út í smáatriði kerfisins hér en í stuttu máli þá er berginu gefnir stuðlar fyrir sex breytur sem lúta að eiginleikum bergsins og reiknað út svokallað Q-gildi sem er mælikvarði á gæði bergsins (sjá nánar í heimild 3). Út frá þessu Q-gildi er síðan unnt að áætla styrkingaþörf bergsins að teknu tilliti til stærðar og mikilvægis ganganna. Táknið Qc merkir að gæðamatið er gert á borkjörnum en ekki opnum í bergi.

Í töflu 3 er samantekt á þessu gæðamati frá þeim kjarnaholubílum sem líklegast er að göngin myndu liggja í eða í nágrenni við.

**Tafla 3.** Niðurstöður bergæðamats úr kjarnaborholum.

Borhola	Dýptarbil (m)	Hæðarbil (m y.s.)	Bergæðamat Qc
HH-02	12,7 – 30,8	33,0 – 19,1	1,1 – 2,7
HH-03	24,6 – 42,1	34,2 – 16,7	0,6 – 2,3
HH-04	24,7 – 39,7	22,8 – 7,8	2,4 – 2,9
HH-05	12,6 – 30,6	23,1 – 5,1	1,9 – 2,7
HH-06	9,0 – 15,3	7,5 – 1,2	0,08 – 0,26



Bergið í öllum holunum nema einni á megingangaleiðunum gefa svipaða niðurstöðu úr gæðamati og fá Qc 1,1 til 2,9 að frátöldum neðstu þremur metrunum í HH-03 sem fær Qc=0,6. Q-gildi á þessu bili þ.e. frá 1 til 3 gefa til kynna sæmilegt jarðgangaberg.

HH-06 sker sig hins vegar sig úr því bergið í henni fær langlægstu einkunnina eða einungis 0,08 til 0,26 sem telst lélegt og mjög lélegt gangaberg. Sá litli borkjarni sem náðist úr þessari holu var að mestu sundurlaust og illa samlímt siltsteinsvöluberg.

## Aðstæður til gangagerðar

Niðurstöður borana í Húsavíkurhöfða og prófana á borkjörnum sýna að bergið í höfðanum er almennt vel samlímt og að hluta til mjög sterkt af setbergi að vera. Þetta er í ágætu samræmi við það sem álykta má út frá hinum góðu opnum sem eru í höfðanum sjávarmegin. Ekki tókst að finna nein sérstök leiðarlög í borkjarnanum eða í opnum sjávarklettunum sem unnt væri að nota til að tengja jarðlög milli borholanna eða rekja um höfðann. Setbergsstaflinn sýnist nokkuð einsleitur að því leyti að ekki var unnt að tengja einstök setlög frá einum stað til annars nema um tiltölulega stuttar vegalengdir meðfram ströndinni. Allnokkrar ská- og lóðsprungur komu fram í borkjarnanum og voru þær yfirleitt með fremur hrjúfa sprungufleti og með þunnum útfellingum og telst það almennt jákvætt. Heilt yfir má segja að bergið í höfðanum sé sæmilegt berg til gangagerðar og reyndar í betra lagi af setbergi að vera.

Helstu veikleikar setbergsstaflans með tilliti til gangagerðar eru aðallega tvenns konar. Annars vegar er um að ræða nær lárétta lagskiptingu bergsins, sérstaklega þar sem tiltölulega þunnar og veikar siltlinsur koma fyrir hér og þar inn í harðara völuberginu. Getur þetta valdið óstöðugleika í gangabaki meðan á greftri stendur auk þess sem form gangaþversniðs getur orðið kassalaga. Hins vegar geta komið fyrir illa samlímdar linsur eða poka af sandkenndu völubergi eða hálsamlímdi silti sem geta valdið óstöðugleika í göngunum og styrkja þarf sérstaklega mikið.

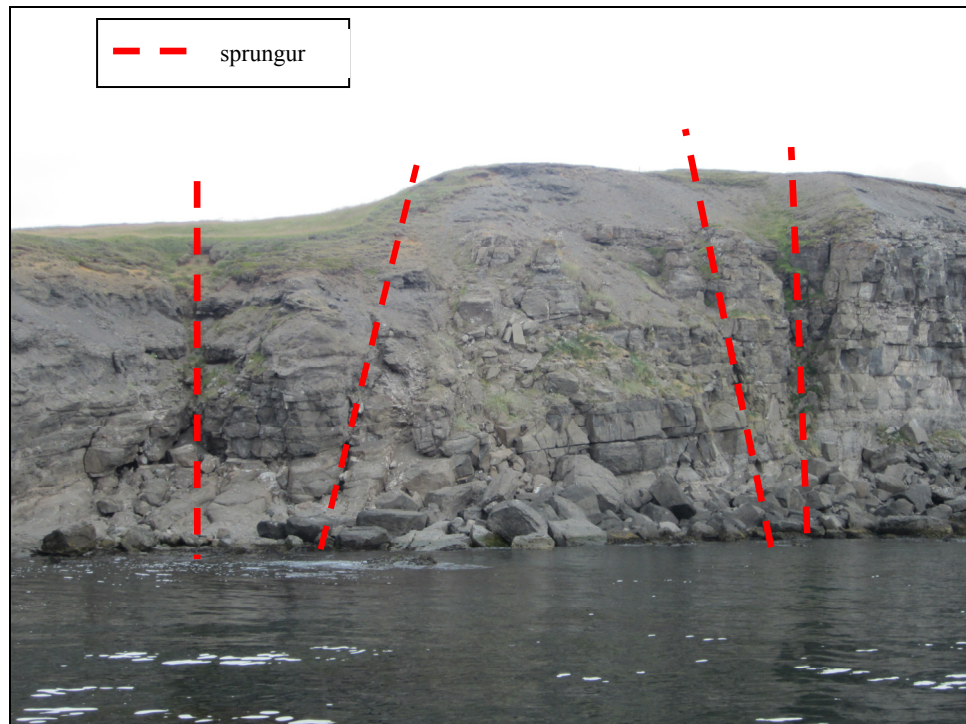
## Misgengi og sprungur

Ekki er kunnugt um stórvægileg misgengi eða brotabelti í berggrunninum á hugsanlegum jarðgangaleiðum fyrir utan sprungurnar sem sjást í fjörunni sunnan við Laugardal (sjá ljósmyndir 3 og 4). Borhola HH-02 var boruð með 30° halla í þeim tilgangi að reyna að finna sprungur á þessum stað en engar stórar sprungur eða sprungubelti komu fram í borkjarnanum. Einungis komu fram þrjár til fjórar venjulegar ská- og lóðsprungur sem vart yrðu til vandræða í gangagreftri. Hins vegar er mjög líklegt að sprungur séu fleiri og stærri á þessum hluta gangaleiðarinnar þ.e. nyrstu 100-200 metrunum. Sérstaklega er líklegt að brotabelti sé skammt sunnan við borholu HH-02.

Stefna þessara brota er nálægt NV-SA og er það tiltölulega hagstætt þar sem þær myndu skera göngin nokkuð þvert. Líklegt er að þessar sprungur myndu ekki valda miklum vandræðum við gangagröftinn.



*Ljósmynd 3. Sprunga í fjörunni við Laugardal með stefnu NV-SA. Sjá hamar yfir sprungu.*



*Ljósmynd 4. Sprungur í fjörunni skammt sunnan Laugardals á móts við holu HH-02. Stefna sprungnanna sýnist vera nálægt NV-SA.*

Minni sprungur með N-S stefnu sáust hér og hvar í sjávarhömrnunum, sérstaklega norðan við vitann. Þessi sprungustefna er nokkru óhagstæðari þar sem hún liggur nær samsíða göngunum. Að öðru leyti er ekki vitað un meiri háttar brot eða brotabelti á gangaleiðunum en í öllum borholunum komu fram nokkrar hefðbundnar ská- og lóðsprungur sem flestar voru með fremur hrjúfa brotfleti og sprungufyllingar voru óverulegar.

### **Jarðvatnsástand og jarðhiti**

Eftir borun holanna var jarðvatnsborð mælt í þeim öllum og er tiltölulega djúpt á jarðvatn í þeim öllum. Í syðstu holunum (HH-06 og HH-07L) fannst ekkert jarðvatn eftir borun þrátt fyrir að botn þeirra sé við og undir sjávarmáli. Í hinum fjórum holunum á gangaleiðunum mældist jarðvatnsborð í hæð frá 4 m y.s. og upp í rúmlega 20 m y.s. og fer vatnsborðið hækkandi eftir því sem norðar dregur. Hugsanleg jarðgöng myndu liggja ofan grunnvatnsborðs á suðurhelmingi leiðarinnar og við grunnvatnsborð að norðanverðu. Því má gera ráð fyrir að innrennsli vatns verði ekki til trafala við gangagröftinn.

Bergið í höfðanum er í eðli sínu mjög þétt og vatnsleiðni lítil. Hins vegar er sprungulekt setlagastaflans nokkuð mikil. Skolvatn tapaðist í nær öllum holunum meðan á borun stóð sem bendir til þess að opnar sprungur gleypi vatnið. Við rennslisprófun skáholunnar við Laugardal (HH-02) gleypiti holan allt vatn sem unnt var að dæla í hana (4-5 l/s) og lektarprófun í HH-03 bendir til töluverðrar sprungulektar.

Þrátt fyrir að innrennsli grunnvatns inn í hugsanleg göng verði líklega óverulegt þá má alltaf gera ráð fyrir að dropa muni úr sprungum hér og hvar. Reyndar yrðu þessi veggöng mjög sérstök að því leyti að bergþekja yfir göngunum yrði einungis 25-35 m á mestum hluta leiðanna og hvergi meiri en rétt rúmlega 40 m. Yfirborðsvatn gæti því hæglega fundið sér leið og seytilað niður í göngin um opnar sprungur.

Hitastig grunnvatnsins í botni holu HH-03 var mældur nokkrum dögum eftir borun og reyndist vera 21,5-23,2 °C. Búast má því við að nokkur ylur verði í göngunum að norðanverðu a.m.k. til að byrja með. Að öðru leyti er ekki gert ráð fyrir neinum vandkvæðum í göngunum vegna jarðhita á svæðinu og mun gangagerðin líklegast ekki hafa umtalsverð neikvæð áhrif á jarðhitasvæðið við Laugardal.

### **Jarðskjálftahætta**

Sem kunnugt er yrðu göngin staðsett mjög skammt frá stærstu jarðskjálftasprungum á Húsavíkursvæðinu. Jarðskjálftahætta er því tiltölulega mikil og reyndar ein sú mesta á landinu. Ekki eru fyrir séð nein sérstök vandkvæði vegna þessarar hættu enda yrði tekið tillit til hennar í hönnun verksins. Reynslan sýnir ennfremur að jarðgöng í bergi eru ein öruggustu mannvirkin í jarðskjálftum.

### **Gangamunni að sunnanverðu, Bökugarðsleið**

Ein hugmynd að munna að sunnanverðu gengur út á það að færa nyrsta (innsta) hluta grjótvannarinnar á Bökugarði til austurs og grafa um 80 m langa forskeringu að lóð oliubirgðasvæðis og hafa gangamunnann þar (sjá ljósmynd 5). Borhola HH-06 er boruð á þessu svæði og eins og að framan greinir voru aðstæður með versta móti. Þar eru þykk laus yfirborðslög og undir þeim hálfharðnað siltsteinsvöluberg sem er slæmt jarðgangaberg.



*Ljósmynd 5. Munnasvæði við Bökugarð. Hæll í fláa fyrir miðri mynd er miðlína vegar. Forskering yrði grafin um 80 m nær oliutönkum og gangamunni þar. Hálsamlímt siltsteinsvöluberg í bakkanum.*

Eins og fram kemur á langsniði eftir þessari gangaleið á teikningu 3 er þekja yfir göngunum á munnasvæðinu fremur lítil eða um 5-6 m og samkvæmt holu HH-06 er það eingöngu fremur laus yfirborðslög. Aðstæður til gangagerðar á þessum stað eru því mjög erfiðar og virðist sem yfirborð eldra og harðara setbergsins halli niður frá ströndinni til austurs og yngri og veikari setlög komi í staðinn. Mælt með því að þessi staðsetning á gangamunna verði ekki skoðuð nánar.

Mögulegt væri að hafa gangamunnann nokkru norðar þ.e. norðan við olíugeymana og helst aðeins vestar. Til að kanna bergið þar var loftborshola HH-07L boruð. Aðstæður eru mun betri á þessu svæði, laus yfirborðslög 3-4 m á þykkt og þar undir vel samlímt völuberg niður á 23 m dýpi sem er um sjávarmál. Munni ganganna gæti verið milli oliutanka og holu HH-07L á móts við st. 360 (sjá teikningu 1). Slíkt myndi vitanlega lengja forskeringuna en stytta göngin að sama skapi. Núverandi olíubirgðastöð yrði auðvitað að víkja.

### **Gangamunni að sunnanverðu, Snásugarðsleið**

Samkvæmt fyrirbyggjandi hugmyndum yrði syðri gangamunni á þessari leið í sjávarhamrinum skammt sunnan við svokallaða Snásu. Jarðfræðilega eru aðstæður á þessum stað nokkuð góðar þar sem um vel samlímt og þökkalega hart setberg er að ræða (sjá ljósmynd 6). Þekja yfir göngunum við munnann yrði ríflega 20 m (sjá langsnið gangalínunnar á teikningu 4). Hins vegar fylgja því alltaf nokkrir ókostir að hafa gangamunna í svo þverhníptum og háum bergvegg og gæta þarf vel að öryggisráðstöfunum við munna.

Á ljósmynd 7 má sjá nærmynd af munnasvæðinu við Snásu og á ljósmynd 8 eru bæði munnasvæðin að sunnanverðu.



*Ljósmynd 6. Munnasvæði við Snásu. Gangamunni yrði í bergstálinu í kverkinni fyrir miðri mynd.*



*Ljósmynd 7. Nærmynd af munnasvæðinu við Snásu. Hæð bergveggs tæplega 30 m.*



*Ljósmynd 8. Bæði munnasvæðin að sunnanverðu, Bökugarðsmunni um 80 m fyrir innan bakkann hægra megin við miðja mynd og Snásumunni í kverkinni við Snásu sem er fjærst til vinstri.*

### **Gangamunni að norðanverðu**

Munnasvæðið að norðanverðu er nánast það sama á báðum gangaleiðunum þ.e. í suðurhlíð Laugardals. Borhola HH-02 er boruð á þessu svæði og er boruð á ská með 30° halla niður til Laugardals (sjá ljósmynd 9). Bergið í holunni var tiltölulega gott og ekki varð vart við brot eða misgengi. Bergþekja yfir göngunum við munna á þessum stað yrði 7-10 m (sjá langsnið á teikningum 3 og 4) og almennt má áætla að aðstæður við þetta munnasvæði séu tiltölulega góðar.



*Ljósmynd 9. Borun skáholunnar HH-02 í suðurhlíð Laugardalslæggðarinnar í um 45 m hæð yfir sjó. Horft til norðurs og er munnasvæðið skammt norðan við borinn. Bakkahöfði, Héðinshöfði og Lundey í baksýn.*

Sterkar vísbendingar eru hins vegar um sprungur á þessu svæði með stefnu NV-SA vegna nálægðar við Húsavíkurmisgengið sem er í Laugardal. Á teikningum 2 og 3 er sýnd líkleglega stærri sprungna eða misgengisbrota á þessu svæði. Búast má því við að á fyrstu 100-200 m í göngunum að norðanverðu verði fleiri brot en annar staðar á gangaleiðunum.

### **Meginhluti gangalínanna**

Samkvæmt niðurstöðum borana á holum HH-03, HH-04 og HH-05 er líklegt að meginhluti ganganna verði að mestu í sæmilega góðu bergi þ.e. vel samlímdu og hörðu völubergi (sjá ljósmynd 10). Aðstæður til gangagerðar ættu því að vera þokkalega góðar en lárétt lagskipting bergsins getur þó verið til trafala og kallað á auknar bergstyrkingar. Sama má segja um afmörkuð lög eða poka af illa samlímdum sandsteini og linsur úr veikum siltsteini.



*Ljósmynd 10. Dæmigert útlit setbergsins í miðhluta Húsavíkurhöfða. Myndin er tekin skammt fyrir sunnan gömlu sorpeyðingarstöðina. Hæð bergstálsins er um 35 m.*

### Fyrri göng í setbergi

Setberg hefur alloft komið fyrir í jarðgöngum hérlendis en í flestum tilvikum hefur verið um að ræða tiltölulega þunn lög á milli basaltlaga. Slík setlög hafa stundum verið til vandræða vegna lítils styrks og verstu tilfellið hafa oftast tengst gömlum, ummynduðum túfflögum sem sjaldnast eru þykkari en 2-3 m (tertiér siltsteinn). Dæmi um slík veik setlög eru í Bolungarvíkurgöngum og Héðinsfjarðargöngum.

Yngri og þykkari setlög svipuð þeim sem eru í Húsavíkurhöfða þ.e. tiltölulega ungt og lítið ummyndað völuberg (jökulberg) hafa komið nokkrum sinnum fyrir í fyrri göngum. Þar má nefna t.d. í göngum Írafossvirkjunar, tilraunagöngum Búrfellsvirkjunar og aðrennslisgöngum Laxárvirkjunar en þar liggja göngin að öllu leyti í völubergi á um 200 m löngum kafla. Þversnið þeirra ganga er um 50 m<sup>2</sup>. Önnur nýlegri dæmi eru Kelduárgöng og Jökulsárgöng Kárahnjúkavirkjunar en í Jökulsárgöngunum er völuberg í öllu gangaþversniðinu á um 200-300 m löngum kafla (breidd ganga 6 m). Nýjasta dæmið um völuberg í göngum er í aðrennslisgöngum Búðarhálsvirkjunar þar sem gröftur stendur yfir og hefur völuberg m.a. verið á um 350 m kafla í öllu þversniðinu sem er um 70 m<sup>2</sup>.

Í öllum ofangreindum tilfellum hefur gengið nokkuð vel að grafa og setbergið hefur ekki valdið umtalsverðum vandamálum. Hins vegar þarf að styrkja setbergið nokkuð mikið og er það jafnan gert með sprautusteypu og bergboltum.

### Aðstæður í vegskeringu við st. 1.700

Kjarnaborhola HH-01 er boruð í veglínu norðan gangaleiða við st. 1.700 þar sem hugsanlega yrði nokkuð stór vegskering. Dýpt skeringarinnar yrði væntanlega allt að 8 m og lengd um 230 m. Ljósmynd 11 sýnir bakkann í fjörunni á mótis við miðhluta skeringarinnar.





*Ljósmynd 11. Bakkinn í fjörunni á móts við miðhluta vegskeringar við st. 1.700. Lagskipt og fremur brotið völuberg. Hæð bakkans er riflega 20 m.*

Efstu 4-5 metrnir í borholu HH-01 eru í lausum jarðvegi (um 1 m á þykkt) og hálfharðnaðri móhellu. Þessi hluti skeringarinnar yrði tiltölulega auðgrafinn með stærri vélskóflum. Kjarnataka hófst ekki í borholunni fyrr en á 6 m dýpi og þar er harðnandi völuberg, allvel samlímt og lagskipt niður í skeringarbotn. Líklegt er að þessi hluti skeringarinnar yrði einnig græfur en þó harðari undir tönn og e.t.v. hagkvæmast að losa bergið fyrst með riftönn á stórrí jarðýtu. Allar líkur eru því á að öll skeringin sé græf þó búast megi við allhördum eitlum í neðri hluta hennar. Jarðvatn kom ekki í borholuna fyrr en á rúmlega 14 m dýpi.

Líklegt er að efnið úr skeringunni yrði ekki nothæft til annars en í fyllingar.

## Samantekt

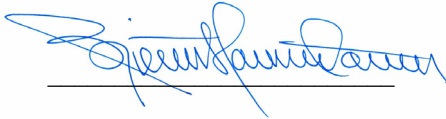
Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir jarðfræðilegum aðstæðum í Húsavíkurböfða með tilliti til gerð vegganga í gegnum höfðann. Vegagerðin hefur lagt fram tvær hugsanlegar útfærslur á göngunum og er önnur gangaleiðin með syðri gangamunna á móts við núverandi Bökugarð. Hin gangaleiðin er með syðri munna á móts við hugsanlegan framtíðarhafnargarð, svokallaðan Snásugarð. Báðar gangaleiðirnar eru með nyrðri munna í Laugardal og yrði hin fyrnefnda um 1.035 m að lengd og hin síðarnefnda um 960 m að lengd. Líklegt er að göngin yrðu um 10 m á breidd.

Boraðar voru sjö rannsóknarborholur á og í nágrenni við ofangreindar gangaleiðir. Helstu niðurstöður eru þær að bergið á jarðgangaleiðunum báðum er allt völuberg af jökulrænum uppruna. Bergið er almennt vel samlímt og tiltölulega hart og telst sæmilegt jarðgangaberg. Gröftur vegganga í gegnum höfðann er því vel framkvæmanlegur með þeirri undantekningu að aðstæður eru mjög erfiðar á þeim stað sem lagt er til að syðri munni á móts við Bökugarð verði. Mælt er með að sú staðsetning verði endurskoðuð.

Minnt er á að bergstyrkingar í göngum af þessari stærð í því bergi sem um ræðir yrðu tiltölulega umfangsmiklar.

Efnið sem til félli við gangagröftinn yrði einungis hæft sem fyllingarefni í vega- og hafnargerð.

f.h. GeoTek ehf.



Björn A. Harðarson, M.A.Sc.  
Jarðverkfræðingur

## Heimildir

1. Jens Tómasson, Guðmundur Pálmason, Jón Jónsson og Sveinbjörn Björnsson 1969: *Jarðhiti við Húsavík*. Orkustofnun, Jarðhitadeild, 94 bls.
2. Kristján Sæmundsson og Jeffrey A Karson 2006: *Stratigraphy and Tectonics of the Húsavík – Western Tjörnes Area*. ÍSOR 2006/032, október, 34 bls.
3. Vegagerðin 2009: *Kortlagning á jarðfræði og styrkingum í jarðgöngum*. Greinargerð, 16 bls.
4. Mannvit 2011: *Húsavíkurhöfði. Aðstæður til gangagerðar*. Minnisblað 06.12.2011, ML, 13 bls.

## Teikningar

**Teikning nr. 1. Bökugarðsleið. Grunnmynd.**

**Teikning nr. 2. Snásugarðsleið. Grunnmynd.**

**Teikning nr. 3. Bökugarðsleið. Langsnið.**

**Teikning nr. 4. Snásugarðsleið. Langsnið.**



TILLAGA 2012-H

NR.:	DAGS:	BREYTING:	AF:

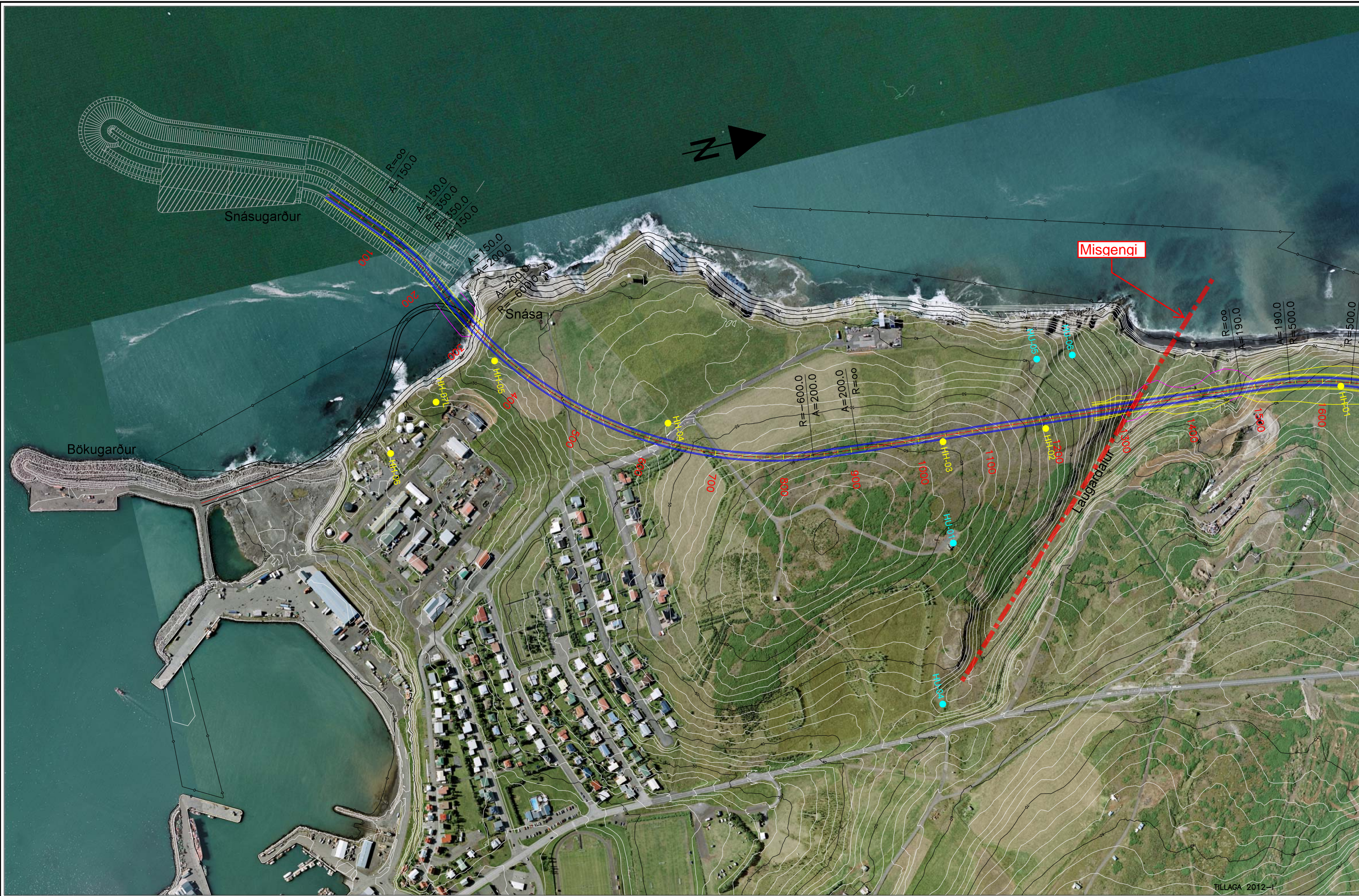


DAGS:	14.09.2012
VNR.:	1.681.242
TNR.:	
HANNAD:	VJ
TEIKNAD:	VJ
YFIRF.:	
SAMP.:	

<b>VEGAGERÐIN</b>	
MELIKV.:	Hannað
1:5000	
Yfirf.:	
Samp.:	

<b>HÚSAMK</b>
STÖRÐJUVEGUR
TEIKNING 1
BÖKUGARÐSLEIÐ, GRUNNMYND

VEGNR.:	—
TEIKN. NR.:	Z901
ÚTGÁFA:	F1



TILLAGA 2012-1

NR.:	DAGS:	BREYTING:	AF:



DAGS:	14.09.2012
VNR.:	1.681.242
HANNAÐ:	VJ
TEIKNAD:	VJ
YFIRF.:	
SAMB.:	

<b>VEGAGERÐIN</b>	
MELIKV.:	Hannað
1:5000	Teikn.
	Yfirf.
	Samþ.

<b>HÚSAMK</b>
STÓRIDJUVEGUR
<b>TEIKNING 2</b>
SNÁSUGARÐSLEIÐ, GRUNNMYND

VEGNR.:	—
TEIKN. NR.:	<b>Z911</b>
ÚTGÁFA:	F1







•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•



## Viðauki 1 – Upplýsingar um borholur

**Hnit, hæðir og dýpt borhola sem boraðar voru í ágúst 2012.**

<b>Nafn</b>	<b>Staðsetning austur Hnit X</b>	<b>Staðsetning norður Hnit Y</b>	<b>Hæð m y.s.</b>	<b>Dýpi m</b>	<b>Fóðring m</b>	<b>Halli °</b>
<b>HH-01</b>	574592.824	619258.240	33,3	15,6	6,0	0
<b>HH-02</b>	574556.495	618821.935	45,7	30,8	4,2	30
<b>HH-03</b>	574541.621	618670.457	58,8	42,1	2,7	0
<b>HH-04</b>	574424.746	618282.981	47,5	39,7	4,3	0
<b>HH-05</b>	574278.737	618055.222	35,7	33,6	4,8	0
<b>HH-06</b>	574376.987	617875.977	16,5	15,3	9,0	0
<b>HH-07L</b>	574318.476	617957.874	23,7	27,0	4,0	0
<b>Samtals:</b>				204,1	35	

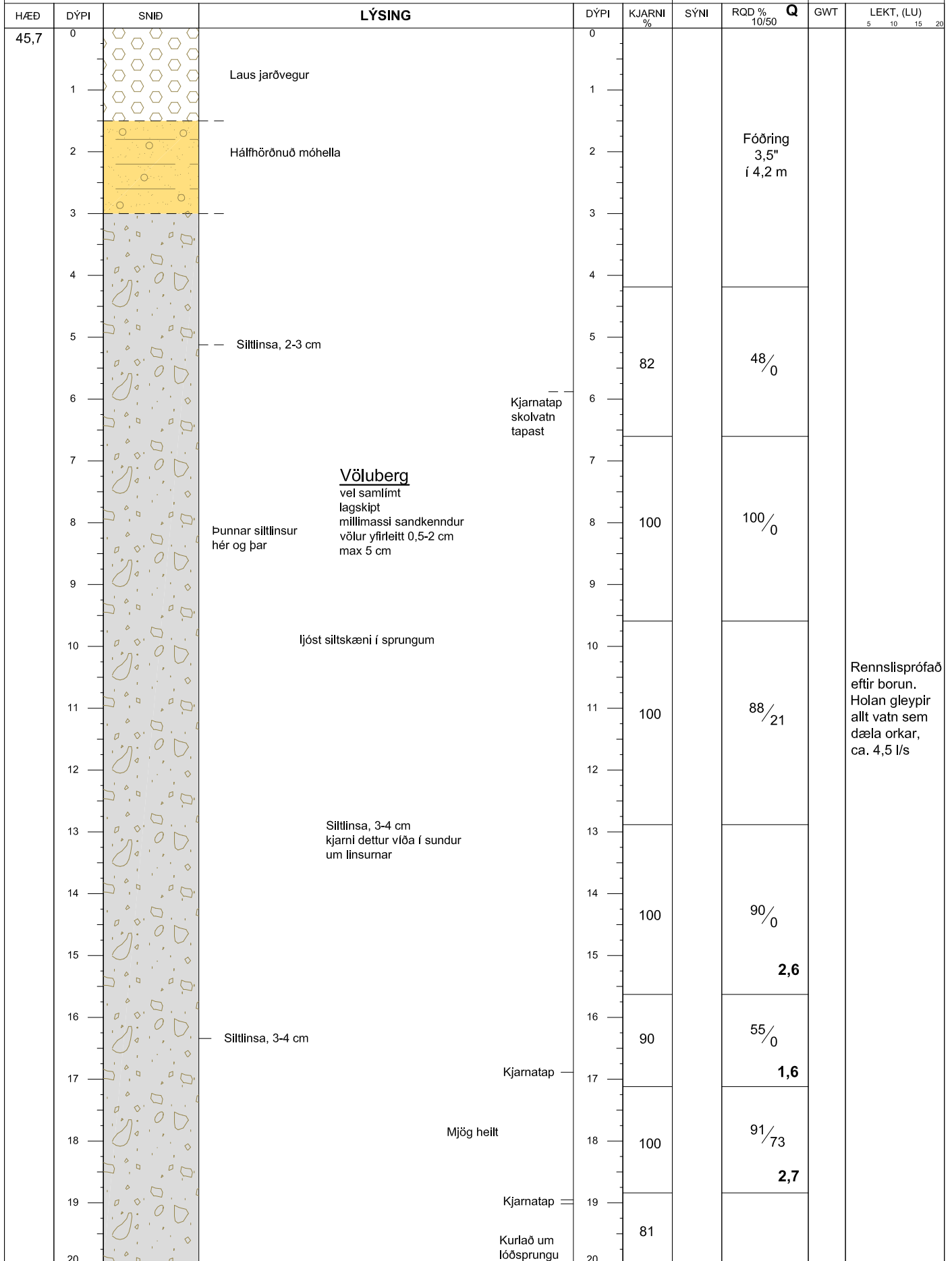
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

---

## Viðauki 2 - Borholulýsingar



HÆÐ	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT. (LU) 5 10 15 20
33,3	0		Laus jarðvegur	0						
	1		Hálfhórðnuð móbella, grábrún og malarkennd	1						
	2		Harðnandi sandkennd móbella, ljósbrún	2						
	3			3				Fóðring 3,5" í 6,0 m		
	4			4						
	5		Orðið vel hart í 4,5 m	5						
	6			6						
	7		<b>Völuberg</b> allvel samlímt lagskipt	Kjarnatap	7					
	8		Vel samlímt og steingrátt á köflum	Kurlað um sprungu	8	78		36/0		Ekki mælt
	9		Millimassi, sandkenndur skolast út að hluta		9					
	10		Nær hreinn sandsteinn	Kjarnatap	10					
	11				11	91		75/26		
	12		<b>Sandsteinsvöluberg</b>		12					
	13		Ljósar linsur 3-6 cm þykkar		13					
	14		Verður aftur finna eftir því sem neðar dregur		14					
15		Steingrár siltsteinn, vel samlímt	Kurlað	15	100		73/0		Skolvatn hverfur 27.08.12	
17,7	16		Holubotn, dýpi 15,6 m	16						
	17			17						
	18			18						
	19			19						
	20			20						



Rennslisprófað  
eftir borun.  
Holan gleypir  
allt vatn sem  
dæla orkar,  
ca. 4,5 l/s



H/ÆD	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT. (LU) 5 10 15 20		
45,7	20		<p><u>Völuberg</u> vel samlímt</p> <p>Siltfyllt sprunga</p> <p>Nokkir steinar, 6-7 cm</p> <p>Steinn, 10 cm</p> <p>Ljósar, þunnar siltlinsur og ljóst silt í sprungum</p>	20								
	21						58/20	1,7				
	22				97		77/21	2,2				
	23											
	24											
	25											
	26											
	27											
	28											
	29											
19,1	30											
	31											
	32											
	33											
	34											
	35											
	36											
	37											
	38											
	39											
	40											

21.08.12



H/ÆD	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT, (LU) 5 10 15 20
58,8	0		Jarðvegur Hart strax á 30 cm dýpi	0						
	1			1				Fóðring 3,5" í 2,7 m		
	2			2						
	3			3	90		30/0			
	4			4						
	5			5	100		80/0			
	6		<b>Völuberg</b> yfirleitt vel samlím grár millimassi völur flestar < 2 cm en max 5 cm	6						
	7			7						
	8			8	100		93/18			
	9			9						
	10		Ljósar siltfyllingar í glufum og sprungum	10						
	11			11	100		100/22			
	12		Ljós útfellingarskæni í sprungum 1-2mm	12						
	13			13						
	14			14	100		93/37			
	15			15						
	16		Ljós silttinsa, 4-5 mm	16						
	17			17	100		77/27			
	18			18						
	19			19			88/48			
	20			20						

Skolvatn  
tapast

heillegt



H/ED	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT. (LU)
	20			20						
	21			21						
	22	Siltlinsur þunnar		22						
	23		<b>Völuberg</b> millimassi aðeins grófarí, dökkgrár	23	100		100/25			
	24			24						
	25	Siltlinsa 2 cm		25						
	26	Siltlinsa 6 cm		26	100		78/0			
	27			27				2,3		
	28			28		□				3,4 LU við 7 kg.
	29	Lóðsprunga með siltfyllingu		29	100	□	62/23			Sprakk út við 8,6 kg.
	30	Lóðsprunga með siltfyllingu		30				1,8		
	31	Lóðsprunga		31						
	32		Millimassi grófarí, sandríkari og dekkri	32	100		80/0			
	33			33		□		2,3		
	34		<b>Völuberg</b> Sandríkt, kjarni dettur í sundur	34						23.08.12
	35			35	100	□	77/18			
	36			36				2,2		
	37			37						
	38	Grjótríkt vödur 5-6cm		38	100	□	78/0			27.08.12
	39	Mjög sandríkt og minna samlímt		39		□		2,3		21,5 °C
	40	Lin siltlinsa, grábrún, 6cm		40						



GEOTEK



HÚSAVÍKURHÖFÐI

HH - 03

VERKTAKI:

RSFS

BOR:

LANGPRÁÐUR

DAGS. BORUNAR:

22-23.08.2012

ÞVERMÁL:

NQ, 45mm

HNIT

X: 574.541.621

Y: 618.670.457

Z: 58,8

TEIKNING:

3/3



FÓÐRING:

2,7m, 3,5"

X:

Y:

Z:

HÆÐ	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT, (LU) 5 10 15 20
16,7	40		Sandríkt og minna samlímt  Neðsti meter kurlaður	40	80		22/0	0,6		
	41			<input type="checkbox"/>		23,2 °C				
	42	Kjarnatap	Holubotn, dýpi 42,1 m	42		<input type="checkbox"/>				
	43			43						
	44			44						
	45			45						
	46			46						
	47			47						
	48			48						
	49			49						
	50			50						
	51			51						
	52			52						
	53			53						
	54			54						
	55			55						
	56			56						
	57			57						
	58			58						
	59			59						
	60			60						



H/ED	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT. (LU) 5 10 15 20
47,5	0		Laus jarðvegur	0						
	1			1						
	2		Hálfhörönuð móhella/völuberg	2				Fóðring í 4,3 m		
	3		Orðið vel hart	3						
	4			4						
	5			5	98			67/0		
	6			6						
	7			7						
	8		<b>Völuberg</b> vel samlímt millimassi vel harður völur yfirleitt < 2 cm en max 5 cm	8	98			80/20		
	9			9						
	10			10						
	11			11						
	12		Ljósar silflinsur	12	100			90/0		
	13		Kurtað um lóðsprungu	13						
	14			14	100			93/53		
	15			15						
	16		Kurtað 10 cm um lóðsprungu	16						
	17			17	100			57/0		
	18		Kurtað 15 cm um sprungu	18						
	19		Kurtað 20 cm	19						
	20			20						

Skolvatn tapast

Stöku ská- og lóðsprungur, allar skændar með hvítum útfellingum

Ekki mælt

Sýni í mölun



H/ED	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT, (LU) 5 10 15 20
	20			20						
	21		Mjög heillegt og massíft völuberg	21	100		92/53			
	22			22						
	23			23						
	24		Kurtað 20-30 cm um tvær sprungur	24	100		90/40			
	25			25						
	26		Mjög heillegt <u>Völuberg</u>	26	100		97/63			
	27			27				2,8		
	28			28						
	29			29	100		100/47			
	30			30				2,9		
	31		Rauðleitir blöðróttur hnullungur 15 cm	31						
	32			32	100	□	97/40			
	33			33				2,8		
	34		Grófari sandkenndur millimassi, 20 cm	34		□				
	35			35	100		88/28			23.08.12
	36		Nokkrar grósprungur hvítlyllar	36				2,6		
	37		14 cm steinn	37		□				
	38			38	100		82/27			
	39			39		□		2,4		
7,8	40		Holubotn, dýpi 39,7 m	40		□				27.08.12

Skolvatn tapast

Ekki mælt



H/ÆÐ	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT. (LU) 5 10 15 20
35,7	0		Laus jarðvegur	0						
	1			1						
	2		Hálfharðnað, veðrað völuberg ljóst, siltkennt	2				Fóðring í 4,8 m		
	3			3						
	4		Orðið vel hart	4						
	5		20 cm steinn	5						
	6		Sandríkar linsur	6	100		40/0			
	7		<u>Völuberg</u> vel samlímít ljósbrúnt, grátt	7	100		60/0			
	8			8		Kurlað um sprungu				
	9			9	100		85/0			
	10		Heillegt og massíft	10						
	11			11	100		58/17			Ekki mælt
	12		Þunnur ljósgular siltlinsur	12						
	13			13		Skolvatn kemur				
	14			14	100		65/0			
	15		Siltlinsa 2 cm Kurlað um skásprungu	15				1,9		
	16			16						
	17		Mjög heillegt	17	100		70/17			
	18		20 cm steinn	18				2,1		
	19		Þunnur ljósgular siltlinsur	19	100		67/0			
	20			20						



H/ED	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT. (LU) 5 10 15 20
2,1	20		Fínlagskiptar siltfínur, allt að 10 cm	20						
	21									
	22									
	23		aðeins sandkenndari millimassi	23	100			80/0		
	24			Kurlað um spr. 10cm	24				2,0	
	25			<u>Völuberg</u> mjög heillegt	25					
	26				26	100			93/17	
	27		Millimassi verður steingrár mjög þétt og massíft	27					2,7	
	28				28					
	29		Steinríkt og millimassi aftur ljósari	29						
	30		kjarnatap í siltinsu	kurlað um sprungu siltskæðar skásprungur	30	93			67/20	
31	Steingrár millimassi	Skolvatn tapast	31							
32	Mjög fínn millimassi, nær völulaus		32	100			90/50			
33	Aftur ljósari millimassi		33							
	34		Holubotn, dýpi 33,6 m	34						
	35			35						
	36			36						
	37			37						
	38			38						
	39			39						
	40			40						

27.08.12



H/ÆD	DÝPI	SNID	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT. (LU) 5 10 15 20
16,5	0			0						
	1		Fylling á plani Óludreifingar	1						
	2			2						
	3			3						
	4		Laus jarðvegur	4						
	5			5						
	6		háflaust, siltkennt <u>Völuberg</u> (siltsteinsvöluberg)	6						
	7			7						
	8		Orðið harðara	8						
	9			9						
	10		Hálfharðnað siltsteinsvöluberg ljósbrúnt, mikið kjarnatap og allt í smábútum	10						
	11			11	12		0%			
	12			12			0,08			
	13		Millimassi rispast auðveldlega af nögl, vökur fáar í fínkorna millimassa. Einn og einn steinn 2-4 cm	13						
	14			14	40		0%			
	15		Harðara og betur samlímt neðstu 40 cm	15			0,26		Hola þurr	
1,2	16		Holubotn, dýpi 15,3 m	16						
	17			17						
	18			18						
	19			19						
	20			20						

Fóðring í 9 m

Ekki mælt

Mikið kjarnatap

Mikið kjarnatap

GEOTEK



HÚSAVÍKURHÖFÐI

HH - 07L

BORUÐ MED LOFTI

VERKTAKI:

RSFS

BOR:

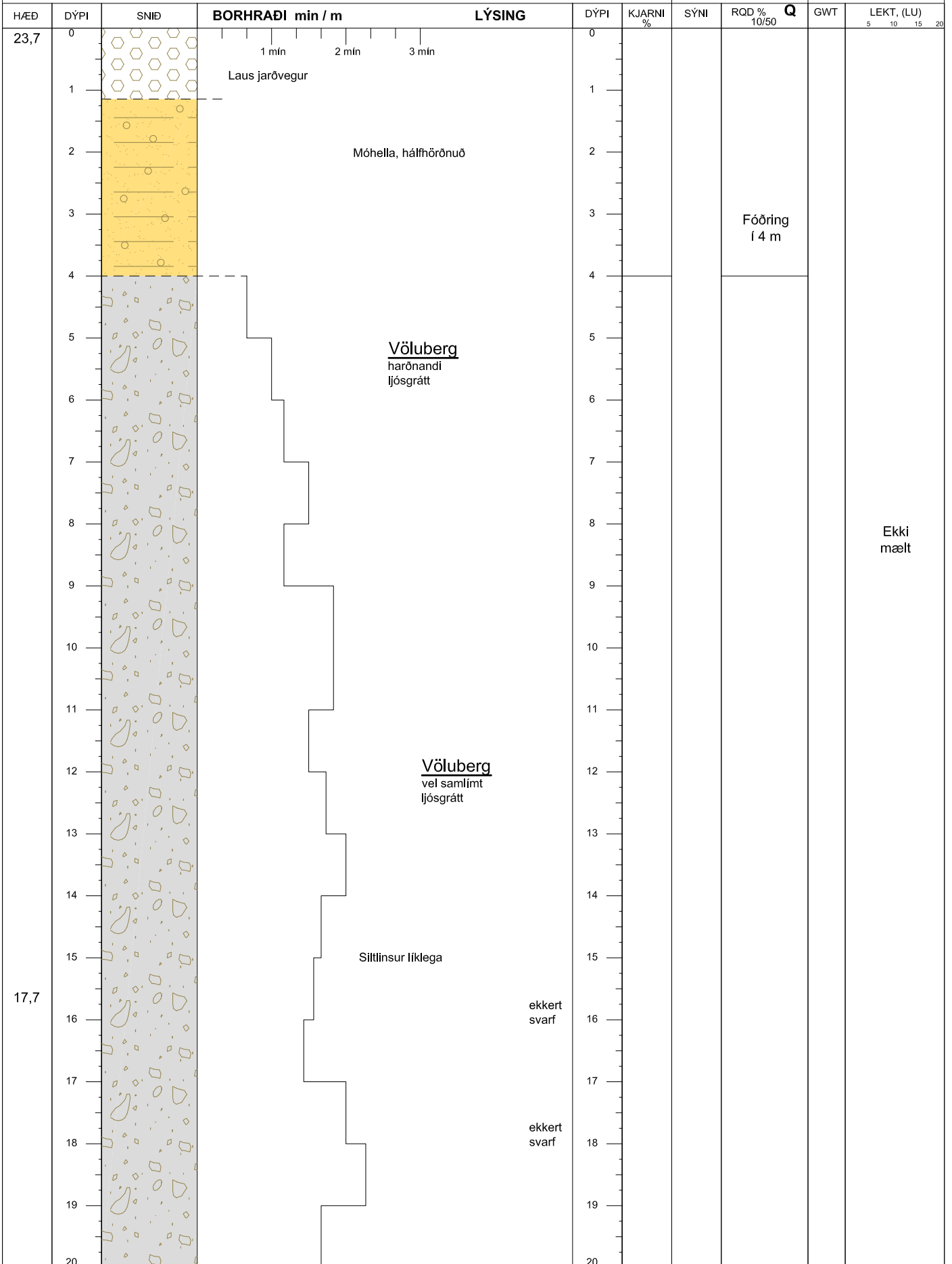
LANGPRÁÐUR

DAGS. BORUNAR:  
27.08.2012

ÞVERMÁL:  
3"

HNIT X: 574.318.476 Y: 617.957.874 Z: 23,7  
X: Y: Z:

TEIKNING: 1 / 2 FÓÐRING: 4 m, 3,5"



GEOTEK



HÚSAVÍKURHÖFÐI

HH - 07L

BORUÐ MED  
LOFTI

VERKTAKI:

RSFS

BOR:

LANGPRÁÐUR

DAGS. BORUNAR:  
27.08.2012

ÞVERMÁL:  
3"

HNIT X: 574.318.476 Y: 617.957.874 Z: 23,7  
X: Y: Z:

TEIKNING:  
2 / 2

FÓÐRING:  
4 m, 3,5"

H/ED	DÝPI	SNIED	BORHRADI min / m	LÝSING	DÝPI	KJARNI %	SÝNI	RQD % 10/50	Q	GWT	LEKT, (LU) 5 10 15 20
	20		1 min	Silttinsur	20						
	21		2 min	<u>Völuberg</u> lagskipt	21						
	22		3 min	lagskipt	22						
	23				ekkert svarf	23					
	24				mun veikara sandkennt?	24					
	25					25					
	26				veikt, sandrikt?	26					
-3,3	27				27					Hola þurr	
	28			Holubotn, dýpi 27 m	28						
	29				29						
	30				30						
	31				31						
	32				32						
	33				33						
	34				34						
	35				35						
	36				36						
	37				37						
	38				38						
	39				39						
	40				40						



•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•



### Viðauki 3 – Ljósmyndir af borkjörnum

















•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•



**Viðauki 4 – Niðurstöður prófana á borkjörnum**

### Sýnataka úr borkjarna.

#### Sýni í einása brotpolspróf og rúmþyngdarmælingu

Borhola	Merkt dýpi (m)	Lengd kjarna (cm)	Lýsing
HH-03	27,9	48	ljósbleikgrátt, lagskipt, millimassi/völur 60-70/30-40
HH-03	28,4	30	ljósbleikgrátt, millimassi/völur ca. 70/30
HH-03	32,8	43	ljósbleikgrátt, lagskipt, millimassi/völur 60-70/30-40
HH-03	33,5	25	ljósgrátt, steinríkt, ca. 60/40
HH-03	35,5	25	ljósgrátt, ca. 70/30
HH-03	37,7	18	ljósgrátt, tveir stórir steinar, ca. 60/40
HH-03	39,0	26	ljósgrátt, steinríkt, ca. 60/40
HH-03	41,1	16	brúnleitt, sandkennt, ca. 60/40
HH-03	41,9	18	brúnleitt, sandkennt, ca. 60/40
HH-04	31,9	20	ljósgrátt, ca. 75/25
HH-04	33,8	22	ljósgrátt, ca. 70/30
HH-04	37,5	35	ljóssteingrátt, ca. 70/30
HH-04	39,4	30	ljósbrúngrátt, grósprungið, ca. 70/30
HH-05	25,4	50	brúngrátt, ca. 75/25
HH-05	28,4	60	steingrátt, stórir blöðröttir steinar, ca. 60/40
HH-05	30,8	35	steingrátt, stórir blöðröttir steinar, ca. 70/30
HH-05	31,8	40	steingrátt, ca. 70/30

#### Sýni í mölun

Kjarnakassi nr. 2 af 4 úr borholu HH-04. Dýptarbil 13,7 m til 23,0 m, ca. 35 kg. Sýni til mölunar og prófunar í berggreiningu, LA próf og frostpróf.



Nýsköpunarmiðstöð  
Íslands

Rannsókn nr. H12-254

Dags. 7.9.2012

Framkv. af AG

## Rannsókn á kornadreifingu (skv. IST EN 933-1)

Fyrir: Vegagerðin Ísafirði Náma: Rannsóknarboranir 2012, borkjarni

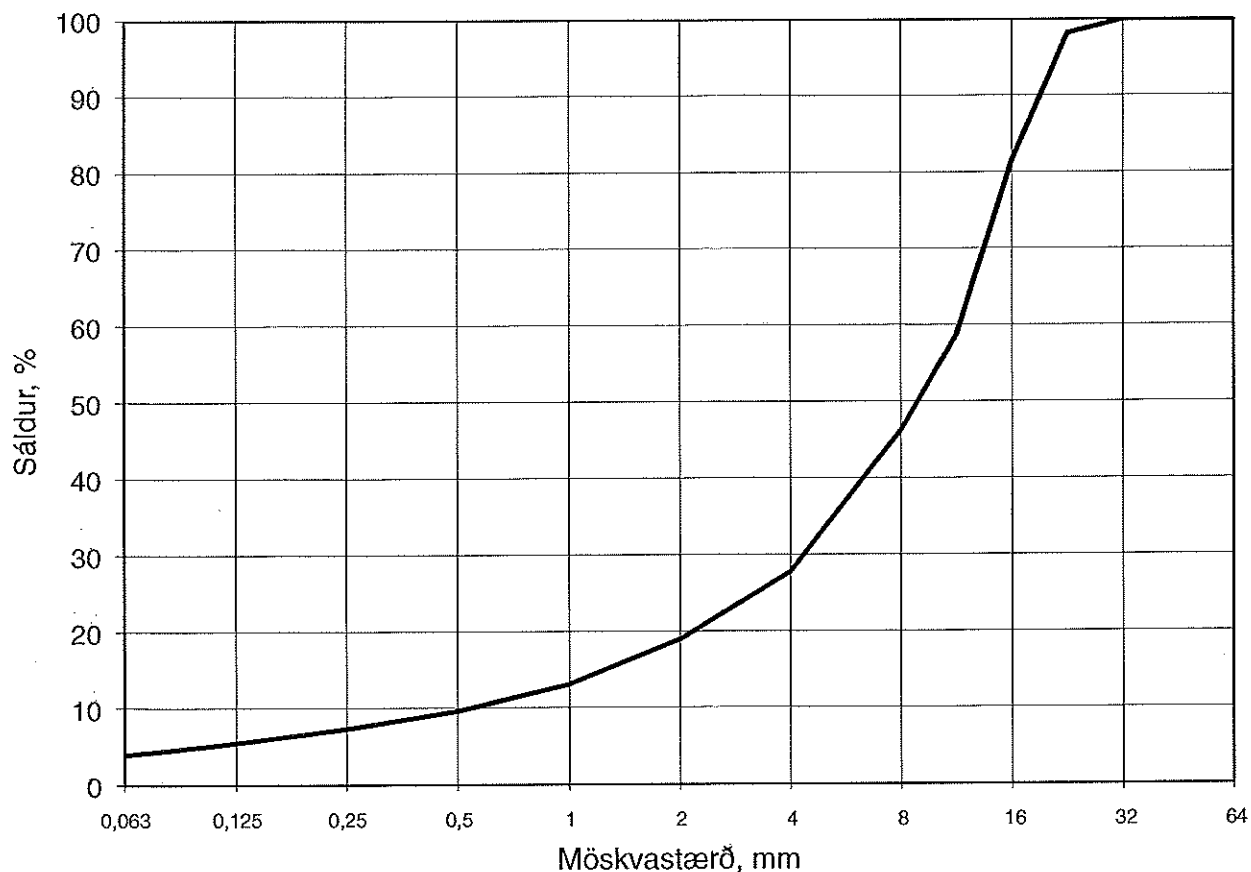
Vegna: Húsavíkurhöfði Sendandi: Björn A. Harðarson, Geotek ehf.

Heildarpungi sigtaðs sýnis (g): 32835 Heildarpungi (<16mm) (g): 27110,0 Merking sýnis: Hóla HH-04

Bakki (tara), (g):		Frátekið+bakki (g):		Purrt +bakki (g):		Votsigt. + bakki (g):		Húmus, gr.:		Slamm, %:		Raki, %		
312,6		1910,6		1808,8		1739,5						6,8		
Möskv. Pyngd (g)	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	botn
	0	0	570	5725	419,4	648,5	987,0	1147,9	1255,7	1319,6	1362,0	1395,9	1424,4	1429,4
Sáldur, %	100,0	100,0	98,2	81,6	58,7	46,2	27,8	19,0	13,1	9,6	7,3	5,5	3,9	

Athugasemdir: Malað á NMÍ í 19mm

$D_{10} = 0,55 \text{ mm}$     $D_{30} = 4,48 \text{ mm}$     $D_{60} = 11,47 \text{ mm}$     $C_u = 20,7$     $C_c = 3,2$





Nýsköpunarmiðstöð  
Íslands

## Berggreining

Verkefni nr.	H12 / 254
Dags.	10.9.2012
Framkv. af	MIK
Dags. ranns.	10.9.2012

Greiðandi: <b>Vegagerðin Ísafirði</b>	Nafn. Umbjóðanda-tengiliðar / verkbeiðanda <b>Gísli Eiríksson / Björn A. Harðarson Geotek ehf.</b>
Verkefni: <b>Húsavíkurböfði (rannsóknarboranir)</b>	Merking sýnis: <b>Borkjarni</b>
<b>Náma:</b> Námunúmer: Sýnatökustaður:	Heiti námu: Efnisflokkur:

<b>Sýni:</b>	Sýnisgerð: <b>Malaður borkjarni</b>	Greint í: <b>Víðsjá</b>
	Korna stærð greind: <b>6,3-8,0 mm</b>	Punnrneið nr.:

**Berggerð:**

Gæða flokkur		Lykill	Fjöldi		Berg / steintegund, ummyndun, þéttleiki, annað
+	*		korna	%	
3	3	05	205	97,2	Setberg**
1	1	0111	5	2,4	Basalt, ferskt, þétt
2	2	0121	1	0,5	Basalt, ummyndað, þétt
Alls:			211	100,0	

**Gæðaflokkun:**

	+	*
	v/ bundins slitlags	v/ steinsleypu
	%	%
1. flokkur .....	2	2
2. flokkur .....	0	0
3. flokkur .....	97	97

<b>Kornalögun:</b> Kýlni: Ávali: Áferð:	<b>Tæknileg atriði:</b> Hreinleiki: Styrkur korna:
--	--

**Athugasemdir:**

\*\* Setbergið er með ferskum köntuðum brotum úr ólivínu yfirleitt um 0,2 mm, í því er einnig ferskt kantað dökkt líklega basaltgler af breytilegri stærð. Grunnmassi setsins er gráleitur og frekar einsleitur. Ferska basaltið er ólivíndíflótt.



## Los Angeles próf.

IST EN 1097-2:1998

*Unnið fyrir:* Vegaerðin Ísafirði

*Umbjóðandi:* Björn A. Harðarson

*Náma:* Rannsóknarboranir 2012, borkjarni

Þyngd sýnis 10 - 14 mm fyrir próf (g):

4890,0

Þyngd sýnis >1,60 mm eftir próf (g):

3496,9

LA = 28,5

*Athugasemdir:*



Nýsköpunarmiðstöð  
Íslands

Ranns. H12-254

Dags. 25.9.2012

Frkv. AG

## Frostþolspróf á lausum steinefnum

ÍST EN 1367-6 (1% NaCl)

*Unnið fyrir:* Vegagerðin Ísafirði

*Umbjóðandi:* Björn A. Harðarson, Geotek ehf.

*Vegna:* Rannsóknarboranir 2012, borkjarni

### Niðurstöður prófana:

Sýni	fyrir próf			eftir próf			niðurbrot %			Meðaltal %
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Holá HH-04	2000,0	2000,1	2000,0	1548,5	1570,0	1533,2	22,6	21,5	23,3	22,5

*Athugasemdir:*

Kornastærð 8 - 16 mm

## Húsavíkurhöfði, borkjarnar.

Sagaðir og slípaðir kjarnar, niðurstöður mælinga:

nr.	Úr kjarna mrk.	dýpi m	þvermál mm	lengd mm	l/þ	brotálag N	brotþol MPa	Þyngd kjarna (g)			Mettunar- raki %	þurr rúmp kg/m <sup>3</sup>
								ív	þe	þu		
1	HH-03	27,9	44,7	94,7	2,1	113710	<b>72,5</b>	245,2	393,6	368,3	6,9	<b>2478</b>
2	HH-03	27,9	44,8	94,7	2,1	107110	<b>68,0</b>	245,7	393,9	368,6	6,9	<b>2469</b>
3	HH-03	27,9	44,7	94	2,1	108030	<b>68,8</b>	241,6	388,7	363,0	7,1	<b>2461</b>
4	HH-03	27,9	44,6	94,5	2,1	114420	<b>73,2</b>	240,5	388,2	360,9	7,6	<b>2445</b>
5	HH-03	28,4	44,7	94,1	2,1	99270	<b>63,3</b>	232,9	380,4	351,3	8,3	<b>2379</b>
6	HH-03	28,4	44,6	94,7	2,1	99490	<b>63,7</b>	236,2	384,4	355,3	8,2	<b>2402</b>
7	HH-03	32,8	44,3	91,7	2,1	25430	<b>16,5</b>	206,1	345,8	312,6	10,6	<b>2212</b>
8	HH-03	32,8	44,7	94,8	2,1	75420	<b>48,1</b>	239,9	387,6	360,1	7,6	<b>2421</b>
9	HH-03	32,8	44,7	94,6	2,1	36010	<b>22,9</b>	239,4	385,5	359,2	7,3	<b>2420</b>
10	HH-03	33,5	44,6	94,5	2,1	40150	<b>25,7</b>	232,2	378,5	349,8	8,2	<b>2369</b>
11	HH-03	33,5	44,6	94,4	2,1	49980	<b>32,0</b>	231,4	378,1	348,2	8,6	<b>2361</b>
12	HH-03	35,5	44,6	94,3	2,1	30290	<b>19,4</b>	232,6	378,0	348,6	8,4	<b>2366</b>
13	HH-03	35,5	44,5	95,2	2,1	26240	<b>16,9</b>	231,8	377,8	347,7	8,7	<b>2348</b>
14	HH-03	37,7	44,7	95,5	2,1	26230	<b>16,7</b>	232,8	380,0	350,6	8,4	<b>2339</b>
15	HH-03	39,0	44,7	93,8	2,1	103110	<b>65,7</b>	238,4	384,7	360,0	6,9	<b>2446</b>
16	HH-03	39,0	44,7	94,6	2,1	80580	<b>51,3</b>	232,4	390,2	364,8	7,0	<b>2457</b>
17	HH-03	41,1	*)					320,2	563,5	505,9	11,4	
18	HH-03	41,9	*)					202,2	351,0	316,1	11,0	
19	HH-04	31,9	44,7	95,3	2,1	80200	<b>51,1</b>	220,6	369,0	336,7	9,6	<b>2251</b>
20	HH-04	33,8	44,7	94,3	2,1	44670	<b>28,5</b>	205,3	352,6	321,3	9,7	<b>2171</b>
21	HH-04	33,8	44,7	94,8	2,1	89760	<b>57,2</b>	212,0	360,2	328,4	9,7	<b>2207</b>
22	HH-04	37,5	44,6	94,4	2,1	56790	<b>36,4</b>	207,7	355,4	317,1	12,1	<b>2150</b>
23	HH-04	37,5	44,4	94,3	2,1	53290	<b>34,4</b>	203,2	350,4	310,3	12,9	<b>2125</b>
24	HH-04	37,5	44,5	95,1	2,1	56150	<b>36,1</b>	207,6	356,3	316,3	12,6	<b>2138</b>
25	HH-04	39,4	44,7	94,6	2,1	80670	<b>51,4</b>	224,6	372,9	343,2	8,7	<b>2312</b>
26	HH-04	39,4	44,6	95,2	2,1	66760	<b>42,7</b>	220,6	369,6	339,5	8,9	<b>2283</b>
27	HH-05	25,4	44,6	95,2	2,1	121960	<b>78,1</b>	215,4	364,2	333,3	9,3	<b>2241</b>
28	HH-05	25,4	44,7	95,2	2,1	120540	<b>76,8</b>	210,2	358,8	325,9	10,1	<b>2181</b>
29	HH-05	25,4	44,7	94,8	2,1	138990	<b>88,6</b>	209,3	357,6	325,8	9,8	<b>2190</b>
30	HH-05	25,4	44,7	94,7	2,1	143560	<b>91,5</b>	211,6	359,9	327,7	9,8	<b>2205</b>
31	HH-05	28,4	44,7	95,2	2,1	101820	<b>64,9</b>	234,8	383,8	363,6	5,6	<b>2434</b>
32	HH-05	28,4	44,7	95,2	2,1	213530	<b>136,1</b>	245,5	394,7	378,4	4,3	<b>2533</b>
33	HH-05	28,4	44,7	95,3	2,1	217190	<b>138,4</b>	251,7	401,1	387,6	3,5	<b>2592</b>
34	HH-05	28,4	44,8	94,5	2,1	187320	<b>118,8</b>	242,7	390,5	375,3	4,1	<b>2519</b>
35	HH-05	28,4	44,7	95,1	2,1	205010	<b>130,6</b>	246,6	395,7	380,8	3,9	<b>2552</b>
36	HH-05	30,8	44,7	94,5	2,1	312560	<b>199,2</b>	240,8	389,0	374,7	3,8	<b>2527</b>
37	HH-05	30,8	44,7	94,9	2,1	138740	<b>88,4</b>	224,0	372,9	345,4	8,0	<b>2319</b>
38	HH-05	30,8	44,7	94,9	2,1	194440	<b>123,9</b>	229,4	378,3	356,6	6,1	<b>2394</b>
39	HH-05	31,8	44,6	94,9	2,1	174440	<b>111,7</b>	234,3	382,9	362,4	5,7	<b>2444</b>
40	HH-05	31,8	44,7	95	2,1	180325	<b>114,9</b>	234,4	383,3	363,4	5,5	<b>2438</b>
41	HH-05	31,8	44,7	94,8	2,1	199300	<b>127,0</b>	243,5	391,9	373,9	4,8	<b>2513</b>

Athugasemdir: \*) Kjarni brotinn