

**Hrafntinna í Hrafninnuhrygg,  
Hrafninnuskeri og Austurbjöllum**

**Kristján Jónasson og Helgi Torfason**

Unnið fyrir Línuhönnun


NÍ-06004

Reykjavík, september 2006



NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS



	Hlemmi 3 105 Reykjavík Sími 590 0500 Fax 590 0595 <a href="http://www.ni.is">http://www.ni.is</a> <a href="mailto:ni@ni.is">ni@ni.is</a>	Borgum við Norðurslóð 602 Akureyri Sími 460 0500 Fax 460 0501 <a href="http://www.ni.is">http://www.ni.is</a> <a href="mailto:nia@ni.is">nia@ni.is</a>
<b>Skýrsla nr.</b> 06004	<b>Dags, Mán, Ár</b> september 2006	<b>Dreifing</b> Almenn
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill</b> Hrafninna í Hrafninnuhrygg, Hrafninnuskeri og Austurbjöllum	<b>Upplag</b> 45	
	<b>Fjöldi síðna</b> 26	
<b>Höfundar</b> Kristján Jónasson og Helgi Torfason	<b>Verknúmer</b> R0202060 <b>Málsnúmer</b> 2006080014	
<b>Unnið fyrir</b> Línuhönnun		
<b>Samvinnuaðilar</b>		
<b>Útdráttur</b> <p>Hrafninna er fremur sjaldgæf bergtegund sem finnst aðeins á virkum eldfjallasvæðum og er efna-samsetning hennar sú sama og líparíts. Hérlandis er hrafninna þekkt frá nokkrum stöðum en yfirleitt í mjög litlu magni. Stærstu svæðin eru Hrafninnusker á Torfajökulssvæði og Hrafninnuhryggur við Kröflu, nokkru minna svæði er t.d. Austurbjallar norðan við Tungnaá.</p> <p>Hrafninna er eitt þeirra efna sem notuð hafa verið í steiningu húsa. Þar er hún gjarnan blönduð kvasi, stundum silfurbergi, kalki eða öðrum efnum.</p> <p>Könnun á magni hrafninnu á ofangreindum svæðum leiddi í ljós að mun minna er af hrafninnu á þessum stöðum en talið hafði verið. Þannig er hrafninna aðeins brot af þeim myndunum sem hún tilheyrir, líparíti. Á Hrafninnuhrygg er áætlað að á hverjum fermetra sé 1,5 kg af hrafninnu, innan við 0,5 kg/m<sup>2</sup> í Austurbjöllum en 1,7 kg/m<sup>2</sup> í Hrafninnuskeri. Hrafninna er síst af gæðum í Austurbjöllum en best í Hrafninnuhrygg, þar er hún raunar einstaklega falleg.</p> <p>Talið er að til viðgerða á Þjóðleikhúsinu í Reykjavík þurfi um 50 tonn af hrafninnu og hefur í þeim efnunum verið litið til Hrafninnuhryggs og Hrafninnuskers. Hrafninnuna þarf að mylja í heppilega kornastærð til steiningar og er þar gert ráð fyrir 50% nýtingu. Ekki er mælt með mikilli efnistöku á þessum stöðum og þá einungis vegna friðaðra bygginga. Þá væri rétt að kanna frekar hvort unnt sé að framleiða svart gler á hagkvæman hátt til þessarra viðgerða og til að nota í framtíðinni</p>		
<b>Lykilorð</b> hrafninna, steining húsa, Hrafninnusker, Hrafninnuhryggur, Austurbjallar	<b>Yfirfarið</b> ÁI, SB	



**EFNISYFIRLIT**

1 INNGANGUR	7
2 UM HRAFNTINNU	8
2.1 Skilgreiningar	8
2.2 Myndun hrafninnu	8
2.3 Efnasamsetning	9
2.4 Útbreiðsla hrafninnu á Íslandi	9
3 NÁM HRAFNTINNU TIL STEININGAR HÚSA Á ÍSLANDI	10
3.1 Hrafninnusker	11
3.2 Hrafninnuhryggur	16
3.3 Austurbjallar	20
4 UMRÆÐA OG NIÐURSTÖÐUR	24
5 HEIMILDIR	26

**MYNDASKRÁ**

1. mynd. Þjóðleikhúsið er þakið með mulningi úr hrafninnu	7
2. mynd. Ljósmyndir frá Hrafninnuskeri	11
3. mynd. Kort af Hrafninnuskeri	12
4. mynd. Ljósmynd frá Hrafninnuskeri, gegnt skála FÍ. Líparít myndar innviði Hrafninnuskers	13
5. mynd. Hrafninna á yfirborði í Hrafninnuskeri, 3–5 og 1–3 kg/m <sup>2</sup>	14
6. mynd. Kort sem sýnir lauslegt mat á magni hrafninnu á yfirborði í Hrafninnuskeri	15
7. mynd. Kort af Hrafninnuhrygg	17
8. mynd. Ljósmynd af suðvesturhluta Hrafninnuhryggs	18
9. mynd. Ljósmyndir frá Hrafninnuhrygg	19
10. mynd. Hrafninna sem kleggjar í sunnanverðum Austurbjöllum	20
11. mynd. Jarðfræðikort af Austurbjöllum og nágrenni	21
12. mynd. Hrafninna og biksteinn á jöðrum súra móbergsins syðst í Austurbjöllum	21
13. mynd. Súrt móberg, líparít, sem hefur orðið til við gos undir jökli	22
14. mynd. Lag af hrafninnumylsnu ofan á rofni súru móbergi rétt ofan við Tungnaá	23
15. mynd. Svæði á norðurbakka Tungnaár þar sem byrja mætti að taka hrafninnusalla	23

**TÖFLUSKRÁ**

1. tafla. Efnasamsetning rhyólíts	9
2. tafla. Verndargildi, gæði og magn hrafninnu á þremur stöðum	24



## 1 INNGANGUR

Vegna fyrirhugaðrar viðgerðar á Þjóðleikhúsinu (1. mynd) og e.t.v. fleiri bygginga þar sem hrafninna var notuð til steiningar gerði Náttúrufræðistofnun Íslands að beiðni Línuhönnunar könnun á magni og því, hvort unnt sé að nema hrafninnu á nokkrum stöðum á landinu án verulegra náttúruspjalla. Þeir staðir sem einkum hafa verið nýttir til hrafninnunáms á Íslandi eru Hrafninnuhryggur við Kröflu og Hrafninnusker á Torfajökulssvæðinu. Efnismagn sem talið er þurfa á Þjóðleikhúsið eitt er 50 tonn ( $20 \text{ m}^3$ ) af óunninni hrafninnu (munnl. uppl. Línuhönnun 2006), en þekja þarf um  $5000 \text{ m}^2$ .

Nokkurn tíma tók að fjármagna þær rannsóknir sem fram áttu að fara á magni og aðstæðum til hrafninnunáms og var því ekki lokið fyrr en í september 2005. Haustið 2005 var mjög illviðrasamt og reyndist ófært í Hrafninnusker og Hrafninnuhrygg vegna veðurs og færðar snemma í september. Var rannsóknum á þeim stöðum frestað til 2006.



1. mynd. Þjóðleikhúsið a) er þakið með mulningi úr hrafninnu sem aðallega er talin hafa komið frá Hrafninnuhrygg við Kröflu; b) Mismunandi magn íblöndunar hrafninnu og kvarts gefur misdökka fleti (ljósm. Helgi Torfason).

## 2 UM HRAFNTINNU

Hrafninna er fremur sjaldgæf bergtegund og finnst eingöngu í eldfjöllum þar sem eldvirknin er súr, þ.e. eldfjöllum sem gjósa líparíti (rhýólíti), dasíti og öðrum afbrigðum af kviku sem inniheldur hátt hlutfall kísilsýru (kísiloxíð,  $\text{SiO}_2$ ). Fersk hrafninna finnst óvída annars staðar í Evrópu en hér á landi, en finnst þó t.d. á Ítalíu og í Grikklandi. Til að hrafninna myndist þarf kvikan að ná að afgangast og síðan kólna tiltölulega hratt. Ef of mikið vatn er bundið í kvikunni þegar hún kólnar, myndast perlusteinn eða biksteinn.

### 2.1 Skilgreiningar

Hrafninna (obsidian) er svart eða dökklið eldfjallagler, venjulega með samsetningu rhýólíts. Hrafninna inniheldur minna en 1% af vatni, er massíf, blöðrulítill eða blöðrulaus og með bárótt (conchoidal) brotsár. Hún er stundum lagskipt eða inniheldur svokallaða „míkrólíta“, sem eru örsmáir kristallar (Le Maitre o.fl. 2002, Jackson 1997). Hrafninna er eins og annað gler, það er að segja hún er myndlaust (ókristallað) fast efni, sem mætti líkja við ofurkældan vökva með mikilli seigju.

Biksteinn (pitchstone) og perlusteinn (perlite) eru einnig eldfjallagler, venjulega með samsetningu rhýólíts. Þeir eru frábrugðnir hrafninni að því leyti að þeir innihalda meira af vatni. Biksteinn hefur mattan kvoðugljáa og inniheldur míkrólíta. Perlusteinn hefur sammiðja sprungur í glerinu og þenst mikið út við hitun.

### 2.2 Myndun hrafninnu

Myndun glers er háð tveimur þáttum; annars vegar undirkælingu, hins vegar hreyfanleika jóna og seigju.

Undirkæling stendur í beinu sambandi við kólnunarhraða. Við hæga kólnun verður undirkæling lítil, fá kristalkím myndast og bergið verður grófkorna. Við hraðari kólnun verður undirkæling meiri, mörg kristalkím myndast og bergið verður fínkorna. Við mjög hraða kólnun verður undirkæling mjög mikil, engin kristöllun á sér stað og gler myndast (sjá t.d. McBirney 1984).

Hreyfanleiki jóna (diffusion) í kviku (bergbráð) stjórnast að miklu leyti af seigju kvikunnar. Því seigari sem kvikan er, þeim mun hægar ferðast jónir í henni. Aukin seigja veldur því að kristöllun verður torveldari. Basaltkvika hefur mörgum stærðargráðum minni seigju en „þurr“ rhýólítkvika (vatn finnst í allri kviku og „þurr“ þýðir að lítið vatn sé bundið í kvikunni). Kristöllun í basaltkviku er því mun auðveldari, enda finnst basaltgler eingöngu sem nokkurra millimetra þykk skán á jöðrum bólstra og sem vikur eða aska. Í þurri rhýólítkviku er kristöllun mun torveldari, þess vegna geta myndast stórir klumpar og þykkar skánir af hrafninni, mun stærri en í basísku bergi. Rhýólítkvika undir þrýstingi er yfirleitt ekki þurr, heldur inniheldur töluvert af vatni. Örfá prósent af vatni minnka seigju kvikunnar verulega.

Almennt er talið að rhýólítkvika neðanjarðar innihaldi nokkur prósent af vatni. Ef hún storknar neðanjarðar, kristallast hún að fullu. Komi kvikan hratt upp á yfirborð jarðar losnar vatnið út í blöðrur sem þenjast hratt út, springa og mynda gosmökk. Í slíkum sprengigosum myndast vikur, aska eða flikrubergr. Ef kvikan kemur hægt upp á yfirborð geta blöðrunar náð að tengjast og leiða gasið rólega burt, blöðruveggirnir falla þá saman aftur og efnið storknar sem gler (hrafninna) eða fínkornótt rhýólít (Eichelberger 1995; Swanson et al.



1989). Storkni vatnsrík rhýólítkvika hratt verður til perlusteinn, þ.e. gosgler sem er gráleitt og mattara en hrafninna (perlít), eða biksteinn, þ.e. gosgler sem er dökklitað og með mattan kvoðugljáa. Slíkt getur til dæmis gerst við gos undir jökli. Biksteinn getur einnig myndast við vötnun hrafninnu, þ.e. sem lághitaummyndun á hrafninnu.

Í stuttu máli er myndunarsaga hrafninnu þessi: Vatnsrík rhýólítkvika myndast í skorpunni og rís til yfirborðs. Við fallandi þrýsting í kvikunni losnar vatn og ýmsar gastegundir út og mynda blöðrur og smám saman verður kvikan frauðkennd. Er ofar kemur losnar vatnið úr kvikunni, blöðrur falla saman og þurr rhýólítkvika kemur til yfirborðs þar sem hún storknar sem hrafninna.

### 2.3 Efnasamsetning

Samsetning hrafninnu úr Hrafninnuhrygg og Hrafninnuskeri er sýnd í 1. töflu. Samsetning sýnanna er að mörgu leyti svipuð enda hvort tveggja rhýólít. Í Hrafninnuskeri er þó meira af alkalímálmunum Na og K en heldur meira er af Ca í Hrafninnuhrygg. Þrjú fjórðu hlutar hvors sýnis er kísiloxíð ( $\text{SiO}_2$ ), afgangurinn er aðallega áloxíð, alkalímálmaoxíð, kalsíumoxíð og járnnoxíð.

**1. tafla.** Efnasamsetning rhýólíts. Samsetning hrafninnu úr Hrafninnuhrygg (Kristján Jónasson 1994) og Hrafninnuskeri (Björn Gunnarsson o.fl. 1998). Öll gildi eru í þyngdarprósentum.  $\text{FeO}^*$  er allt járn reiknað sem  $\text{FeO}$ . Glæðitap var ekki mælt í sýninu úr Hrafninnuhrygg.

	Hrafninnuhryggur	Hrafninnusker
Sýni	KR 42	T-73
$\text{SiO}_2$	75,28	73,69
$\text{TiO}_2$	0,35	0,19
$\text{Al}_2\text{O}_3$	12,36	12,38
$\text{FeO}^*$	2,84	3,17
MnO	0,09	0,07
MgO	0,12	0
CaO	1,94	0,41
$\text{Na}_2\text{O}$	3,92	5,36
$\text{K}_2\text{O}$	2,83	4,48
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,11	0
Glæðitap	-	0,36
<b>Summa</b>	<b>99,84</b>	<b>100,11</b>

### 2.4 Útbreiðsla hrafninnu á Íslandi

Hrafninnu má finna víða á Íslandi. Í steinasafni Náttúrufræðistofnunar eru 123 sýni af hrafninnu víðs vegar af landinu og vitað er af fleiri fundarstöðum. Hrafninnu má finna á flestum stöðum þar sem kísilríkt (súrt) gosberg finnst. Í flestum tilvikum finnst hún þó í mjög litlum mæli í þessum myndunum. Á þessu eru þó undantekningar. Þekktustu staðirnir þar sem hrafninna finnst í einhverjum mæli eru Hrafninnusker við Torfajökul og Hrafninnuhryggur við Kröflu. Aðrir staðir þar sem talsvert er af hrafninnu eru Hrafninnuhraun og nokkrar aðrar myndanir á Torfajökulssvæðinu, Austurbjallar, Prestahnúkur, Kerlingarfjöll, Hágöngur, Öræfi og Pálsfjall í Vatnajökli.

### 3 NÁM HRAFNTINNU TIL STEINGAR HÚSA Á ÍSLANDI

Talið er að megnið af þeirri hrafntinnu sem notuð var til steiningar húsa á Íslandi á 4. til 6. áratug 20. aldar sé komið frá Hrafntinnuskeri en eitthvað hefur einnig komið úr Hrafntinnuhrygg. Í Morgunblaðinu 25. mars 2003 á bls. 4 er þess getið að áætlað magn sem notað hefur verið utan á hús á landinu sé um 300 tonn (um 120 m<sup>3</sup>). Ekki mun hafa verið um eiginlega námavinnslu að ræða, heldur var hrafntinnu safnað á yfirborði. Talsvert var haft fyrir því að ná í hrafntinnu, einkum framanaf. Hrafntinna sem ætluð var utan á Þjóðleikhúsið var reidd á hestum frá Hrafntinnuhrygg að Mývatni, ferjuð á báti yfir vatnið, þaðan með bílum til Húsavíkur og með skipi til Reykjavíkur. Hrafntinna úr Hrafntinnuskeri var upphaflega selflutt að Pokahrygg við Dómadalsleið, þaðan sem hún var flutt með vörubílum til Reykjavíkur. Nú er unnt að aka langleiðina á þessa staði og efnisnám er því einfaldara. Gömul vegarslóð liggur austur fyrir Hrafntinnuhrygg. Slóðin er notuð af gangnamönnum á haustin og vegna starfssemi Kröfluvirkjunar, en er sennilega fáfarin. Að Hrafntinnuskeri liggur ágæt slóð af Dómadalsleið inn að Hrafntinnuskeri. Lítið viðhald er á slóðinni og því er hún viðkvæm þegar blautt er. Að Austurbjöllum er unnt að komast um Veiðivötn eftir vegarslóð sem lögð var þegar háspennulína var lögð á norðurbakka Tungnaár.

### 3.1 Hrafninnusker

Hrafninnusker er í vesturhluta Torfajökulsmegineldstöðvarinnar, suðaustur af Reykjadölum. Það liggur í um 1000 m. y. s. og er mjög fjölsótt af ferðamönnum (2. mynd).



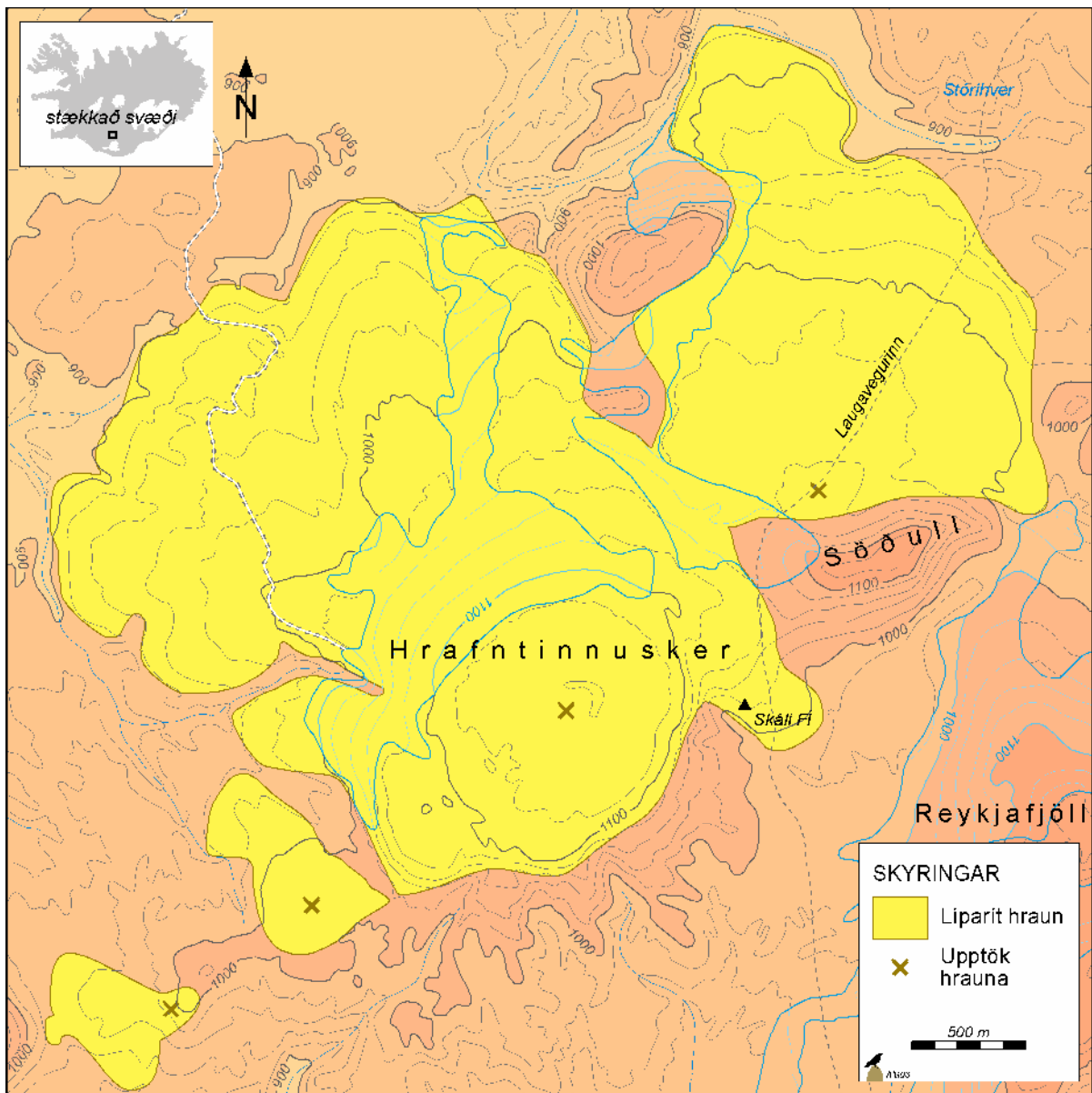
a



b

2. mynd. Ljósmyndir frá Hrafninnuskeri: a) Horft til norðurs yfir hrafninnumela í áttina til Landmannalauga, Háalda í baksýn t.v.; b) Hrafninnusker séð úr suðri, hraunið sem myndar topp fjallsins hvílir á þykkri súrri ösku. Skáli FÍ er ofarlega til hægri á myndinni (ljósm. Kristján Jónasson).

Hrafninnusker er talið myndað á fyrri hluta nútíma (Kristján Sæmundsson 1972, 1988), hugsanlega fyrir um 7.500 árum (McGarvie 1985). Í gosinu myndaðist mikill vikur sem liggur í haugum sunnan og austan undir stærsta hrauninu (sjálfu Hrafninnuskeri). Hraunin sem tengjast Hrafninnuskeri hafa komið upp um fjögur gosop sem liggja í stefnu NA-SV. Þar hafa hlaðist upp hraun og ef til vill að hluta hraungúlar en frá eldstöðvunum hafa runnið misstórir hraunstraumar. Stærsta hraunið myndar hið eiginlega Hrafninnusker, tvö lítil hraun eru suðvestan við það og eitt norðaustan megin. Flatarmál hraunanna er rúmlega 8 km<sup>2</sup>, þar af þekur stærsta hraunið u.þ.b. 5 km<sup>2</sup> (3. mynd). Miðað við 30 m meðalþykkt er rúmmál myndunarinnar um 240.000.000 m<sup>3</sup> (McGarvie 1985).



3. mynd. Kort af Hrafninnuskeri sem sýnir upptök og útbreiðslu hraunanna sem kennd eru við Hrafninnusker. Gönguleið sem nefnd hefur verið Laugavegurinn liggur um Hrafninnusker og er hann fjölsóttur af ferðamönnum. (Byggt á jarðfræðikorti Kristjáns Sæmundssonar og Guðmundar Ómars Friðleifssonar 2001 og athugunum höfunda).

Allt Torfajökulssvæðið er verndað sem friðland og þar með öll hrafninnu norður að Tungnaá (Friðland að fjallabaki, augl. 354/1979) og kemur fram í friðlýsingunni að óheimilt sé að vinna þar náttúruspjöll, s.s. að hrófla við jarðmyndunum, og að efnistaka er háð samþykki Umhverfisstofnunar.

Hraunin eru að litlu leyti úr þéttri hrafninnu, megnið af massa þeirra er kristallað líparít en hrafninnu kemur fyrir á yfirborði hraunanna og er magnið mjög mismikið. Hrafninnan er dílalaus og hefur samsetningu „peralkalíns, comendítíks rhýólíts“ (McGarvie 1985). Talsverður jarðhiti er við Hrafninnusker og víða talsverð ummyndun tengd honum, sérstaklega við vestur og suðurjaðar skersins (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson 2001). Jarðhiti hefur þó ekki haft mikil áhrif á hrafninnuna að öðru leyti en því að ummyndunarleir klessist gjarnan utan á hrafninnumola en ummyndun nær þó ekki inn í þá.



Norðvestur af Hrafninnuskeri er annað og eldra hraun með litlu magni af hrafninnu, Sléttahraun, og einnig er þarna yngra hraun, Hrafninnuhraun, sem er með dílóttri hrafninnu.

Farið var á staðinn 23.–25. ágúst 2006 til að kanna betur dreifingu efnis í Hrafninnuskeri og gæði þess. Hrafninna kemur aðeins fyrir á yfirborði hrauna og nær ekkert niður í hraunin sjálf. Þetta er mjög greinilegt í austurhlíð Hrafninnuskers, gegnt gönguskála Ferðafélags Íslands, en þar má sjá snið í hraunið (4. mynd) og eru innviðir þess kristallaðir og ekkert um hrafninnu né bikstein. Hrafninnan er auk þess misdreifð um yfirborð hraunsins og er áberandi meira af henni í brúnum í hrauninu, þ.e.a.s. þar sem skil og ávalar brúnir hafa myndast inni í hrauninu eða á jöðrum þess.



4. mynd. Innviðir Hrafninnuskers vestan við skála FÍ. Eingöngu er um að ræða kristallað líparít en hrafninnumolar í skriðunni eru komnir ofan af hrauninu (ljósm. Kristján Jónasson).

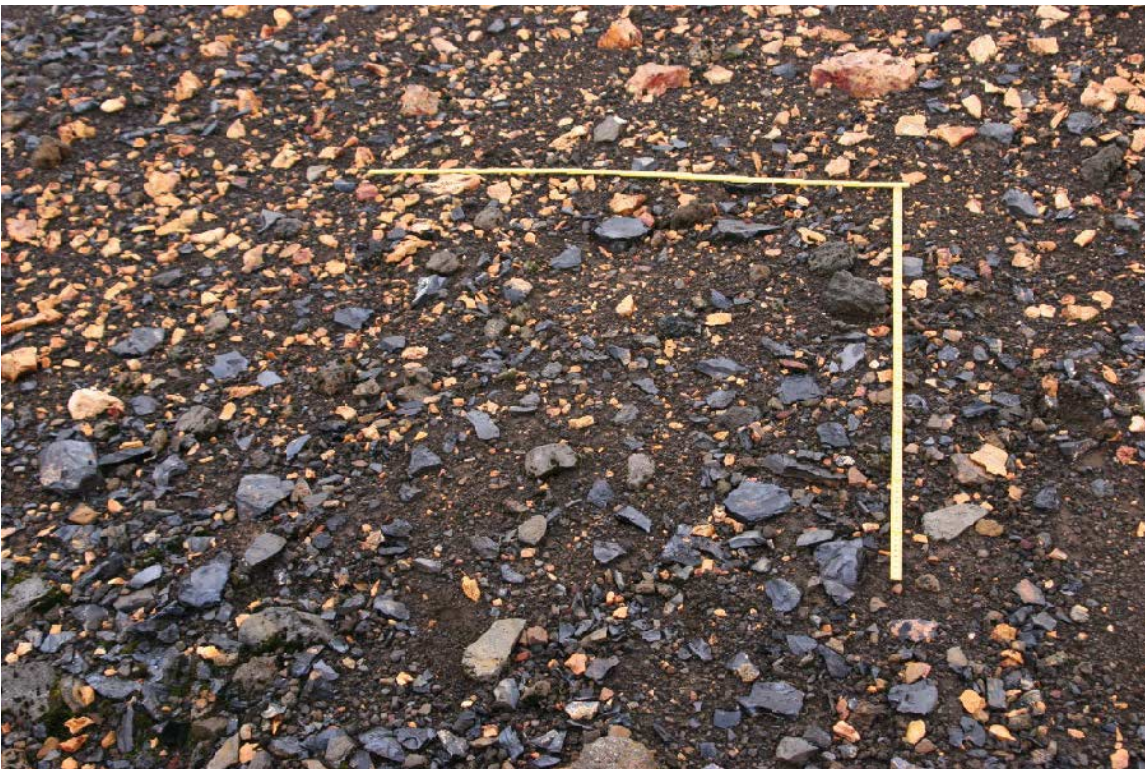
Magn hrafninnu á flatareiningu var lauslega metið (5. mynd) og eru gögn yfir dreifingu hrafninnu tekin saman á 6. mynd. Áberandi minna var af hrafninnu nálægt vegaslóða sem liggur inn að íshelli við Hrafninnusker að vestan, enda var hrafninna numin þar og var slóðinn lagður í þeim tilgangi að sækja hrafninnu. Magn hrafninnu á svæðinu er allt frá því að vera lítið sem ekkert upp í að vera um  $10 \text{ kg/m}^2$ . Meðaldreifing á þeim 24 stöðum sem voru metnir er  $1,7 \text{ kg/m}^2$ . Ef sú dreifing er rétt eru um 13.600 tonn af hrafninnu í Hrafninnuskeri dreifð yfir  $8 \text{ km}^2$ , en þó ber að geta að stór hluti Hrafninnuskers er hulinn vikri og sandi. Til að ná 50 tonnum af hrafninnu þarf því um  $30.000 \text{ m}^2$  (3 ha.) miðað við  $1,7 \text{ kg/m}^2$ , eða reit sem er 100 m breiður og 300 m langur (6. mynd).

Þar sem hrafninna er bundin við yfirborð hraunsins í Hrafninnuskeri er ekki um að ræða að opna þar námu heldur þarf að tína efnid af yfirborði. Mikið af ferðamönnum fer um þetta svæði á hverju ári og myndi mikið brottám hrafninnu verða talsvert áberandi. Hins vegar er unnt að taka hrafninnumola af yfirborði á stærra svæði án þess að það valdi teljandi spjöllum og er þá átt við að safna af t.d.  $100.000 \text{ m}^2$ .





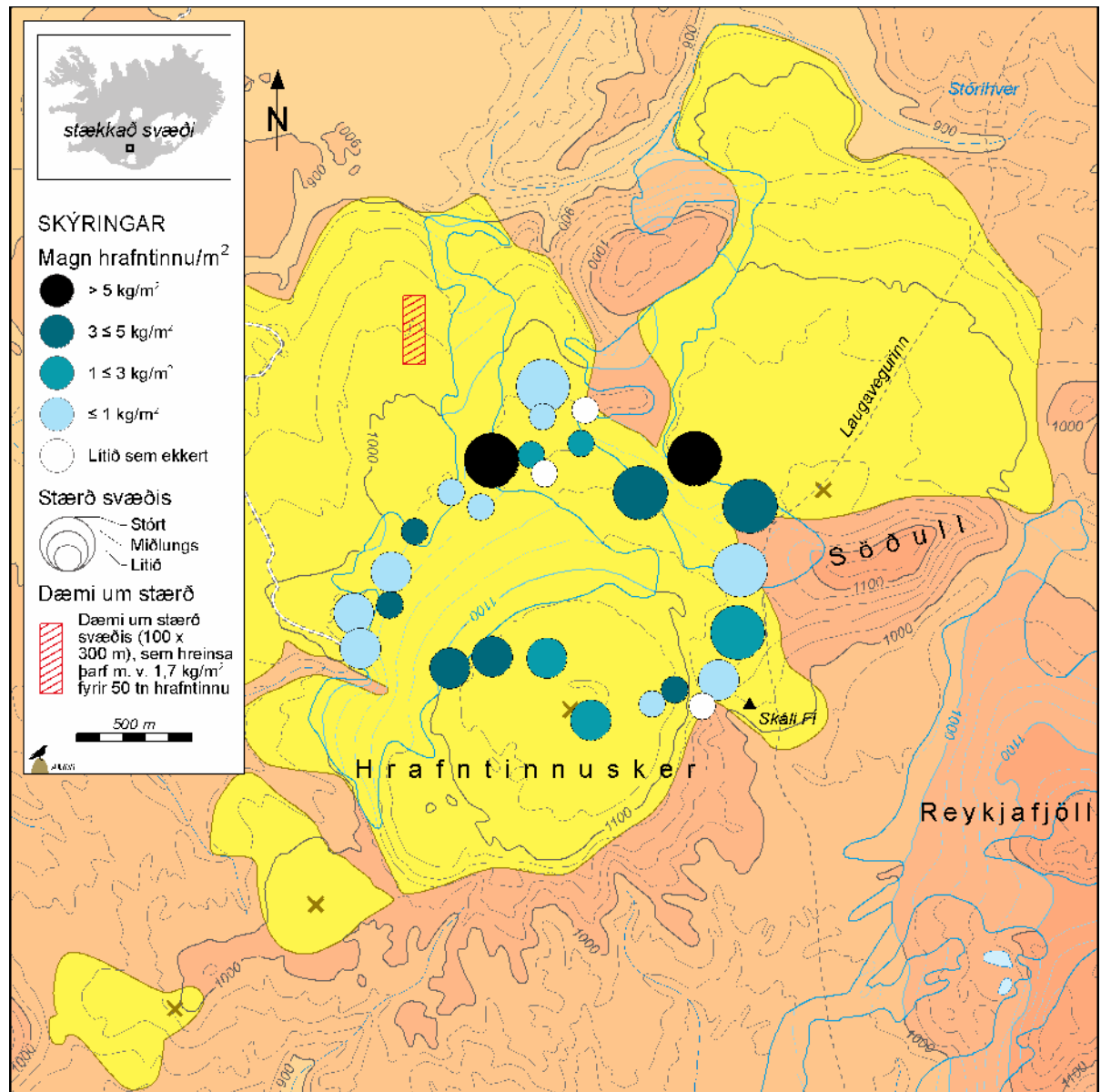
a



b

5. mynd. Hrafn-tinna á yfirborði í Hrafn-tinnuskeri: a) Um  $3\text{--}5\text{ kg/m}^2$  við slóða að skála; b) Hrafn-tinna í jarðhitaummyndun en hitinn virðist lítil sem engin áhrif hafa haft á hrafn-tinnuna, dálitill leir á hliðum brota, hér er magn áætlað  $1\text{--}3\text{ kg/m}^2$  (ljósm. Helgi Torfason).





6. mynd. Kort sem sýnir lauslegt mat á magni hrafninnu á yfirborði í Hrafninnuskeri í kg/m<sup>2</sup>. Magnið er metið í litlum reitum (5. mynd); stærð hringjanna endurspeglar gróft mat á stærð svæðis sem hefur svipað magn hrafninnu á yfirborði. Rauði ferhyrningurinn á myndinni er dæmi um stærð svæðis sem þarf að fullnýta til að ná 50 tonnnum ef magnið er 1,7 kg/m<sup>2</sup>. Ferhyrningurinn er 100x300 m, eða 30.000m<sup>2</sup> (3 hektarar).

### 3.2 Hrafninnuhryggur

Hrafninnuhryggur er lítill hryggur í suðausturhluta Kröflumegineldstöðvarinnar. Hryggurinn liggur suðaustur af Kröflu sjálfri og nær hæst í um 700 m yfir sjó. Hrafninnuhryggur er talinn myndaður seint á síðasta jökulskeiði og liggur ofan á Sandabotnafjalli (7. mynd), sem er úr basalti. Hrafninnuhryggur er um 2,5 km á lengd og rís um 80 m yfir umhverfið. Flatar-mál hryggjarins er u.þ.b. 0,7 km<sup>2</sup> og rúmmál sennilega um 28.000.000 m<sup>3</sup>. „Hann er allur úr þursabergskenndu líparíti og stendur hrafninnan sem hleinar út úr háhryggnum.“ (Kristján Sæmundsson 1991). Miðað við að hrafninn sé 1,5 kg/m<sup>2</sup> er magnið á öllum hryggnum um 1.000 tonn.

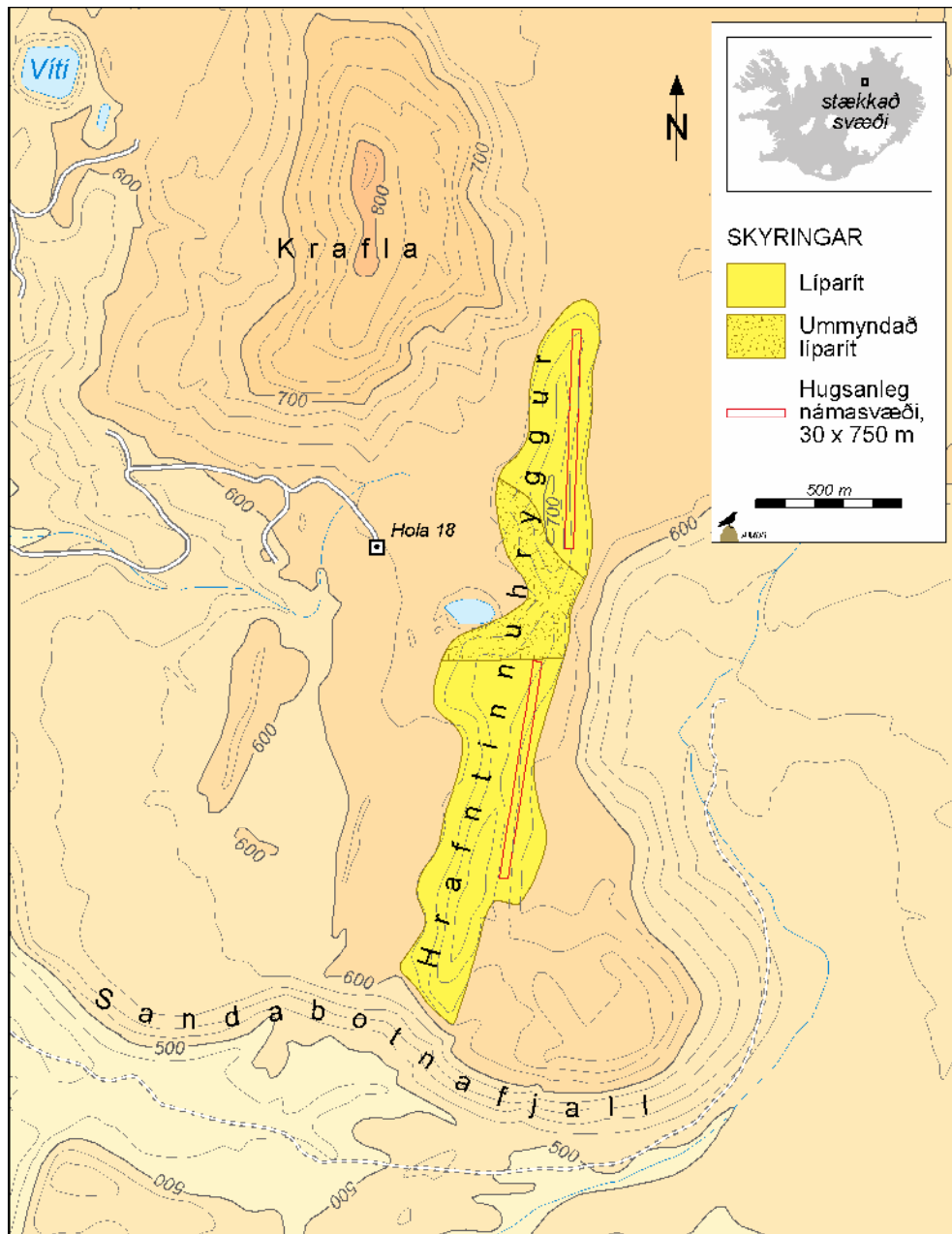
Hryggurinn hefur samsetningu lág-alkalí rhyólíts. Rhyólítið er dílalaust og hrafninn er algeng sem lausir steinar á yfirborði (Kristján Jónasson 1994). Fersk (óummynduð) hrafninn úr Hrafninnuhrygg þykir sérlega falleg, biksvört með tæran glergljáa og er dílalaus (Wright 1915). Stærri stykki af ferskri og sérlega falgri hrafninnu er helst að finna í suðurhluta hryggjarins (8. mynd), en í miðhluta hans eru ummyndunarhrif frá jarðhita og er hrafninnan sennilega ekki hentug til steiningar.

Hrafninnuhryggur er innan þess svæðis sem var verndað með lögum nr. 36/1974 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjarsýslu. Þeim lögum var breytt 2004 (Lög nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjarsýslu) og vernd takmörkuð við Mývatn, Laxá og strönd Mývatns. Þó er í 4. grein laganna sérstaklega fjallað um verndun vatnasviðs Mývatns og Laxár, en Hrafninnuhryggur og nágrenni er innan marka þess. Í lögnum eru ákvæði til bráðabirgða um friðlýsingu landsvæða í Skútustaðahreppi sem mikilvægt er að vernda vegna mikilvægis þeirra fyrir lífríki Laxár og Mývatns eða vegna merkra jarðmyndana og landslagsgerða. Umhverfisstofnun hefur gert tillögu um verndarsvæði á Leirhnjúks- og Kröflusvæðinu og er þar m.a. fjallað sérstaklega um Hrafninnuhrygg (Guðríður Þorvarðardóttir og María Harðardóttir 2004).

Í opnum í háhryggnum er mest um straumflögótt líparít. Hrafninn er í beltum og á jöðrum hleinanna. Einnig er nokkuð um ljósgráan vikur. Hrafninn er u.þ.b. 10–20% af opnum. Við sprengigíg austur af borholu 18 er mest um ummyndað líparít og ummyndaða frauðkennda tinnu (7. mynd).

Jarðvegur kemur fram í skriðum beggja vegna og á háhryggnum. Mest er af hrafninnu á yfirborði en þegar grafið er í skriðurnar kemur í ljós að undir er rúmlega helmingur efnis jarðvegur, afgangurinn hrafninn, líparít og vikur (9. mynd). Þetta bendir til þess að hryggurinn hafi allur verið vel gróinn en síðan blásið upp þannig að eftir hefur orðið grjót-brynja. Þá hefur frostlyfting einnig lyft steinum til yfirborðs. Skriðurnar eru nú að miklu leyti grónar. Lítil hreyfing virðist vera í skriðunum og endurnýjun efnis mjög hæg. Skriður vestan megin hryggjar eru betur grónar en að austanverðu og þar er meira um stóra hnullunga (8. mynd). Þar og á háhryggnum er áberandi mikið af hrafninnuhnullungum sem slegnir hafa verið sundur með hamri. Greinilegt er að töluvert hefur verið safnað af hrafninnu þar. Í skriðum austan megin er lítið af stórum hnullungum, hugsanlega hafa þeir að miklu leyti verið numdir brott fyrir á árum.





7. mynd. Útbreiðsla líparíts í Hrafninnuhrygg. Rauðir ferhyrningar sýna hugsanleg námasvæði (sjá umfjöllun í texta). Á myndinni má einnig sjá vegslóð austur fyrir hrygginn og veg að borholu 18 sem tengist Kröfluvirkjun. (Byggt á jarðfræðikortum í grein Kristjáns Sæmundssonar 1991 og skýrslu Knúts Árnasonar o.fl. 1984, ásamt athugunum höfunda).

Magn hrafninnu á yfirborði var metið víðsvegar í hryggnum og er allt frá því að vera lítið sem ekkert upp í  $5 \text{ kg/m}^2$ . Algengt er að magn hrafninnu sé  $1\text{--}3 \text{ kg/m}^2$  á lítt grónum svæðum í skriðunum. Miðað við að magn hrafninnu sé um  $1,5 \text{ kg/m}^2$  að jafnaði, er heildarmagn í öllum hryggnum um 1.000 tonn. Þó ber að hafa í huga að hryggurinn er að miklu leyti gróinn og ekki er raunhæft að taka hrafninnu nema á afmörkuðum svæðum. Erfitt er að áætla hve mikið magn er hægt að tína af yfirborði í skriðunum (9. mynd). Hugsanlega væri hægt taka  $0,5\text{--}1 \text{ kg/m}^2$  á sumum svæðum án þess að þess sjáist veruleg merki. Miðað við að vinnslusvæði væri um  $30 \times 1500 \text{ m}$  ( $45.000 \text{ m}^2$ ), mætti hugsanlega ná um 20–30 tonnum af hrafninnu án þess að verulega sæist í náttúrunni (7. mynd).



8. mynd. Ljósmynd af suðvesturhluta Hrafninnuhrygg, séð úr norðri (ljósm. Kristján Jónasson).

Unnt er að aka tvær leiðir upp að Hrafninnuhrygg. Annars vegar er uppbyggður malarvegur frá Kröfluvirkjun að borholu 18, skammt vestan við hrygginn. Hins vegar er vegar slóði frá skíðasvæðinu, suður og austur fyrir Sandabotnafjall og upp að norðurhluta hryggjarins að austan. Þaðan liggur ógreinileg slóð norður fyrir hrygginn, allt að borholu 18. Svæðið vestan hryggjarins er vel gróið ásamt skriðum þeim megin. Stór stykki af ferskri, fallegri hrafninnu virðist helst vera að finna vestan í og ofan á mið- og suðurhluta hryggjarins. Opnur í hrygginn ofanverðan eru mikilvægar frá vísindalegu sjónarmiði. Þá er líklegra að ferðamenn nálgist svæðið að vestan eða sunnan og það svæði er því síður heppilegt sem vinnslusvæði. Ef nema þarf hrafninnu úr Hrafninnuhrygg væri því heppilegast að nýta austurhlíðar hryggjarins, en hlífa háhryggnum og vesturhlíðinni. Ekki er hægt að gera ráð fyrir mikilli endurnýjun á efni í skriðunum og því þarf að meta hve mikið er ásættanlegt að tína af yfirborði án þess að raska þeim um of. Úr Hrafninnuhrygg voru tekin um 10 tonn af efni til að steina Þjóðleikhúsið og ef til vill nokkur önnur hús og var þeirri námavinnslu lýst í grein í Morgunblaðinu (Jón Sigurgeirsson 2002).

Þar sem Hrafninnuhryggur er ekki friðaður eins og stendur (sjá umfjöllun á bls. 16) er vinnsla á hrafninnu á þessum stað „lögleg“ eins og sakir standa en þó verður að benda á að þessi staður er einstakur í sinni röð og ekki ásættanlegt að taka þar mikið efni. Til að komast að staðnum með vinnuvélar þarf sennilega ekki að leggja þangað slóð. Tilgangslítið er að grafa út námu í jaðar hryggjarins til að taka efni, þar sem hrafninna er bundin við yfirborð auk þess sem slíkt sár myndi vera sjáanlegt í áratugi og varla ásættanlegt. Mögulegt er að taka laust efni af yfirborði án mikilla spjalla, en það fer að sjálfsögðu eftir því hversu mikið magið er. Þá er rétt að taka fram að margir safnamenn og jarðvísindamenn telja hrafninnu í Hrafninnuhrygg einstaka að gæðum og sennilega fáir eða engir staðir í heiminum sem jafnast á við hann.





a



b



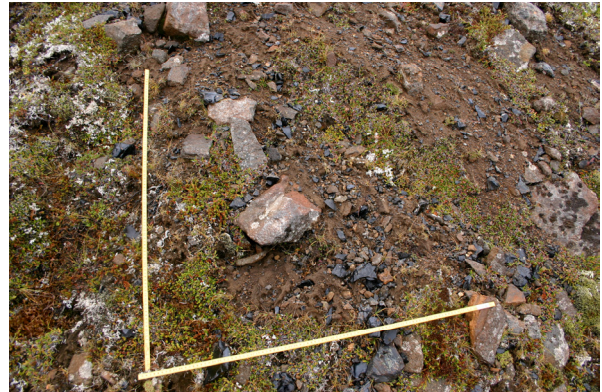
c



d



e



f

9. mynd. Ljósmyndir frá Hrafninnuhrygg: a) Sunnan til á háhryggnum, hrafninnudreif er í forgrunni en mest er af kristölluðu líparíti; b) Miðhluti hryggjarins að austan, séð frá ummynduðu svæði um miðbikið (sjá 7. mynd); c) Austurhlíðar Hrafninnuhryggs en mest hefur verið numið af hrafninnu úr þessari hlíð, ummyndað svæði til hægri á myndinni; d) 1–3 kg/m<sup>2</sup> af hrafninnu suðvestan í hryggnum, jarðvegur er undir dreifinni og sést að þar er ekki mikið um hrafninnu; e) 3–5 kg/m<sup>2</sup> af hrafninnu í norðaustanverðum hryggnum; f) Um 1 kg/m<sup>2</sup> af hrafninnu í norðaustanverðum hryggnum (ljósm. Kristján Jónasson).

### 3.3 Austurbjallar

Austurbjallar liggja norðan við Tungnaá, sunnan Veiðvatna (10. og 11. mynd). Aðgengi er auðvelt og er þá ekið um Veiðivötn og liggur slóð meðfram háspennulínu vestan og sunnan við Austurbjalla. Fjallaklasinn suðaustan við „Vatnið í Bjöllunum“ er allur úr líparíti (rhýólíti) og er hrafnitna víða sem kleggjar í því (12. mynd). Sunnan við háspennulínuna er fell sem heitir Hnaus og er úr basísku móbergi. Fjallaklasinn vestan vatnsins er úr basísku móbergi og bólstrabergi. Nafnið Austurbjallar nær yfir fjallaklasann umhverfis Austurbjallavatn en hið rétta örnefni mun vera „Vatnið í Bjöllunum“.

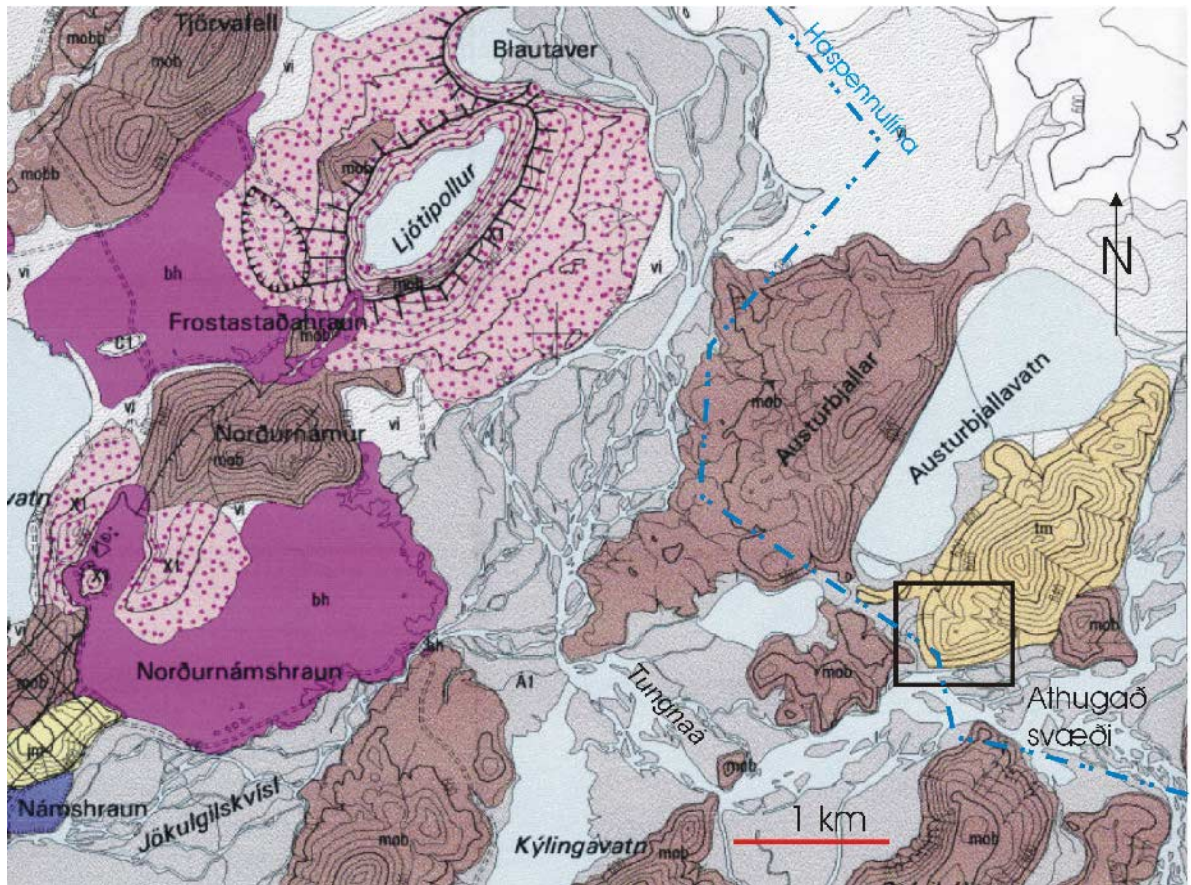


10. mynd. Hrafnitna sem kleggjar í sunnanverðum Austurbjöllum, á norðurbakka Tungnár. Meginhluti myndunarinnar er súrt móberg. Hrafnitna hefur rofist úr kleggjunum og liggur í skriðum í hlíðarfætinum (ljósm. Helgi Torfason).

Fjallaklasinn austan við vatnið er úr líparíti sem orðið hefur til við gos undir jökli og er bergið víða uppbrotið og vöðlað saman í súrt móberg og brotaberg (13. mynd). Hrafnitna hefur myndast á jöðrum myndunarinnar og er hana víða að finna sem hnalla og kleggja, ósamhangandi einingar og yfirleitt ekki þykkar, 0,5–1 m (10. mynd). Innan við hrafnitinnuna, sem er dílótt, tekur við biksteinn, sennilega vegna hægari storknunar eða minni afgösunar (12. mynd). Hrafnitinnan er ekki stór hluti af þessari myndun að magni til, en er þó sennilega nokkur hundruð rúmmetrar. Að meðaltali er magn hrafnitinnu við yfirborð sennilega innan við  $1 \text{ kg/m}^2$ . Ef miðað er við að myndunin sé  $2 \text{ km}^2$  og magnið er gróflega áætlað  $0,5 \text{ kg/m}^2$  þá eru um 1000 tonn á þessum stað.

Með tímanum hefur hrafnitinnan molnað upp og rofnað. Molarnir hafa færst niður hlíðarnar og því er nokkuð magn af lausri hrafnitinnu í brekkufætinum sunnan við fjallaklasann, við háspennulínuna. Þar er á sumum stöðum lag af hrafnitinnumylsnu og myndi lítið sjást þótt þar væri tekin hrafnitna (14. og 15. mynd). Á bletti við háspennulínuna mætti sennilega taka nokkur hlöss af hrafnitinnumylsnu. Ef miðað er við að þykkt þess lags af hrafnitinnu sem er hagkvæmt að nema sé 10 cm og flatarmálið sé  $150 \times 200$  metrar, er um að ræða  $3.000 \text{ m}^3$  (um 4–6.000 tonn) og þótt það magn væri fjarlæggt myndi það hafa fremur lítil áhrif á umhverfið. Rétt er að benda á að ekki er víst að hrafnitinnumylsna sé í samfelldu lagi þarna og magnið gæti því verið eitthvað minna. Auk þess má safna saman lausum steinum og nýta, en með því má fá nokkra rúmmetra til viðbótar. Hér er miðað við að ekki sé farið með gröfur og tæki upp í hlíðar fjalla heldur sé unnið efni á flatlendi neðan við hlíðar og á árbakkanum, enda er eftir fremur litlu og dreifðu magni að slægjast annars staðar en á og við láglandið.





11. mynd. Jarðfræðikort af Austurbjöllum og nágrenni (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson 2001). Austan við „Vatnið í Bjöllunum“ (Austurbjallavatn) er líparímyndun (gult, merkt *tm*). Vestan vatnsins er basískt móberg (*mób*). Flekkurinn merktur *mob* austan við líparítið er einnig líparít og hluti af síru mynduninni, en sunnan við vatnið er sýnd tota af líparíti sem er raunar basískt móberg.



12. mynd. Hrafninna og biksteinn á jöðrum síra móbergsins. Hamarinn er 30 cm. Hrafninna er ysta (efsta) lagið en innar er biksteinn með minni gljáa (ljósm. Helgi Torfason).





13. mynd. Súrt móberg, líparít, sem hefur orðið til við gos undir jökli, myndar meginhluta súra bergsins. Hluti hefur brotnað sundur í átökum gossins og myndað brotaberg sem hefur límist saman er gosinu lauk (móberg) en á jöðrum hefur kvikan storknað sem hrafninna (ljósm. Helgi Torfason).

Austurbjallar eru utan Friðlands að fjallabaki og falla því aðeins undir almenna náttúruvernd óbyggðra svæða. Hins vegar er svæðið á Náttúruminjaskrá (nr. 7 í 6. útgáfu) og eykur það verndargildi svæðisins. Hrafninnunám á þessum stað yrði ekki með því að opna námu, sem unnt væri að vinna úr eins og um almenna malarnámu væri að ræða, heldur yrði að taka efnið á mismunandi stöðum þar sem það er í takmörkuðu magni. Þótt þarna væri með lagni numinn meiri hluti tiltækrar hrafninnu myndi það valda óverulegum spjöllum og unnt að gera á þann hátt að lítið bæri á efnisnáminu. Efnisgæði eru hins vegar minni en í Hrafninnuhrygg og Hrafninnuskeri og magn mun minna.



14. mynd. Lag af hrafninnumylsnu (efst) ofan á rofnu síru móbergi rétt ofan við Tungnaá, hamarinn er um 30 cm (ljósm. Helgi Torfason).



15. mynd. Flatlendi á norðurbakka Tungnaár þar sem unnt er að taka hrafninnusalla af yfirborði, sést vel í bakkanum vinstra megin við háspennumastur (ljósm. Hreggviður Norðdahl).



## 4 UMRÆÐA OG NIÐURSTÖÐUR

Þeir þrír staðir á landinu sem lýst hefur verið hér að ofan hafa helst verið taldir koma til greina til að nema hrafntinnu til steiningar húsa, en að sama skapi er verndargildi Hrafntinnuskers og Hrafntinnuhryggjar mjög hátt (2. tafla). Aðrir staðir á landinu eru ekki eins vel rannsakaðir og yfirleitt er um lítið magn að ræða á hverjum stað, en þó má t.d. finna hrafntinnu í jaðri Laugahrauns í Landmannalaugum og bikstein á Dómadalsleið. Hugsanlega væri unnt að nema hrafntinnu á svæði eins og t.d. við Prestahnúk á Kaldadal, en þar er yfirleitt um perlustein að ræða (vatnsmeiri og mattari), og hann er grárri en hrafntinnan. Ferðamenn fara mikið um Hrafntinnuhrygg og Hrafntinnusker og er talsvert um að þeir taki með sér mola til minja. Því hverfur talsvert magn af hrafntinnu með ferðamönnum á hverju ári, sennilega er það þó í tugum kílóa á ári fremur en í tonnum.

2. tafla. Verndargildi, gæði og magn hrafntinnu á þremur stöðum.

Staður	Efnisgæði	Efnismagn	Áhrif efnisnáms	Verndarstaða	Verndargildi
Hrafntinnusker	Mikil	Mikið (13.600 tn)	Talsverð	Verndað	Mjög hátt
Hrafntinnuhryggur	Mikil	Nokkuð (1.000 tn)	Mikil	Óverndað eins og stendur	Mjög hátt
Austurbjallar	Í meðallagi	Lítið (<1.000 tn)	Lítill	Óverndað	Lítið

Í Hrafntinnuskeri á Torfajökulssvæði væri hugsanlega hægt að taka eitthvað af hrafntinnu án þess að þess sjáist veruleg merki. Stungið hefur verið upp á að taka samfellt lag, t.d. 0,3–0,5 m á þykkt, af efni á nokkuð stóru svæði og jafna jaðra námsins út. Eins og rakið er að framan er þetta ekki unnt þar sem hrafntinnan er óreglulega dreifð á yfirborði hraunsins og litla eða enga hrafntinnu að fá neðan yfirborðs. Þar sem Hrafntinnusker er fjölfarinn ferðamannastaður á vernduðu svæði yrði hvers kyns efnisnám umdeilt. Ef hins vegar er tekið laust efni í litlum mæli, eins og gert var áður fyrr, myndi efnistaka sennilega geta verið nánast ósýnileg innan fáeinna ára, ef til verksins er vandað. Miðað við  $1,7 \text{ kg/m}^2$  þarf að taka allt efni af  $100 \times 300 \text{ m}$  svæði (3 ha) til að ná þeim 50 tonnum sem þarf til viðgerða á Þjóðleikhúsinu einu. Með því að taka efni af stærra svæði og þar sem magn er yfir meðaltali verða áhrif minni. Þar sem efnið er dreift og í mismiklum mæli þarf að handtína það, ekki er unnt að safna því saman með vélum. Hrafntinnusker er á friðuðu svæði og efnistaka þar er háð leyfi Umhverfisstofnunar.

Um Hrafntinnuhrygg við Kröflu gildir sama og í Hrafntinnuskeri að unnt er að taka lítið magn af lausu efni af yfirborði án mikilla náttúruspjalla. Ef taka ætti verulegt magn yrði rask mikið og vafalítið nokkuð áberandi. Sé um að ræða örfáa rúmmetra af efni veldur það sennilega ekki talsverðum náttúruspjöllum en eins og í Hrafntinnuskeri þarf að handtína efnið af yfirborði og undir eftirliti. Hrafntinnuhryggur er ekki eins fjölfarinn og Hrafntinnusker og minni um sig; flatarmál Hrafntinnuhryggjar er aðeins um 1/10 hluti að flatarmáli Hrafntinnuskers. Nám hrafntinnu hefði því hlutfallslega mun meiri áhrif á Hrafntinnuhrygg. Þá er hann við jaðar virkjanasvæðis Kröfluvirkjunar og borholur skammt vestan við hrygginn. Hins vegar hefur verið bent á að hrafntinna í Hrafntinnuhrygg er í mjög háum gæðaflokki. Hrafntinnuhryggur er utan verndaðra svæða sem stendur, en full ástæða er til að friðlýsa hann vegna hrafntinnunnar og hefur Umhverfisstofnun lagt til að svo verði (Guðríður Þorvarðardóttir og María Harðardóttir 2004).

Í Austurbjöllum yrðu lítil sem engin spjöll af efnistöku ef efni er tekið af melum og við árbakkann. Gæði hrafntinnu í Austurbjöllum eru þó minni en á hinum stöðunum, hún er í minna magni og efnið dreifðara. Þessi staður er á náttúruminjasrá en utan verndaðra svæða og umhverfisspjöll yrðu ekki mikil af efnistöku, en þar er nú þegar háspennulína og vegslóð.



Ein leið til að nýta betur þá hrafninnu, sem kann að verða tekin, er að nota bestu hrafninnuna neðantil á hús og verri mulning eða annað efni hærra, þar sem ekki sést um hvernig efni um er að ræða, en áferð og litur er sá sami. Þá er einnig hugsanlegt að blöndun við bikstein eða innflutta tinnu (flint) sé möguleg eða þá að framleiða svart gler sérstaklega til steiningar.

Hér er bent á þá lausn að kanna hvort ekki sé hægt að framleiða hrafninnu eða svart gler t.d. í gler- eða steinullarverksmiðju. Hrafninna er í raun svart, þétt gler. Venjulegt rúðugler er framleitt úr kvarssandi, sem er hreint kísiloxíð. Líkur eru á að svartur litur hrafninnu sé að mestu vegna járnnoxíða. Það mætti því hugsanlega framleiða hrafninnu með því að bræða kvarssand eða glersalla ásamt litlu magni af járnnoxíðum og kæla síðan til að mynda gler. Áloxíð (súrál) ásamt réttu hlutfalli alkalímálma myndi sennilega stuðla að aukinni fjölliðun og þar með seigju í bráðinni, sem gæti auðveldað slíka framleiðslu. Kvarssandur er algengur fjörusandur víða í heiminum og enginn skortur á honum og önnur hráefni eru einnig auðfáanleg og ódýr. Kostnaður yrði því aðallega í framleiðsluferlinu. Þá mætti athuga hvort finkornað basalt eða andesít gæti komið í stað hrafninnu í steiningu húsa, en slíkt efni er mun víðar að fá og nám þess veldur mun minni umhverfisáhrifum.

Í Morgunblaðinu 25. mars 2003 á bls. 4 er þess getið að áætlað magn sem notað hefur verið utan á hús á landinu sé um 300 tonn (um  $120 \text{ m}^3$ ) og er þar áætlað að þörfin á efni sé álíka mikil á næstu áratugum. Til þess að fá það magn er nærtækast að taka efni í Austurbjöllum ef efnisgæði eru næg, en lauslega áætlað gæti verið unnt að taka yfir  $500 \text{ m}^3$  þar. Eins og kemur fram hér að framan, telur Náttúrufræðistofnun unnt að taka lítið magn af lausu efni í Hrafninnuhrygg og Hrafninnuskeri til viðgerða á Þjóðleikhúsinu sem er friðað (Lög um húsafriðun nr. 104/2001) án mikilla spjalla á umhverfinu, ef þess er gætt að taka efnið af stóru svæði. Mikil efnistaka verður ekki gerð án verulegra áhrifa á umhverfið og óvíst að friður skapist um slíka efnistöku á fjölsóttum stöðum s.s. Hrafninnuskeri. Náttúrufræðistofnun telur ljóst að ekki sé hægt að taka allt það magn sem talið er þurfa til viðgerða á Þjóðleikhúsinu í Hrafninnuhrygg án verulegra spjalla.

Náttúrufræðistofnun mælir ekki með því að taka efni á þessum tveimur stöðum, nema þá aðeins í mjög litlum mæli til viðgerða á vernduðum byggingum. Til framtíðar þarf að huga að öðrum leiðum til að útvega svart gler til steiningar, t.d. í glerverksmiðjum. Ekki er hægt að gera ráð fyrir endurnýjun á hrafninnu næstu nokkur hundruð árin. Það er því mikilvægt að mati Náttúrufræðistofnunar að vernda þessa staði til framtíðar.

## 5 HEIMILDIR

- Björn Gunnarsson, Marsh, B.D., Taylor, H.P. Jr. 1998. Generation of Icelandic rhyolites: silicic lavas from the Torfajökull central volcano. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 83, 1–45.
- Eichelberger, J.C. 1995. Silicic Volcanism: Ascent of Viscous Magmas from Crustal Reservoirs. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 23, 41–63.
- Friðland að fjallabaki, auglýsing 354/1979, Stjórnartíðindi B, sérprent 382. Vefsíða: [www.ust.is/LogOgReglur/Fridlysingar/Fridlond/nr/222](http://www.ust.is/LogOgReglur/Fridlysingar/Fridlond/nr/222)
- Guðríður Þorvarðardóttir og María Harðardóttir 2004. Verndarsvæði í Skútustaðahreppi. Tillögur Umhverfisstofnunar vegna breytinga á lögum um vernd Mývatns og Laxár. Umhverfisstofnun, UST-2004:29.
- Jackson, J.A. (ed.) 1997. *Glossary of Geology*. Fourth Edition. American Geological Institute, Alexandria, Virginia, USA.
- Jón Sigurgeirsson 2002. Hrafninnuflutningur. Morgunblaðið, 14. júlí.
- Knútur Árnason, Brynjólfur Eyjólfsson, Karl Gunnarsson, Kristján Sæmundsson og Axel Björnsson 1984. Krafla – Hvíthólar. Orkustofnun, OS-84033/JHD-04, 61 s og kort.
- Kristján Jónasson 1994. Rhyolite volcanism in the Krafla central volcano, north-east Iceland. *Bull. Volcanol.*, 56, 516–528.
- Kristján Sæmundsson 1972. Jarðfræðiglefsur um Torfajökulssvæðið. *Náttúrufræðingurinn*, 42, 81–144.
- Kristján Sæmundsson 1988. Jarðfræðiþáttur um Torfajökulsöræfi. Í: *Vörður á vegi*. Árbók Ferðafélags Íslands, 164–180.
- Kristján Sæmundsson 1991. Jarðfræði Kröflukerfisins. Í: *Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstj.)*, *Náttúra Mývatns*, 25–95. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.
- Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson 2001. Jarðfræði- og jarðhitakort af Torfajökulssvæðinu. Orkustofnun, OS-2001/036.
- Le Maitre, R.W. (ed.) 2002. *Igneous Rocks. A Classification and Glossary of Terms*. 2nd Edition. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge University Press, UK.
- Lög um húsafríðun nr. 104/2001. Lagasafn Alþingis.: [www.althingi.is/lagas/nuna/2001104.html](http://www.althingi.is/lagas/nuna/2001104.html)
- Lög nr. 97/2004 um verndun Mývatns og Laxár í Suður-Þingeyjarsýslu. Lagasafn Alþingis: [www.althingi.is/dba-bin/unds.pl?txi=/wwtext/html/lagasofn/132a/2004097.html&leito=laxá\Olaxáa](http://www.althingi.is/dba-bin/unds.pl?txi=/wwtext/html/lagasofn/132a/2004097.html&leito=laxá\Olaxáa)
- McBirney, A.R. 1984. *Igneous Petrology*. Freeman, Cooper and Company. San Francisco. California. USA.
- McGarvie, D. 1985. Volcanology and petrology of mixed magmas and rhyolites from the Torfajökull volcano, Iceland. Unpubl. Ph.D. Thesis. Univ. of Lancaster. UK.
- Morgunblaðið 25. mars 2003: Steinuð hús vinsæl milli 1935–1960. Vill vinna hrafninnu til viðhalds húsa. Frétt á bls. 4.
- Swanson, S.E., Naney, M.T., Westrich, H.R., Eichelberger, J.C. 1989. Crystallization history of Obsidian Dome, Inyo Domes, California. *Bull. Volcanol.*, 51, 161–176.
- Wright, F.E. 1915. Obsidian from Hrafninnuhryggur, Iceland: Its lithophysæ and surface markings. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 26, 255–286.