



ÁRSSKÝRSLA 2007



# Efnisyfirlit

Ávarp stjórnarformanns	3
Starfsemi ÍSOR 2007	4
Reikningar ÍSOR 2007	6
Yfirlit um verkefni	8
Sjálfbær jarðhitanúting	12
Affallsvatn frá jarðhitavirkjun	14
Torfajökull - megineldstöð og jarðhiti	16
Binding koltvísýrings í bergi - tilraunaverkefni	18
Sundagöng - jarðfræði og berggæði	20
Níkaragva - þróunarsamvinna	22
Hverastrútur - jarðhiti á hafsbotni	24
ÍSOR activities in 2007	26
Skrá yfir skýrslur og greinar	28
Atburðir ársins	31

## ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk., Sími: 528 1500 - Fax: 528 1699

Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. Sími: 528 1500 - Fax: 528 1599

isor@isor.is - www.isor.is

Ritnefnd: Páll, Jón Örn, Hrafnhildur og Brynja. Umbrot: Brynja Jónsdóttir. Prentun og myndvinnsla: Svansprent.

Forsíðumynd: Hverir sem komu í ljós þegar vatnsborð lækkaði í Kleifarvatni í kjölfar jarðskjálfta árið 2000. Ljós.: Haukur Jóhannesson

ISBN: 978-9979-780-70-0



## Ávarp stjórnarformanns



Umsvifin í orkugeiranum á síðasta ári hafa varla farið fram hjá landsmönnum. Átök sem orðið hafa innan þessa málaflökks hafa þó ekki stöðvað farsæla framgöngu ÍSOR því umfang starfseminnar hefur aukist framur björtustu vonum. Verkefnastaðan er góð og fyrirsjáanlegt er að mikill og jákvæður vöxtur verður í nánustu framtíð.

Í ljósi almennrar umræðu um einkavæðingu, og jafnframt meðal starfsmanna ÍSOR, setti stjórn og yfirstjórn ÍSOR af stað greiningarvinnu um kosti og galla hlutafélagsvæðingar og sölu á hlutafé í ÍSOR. Þá var einnig gerð skoðanakönnun meðal starfsmanna um breytta eignaraðild að fyrirtækinu. Niðurstöður þessarar umfjöllunar voru afhentar eigandanum, iðnaðarráðuneytinu, og bíða þar nánari umfjöllunar ráðuneytis og ákvörðunar stjórnvalda. Rök falla bæði með og á móti breyttri eignaraðild. Í því máli er ekkert einhlítt og sitt sýnist hverjum. Óumdeilt er að ríkisvaldið – ríkisstjórn og Alþingi hvers tíma – hefur forræði og forystu um hvornig eignaraðild ÍSOR er háttað.

Mikilvægt er að umræða og átök um eignaraðild trufli ekki daglega starfsemi ÍSOR. Reksturinn frá degi til dags er það sem skiptir sköpum fyrir starfseminu. Eigandinn, hver svo sem hann er hverju sinni, hlýtur að krefjast góðra verka og ætlast til ásættanlegrar afkomu af hverju verkefni og allri starfseminni. Skýr framtíðarsýn og stefnufesta í bland við opinn huga og einbeitingu við að leysa verkefni hverju sinni er hverju fyrirtæki lífsnauðsyn.

Ein af umfangsmestu breytingunum sem urðu á íslensku þjóðfélagi á síðustu öld var nýting orkuauðlindarinnar. Sú þróun varð ein aðalundirstaða bættra lífskjara í landinu og hafði áhrif á öllum sviðum atvinnulífsins. Við erum svo lánsöm að eiga endurnýjanlegar og umhverfisvænar orkulindir - forréttindi sem ekki hlotnast öllum þjóðum heims. Okkur ber skylda til að halda vel á málum og umgangast þetta fjöregg okkar með virðingu og varfærni, og sýna öðrum þjóðum gott fordæmi. Samtímis ber okkur að nýta þau sóknarfæri sem felast í þekkingunni sem við búum yfir á þessu sviði. Eins og umræða nýliðins árs ber með sér er þekking á auðlindinni jafnvel verðmætari en auðlindin sjálf.

Styrkur ÍSOR er þekking á eðli orkuauðlindarinnar og nýtingu hennar. Á ÍSOR er til staðar yfirsýn, fagleg þekking og sérhæfing sem aðeins verður til við áralanga söfnun í gagnabanka reynslunnar.

Stjórn ÍSOR þakkar starfsmönnum og viðskiptavinum gott samstarf og horfir til þess með bjartsýni að takast á við krefjandi verkefni með starfsmönnum fyrirtækisins næstu árin.

Guðrún Helga Brynleifsdóttir

# Starfsemi ÍSOR 2007



Árið 2007 var afar farsælt hjá ÍSOR og umfang starfseminnar jókst verulega. Tekjur jukust úr 716 Mkr árið 2006 í 1201 Mkr eða um tæp 68%. Hagnaður eftir greiðslu afkomutengdra árangurslauna nam 130 Mkr og ríflega þrefaldaðist frá fyrra ári. Í samræmi við reglugerð og eðli starfseminnar er hagnaði varið til að efla rannsóknarfærni ÍSOR og bæta eiginfjárstöðu. Eigið fé ÍSOR var í árslok 2007 332 Mkr og eiginfjárhlutfall um 55%. Handbært fé í árslok var um 75 Mkr og veltufé frá rekstri nam 197 Mkr og EBITA var 18%. Á árinu var fjárfest í tækjum og búnaði fyrir 152 Mkr. Þetta er besti rekstrarárangur ÍSOR fram til þessa.

Í lok mars rann út skipunartími fyrstu stjórnar ÍSOR, sem setið hefur óbreytt frá 2003. Iðnaðarráðherra, Jón Sigurðsson, endurskipaði sömu stjórn áfram til næstu fjögurra ára. Í lok maí urðu ríkisstjórnarskipti í landinu og nýr iðnaðarráðherra, Össur Skarphéðinsson, tók við af Jóni Sigurðssyni. Hann kom í heimsókn til ÍSOR í september, gaf sér góðan tíma til að kynna sér starfsemina og átti ágætán fund með starfsfólki ÍSOR um orkumál.

Allmiklar hræringar urðu í rekstrarumhverfi innlendra orkufyrirtækja á árinu. Stofnuð voru fyrirtækin Geysir Green Energy (GGE), Reykjavík Energy Invest (REI), Hydrokraft Invest og Landsvirkjun Power, sem öll hafa það að markmiði að fjárfesta og selja erlendis íslenska þekkingu á sviði endurnýjanlegrar orku. Jafnframt var ákveðið að auka verulega hlutafé í Enex hf. sem var í eigu helstu orkufyrirtækja og verkfræðistofa landsins, þar á meðal ÍSOR. Ákvað ÍSOR að notfæra sér forkaupsrétt sinn og halda hlut sínum í félaginu. Um haustið var ákveðið að sameina GGE og REI og þá ljóst að hið nýja fyrirtæki yrði með yfirgnæfandi meirihluta hlutafjár í Enex. Í kjölfarið seldi ÍSOR öll hlutabréf sín í Enex hf. til GGE á ágætu verði.

Mælingar í borholum eru það starfssvið ÍSOR sem vaxið hefur hvað hraðast undanfarin ár. Það stafar af þeirri gífurlegu aukningu sem verið hefur í borun háhitaholna síðustu ár. Til að mæta þessari eftirspurn hefur ÍSOR nú keypt tvo nýja og vel útbúna mælingabíla og einn minni ásamt fjölda tækja sem þarf til að mæla hinar ýmsu stærðir varðandi eðli og ástand borholna. Rekur ÍSOR nú þrjú mælingabíla af stærstu gerð og tvo minni. Í árslok 2006 hóf ÍSOR að veita Jarðborunum hf. þjónustu við halla- og stefnumælingar í borholum samkvæmt samningi. Notuð er svokölluð girótækni, sem gefur nákvæmar upplýsingar um halla og stefnu borholna og eru mæliniðurstöður notaðar til að stýra borun holna í rétta átt. Flestar holur, sem eru nú boraðar á háhitasvæðum, eru stefnuboraðar, þ.e. þær eru ekki lóðréttar heldur er þeim stefnt að ákveðnu marki neðanjarðar. Alls hefur ÍSOR keypt sex sett af tækjum til giró-hallamælinga frá tveimur framleiðendum. Jafnframt þessu hefur

## Deildir og fagsvið



Guðni Axelsson,  
deildarstjóri eðlisfræðideildar

Jarðeðlisfræði  
Forðafræði  
Hafsbotsrannsóknir



Ingibjörg Kaldal,  
deildarstjóri jarðfræðideildar

Borholujarðfræði  
Jarðfræðikortlagning  
Jarðefna- og umhverfisfræði  
Rannsóknarstofa



Sverrir Þórhallsson  
deildarstjóri verkfræðideildar

Jarðhitanýting  
Borverkfræði



Hörður Halldórsson  
deildarstjóri tæknideildar

Borholumælingar  
Tækjapjónusta  
Rauntímavöktun



Steinunn Hauksdóttir  
deildarstjóri upplýsingatæknideildar

Útgáfu- og kynningarmál  
Skjalavarsla  
Gagnagrunnmál  
Landupplýsingakerfi og  
kortapjónusta

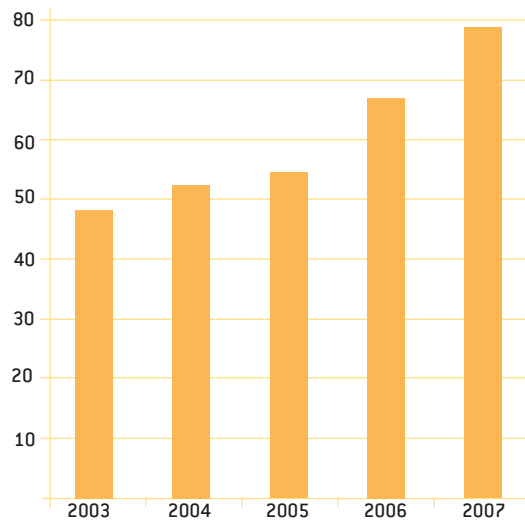
starfsfólki sem vinnur við mælingarnar fjölgað verulega. Þannig voru í árslok 14 manns á tæknideild við þessa þjónustu auk 8 starfsmanna annarra deilda ÍSOR. Þessi hraða aukning hefur í heildina tekið gengið vel þótt vissulega hafi ýmsir verkir fylgt svo örum vexti og þjálfun nýrra starfsmanna, en starfsmenn hafa staðið sig afar vel undir miklu vinnuálagi.

Vegna þessara auknu umsvifa var sú skipulagsbreyting gerð á ÍSOR í september að stofnuð var ný deild, upplýsingatæknideild. Hlutverk hennar er að sjá um útgáfu- og kynningarmál, skjalavörslu og gagna-grunnsmál, landupplýsingakerfi og kortaþjónustu, hugbúnaðarþróun og vefumsjón og gæðamál.

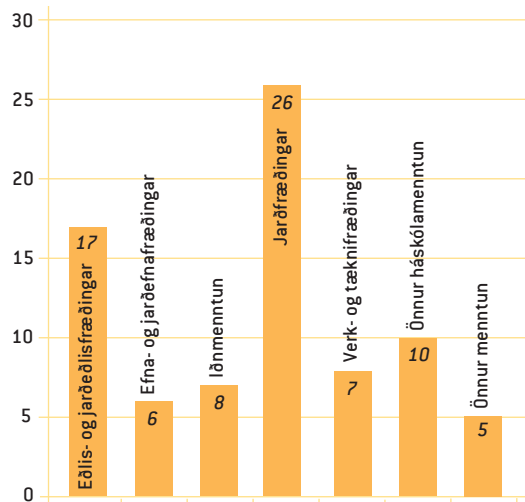
Í ársbyrjun hófst vinna við að setja upp gæðakerfi samkvæmt ISO-9001 staðlinum. Til að byrja með er ætlunin að kerfið nái yfir þjónustu ÍSOR á sviði borholumælinga. Fyrirtækið 7.is var ráðið til að aðstoða við gerð gæðakerfisins. Stefnt er að því að vottun borholumælinga ÍSOR verði lokið fyrir árslok 2008. Í framhaldi af því verður gæðakerfið einnig látið ná yfir aðra hluta starfseminnar. Á árinu var skipuð öryggisnefnd á ÍSOR í samræmi við lög um öryggi og hollustuhætti á vinnustöðum.

Mikil umræða hefur orðið á árinu meðal starfsmanna um framtíðarstöðu og hlutverk ÍSOR, sem nú er svokölluð B-hlutastofnun ríkissjóðs. Það þýðir að ÍSOR er að fullu í eigu og á ábyrgð ríkisins og starfsmenn eru ríkisstarfsmenn með þeim réttindum og skyldum sem því fylgja. ÍSOR fær hins vegar engar fjárveitingar úr ríkissjóði heldur vinnur öll sín verk á grundvelli verksölusamninga við aðila á frjálsum markaði, en orkufyrirtæki eru langstærstu viðskiptavinirnir. ÍSOR starfar því eins og hvert annað fyrirtæki á samkeppnismarkaði. Vegna mikilvægis ÍSOR sem þekkingarfyrirtækis á sviði jarðhita hefur verið umtalsverður áhugi fyrirtækja á íslenskum orkumarkaði að eignast ÍSOR að hluta eða öllu leyti. Hefur stjórn Orkuveitu Reykjavíkur meðal annars ályktað í þá veru. Um haustið var sett í gang, að tilhlutan stjórnar ÍSOR og starfsmanna, könnun á kostum þess og göllum að breyta ÍSOR í hlutafélag. Í kjölfar þeirrar vinnu samþykktu starfsmenn með 94% greiddra atkvæða í leynilegri atkvæðagreiðslu að óska eftir því við ráðherra að ÍSOR yrði breytt í hlutafélag á tilteknum forsendum. Þegar þetta er ritað er óljóst um lykting málsins en það er til meðferðar í iðnaðarráðuneytinu.

Ólafur G. Flóvenz, forstjóri



Fjöldi starfsmanna ÍSOR á árunum 2003-2007.



Menntun starfsmanna ÍSOR 31.12.2007.

## Útibú á Akureyri



Bjarni Gautason  
útibússtjóri

Orkurannsóknir og  
umhverfismál

## Fjöldi starfsmanna

í árslok 2007

**79**

Ingibjörg Ásta Gunnarsdóttir,  
skrifstofustjóri.

Ljós. Fríður Eggertsdóttir.



# Reikningar ÍSOR 2007

## Staðfesting ársreiknings

Ársreikningur Íslenskra orkurannsóknna, ÍSOR, fyrir árið 2007 er gerður í samræmi við lög um ársreikninga og reglugerð um framsetningu og innihald ársreikninga og er gerður eftir sömu aðferðum og árið áður.

Um Íslenskar orkurannsóknir gilda ákvæði laga nr. 86/2003. Hlutverk þeirra er að vinna að verkefnum og rannsóknum á sviði náttúrufars, orkumála og annarra auðlindamála.

Samkvæmt rekstrarreikningi varð hagnaður af rekstri fyrirtækisins á árinu 2007 að fjárhæð 130,1 m.kr. Á árinu námu fjárfestingar fyrirtækisins í varanlegum rekstrarfjármunum 152,1 m.kr. Eignir Íslenskra orkurannsóknna námu 598,4 m.kr., skuldir 266,5 m.kr. og eigið fé nam 332,2 m.kr. í árslok 2007 samkvæmt efnahagsreikningi. Að öðru leyti vísast til ársreiknings um rekstur stofnunarinnar á árinu og fjárhagsstöðu í lok þess.

Stjórn Íslenskra orkurannsóknna og forstjóri staðfesta hér með ársreikning stofnunarinnar fyrir árið 2007 með undirritun sinni.

Reykjavík, 10. mars 2008.

  
Guðrún Helga Brynleifsdóttir  
formaður

  
Svanfríður Inga Jónasdóttir

  
Hákon Björnsson

Pórarinn Egill Sveinsson



  
Jóhannes Pálsson

  
Ólafur G. Flóvenz  
forstjóri

## Áritun endurskoðenda

Til stjórnar Íslenskra orkurannsóknna

Við höfum endurskoðað meðfylgjandi ársreikning Íslenskra orkurannsóknna fyrir árið 2007. Ársreikningurinn hefur að geyma skýrslu stjórnar, rekstrarreikning, efnahagsreikning, yfirlit um sjóðstreymi, upplýsingar um mikilvægar reikningsskilaaðferðir og aðrar skýringar.

### Ábyrgð stjórnenda á ársreikningnum

Sjómendur eru ábyrgir fyrir gerð og framsetningu ársreikningsins í samræmi við lög um ársreikninga. Samkvæmt því ber þeim að skipuleggja og innleiða og viðhalda innra eftirliti sem varðar gerð og framsetningu ársreiknings þannig að hann sé í meginatriðum án verulegra annmarka. Ábyrgð stjórnenda nær einnig til þess að beitt sé viðeigandi reikningsskilaaðferðum og mati miðað við aðstæður.

### Ábyrgð endurskoðenda

Ábyrgð okkar felst í því álitum sem við látum í ljós á ársreikningnum á grundvelli endurskoðunarinnar. Endurskoðað var í samræmi við góða endurskoðunarvenju og ákvæði laga um Ríkisendurskoðun. Samkvæmt því ber okkur að fara eftir settum siðareglum og skipuleggja og haga endurskoðuninni þannig að nægjanleg víska fáiast um að ársreikningurinn sé án verulegra annmarka.


Endurskoðunin felur í sér aðgerðir til að staðfesta fjárhæðir og aðrar upplýsingar í ársreikningnum. Val endurskoðunaraðgerða byggir á faglegu mati endurskoðandans, meðal annars á þeirri áhættu að verulegir annmarkar séu á ársreikningnum. Endurskoðunin felur einnig í sér mat á þeim reikningsskila- og matsaðferðum sem stjórnendur nota við gerð ársreikningsins sem og mat á framsetningu hans í heild.


Við teljum að við endurskoðunina hafi verið aflað nægjanlegra og viðeigandi gagna til að byggja álit okkar á.

### Álit

Það er álit okkar að ársreikningurinn gefi glögga mynd af afkomu Íslenskra orkurannsóknna á árinu 2007, efnahag þess 31. desember 2007 og breytingu á handbæru fé á árinu 2007, í samræmi við lög um ársreikninga.

Ríkisendurskoðun, 10. mars 2008.

  
Sigurður Þórðarson  
ríkisendurskoðandi

  
Sveinn Arason  
endurskoðandi

## Rekstrarreikningur árið 2007

	Skýr	2007	2006
<b>Rekstrartekjur</b>			
Rekstrartekjur		1.182.541.495	716.091.060
Aðrar tekjur		18.611.716	60.000
<b>Rekstrartekjur</b>	<b>1</b>	<b>1.201.153.211</b>	<b>716.151.060</b>
<b>Rekstrargjöld</b>			
Laun og launatengd gjöld	2	628.253.384	430.542.144
Önnur rekstrargjöld	7	360.373.642	220.224.376
Afskriftir	4	85.750.835	30.819.924
<b>Rekstrargjöld</b>		<b>1.074.377.861</b>	<b>681.586.444</b>
Rekstrarhagnaður		126.775.350	34.564.616
<b>Fjármunatekjur og (fjármagnsgjöld)</b>	<b>3</b>	<b>3.305.077</b>	<b>5.128.962</b>
<b>Hagnaður ársins</b>		<b>130.080.427</b>	<b>39.693.578</b>

## Efnahagsreikningur 31. desember 2007

	Skýr	2007	2006
<b>Eignir</b>			
<b>Fastafjármunir</b>			
<b>Varanlegir rekstrarfjármunir</b>			
Varanlegir rekstrarfjármunir	4	216.194.285	143.462.315
<b>Áhættufjármunir</b>			
Hlutabréf	5	1.000.000	9.422.121
<b>Fastafjármunir</b>		<b>217.194.285</b>	<b>152.884.436</b>
<b>Veltufjármunir</b>			
Óreikningsfærð verk		13.359.847	11.273.275
Skammtímaskuldir		292.682.101	215.372.461
Sjóður og bankareikningar		75.411.669	116.483.444
<b>Veltufjármunir</b>		<b>381.453.617</b>	<b>343.129.180</b>
<b>Eignir alls</b>		<b>598.647.902</b>	<b>496.013.616</b>
<b>Eigið fé og skuldir</b>			
<b>Eigið fé</b>			
Höfuðstóll	6	332.186.345	196.326.922
<b>Eigið fé alls</b>		<b>332.186.345</b>	<b>196.326.922</b>
<b>Skuldir</b>			
<b>Skammtímaskuldir</b>			
Skammtímaskuldir		266.461.557	299.686.694
<b>Skuldir alls</b>		<b>266.461.557</b>	<b>299.686.694</b>
<b>Eigið fé og skuldir alls</b>		<b>598.647.902</b>	<b>496.013.616</b>

## Sjóðstreymi árið 2007

	Skýr	2007	2006
<b>Rekstrarhreyfingar</b>			
<i>Veltufé frá rekstri</i>			
Hagnaður ársins		130.080.427	39.693.578
Söluhagnaður af eignasölu		18.611.716	0
Afskriftir	4	85.750.835	30.819.924
<i>Veltufé frá rekstri</i>		<b>197.219.546</b>	<b>70.513.502</b>
<i>Breytingar á rekstrartengdum eignum og skuldum</i>			
Skammtímaskuldir, (hækkun)		(79.396.212)	(46.404.373)
Skammtímaskuldir, hækkun		(33.225.137)	151.178.117
<i>Breytingar á rekstrartengdum eignum og skuldum</i>		<b>(112.621.349)</b>	<b>104.773.744</b>
<b>Handbært fé frá rekstri</b>		<b>84.598.197</b>	<b>175.287.246</b>
<b>Fjárfestingahreyfingar</b>			
Tæki og búnaður	4	(152.703.809)	(80.653.642)
Seldir áhættufjármunir		36.945.972	0
Áhættufjármunir, innlausn		(9.912.135)	(2.610.470)
<b>Fjárfestingahreyfingar</b>		<b>(125.669.972)</b>	<b>(83.264.112)</b>
<b>Hækkun (lækkun) á handbæru fé</b>		<b>(41.071.775)</b>	<b>92.023.134</b>
<b>Handbært fé í upphafi rekstrar</b>		<b>116.483.444</b>	<b>24.460.310</b>
<b>Handbært fé í lok ársins</b>		<b>75.411.669</b>	<b>116.483.444</b>

## Skýringar

### Reikningsskilaaðferðir

#### Grundvöllur reikningsskila

Ársreikningur Íslenskra orkurannsóknna er gerður í samræmi við lög um ársreikninga og reglugerð um framsetningu og innihald ársreikninga og samstæðureikninga. Hann byggir á kostnaðarverðsreikningsskilum og er í íslenskum krónum. Að öðru leyti er hann í meginatriðum gerður eftir sömu reikningsskilaaðferðum og notaðar voru árið áður.

#### Tekjur

Tekjur eru færðar við útgáfu reikninga. Í árslok eru áunnar óreikningsfærðar tekjur bókfærðar.

#### Gjöld

Gjöld eru bókfærð eftir að reikningar hafa verið samþykktir. Í árslok eru ógreidd gjöld ársins bókfærð.

#### Varanlegir rekstrarfjármunir

Varanlegir rekstrarfjármunir eru færðir til eignar á kostnaðarverði að frádregnum afskriftum. Afskriftir eru reiknaðar sem fastur árlegur hundradshluti miðað við áætlaðan endingartíma eignanna þar til niðurlagsverði er náð.

#### Eignarhlutir í öðrum félögum

Eignarhlutir í öðrum félögum eru færðir á kaupverði.

#### Skammtímaskuldir

Skammtímaskuldir eru færðar á nafnverði án niðurfærslu.

#### Handbært fé

Handbært fé eru óbundnar innstæður á bankareikningum.

#### Lífeyrisskuldbindingar

Lífeyrisskuldbindingar vegna núverandi og fyrrverandi starfsmanna Íslenskra orkurannsóknna hafa verið gerðar upp.

#### Skammtímaskuldir

Skammtímaskuldir eru færðar á nafnverði.

#### Skattar

Félagið er undanþegið álagningu tekjuskatts.

## Yfirlit um verkefni



▲  
Vinna við mælingartopp á Skarðsmýrarfjalli, Helligshéiði.  
Ljósm. Elfar J. Eiríksson.

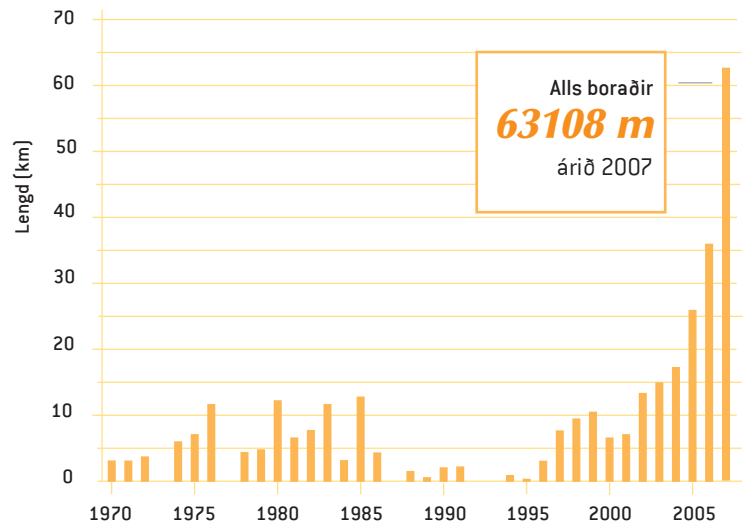
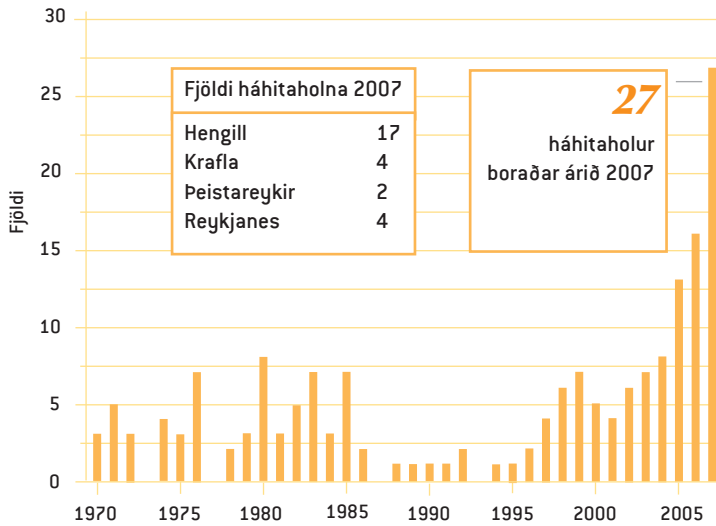
Rannsóknir og þjónusta í tengslum við undirbúning, uppbyggingu og rekstur háhitavirkjana var þungamiðjan í starfi ÍSOR á árinu. Viðamestu verkefni tengdust uppbyggingu háhitavirkjana á Helligshéiði fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ÍSOR kemur þar að flestum verkþáttum er lúta að hinum jarðvísindalega hluta viðfangsefnanna og meðhöndlun vökvans sem upp kemur ásamt þjónustu við boranir. Umfangsmiklar rannsóknir voru einnig gerðar í tengslum við fyrirhugaðar virkjanir á Peistareykjum, í Gjástykki, í Kröflu og í Bjarnarflagi fyrir Peistareyki ehf. og Landsvirkjun. Útibú ÍSOR á Akureyri gegnir þar veigamiklu hlutverki.

**Á Hengilssvæðinu** voru boraðar alls 17 háhitaholur og þar af þrjár djúpar niðurrennslisholur auk sjö grynri holna niður í grunnvatnskerfið. Þar að auki voru boraðar þrjár holur niður í vinnslufóðringardýpi. Lokið verður við borun þeirra á árinu 2008. Áhersla var lögð á boranir á svæðinu sunnanverðu. Af holunum eru fjórar á Helligshéiði og fimm á Skarðsmýrarfjalli, boraðar í rannsóknarskyni til að kanna betur útmörk jarðhitasvæðisins. **Á Nesjavöllum** beindust boranir einnig að því að víkka út vinnslusvæðið.

Hugmyndir eru um að nýta svæðið norðan Gráuhnúka sem vinnslusvæði í framtíðinni vegna hás hita í jarðhitakerfinu þar, en í dag er það nýtt til niðurrennslis.

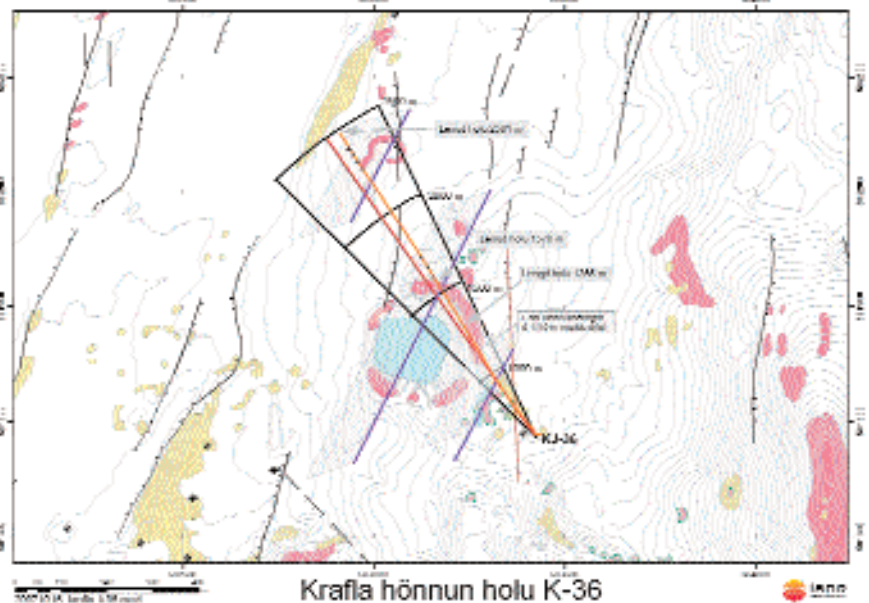
Landsvirkjun stendur að rannsóknunum á Kröflusvæðinu en Peistareykir ehf. standa fyrir rannsóknum á samnefndu svæði. Sex háhita-





Fjöldi borholna og boraðir metrar árið 2007.

Dæmi um stefnuborun holu KJ-36, sem var boruð austan við Víti í stefnu 325° með um 30° halla. Borað dýpi var 2501 m, raundýpi 2265 m og lárétt færsla í stefnu holunnar er 940 m. Skyggðu fletirnir á myndinni sýna svæðið vestan við meintar sprungur sem holan skar.



holur voru boraðar árið 2007, fjórar í **Kröflu** og tvær á **Peistareykjum**. Jafnframt hefur áfram verið unnið að hefðbundnum rannsóknum til að fá fullri heildarmynd af svæðunum til grundvallar ákvarðana um nýtingu. Í tengslum við fyrirhugaða djúpbörnun hafa jafnframt vaknað áleitnar spurningar og út frá því þróast smærri rannsóknarþættir.

Fyrir **Reykjanesvirkjun** voru boraðar tvær nýjar vinnsluholur á árinu og lokið við að skáboru út úr tveimur eldri holum.

Á síðustu árum hefur verið lögð höfuðáhersla á **stefnuboranir**. ÍSOR hefur nú m.a. tekið við öllum stefnumælingum í borholum, sem erlendir aðilar höfðu áður séð um, en miklu máli skiptir að vita nákvæmlega um legu hvernar holu í landi og hvort forsendur fyrir stefnuboruninni hafi staðist. Ein leið sem valin hefur verið til að kynna niðurstöður er að sýna holuferla á korti með megin sprungu- og höggunarstefnum ásamt dreifingu á yfirborðsjarðhita.

Úrvinnsla og túlkun borholumælinga fer að einhverjum hluta fram á borstað. Hér er starfsmaður í vinnubúðum í Kröflu. *Ljós m. Alice Tschöke.*



## Yfirlit um verkefni



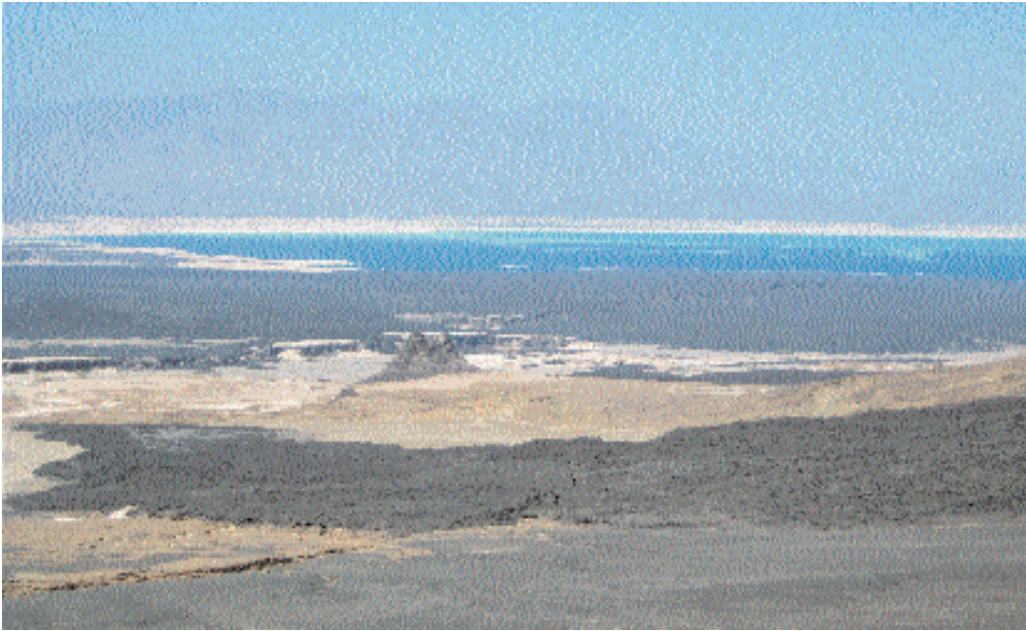
Endurnýjuð rannsóknarstofa. Ljósmynd: Friður Eggertsdóttir.

Unnið var að fjölmörgum verkefnum allt frá forrannsóknum á óvirkjuðum jarðhitasvæðum til vinnslueftirlits á virkjuðum svæðum.

Unnið var að **forrannsóknum á ýmsum háhitasvæðum**. Þar má nefna fyrsta áfanga viðnámsmælinga í Kerlingarfjöllum og í Vonarskarði fyrir Orkustofnun. Viðnámsmælingum var fram haldið í Köldukvíslarbotnum fyrir Landsvirkjun. Tekin voru saman gögn um megineldstöðina, jarðfræðina og jarðhitann í Torfajökli og þau samtúlkun eins og lýst er í miðopnu. Þá var unnið að kappi við forrannsóknir vegna hugsanlegra virkjana á rannsóknasvæði Hítaveitu Suðurnesja á Krýsuvíkur- og Trölladyngju-svæði, bæði með jarðfræðikortlagningu og jarðeðlisfræðilegum mælingum. Einnig var gert reiknilíkan af jarðhitakerfinu á Reykjanesi.

Unnið var að rannsóknum á **lághitasvæðum** og borað á nokkrum stöðum. Ágætur árangur varð af borunum í Ósabotnum fyrir Selfossvetur, við Öndverðarnes í Grímsnesi fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og við Grafarlaug í Dölum fyrir RARIK. Þá var unnið áfram að rannsóknum við Berserkseyri fyrir Orkuveitu Reykjavíkur vegna áforma um hitaveitu í Grundarfjörð. Tekin var saman skýrsla um stöðu rannsókna þar og settar fram tillögur um næstu skref. **Tvær nýjar hitaveitur** tóku til starfa á árinu, á Hofsósi á vegum Skagafjarðarveitna og í Grenivík á vegum Norðurorku, en báðar þessar veitur byggja á árangri rannsókna ÍSOR.

Auk jarðhitaverkefna vann ÍSOR að fjölmörgum verkefnum á öðrum sviðum jarðvísinda. Hæst ber þar **hafréttarmál**, en þar vinnur ÍSOR fyrir stjórnvöld að verkefnum er tengjast kröfugerð Íslands til hafsbotsréttinda utan 200 mílna efnahagslögsögunnar.



Frá Djibouti í Afríku. Fljótt á lítið er jarðfræðin lík og á Íslandi. Hér er horft yfir Asalvatn, hraunbreiður og misgengi. *Ljós.*  
Maryam Khodayar.

Á sviði **mannvirkjarjarðfræði** fólst helsta verk-efnið í undirbúningsrannsóknum vegna hugsanlegrar lagningar Sundabrautar í jarðgöngum.

**Jarðlögin** við Héraðsvötn voru **kortlögð** fyrir Landsvirkjun og Héraðsvötn ehf. vegna áætlana um Skatastaðavirkjun. Einnig var gert jarðfræðikort með jarðlagalýsingum af svæðinu Ölfus - Selvogur í kvarða 1:25.000 og berggrunnskort með lýsingum af Kjalarnesi - Botnsdal í sama mælikvarða. Jarðlögin á Peistareykjum voru kortlögð og þeim lýst.

**Grunnvatnsrannsóknir** skipuðu verðugan sess í starfi ÍSOR að venju. Ný vatnsveita var tekin formlega í notkun í Borgarbyggð og áttu starfsmenn ÍSOR drjúgan þátt í undirbúningi hennar. Fylgst var með losun affallsvatns frá jarðhitavirkjunum í rekstri svo sem á Nesjavöllum og í Bjarnarflagi.

**Rannsóknarstofa** ÍSOR hefur tekið miklum breytingum, en unnið hefur verið að endurbótum á henni undanfarin tvö ár. Rannsóknarstofan er vel búin tækjum til efnagreininga á jarðhitavatni, köldu vatni, gasi, gufu, borsvarfi, útfellingum og bergi.

**Reglubundið vinnslueftirlit** er haft með orku- og hitaveitum víðsvegar um land. Fylgst er með vinnslunni úr jarðhitakerfunum og sýni tekin til efnagreininga á efnafræðistofu ÍSOR.

Einn liður í rannsóknum og eftirliti er gerð **reiknilíkana af jarðhitakerfum**. Í ár var m.a. gert reiknilíkan af jarðhitageyminum á Reykjanesi og það notað til að spá um viðbrögð kerfisins við 100 MW rafmagnsframleiðslu. Einnig var metin líkleg afkastageta jarðhitasvæðisins á Ytri Reykjum við Laugabakka í Miðfirði fyrir Húnaþing vestra.

**Af erlendum jarðhitaverkefnum** má nefna jarðfræðirannsóknir og viðnámsmælingar í Djibouti fyrir REI og aðstoð við uppbyggingu stjórn-sýslu kringum jarðhita í Níkaragva. Ennfremur kom ÍSOR að ýmsum verkefnum erlendis fyrir innlend útrásarfyrirtæki, svo sem í Kaliforníu, Þýskalandi, Ungverjalandi og Kína. Þá var Hydro í Noregi veitt ýmis þjónusta á sviði jarðhita.

**73**  
**efnasýni voru**  
**tekin og**  
**6639**  
**efni voru greind**  
**úr þeim árið 2007**

Ástríður Harðardóttir, rannsóknarmaður. *Ljós.*  
Fríður Eggertsdóttir.



# Sjálfbær jarðhitanyting



Konur þvo þvott í Þvottalaugunum í Laugardal.

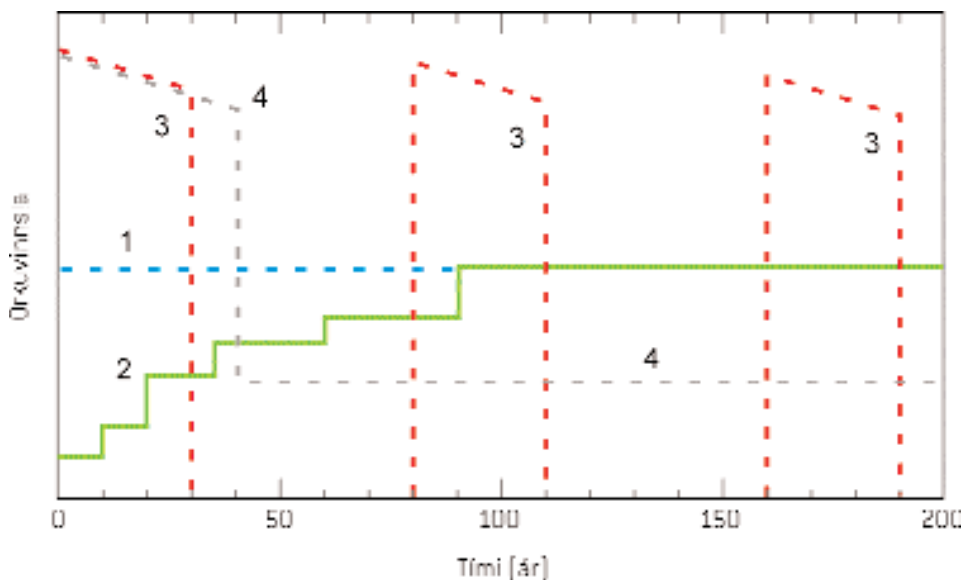
Ljósmynd. Magnús Ólafsson (Ljósmyndasafn Reykjavíkur).

Sjálfbær þróun hefur verið mikið í umræðunni og mikilvægi sjálfbærrar nýtingar auðlinda jarðarinnar, þ.á m. orkulinda, verður mönnum stöðugt ljósara. Jarðhitinn er ein af þeim orkulindum, sem hægt er að nýta á sjálfbæran hátt, en eðlilegt er að skilgreina sjálfbæra nýtingu jarðhitans sem vinnslu, sem á einn eða annan hátt er hægt að viðhalda í mjög langan tíma.

Hugtakið **sjálfbær þróun** kom fyrst fram á sjónarsviðið í svokallaðri Brundtland-skýrslu World Commission on Environment and Development árið 1987. Þar er sjálfbær þróun skilgreind svo að þörfum okkar á líðandi stund sé fullnægt þannig að ekki verði gengið á möguleika komandi kynslóða til að uppfylla sínar þarfir. Nokkuð hefur verið fjallað um sjálfbæra nýtingu jarðhitans á undanförunum árum, bæði á innlendum og erlendum

vettvangi, einkum vegna þess að hugtakið „sjálfbær“ er mjög í tísku um þessar mundir. Samræmda skilgreiningu fyrir jarðhitann hefur þó alveg vantað og menn hafa notað hugtök að eigin geðþótta. Þá má nefna að hugtökunum endurnýjanleika og sjálfbærni er oft ruglað saman, en endurnýjanleiki lýsir eiginleikum orkulindar meðan hugtakið sjálfbær lýsir því hvernig nýtingu hennar er háttað.

Jarðhitinn er ein af þeim orkulindum sem hægt er að nýta á sjálfbæran hátt. Reynslan af nýtingu fjölmargra jarðhitakerfa síðustu áratugi hefur sýnt að jarðhitavinnslu má haga þannig að jarðhitakerfi, sem áður voru í ótrufluðu, náttúrulegu ástandi, ná nýju jafnvægisástandi eftir að stórfelld vinnsla hefst og að henni megi halda í langan tíma. Þrústingslækkun í jarðhitakerfum vegna vinnslu getur valdið því að innstreymi í kerfin aukist nokkurn veginn í hlutfalli við það magn sem upp er tekið. **Laugarnessvæðið í Reykjavík** er gott dæmi um þetta, en úr því



▶ Það ætti að vera mögulegt að nýta jarðhita á sjálfbæran hátt í 100–300 ár með [1] stöðugri vinnslu undir sjálfbæru mörkunum, [2] þrepauppbyggingu vinnslunnar, [3] ágengri vinnslu og hléum á víxl og [4] skertri vinnslu eftir styttra tímabil ágengrar vinnslu.

hefur verið dælt um 5 milljónum  $m^3$  að jafnaði árlega síðustu fjóra áratugin á þess að þrýstingur í jarðhitakerfinu hafi lækkað verulega, ef undan eru skilin fyrstu árin. Þannig er talið að innstreymi í jarðhitakerfið sé nú um tífalt það sem það var áður en vinnslan hófst. Önnur dæmi eru til um víða veröld. Í öðrum tilfellum hefur jarðhitavinnslan þó verið of ágeng og ekki verið hægt að viðhalda henni til langframa. Nýting Geysers-svæðisins í Kaliforníu er gott dæmi um ágenga vinnslu en þar var á tímabili meira en 2000 MW raforkuvinnsla, sem síðan hefur orðið að minnka um meira en helming vegna lækkunar þrýstings í jarðhitakerfinu.

Sjálfbær nýting jarðhitans hefur verið skilgreind sem vinnsla sem á einn eða annan hátt er hægt að viðhalda í mjög langan tíma. **Hér á landi hefur verið lagt til að miða við 100–300 ára nýtingu** og á Nýja-Sjálandi miða menn orðið við a.m.k. 100 ára vinnslu. Þarna er miðað við mun lengri tímakvarða en afskriftartíma jarðhitavirkjana (oft um 30 ár), sem oftast er stuðst við sem tímakvarða þegar vinnslugeta jarðhitakerfa er metin. Lengri tímakvarðar, t.d. frá því Ísland byggðist eða frá lokum síðustu ísaldar [10.000 ár], eru taldir óraunhæfir miðað við tímakvarða mannlegra athafna. Sjálfbær vinnslugeta jarðhitakerfis er þar af leiðandi töluvert meiri en náttúrulegt innstreymi í viðkomandi kerfi.

**Sjálfbær vinnslugeta** er háð eðli viðkomandi jarðhitakerfis auk þess að vera háð tæknipróun. T.d. má búast við því að sjálfbær

vinnslugeta vaxi með djúpri borunum og bættum vinnsluaðferðum eins og niðurdælingu. Sjálfbær vinnslugeta jarðhitakerfa getur bæði takmarkast af orkuinnihaldi kerfis eða þrýstingslækkun vegna takmarkaðs aðstreymsis. Í seinna tilfallinu getur niðurdæling aukið sjálfbæru vinnslugetuna verulega. Þá sýna líkanreikningar að áhrif tímabundinnar, ágengrar vinnslu ættu að vera afturkræf að verulegu leyti.

Benda má á að skoða þarf sjálfbæra þróun orkumála í víðara samhengi en fyrir einstök jarðhitasvæði óháð öðrum. Þetta er vegna þess að við langtíma vinnslu má reikna með töluverðum áhrifum milli aðliggjandi vinnslusvæða, jafnvel yfir töluverðar vegalengdir (tugi km). Ef einstök jarðhitakerfi eru nýtt á ágengan hátt um tíma þyrftu helst að vera tiltæk önnur kerfi í sama landshluta, sem nýta mætti meðan þau fyrirnefndu eru hvíld, ef miðað er við sjálfbæra vinnslu jarðhita í landshlutanum sem heild.

Árbæjarsundlaug. Ljós. Oddur Sigurðsson.



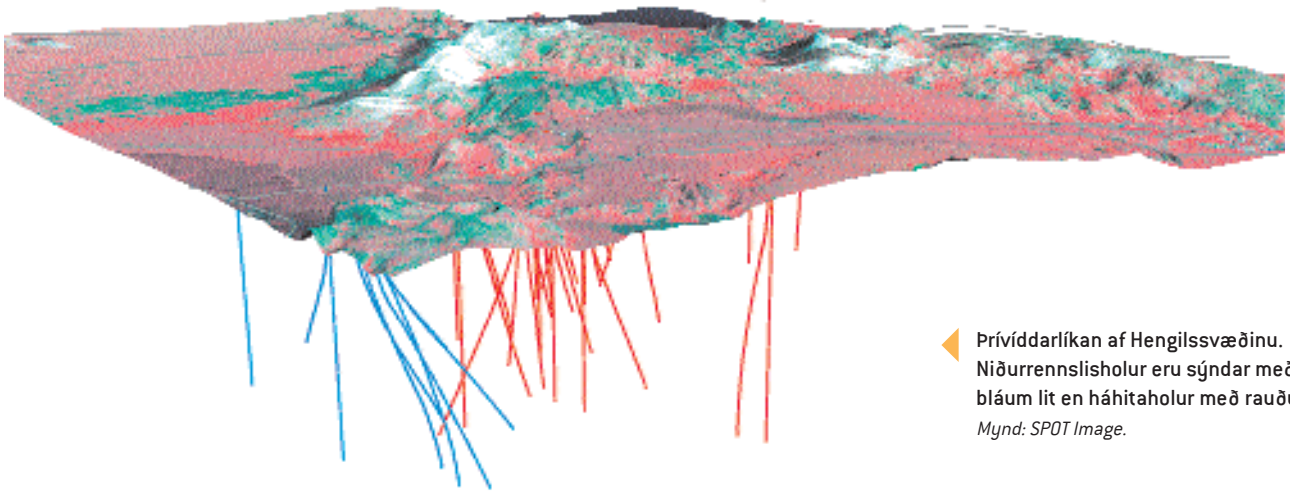
# Afallsvatn frá jarðhitavirkjun



▲ Borun á niðurrennsliðsvæðinu norðan Gráuhnúka.  
*Ljós. Björn Harðarson.*

Úr háhitaborholum á Hellsheiði kemur gufa og vatn, svokallað skiljuvatn. Gufan er notuð til rafmagnsframleiðslu en skiljuvatnið hitar upp kalt grunnvatn til heitavatnsmiðlunar. Hluti skiljuvatnsins er þó einnig notaður til raforkuframleiðslu í lágþrýstihverflum. Þegar skiljuvatnið, sem er mettað uppleystum efnum, hefur þjónað hlutverki sínu kallast það afallsvatn og er því skilað aftur ofan í jörðina um niðurrennsliðsholur.

Boraðar hafa verið **nú niðurrennsliðsholur** í tengslum við virkjunina og ná þær niður á 1000–2000 m dýpi. Tvær af holunum eru beinar en aðrar voru skáboraðar. Afallsvatninu er skilað ofan í sex af þessum holum er liggja við vesturjaðar sprungukerfis Hengilseldstöðvarinnar norðan Gráuhnúka. Nú þegar virkjunin framleiðir um 120 MWe er skiljuvatn um 350 til 370 kg/s og taka niðurrennsliðsholurnar við því. Þrjár holur, er liggja vestur af núverandi niðurrennsliðsvæði, reyndust fremur illa lekar og því lítt hæfar sem niðurrennsliðsholur. Þær eru hins vegar nýttar vegna svokallaðs CO<sub>2</sub> verkefnis, en um það er fjallað annars staðar í ársskýrslunni.

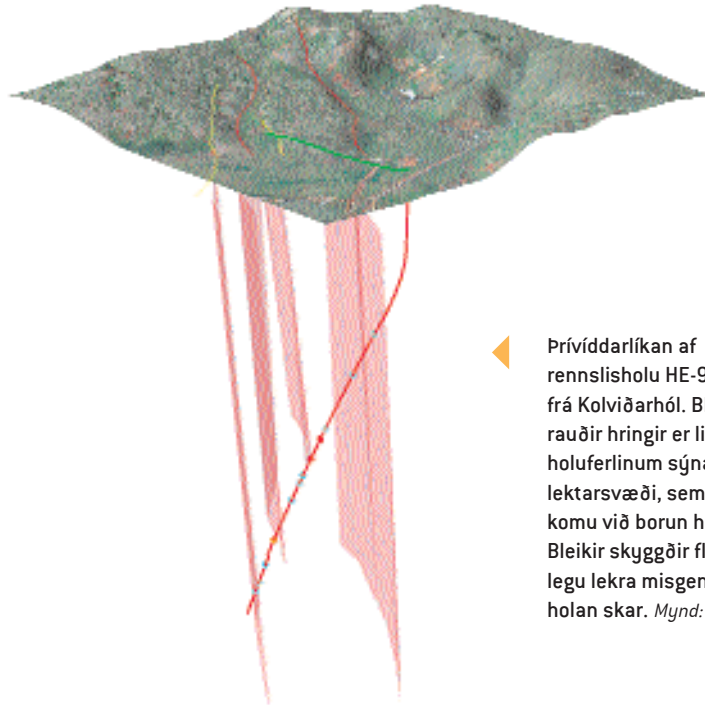


▶ Prívíddarlíkan af Hengillssvæðinu. Niðurrennslisholur eru sýndar með bláum lit en háhitaholur með rauðum. Mynd: SPOT Image.

Í ljós hefur komið að núverandi niðurrennslisholur eru það heitar að þær myndu í framtíðinni nýtast mun betur til orkuframleiðslu en förgunar affallsvatns. Orkuveita Reykjavíkur er því að kanna með borunum nýtt, hugsanlegt niðurrennslistvæði undir Húsmúla, norðvestan við Kolviðarhól, í tengslum við misgengi sem þar er að finna.

**Staðsetningu niðurrennslistvæðis** þarf að velja með það í huga að grunnvatn mengist ekki, og jafnframt þarf svæðið að vera lekt. Forsendur staðsetningar niðurrennslistvæðisins við Gráuhnúka voru þær að skila á affallsvatni niður á að minnsta kosti 400 m dýpi, með það að markmiði að koma í veg fyrir áhrif þess á ferskan grunnvatnsstraum, sem fellur til suðurs um Þrengsli í Selvog. Þá var talið að vesturjaðar sprungukerfis Hengilsins austan Gráuhnúka væri vel lekur. Annað markmið niðurrennslisholna er að koma skiljuvatninu á ný í samband við háhitakerfi Hengilsins og á þann hátt að viðhalda þrýstingi innan þess. Niðurstöður reiknilíkana hafa sýnt að í flestum tilvikum bætir niðurrennsli afkomu jarðhitakerfa með því að lengja endingartíma þeirra og halda uppi hærra vinnslustigi. Að skila affallsvatninu niður í jarðhitageyminn minnkar einnig umhverfisáhrif, t.d. á yfirborð hverasvæða.

ÍSOR hefur verið aðalráðgjafi Orkuveitu Reykjavíkur í rannsóknum á grunnvatns- og háhitakerfum.

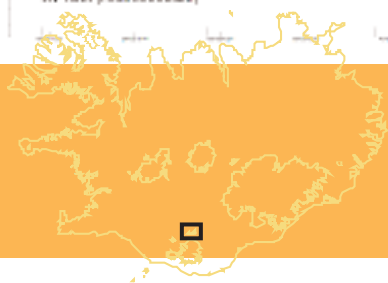
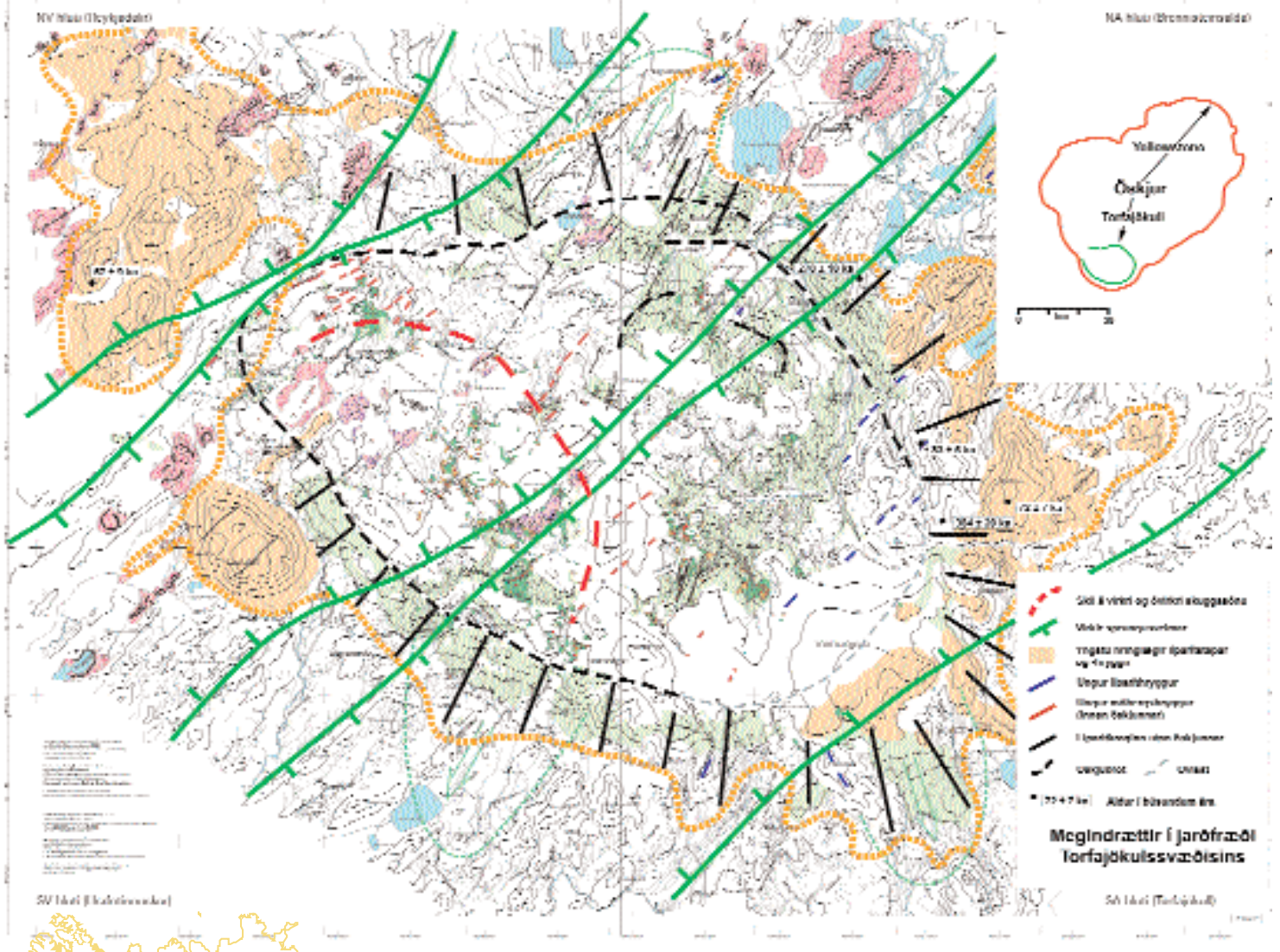


▶ Prívíddarlíkan af rennslisholu HE-9 skammt frá Kolviðarhól. Bláir og rauðir hringir er liggja á holuferlinum sýna lektarsvæði, sem fram komu við borun holunnar. Bleikir skyggðir fletir sýna legu lekra misgengja sem holan skar. Mynd: SPOT Image.

Oddur Óskar Kjartansson, borholumælingamaður. ▶

Ljós. Hermann Hafsteinnsson





## Torfajökull - megineldstöð og jarðhiti

Torfajökull sem eldfjall á sér ekki hlið-stæðu á Íslandi. Það er af sömu gerð og sum af stærstu eldfjöllum jarðar. Þau gjósa aðallega líparíti, oft í stórgosum á tugþúsunda til hundruð þúsunda ára fresti. Síðasta stórgos í Torfajökli varð fyrir um 70. 000 árum.

öskjunnar. Þriðji sprungusveimurinn liggur yfir Rauð-fossafjöllum vestan öskjunnar. Hann tengist líklega Vatnafjöllum. Í Torfajökli er fjögur smáskjálftavirkni, líkt og vel er þekkt um eldfjöll af þessari gerð, og er til marks um að þar er sjálfstæð, virk megineldstöð. Skjálftamælingar greina heitan bergmassa undir vestanverðri öskjunni. Í jarðfræðinni greinist hann sem kvikuskuggi undir Austur-Reykjadölum þar sem ekki hefur gosið basalti.

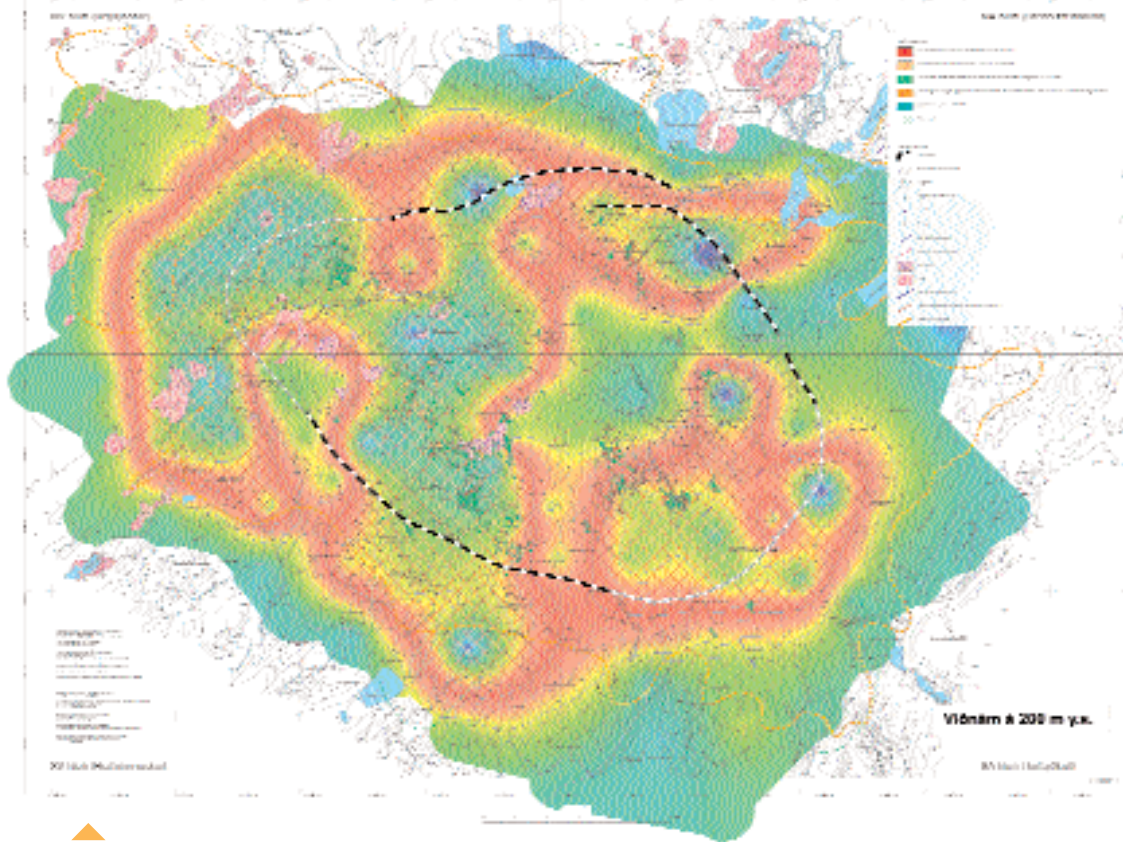
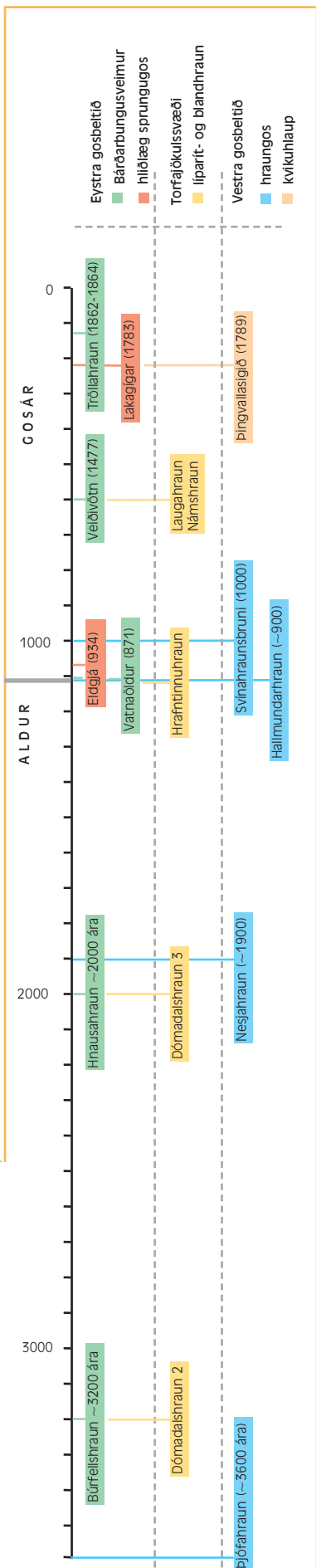
Torfajökull óx upp til hliðar við rekbeltin. Í Torfajökli er stærsta askja landsins, 18 x 12 km, lítil þó í samanburði við Yellowstone-öskjuna. Seint á ísöld brutust sprungusveimar fjarlæggra eldstöðvakerfa inn í Torfajökul. Sá austasti nær frá Vatnajökli suð-vestur milli Tungnár og Skaftár og suður á Mæli-fellssand. Hann hefur ekki verið virkur eftir ísöld. Miðsveimurinn nær frá Bárðarbungu suð-vestur fyrir Laufafell. Í honum hefur gosið margsinis eftir ísöld, þar af sex sinnum líparíthraunum innan

Gosvirkni í Bárðarbungusveimnum og Torfajökli hefur verið samstíga, enda veldur innrás kviku frá Bárðarbungu í kvikuhólf Torfajökuls gosnum þar. Fylgni er milli umbrota í Eystra og Vestra gosbeltinu. Spenna safnast á þau bæði milli þess sem slaknar á í umbrotum. Líðin eru 150 ár frá því að spennu tók úr þessum gosbeltum, með Skaftáreldum 1783, Suðurlands skjálfta 1784, Þingvallasiginu (kvikuhlaupi) 1789 og Tröllahrauni 1863. Skyldu vera 150-200 ár í næstu goslotu í rekbeltinum sunnan jökla?

Rannsóknirnar hafa verið unnar fyrir Orkustofnun á undanförunum árum. Kristján Sæmundsson jarðfræðingur hefur haft yfirumsjón með verkinu. Ljósmyndur Eggertsdóttir.



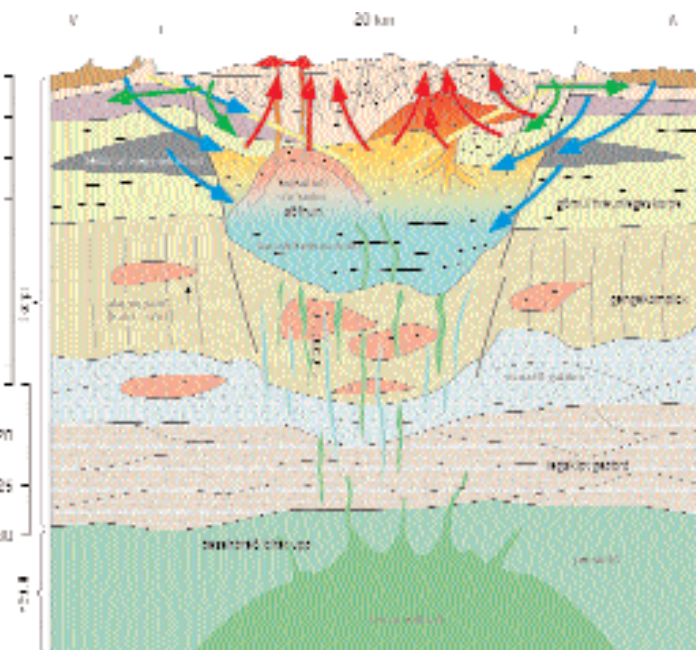




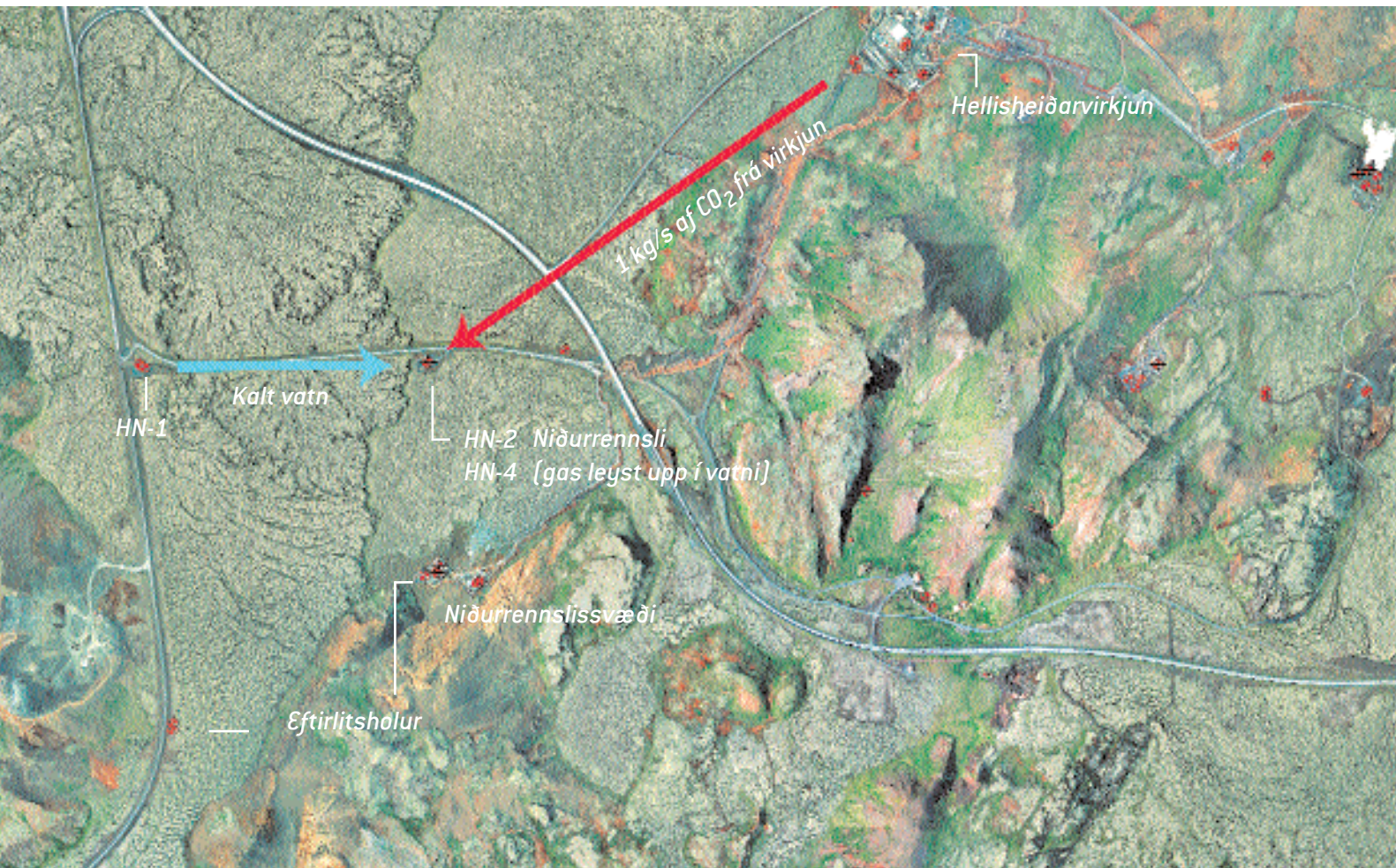
Hverasvæðið er um 140 km<sup>2</sup>, allt innan öskjunnar (dökkgrænar skellur á kortinu). Virkasti hluti þess er í Austur-Reykjadölum á beltum sem nær frá Vestur-Reykjadölum til suðausturs ofan í Ljósártungur. Miklir hverir eru einnig austan til í öskjunni (Háuhverir) og kringum Landmannalaugar. Kortið sýnir viðnám í 200 m hæð y.s. Rauðbleikir borðar sýna rúmlega 1 km breitt lágviðnámsbelti kringum háviðnámskjarna (rúðustrikaða og bláa þar sem viðnámið er hæst). Þar er eða hefur hiti einhvern tímann verið um eða yfir 240°C (hátt viðnám helst þótt síðar kólni). Háviðnámskjarnarnir ná út fyrir öskjuna og hverasvæðið. Vafasamt er um virkan háhita þar. Háviðnám vestan við líkleg takmörk öskjunnar er á svæði þar sem eru aðallega laugar. Gas í hveralofthiti bendir til að jarðhitakerfið þar undir sé minna en 200°C heitt. Annars staðar benda hlutföll gastegunda til um eða yfir 300°C hita.

Þverskurður af Torfajökulseldstöðinni frá vestri til austurs. Dregnir eru saman í hugmyndalíkan megindrættirnir í dýpri gerð eldstöðvarinnar. Rennsli um jarðhitakerfið er sýnt með örnum. Hitagjafi í rótum öskjunnar hitar grunnvatn, það leitar upp og kalt vatn dregst að úr umhverfinu (bláar örvar). Næst yfirborði fer jarðhitavatnið í suðu. Gufa og gas stígur upp en vatnið leitar frá, sumt út af svæðinu en sumt niður aftur og blandast hringrásinni (grænar örvar). Innskotsmassi úr gabbrói er í rótum öskjunnar (ljósblátt). Hann hefur orðið að þykkildi og sigið niður eftir því sem ný basaltkvika bætist í kvíkuhólf ofan hans. Súrvíkva (líparít) safnast efst í kvíkuhólfið. Grunnur bergeitill (rauðbleikur) olli uppþembu í austuröskjunni. Úr kvíkuhólfinu dreifist kvíkan þannig:

- 1) Súra kvíkan kemur upp í gosum.
- 2) Basaltkvíkan leitar í ganga og gossprungur utan miðsvæðis eldfjallsins. Hærrí eðlisþyngd varnar því að hún komi upp í gegnum súra kvíkuhólfið.
- 3) Mikið af basaltkvíkunni kemur ekki upp en situr eftir, storknar sem gabbró og sígur niður.



## Binding koltvísýrings í bergi - tilraunaverkefni



Koltvísýringur verður leiddur frá Hellisheiðarvirkjun að borholu í Þrengslum þar sem honum verður dælt niður ásamt köldu vatni sem fæst úr borholu á svæðinu. Myndkort: Hnit 2006.

# CO<sub>2</sub>

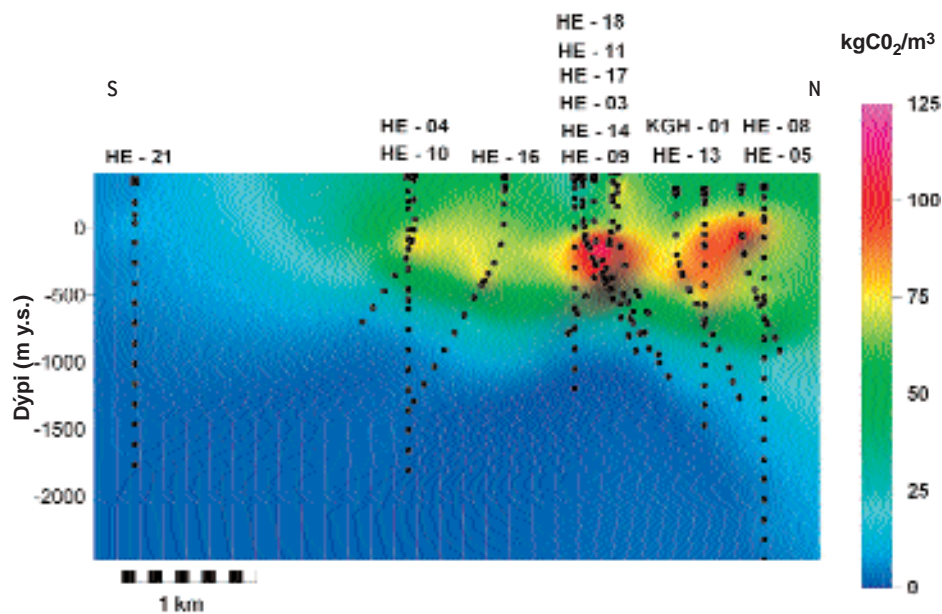
Viðamikil tilraunaverkefni sem beinist að því að kanna möguleikana á að binda koltvísýring ( $\text{CO}_2$ ) úr jarðhitagufu á Hellisheiði varanlega í bergi, sem kalsít, er um þessar mundir í undirbúningi hjá Orkuveitu Reykjavíkur, Háskóla Íslands, Columbia-háskóla í Bandaríkjunum og Rannsóknarráði Frakklands í Toulouse. Þeir ferlar sem eru að verki eru vel þekktir á jarðhitasvæðum og með því að líkja eftir þeim er leitast við að þróa aðferð sem gagnast má við að draga úr losun gróðurhúslofttegunda í andrúmslofti.

Upphaf málsins má rekja til þess að forseti Íslands bauð **prófessor Wallace Broecker** við Columbia-háskóla til Íslands til að hitta íslenska vísindamenn í janúar 2006. Á opnum fundi í Háskóla Íslands viðraði prófessor Broecker hugmyndir um að fanga koltvísýring úr andrúmslofti og binda hann í bergi. Þessar hugmyndir úttu af stað fjörugri umræðu og innan fárra daga var málið komið í þann farveg að ákveðið var að hefja þegar í stað undirbúning stórrar tilraunar. Strax varð ljóst að aðferðir til að vinna koltvísýring úr andrúmslofti eiga nokkuð í land og því var snemma horft til þess að nota gas úr jarðhitagufu sem fellur til í töluverðu magni í gufuaflsvirkjunum, eins og til dæmis Hellisheiðarvirkjun Orkuveitu Reykjavíkur.

Orkuveitan hefur lagt landsvæði og búnað við Hellisheiðarvirkjun til verkefnisins auk þess sem allir samstarfsaðilarnir leggja fjármagn og sérfræðipækkingu til þess. Sérfræðingar ÍSOR hafa tekið þátt í undirbúningi verksins frá upphafi og annast afmarkaða rannsóknarþætti. Að auki koma sérfræðingar frá fleiri aðilum að verkinu, s.s. frá VGK-Hönnun og Lawrence Berkeley National Laboratories í Kaliforníu.

Grunnhugmynd verkefnisins byggist á því að **ferskt basalt er hvarfgjart og leysist tiltölulega hratt upp í súru vatni**. Þegar koltvísýringur leysist upp í vatni myndar hann kolsýru sem leysir upp frumsteindir basaltsins. Við þetta gerist tvennt; súran hlutleysist, þ.e. tapar prótónum sínum og myndar karbónatjón, og katjónir eins og  $Ca^{++}$  losna úr Ca-silikötum í vatnið. Með tímanum hækkar pH-gildi vatnsins sem og styrkur  $HCO_3^-$  og  $Ca^{++}$ . Á endanum **mettast vatnið með tilliti til kalsíts ( $CaCO_3$ ) og þá fellur það út í holrými bergsins**. Karbónat sem myndast með hlutleysingu á kolsýru á þennan hátt er varanlega bundið og þar með tekið endanlega úr umferð.

Koltvísýringur verður leiddur frá Hellisheiðarvirkjun að borholu í Þrengslum þar sem honum verður dælt niður ásamt köldu vatni sem fæst úr borholu á svæðinu. Kolsýrðu vatninu verður dælt niður í lek jarðlög á 400–800 m dýpi þar sem það mun berast með grunnvatnsstraumi til suðurs og hvarfast við það berg sem verður á leið þess. Ætlunin er að dæla niður verulegum hluta þess koltvísýrings, sem annars yrði



losaður frá virkjuninni, eða um 30.000 tonnum á ári miðað við núverandi stærð hennar.

Eins og fyrr segir hafa sérfræðingar ÍSOR komið að undirbúningi tilraunarinnar frá upphafi og unnið að forrannsóknnum vegna hennar. Þar á meðal eru ítarlegar grunnvatnsrannsóknir, borholujarðfræði, athuganir á leysni gastegunda í vatni, ferilprófanir og mælingar á losun koltvísýrings um yfirborð á því svæði sem fyrirhugað er að dæla gasinu niður. Að auki hafa sérfræðingar ÍSOR gert rannsóknir á bindingu koltvísýrings í þakbergi háhitasvæða.

Undirbúningur tilraunarinnar er nú í fullum gangi og er gert ráð fyrir að niðurdæling koltvísýrings hefjist í Þrengslum á árinu 2009. Ef vel tekst til getur verið að fundin sé raunhæf aðferð til að binda koltvísýring sem annars myndi losna í andrúmsloftið. Hún gæti m.a. nýst koltvísýringslosandi stóriðju á Íslandi en á mörgum stöðum má finna nægt vatn og heppilegan berggrunn. Þá eru víðáttumikil basaltsvæði á yfirborði víða um heim sem gætu hentað fyrir koltvísýringsbindingu af þessu tagi.

Myndin sýnir niðurstöður mælinga ÍSOR á magni koltvísýrings sem bundið er í bergi í jarðhitakefinu á Hellisheiði. Styrkur  $CO_2$  var ákvarðaður í sýnum af borsvarfi. Staðsetning einstakra sýna eru táknuð með svörtum punktum.

Flæði koltvísýrings um jarðveg hefur verið mælt á nokkrum stöðum á landinu. Hér er Þráinn Friðriksson, jarðefnafræðingur við mælingar. Ljós. Bjarni Richter.





þykkt. Setið er hálfharðnað, hrungjarnt og vont jarðgangaberg. Gangaleiðin liggur einungis í gegnum það í hliðarálmum í grennd við Miklagarð, þar sem það er um eða innan við 5 m þykkt. Einungis 2% af leiðinni verður í Elliðavogsseti.

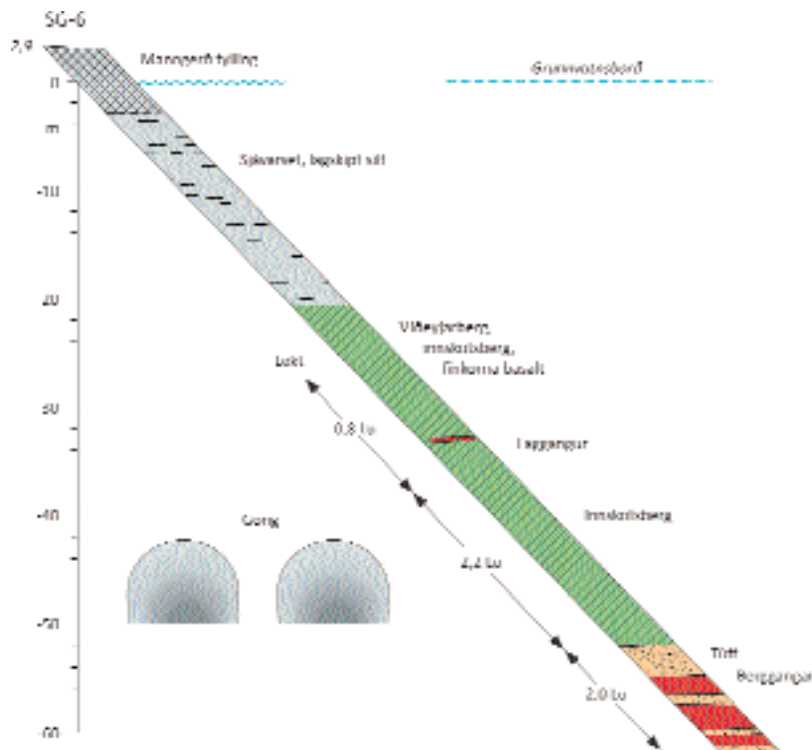
**Viðeyjarbergið** er mikilvægasta jarðmyndunin á svæðinu. Það er tveggja til þriggja milljóna ára. Jarðgangaleiðin er að langmestu leyti í því, eða 87% af heildarlengd. Viðeyjarberginu er skipt í tvo meginflokka, móberg og innskotsberg. Innskotsbergið er ráðandi berggerð undir Laugarásnum og í grennd við Sundahöfn. Í Gufunesi er staflinn hins vegar að mestu úr móbergi. Þetta er allgott jarðgangaberg, stendur vel og er þétt og illa vatnsleiðandi.

Talsvert sést af sprungum í Viðeyjarberginu. Þær virðast flestar vera gamlar og hafa myndast um leið eða skömmu eftir að jarðlögin hlóðust upp. Þær eru víðast fylltar með sprungufyllingum. Yngri sprungur eru einnig í þessu bergi en þær virðast þó fágætar og ekki er vitað um neinar virkar sprungur. Þó er ljóst að jarðhitinn undir svæðinu tengist opnum sprungum með einhverjum hætti.

**Lektarmælingar** gáfu til kynna að bergið væri tiltölulega þétt. Hvergi varð vart við áberandi sprungulekt. Hitamælingar sýndu að berg-hitinn er tiltölulega lágur á gangaleiðinni.

Á grundvelli **hljóðhraða- og bylgjubrotsmælinga** voru gerð nákvæm dýptar- og setþykktarkort af Elliðavogi. Setlögmynda einskonar dalfyllu sem nær yfir 30 m þykkt þar sem mest er. Þar er meira en 40 metra dýpi á klöppina frá sjávarmáli.

**Berggæðamat** sýnir að innskotsberg og móberg á gangaleið (Viðeyjarbergið) fær að jafnaði gildið „sæmilegt“. Elliðavogsset er mjög veiksamlímt og „lélegt“. Reykjavíkurgrágrúti fær yfirleitt gildið „sæmilegt“ en lægra gildi á munnasvæðum þar sem bergþekja er lítil. Aðstæður til jarðgangagerðar eru taldar heldur lakari en í Hvalfjarðargöngum. Stæðni bergs í jarðgöngum má að jafnaði tryggja með sprautusteypu og bergboltun í þekju. Á veikleikasvæðum verður að auki þörf á sérstökum styrkingum, t.d. jámbentum sprautusteypubogum.



▲ Snið úr skáholunni SG-6 á fyllingunni við Sundahöfn austur af Kleppi.

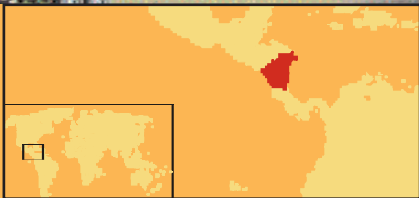
Verkið var unnið fyrir Vegagerðina en var í umsjá ÍSOR. Þar hélt Árni Hjartarson um verkið. Boraðar voru 16 holur á landi og sjó, 20–80 m djúpar. Alvarr ehf. sá um boranir.

Jarðfræðistofa Kjartans Thors sá um hljóðhraðamælingar á Elliðavogi og bylgjubrotsmælingarnar, sem ÍSOR annaðist, voru gerðar á mælingabáti Kjartans.

VGK-Hönnun gerði athuganir á berggæðum, þ.e. mat hæfi berglaga til jarðgangagerðar. Kjarnar voru mældir og metnir og prófanir gerðar á völdum sýnum, s.s. punktálagspróf, einásabrotpróf, rúmþyngdarmælingar og mælingar á gropuhlutfalli. Síðan var bergi skipt í styrkingaflokka.

Guðrún Sigríður Jónsdóttir kortahönnuður og Árni Hjartarson jarðfræðingur.  
Ljós. Friður Eggertsdóttir.



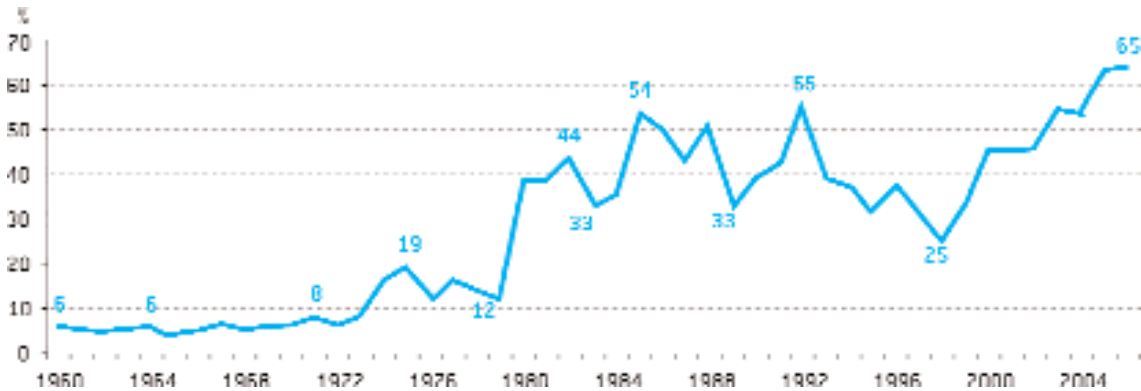


Jarðhitavirkjunin í Momotombo og samnefnt eldfjall í bakgrunni. Ljósmynd. Práinn Friðriksson.

Íslenskir jarðhitasérfræðingar hafa í áratugi unnið mikið starf á sviði þróunaraðstoðar, framan af einkum í gegnum alþjóðastofnanir og síðar Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna. Á undanförunum árum hefur Þróunarsamvinnustofnun Íslands (PSSÍ) lagt aukna áherslu á þróunarsamvinnuverkefni á sviði jarðhita og hafa sérfræðingar ÍSOR verið ráðgjafar PSSÍ í ýmsum slíkum verkum. Í nýjasta samstarfslandi PSSÍ, Níkaragva, mun jarðhiti verða mjög fyrirferðarmikill í starfi stofnunarinnar og sérfræðingar ÍSOR verða í burðarhlutverki í því verkefni.

**Níkaragva** er stærsta land Mið-Ameríku, um 130.000 km<sup>2</sup> að flatarmáli og þar búa rúmar 5 milljónir manna. Fátækt er mikil enda er þjóðarframleiðsla á mann hvergi lægri í allri Vesturálfu ef frá er talið Haítí. Vandamál Níkaragva eru af margvíslegum toga en meðal þeirra er algjört ófremdarástand í orkumálum. Þrátt fyrir að uppsett afl í landinu sé að nafninu til umtalsvert meira en hámarksnotkun (760 MW samborðið við um 500 MW) er viðvarandi orkuskortur í landinu svo skammta þarf rafmagn í um sex mánuði á ári. Stafar þetta m.a. af langvarandi vanrækslu við viðhald og endurnýjun orkuvera.

Níkaragva er **mjög auðugt af endurnýjanlegum orkugjöfum**; virkjanleg orka í vatnsföllum er álitin nema rúmum 3.000 MW og talið er að fá



▲  
Olíureikningur Níkaragva sem hlutfall af útflutningsverðmætum.

megi 1.200 MW með virkjun jarðhita. Þessi auðlegð þjóðarinnar er að mestu vannýtt því nú eru meira en tveir þriðju hlutar af öllu rafmagni í landinu framleiddir með innfluttu jarðefnaeldsneyti. Af þessum sökum er landið sérstaklega viðkvæmt fyrir þeim miklu olíuverðshækkunum sem orðið hafa að undanförmu. Árið 2006 var svo komið að kostnaður vegna innfluttrar olíu nam um 65% af útflutningstekjum þjóðarinnar.

Mikill vilji er hjá núverandi yfirvöldum í Níkaragva til að styrkja orkugeirann og þá einkum á sviði jarðhita og vatnsafls. Margir þróskuldar eru þó í veginum, m.a. gengur illa að laða fjárfesta að landinu vegna stormasamarar sögu og óstöðugleika. Þá er einnig tilfinnanlegur skortur á sérfræðipækkingu á þessum sviðum innan stjórnvalla og því tæknilega erfitt að vinna að samningum við fjárfesta og sinna lögboðnu eftirliti með framkvæmdum. Þetta á m.a. við mat á umhverfisáhrifum vegna jarðhitavirkjana. Lög um umhverfismat eru sambærileg við það sem gerist hér á landi, en þar sem nánast engin þekking er til staðar á umhverfisáhrifum jarðhitánýtingar sitja leyfisumsóknir fastar í kerfinu.

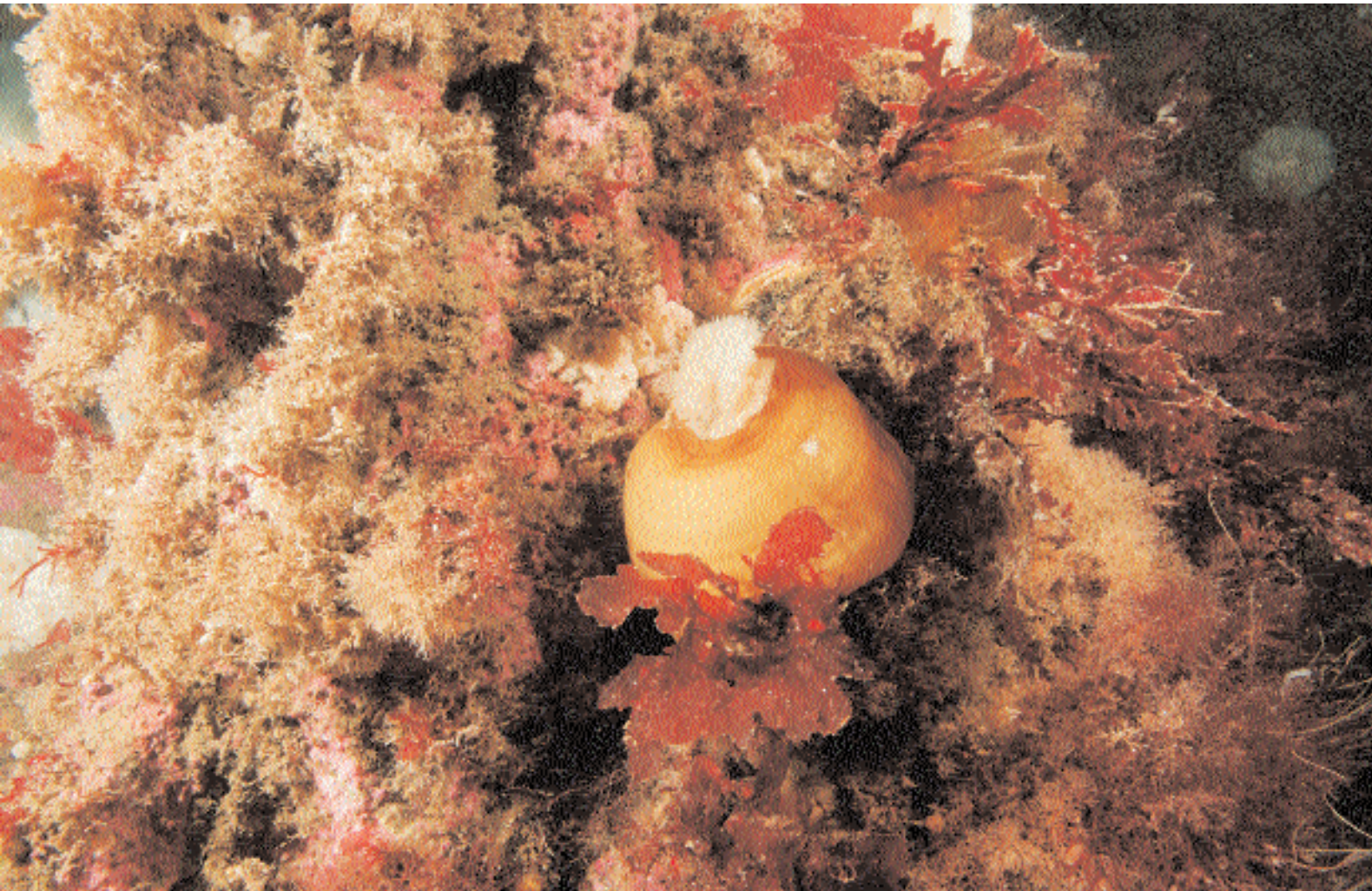
**Markmið jarðhitaverkefnis** PSSÍ í Níkaragva er að byggja upp kunnáttu innan opinberra stofnana í landinu þannig að skortur á sérfræðipækkingu verði ekki dragbítur á framþróun jarðhitánýtingar. Þetta verður gert með ýmsum hætti, t.d. með beinum stofnanastuðningi. Í stofnanastuðningi felst að sérfræðingar frá ÍSOR og öðrum stofnunum, svo sem Skipulagsstofnun og Umhverfisstofnun,

vinna að ákveðnum verkefnum í samstarfi við kollega sína í Níkaragva. Markmið stofnanastuðnings er tvíþætt, annars vegar að vinna þau verk sem fyrir liggja og hins vegar að miðla reynslu til heimamanna. Auk stofnanastuðnings mun verkefnið fela í sér mikla þjálfun, bæði við Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna og eins með skemmri námskeiðum sem munu fara fram í Níkaragva. Jarðhitaverkefni PSSÍ í Níkaragva hefst í ársbyrjun 2008 og mun standa í fimm ár. Gert er ráð fyrir að vinna sérfræðinga ÍSOR nemi tæpum fimm mannum á þessu tímabili og að a.m.k. tíu sérfræðingar komi að verkinu.

▼  
Þátttakendur á málþingi Þróunarsamvinnustofnunar í Níkaragva.



## Hverastrýtur - jarðhiti á hafsbotni



Strjúturnar mynda ákjósanlegt undirlag fyrir þörungum, samlokum og sæfíflla. Fyrir miðri mynd er sæfífill (*Metridium senile*) en á myndinni má einnig sjá hveldýr (ljóslit) og rauðþörungum (rauðleitir). *Ljós. Erlendur Bogason.*

Fyrir rúmlega 30 árum fundust neðansjávarhverir, á um 2500 m dýpi, skammt frá Galapagos-eyjum í Kyrrahafi. Síðan þá hafa fjölmörg neðansjávarhverasvæði fundist á hafsbotni, flest í tengslum við eldvirka úthafshryggi. Vísindamenn hafa rannsakað þessi hverasvæði ítarlega undanfarin ár og eru þau áhugaverð fyrir margra hluta sakir. Hverasvæðin eru yfirborðsummerki um virk og mjög öflug jarðhitakerfi í efsta hluta úthafsskorpunnar.

Í þessum jarðhitakerfum fara fram efnaskipti milli ungrar jarðskorpu annars vegar og kalds sjávar hins vegar og má gefa sér að sambærileg ferli hafi verið að verki mest alla jarðsöguna. Hverasvæðin standa jafnframt undir einstökum vistkerfum fjarri öllu sólarljósi, en þessi vistkerfi byggjast á örverum sem efna-tillífa orku úr efnasamböndum úr hverunum.

Nokkur hverasvæði tengd úthafshryggjum við Ísland eru þekkt, svo sem við Kolbeinsey, Grímsey og Steinhól á Reykjanes hrygg. Slík hverasvæði eru helst sambærileg við háhitasvæði landsins, s.s. Kröflu og Nesjavelli, en þau eru bundin við eldvirku beltin. Lengi hafa

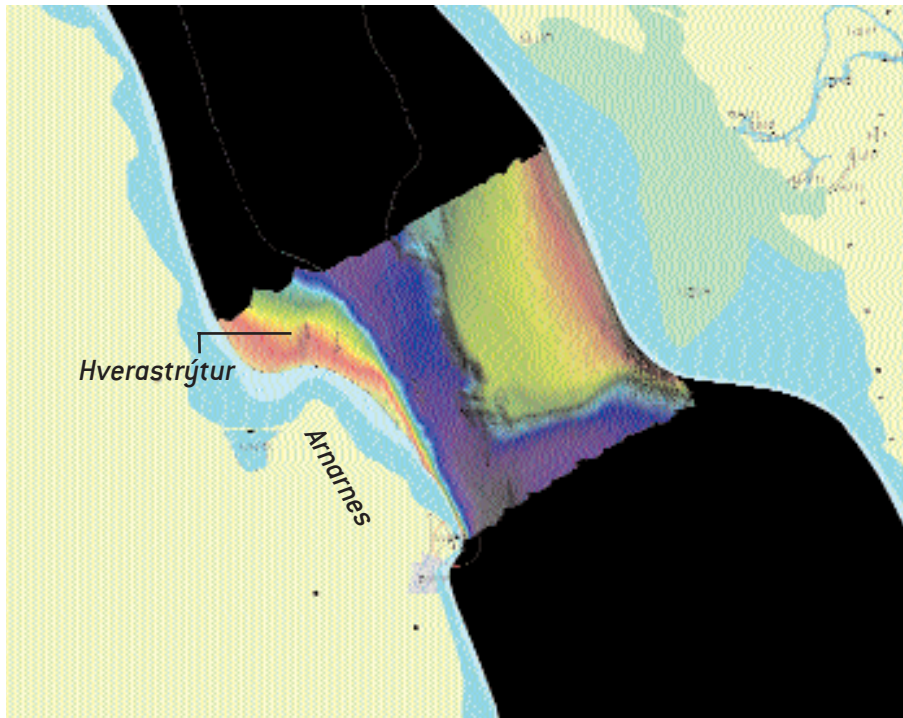


vísindamenn talið líklegt að lághitasvæði fundust einnig á grunnsævi við landið, sbr. fjölda hvera og lauga í flæðarmálinu og allmargar vísbendingar úr dýptarmælum smábáta um möguleg uppstreymi á grunnsævi.

**Arnarnesstrútur**, í vestanverðum Eyjafirði, fundust í ágústmánuði árið 2004. ÍSOR á Akureyri lagði til við Norðurorku að hafsbotn Eyjafjarðar, norðan og austan við Arnarnes, ásamt Laufásgrunni, yrði kortlagður með fjölgeislardýptarmælingum og hafði ÍSOR jafnframt milligöngu um að fá Baldur, rannsóknarskip Landhelgisgæslunnar til verksins. Á þessum tíma var til skoðunar að Norðurorka þjónustaði Grenivík með heitt vatn frá öflugum jarðhitakerfi sem það nýtir á Arnarnesi. Hugmyndin var m.a. að finna heppilega leið fyrir stofnlögn yfir Eyjafjörð.

Við þessa kortlagningu fundust allmörg strútlaga fyrirbæri á hafsbotninum skammt norður af Arnarnesnöfum og nefnast þau Arnarnesstrútur einu nafni. **Strúturnar virðast tengjast misgengi eða berggangi í berggrunninum** sem hefur stefnu rétt austan við norður, en það er algeng stefna á sprungum og göngum í norðanverðum Eyjafirði. Strútur hafa myndast á um 500 m löngum kafla og eru þær sem grynnt standa á um 25 m dýpi, en þær sem dýpst standa á um 50 m dýpi. Strúturnar eru allt að 10 m háar en líklegt er að hæð þeirra takmarkist af ölduróti. Fáeinum dögum síðar fóru vísindamenn frá ÍSOR og Háskólanum á Akureyri í könnunarleiðangur ásamt kafara og fékkst þá staðfest að **strúturnar væru myndaðar vegna uppstreymis jarðhitavökva**, að virkt uppstreymi væri í strúturnum og að vatnið sem þar kemur upp er ferskt.

ÍSOR, Háskólinn á Akureyri og Hafrannsóknarstofnun standa saman að þverfaglegum rannsóknum við Arnarnesstrútur. Rannsóknirnar lúta að jarðfræði, líffræði, vistfræði og lífefnaleit. Rannsóknirnar hafa m.a. falið í sér kortlagningu á plöntu- og dýralífi við strúturnar og umfangsmikla lífefnaleit en markmið með henni er að finna lífvirk efni sem hafa áhrif á líffræðilega ferla. Jarðfræðirannsóknirnar beinast ekki síst að mögulegum tengslum jarðhitakerfisins sem fæðir Arnarnesstrútur við jarðhitakerfið á Arnarnesi sem Norðurorka nýtir, en það er eitt öflugasta lághitakerfi landsins. Jafnframt má láta þess getið að í



Kort af hafsbotni Eyjafjarðar, gert eftir fjölgeislarmælingum. Hverastrúturnar sjást lengst til vinstri.

samstarfi við vísindamenn frá Geimrannsóknarstofnun Bandaríkjanna (NASA) var prófaður sérhæfður sýnatökubúnaður við strúturnar sem ætlaður er til sýnatöku við háan þrýsting á miklu dýpi í djúpsjavarhverum. Auk strúttanna norður af Arnarnesi eru í Eyjafirði þekktar strútur út af Ystuvík en þær fundust árið 1996.

Á síðasta ári var m.a. unnið að segulkortlagningu við Arnarnesstrútur og á Arnarnesinu sjálfu. Á myndinni er Gísli Jóhann Grétarsson að huga að mælitækjunum. *Ljós. Bjarni Gautason.*



## ÍSOR activities in 2007



▲  
Measuring natural CO<sub>2</sub> emissions in the Reykjanes geothermal area. Photo Bjarni Reyr Kristjánsson.

Iceland GeoSurvey (ÍSOR) is a state-owned non-profit research company providing a wide spectrum of energy research, exploration, and development services in Iceland and abroad. Our expertise is particularly strong in fields related to geothermal sciences and utilization, but we are also well equipped to tackle related projects and assignments. Such activities demand expert knowledge in various fields of earth and engineering sciences. ÍSOR is self-financing and operates on free-market principles on a contract and project basis.

Although established just five years ago, ÍSOR is based on 60 years of continuous experience in the field of geothermal and hydropower research and development. It is organized into five departments, Geology, Geophysics, Technical, Engineering, and Information technology. ÍSOR also runs an affiliated branch office in Akureyri.

ÍSOR conducts wide-ranging studies of geothermal fields, including surface exploration and interpretation of data from drillholes. ÍSOR sites exploration and production wells, and evaluates their geothermal characteristics and production capacity. The results are integrated into a conceptual model of the geothermal reservoir, which forms a basis for numerical modeling of the reservoir to assess the generating capacity of the field. We also advise developers on groundwater supplies and on the disposal of effluent water.

### Main activities in 2007

A significant part of the work of ÍSOR in 2007 was connected to production drilling in the high-temperature geothermal fields of Hengill and Reykjanes, and to exploratory drilling in the high-temperature fields of Krafla and Peistareykir. A large proportion of boreholes is now directionally drilled. Various exploration studies, including geological mapping, chemical sampling and analysis, and geophysical surveying were conducted in these and other geothermal fields. ÍSOR on-site services related to high-temperature drilling have increased markedly in the last few years.

A number of low-temperature geothermal areas were also studied. Successful drilling in some of these has identified prospects for several district heating services. Several geological and geophysical surveys of proposed road tunnel routes were carried out.

ÍSOR maintains service contracts with electric utilities and district heating services around the country. These involve monitoring of the temperature, pressure, and chemical composition of geothermal reservoir fluids.

### Environmental aspects

ÍSOR emphasizes the importance of environmental protection in all aspects of energy development. To support this commitment we offer a variety of services. These include the monitoring of changes in surface manifestations in geothermal areas, ground-water studies, point measurements and monitoring of gases in the atmosphere, studies of the feasibility of disposing of spent geothermal fluids by reinjection, and gravity and leveling surveys to monitor ground subsidence. ÍSOR carries out both environmental baseline surveys and long-term monitoring programs.

### Torfajökull central volcano

The extensive Torfajökull central volcanic area is a possible site for a major geothermal development. At the same time it is also a popular hiking and outdoor recreation area. ÍSOR has prepared a comprehensive report on the complex geological structure of the area and a map showing the distribution of geothermal manifestations. An integrated interpretation of geological, geochemical, and geophysical data indicates that the high-temperature area may be divided into several sub-areas, mostly located within the Torfajökull caldera, which extends over 180 km<sup>2</sup>, of which geothermal activity covers approximately 140 km<sup>2</sup>. The volcanic and geothermal activity is most intense in the southwestern part of the area. Torfajökull has

only erupted rhyolite during most of its lifetime, which makes it unique among Icelandic volcanoes.

### Sundagöng tunnel route

ÍSOR has recently completed a program of geological studies and geophysical surveys along the proposed Sundagöng road tunnel route in Reykjavík. The project included a seismic refraction survey and an analysis of drill cores as well as water level monitoring and temperature measurements in boreholes. The rock formations of interest are on the whole rather dense and fairly well suited for tunneling. The work was carried out on behalf of the Icelandic Road Administration.

### CO<sub>2</sub> fixation into basalt

The CarbFix project, a joint effort of Reykjavik Energy, the University of Iceland, Columbia University, USA, and CNRS-Toulouse, France, is a large-scale experimental project aimed at permanently fixing CO<sub>2</sub> in basaltic rocks. The CO<sub>2</sub> from the geothermal steam of the Hellisheidi Power Plant will be dissolved in water and injected into suitable rock formations. The carbonic acid will react with the basalt and form calcium carbonate in the rock. The CO<sub>2</sub> is thus permanently removed from the atmospheric geochemical cycle. ÍSOR has participated in preparations for the CarbFix project by conducting specific studies.

### Offshore projects

ÍSOR continued to provide advice to the Ministry of Foreign Affairs in connection with negotiations with neighbouring countries on overlapping claims to continental shelf rights. We furthermore assisted the Ministry of Industry and Commerce with ongoing preparations for the issuing of exploration and production licences for oil and gas in the Jan Mayen area.

### Overseas projects

ÍSOR scientists carried out geological studies and resistivity surveys in Djibouti for Reykjavik Energy Invest, consulted on the administrative infrastructure of the geothermal sector in Nicaragua, and provided advice to Hydro in Norway on geothermal development and utilization. ÍSOR also provided services abroad to Icelandic investment companies in California, Germany, Hungary, and China.

Sigurður G. Kristinsson,  
geologist. Photo Friður  
Eggertsdóttir.



# Skrá yfir skýrslur og greinar

Anett Blischke og Bjarni Richter [2007]. *Polling – Geological Feasibility Study. Geological knowledge and data assessment of the Malm reservoir within the geothermal concession of Polling, Bavaria, Germany.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/039. Unnið fyrir ENEX hf. ISBN 978-9979-780-64-9. 42 s.

Anett Blischke, Hjalti Steinn Gunnarsson, Bjarni Gautason, Sigurður Sveinn Jónsson, Bjarni Richter, Þorsteinn Egilson, Oddur Óskar Kjartansson og Ragnar Bjarni Jónsson [2007]. *Rannsóknarborun á Peistareykjum – HOLA ÞG-5. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 848 m í 1910 m.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/056. Unnið fyrir Peistareyki ehf. 75 s.

Anette K. Mortensen, Ásgrímur Guðmundsson, Egill Júlíusson, Páll Jónsson, Oddur Óskar Kjartansson og Sveinbjörn Bjarnason [2007]. *Krafla – HOLA KJ-35. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 7<sup>u</sup> leiðara frá 1296 m í 2508 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/044. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/088. 104 s.

Anette K. Mortensen, Bjarni Gautason, Þorsteinn Egilson, Oddur Óskar Kjartansson, Páll Jónsson, Ragnar Bjarni Jónsson og Ólafur Guðnason [2007]. *Krafla – HOLA KJ-35. 2. áfangi: Borun fyrir 9<sup>u</sup> vinnslufóðringu í 1296 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/029. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/078. 85 s.

Anette K. Mortensen, Helga Margrét Helgadóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Egill Júlíusson og Baldvin Sigurðsson [2007]. *Reykjanes – HOLA RN-13b. Útúrborun vinnsluhluta RN-13b í 2530 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/066. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. 151 s.

Anette K. Mortensen, Helga Margrét Helgadóttir, Ómar Sigurðsson, Þorsteinn Egilson, Haraldur Jónasson, Bjarni Kristinnsson og Jón Árni Jónsson [2007]. *Reykjanes – HOLA RN-25. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir 22<sup>1/2</sup> yfirborðsfóðringu í 86 m, 18<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu í 309 m og 13<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu í 707 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/027. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. 73 s.

Anette K. Mortensen, Oddur Óskar Kjartansson, Páll Jónsson og Ólafur Guðnason [2007]. *Krafla – HOLA KJ-35. 1. áfangi: Borun fyrir 13<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu frá 50 m í 270 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/023. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/072. 39 s.

Arnar Hjartarson og Egill Júlíusson [2007]. *Reiknilíkan af jarðhitakerfinu á Reykjanesi og spár um viðbrögð þess við 100 MW rafmagnsframleiðslu.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/025. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. ISBN 978-9979-780-60-1. 145 s.

Árni Hjartarson [2007]. *Kjalarnes – Botnsdalur. Berggrunnskort 1:25.000 og jarðlagalýsingar.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/064. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ISBN 978-9979-780-69-4

Árni Hjartarson [2007]. *Skagafjarðardalur – Jarðfræði. Aðstæður til jarðgangagerðar fyrir virkjun við Skatastaði.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/012. Unnið fyrir Landsvirkjun og Héraðsvötn ehf. ISBN 978-9979-780-58-8

Árni Hjartarson [2007]. *Ófus – Selvogur. Jarðfræðikort 1:25.000, jarðlagalýsing, myndun og mótun lands.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/063. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ISBN 978-9979-780-68-7

Árni Hjartarson og Ingibjörg Kaldal [2007].

Urriðavöllur. Verndargildi jarðminja í Urriðavatnssdölum. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/007. Unnið fyrir Styrktar- og líknarsjóð Oddfellow-reglunnar. ISBN 978-9979-780-53-3. 24 s. + kort.

Árni Hjartarson, Eiríkur Freyr Einarsson, Kjartan Thors, Kristján Ágústsson, Matthías Loftsson og Þorsteinn Egilson [2007]. *Sundagöng. Rannsóknir á jarðgangaleið Sundabrautar árið 2007. Áfangaskýrsla.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/034. Unnið fyrir Vegagerðina. 53 s. + 3 kort.

Árni Hjartarson, Eiríkur Freyr Einarsson, Kjartan Thors, Kristján Ágústsson, Matthías Loftsson og Þorsteinn Egilson [2007]. *Sundagöng. Jarðfræði og berggæði á jarðgangaleið Sundabrautar.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/052. Unnið fyrir Vegagerðina. ISBN 978-9979-780-66-3. 110 s. + 3 kort.

Ásgrímur Guðmundsson [2007]. *Rannsóknarboranir í Kröflu 2007. Tillögur um staðsetningu borholna.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/013. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/041. 51 s.

Ásgrímur Guðmundsson, Anett Blischke, Sigvaldi Thordarson, Ragnar Bjarni Jónsson og Kristján Haraldsson [2007]. *Krafla – HOLA KJ-36. 1. áfangi: Borun fyrir 13<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu frá 75 m í 301 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/048. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/090. 46 s.

Ásgrímur Guðmundsson, Bjarni Gautason, Þorsteinn Egilson, Sigvaldi Thordarson og Ólafur Guðnason [2006]. *Rannsóknarborun á Peistareykjum – HOLA ÞG-4. Forborun og 1. áfangi: Borun fyrir 18<sup>5/8</sup> yfirborðsfóðringu í 83 m og 13<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu í 287 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/041. Unnið fyrir Peistareyki ehf. 89 s.

Ásgrímur Guðmundsson, Þorsteinn Egilson og Kristján Haraldsson [2007]. *Krafla – HOLA KS-01. Forborun og 1. áfangi: Borun fyrir 18<sup>5/8</sup> yfirborðsfóðringu í 99 m og 13<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu í 279 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/015. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/055. 84 s.

Ásgrímur Guðmundsson, Þorsteinn Egilson, Bjarni Gautason, Sigvaldi Thordarson, Páll Jónsson og Kristján Haraldsson [2007]. *Krafla – HOLA KS-01. 2. áfangi: Borun fyrir 9<sup>u</sup> vinnslufóðringu frá 279 m í 899 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/022. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/070. 51 s.

Bjarni Gautason, Björn S. Harðarson Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Hilmar Sigvaldason, Anette K. Mortensen, Þorsteinn Egilson, Haraldur Jónasson, Bjarni Kristinnsson og Jón Árni Jónsson [2007]. *Skarðsmýrarfjall – HOLA HE-27. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir 22<sup>1/2</sup> yfirborðsfóðringu í 89 m, 18<sup>5/8</sup> vinnslufóðringu í 313 m og 13<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu í 753 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/026. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 71 s.

Bjarni Gautason, Sigvaldi Thordarson, Bjarni Richter, Þorsteinn Egilson, Páll Jónsson, Hjalti Steinn Gunnarsson, Friðgeir Pétursson, Oddur Kjartansson og Kristján Haraldsson [2007]. *Rannsóknarborun á Peistareykjum – HOLA ÞG-4 – 2. áfangi: Borun fyrir 9<sup>u</sup> vinnslufóðringu frá 287 m í 839 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/047. Unnið fyrir Peistareyki ehf. 52 s.

Bjarni Gautason, Sigvaldi Thordarson, Bjarni Richter, Þorsteinn Egilson, Páll Jónsson, Hjalti Steinn Gunnarsson, Friðgeir Pétursson, Oddur Kjartansson og Kristján Haraldsson [2007]. *Peistareykir – HOLA ÞG-5. Forborun og 1. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 110 m og öryggisfóðringu á 315 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/055. Unnið fyrir Peistareyki ehf. 84 s.

Bjarni Gautason, Þorsteinn Egilson, Anett Blischke,

Friðgeir Pétursson, Ragnar B. Jónsson, Halldór Ingólfsson, Elfar J. Eiríksson og Kristján Haraldsson. [2007]. *Krafla – Víti. HOLA KJ-36. 2. áfangi: Borun fyrir 9<sup>u</sup> vinnslufóðringu í 1111 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/060. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/118. 84 s.

Bjarni Gautason, Þorsteinn Egilson, Bjarni Richter, Sigvaldi Thordarson, Páll Jónsson og Páll H. Jónsson [2007]. *Krafla – HOLA KS-01. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 7<sup>u</sup> leiðara frá 899 m í 2502 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/024. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/071. 117 s.

Bjarni Reykr Kristjánsson, Sigurður Sveinn Jónsson, Snorri Guðbrandsson, Gunnlaugur M. Einarsson, Ómar Sigurðsson, Sigvaldi Thordarson og Peter Eric Danielsen [2007]. *Reykjanes – HOLA RN-14. Forborun, 1., 2. og 3. áfangi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/020. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. 117 s.

Bjarni Reykr Kristjánsson, Práinn Friðriksson, Kristján Sæmundsson, Guðni Axelsson, Anett Blischke og Niels Giroud [2007]. *Berserkseyri. Staða rannsókna á haustmánuðum 2007 og tillögur um næstu skref.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/062. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 72 s.

Bjarni Richter og Steinar Þór Guðlaugsson [2007]. *Yfirlit um jarðfræði Jan Mayen svæðisins og hugsanlegar kolvetnislindir.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/004. Unnið fyrir iðnaðar-ráðuneytið. ISBN 978-9979-780-51-9. 33 s.

Bjarni Richter, Þorsteinn Egilson, Anette K. Mortensen, Ragnar Bjarni Jónsson, Sigvaldi Thordarson, Friðgeir Pétursson, Oddur Kjartansson, Robert Stacy og Kristján Haraldsson [2007]. *Rannsóknarborun á Peistareykjum – HOLA ÞG-4. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 7<sup>u</sup> leiðara frá 839 m í 2240 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/054. Unnið fyrir Peistareyki ehf. 106 s.

Björn S. Harðarson, Benedikt Steingrímsson, Friðgeir Pétursson, Guðmundur Sigurðsson, Hermann Hafsteinsson, Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson, Oddur Kjartansson, Sigurður Sveinn Jónsson, Þorsteinn Egilson og Óskar Truggvason [2007]. *Nesjavellir – HOLA NJ-25. Borun, rannsóknir og einkenni holunnar.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/031. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ISBN 978-9979-780-62-5. 123 s.

Björn S. Harðarson, Egill Júlíusson, Gunnlaugur M. Einarsson, Sigurður Sveinn Jónsson og Snorri Guðbrandsson [2007]. *Hellisheiði – HOLA HE-30. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 707 m í 2318 m dýpi fyrir 9<sup>u</sup> leiðara.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/037. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 118 s.

Björn S. Harðarson, Helga M. Helgadóttir og Hjalti Franzson [2007]. *Hellisheiðarvirkjun. Niðurrennsliðsvæðið við Gráuhnúka.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/001. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ISBN 978-9979-780-49-6. 29 s.

Björn S. Harðarson, Hjalti Franzson, Snorri Guðbrandsson, Friðgeir Pétursson, Guðmundur Sigurðsson, Oddur Ó. Kjartansson, Ómar Sigurðsson, Páll Jónsson, Peter E. Danielsen og Tóbiás Brynleifsson [2007]. *Hellisheiði – HOLA HE-30. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir 22<sup>1/2</sup> yfirborðsfóðringu í 90 m, 18<sup>5/8</sup> vinnslufóðringu í 300 m og 13<sup>3/8</sup> vinnslufóðringu í 707 m dýpi.* Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/033. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 81 s.

Halldór Ármannsson [2007]. *Djibouti. Collection and chemical analysis of geothermal fluids from new wells – Apparatus.* Iceland GeoSurvey, ÍSOR-

2007/008. Unnið fyrir Próunarsamvinnustofnun Íslands (ICEIDA). 15 s.

Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson [2007]. Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð – Vöktun og niðurstöður 2006. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/003. Unnið fyrir Landsvirkjun – LV-2007/007. 16 s.

Halldór Ármannsson, Sigurrós Frídríksdóttir og Thóroddur F. Thóroddsson [2007]. Support to MARENA, Nicaragua under the ICEIDA geothermal program. Expert visit May 2007. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/035. Unnið fyrir Próunarsamvinnustofnun Íslands (ICEIDA). 17 s. + viðaukar.

Haukur Jóhannesson [2007]. Hitastigulsboranir í landi Svarfhóls í Álftafirði vestra. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/002. Unnið fyrir Súðavíkurrepp og Orkubú Vestfjarða. ISBN 978-9979-780-50-2. 26 s. + 2 kort.

Haukur Jóhannesson [2007]. Jarðhiti í Hólahreppi hinum forna. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/038. Unnið fyrir Skagafjarðarveitur ehf. ISBN 978-9979-780-63-2. 59 s.

Helga Margrét Helgadóttir, Anette K. Mortensen, Steinþór Niélssson, Sigurður Sveinn Jónsson, Þorsteinn Egilsson, Benedikt Steingrímsson, Peter E. Danielsen, Egill Júlíusson og Sigurjón Sigurðsson [2007]. Reykjanes – Hóla RN-14b. Útúrborun vinnsluhluta frá 844 m í 2426 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/021. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. 134 s.

Helga Margrét Helgadóttir, Björn S. Harðarson, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Bjarni Kristinsson og Sigurjón Sigurðsson [2007]. Helliheiði – Hóla HN-6. 1. – 3. áfangi: Borun fyrir 18<sup>3/8</sup>" öryggisfóðringu í 100 m, 13<sup>3/8</sup>" vinnslufóðringu í 828 m og 12<sup>1/4</sup>" vinnsluhluta í 2121 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/016. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 96 s.

Helga Margrét Helgadóttir, Steinþór Niélssson, Sigurður Sveinn Jónsson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir og Bjarni Kristinsson [2007]. Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-31. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir 22<sup>1/2</sup>" yfirborðsfóðringu í 92 m, 18<sup>3/8</sup>" öryggisfóðringu í 301 m og 13<sup>3/8</sup>" vinnslufóðringu í 727 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/036. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 84 s.

Helgi Arnar Alfreðsson, Björn S. Harðarson og Hjalti Franzson [2007]. Hóla HK-31 í Prengslum, Helliheiði. Jarðlög, ummyndun og lekt. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/030. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 26 s.

Knútur Árnason [2007]. TEM-viðnámsmælingar á Hengillssvæði 2006 og tillaga að rannsóknarborunum við Eldborg. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/005. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 34 s.

Kristján Sæmundsson [2007]. Torfajökull. Megineldstöð og jarðhiti. Samtúlkun gagna. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/057. Unnið fyrir Orkustofnun. ISBN 978-9979-780-56-4

Kristján Sæmundsson og Þóroldur H. Hafstað [2007]. Norðausturgosbelti. Grunnvatn, bergskrokkar og misleitni. Framlag til grunnvatnslíkans af gosbeltinu norðan við Kröflu. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/009. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2007/028. ISBN 978-9979-780-54-0. 19 s.

Líney Halla Kristinsdóttir, Ólafur G. Flóvenz, David Bruhn, Harald Milsch og Erik Spangenberg [2007]. Electrical Conductivity and Sonic Velocity of Icelandic Rock Core Samples Measured at High Temperature and Pressure. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/065. Skýrslan er liður í I-GET

verkefninu. 40 s.

Magnús Ólafsson [2007]. Orkuveita Húsavíkur. Efnavöktun 2005 og 2006. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/043. Unnið fyrir Orkuveitu Húsavíkur. 19 s.

Maryam Khodayar (ÍSOR), Hjalti Franzson (ÍSOR), Páll Einarsson (Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands) og Sveinbjörn Björnsson (Orkustofnun) [2007]. Hvammsvirkjun. Geological investigation of Skarðsfjall in the South Iceland Seismic Zone. Basement tectonics, Holocene surface ruptures, leakage, and stratigraphy. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/017. Unnið fyrir Landsvirkjun (The National Power Company) og Orkustofnun (National Energy Authority) sem liður í samvinnuverkefninu Bergsprungur. LV-2007/065. ISBN 978-9979-780-61-8. 39 s. + 8 kort.

Maryam Khodayar (ÍSOR), Páll Einarsson (Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands), Sveinbjörn Björnsson (Orkustofnun) og Hjalti Franzson (ÍSOR) [2007]. Holtavirkjun – Memorandum: Preliminary map of fractures and leakages in Akbraut in Holt and Laugar in Landsveit. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/010. Unnið fyrir Landsvirkjun (The National Power Company) og Orkustofnun (The National Energy Authority). 9 s. + 5 kort.

Ómar Sigurðsson, Kristín Kröyer og Magnús Ólafsson [2007]. Hitaveita RARIK á Siglufirði. Vinnslueftirlit 2005–2007. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/067. Unnið fyrir RARIK. 19 s.

Ragna Karlsdóttir og Arnar Már Vilhjálmsson [2007]. Kerlingarfjöll. TEM-mælingar 2004–2005. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/014. Unnið fyrir Orkustofnun. ISBN 978-9979-780-59-5. 60 s.

Ragna Karlsdóttir, Hjálmar Eysteinnsson, Arnar Már Vilhjálmsson og Knútur Árnason [2007]. Köldukvíslarbotnar. TEM-mælingar 2007. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/046. Unnið fyrir Landsvirkjun og Orkustofnun. ISBN 978-9979-780-65-6. 62 s.

Sigurjón Böðvar Þórarinnsson, Anette K. Mortensen, Björn S. Harðarson, Þorsteinn Egilsson, Kjartan Birgisson, Bjarni Kristinsson, Steinþór Niélssson og Haraldur Jónasson [2007]. Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-25. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir 22<sup>1/2</sup>" yfirborðsfóðringu í 96 m, 18<sup>3/8</sup>" öryggisfóðringu í 280 m og 13<sup>3/8</sup>" vinnslufóðringu í 709 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/019. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 64 s.

Sigurjón Böðvar Þórarinnsson, Anette K. Mortensen, Steinþór Niélssson, Hjalti Franzson, Peter Eric Danielsen, Guðmundur Sigurðsson, Haraldur Jónasson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir og Oddur Óskar Kjartansson [2007]. Helliheiði – Hóla HE-29. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir 22<sup>1/2</sup>" yfirborðsfóðringu í 106 m, 18<sup>3/8</sup>" öryggisfóðringu í 317 m og 13<sup>3/8</sup>" vinnslufóðringu í 954 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/018. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 75 s.

Sigurjón Böðvar Þórarinnsson, Björn S. Harðarson, Peter E. Danielsen, Egill Júlíusson, Steinþór Niélssson, Kjartan Birgisson, Bjarni Kristinsson, Arann T. Karim Mahmood, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir og Anette K. Mortensen [2007]. Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-25. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 709 m í 2155 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/032. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 80 s.

Sigurjón Böðvar Þórarinnsson, Sigurður Sveinn Jónsson, Steinþór Niélssson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir og Egill Júlíusson [2007]. Helliheiði – Hóla HE-29. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 954 m í 2502 m djúpi fyrir 9<sup>5/8</sup>" leiðara. Íslenskar orkurann-

sóknir, ÍSOR-2007/042. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 102 s.

Skúli Víkingsson [2007]. Hálslón. Rofnæmi jarðvegs – Er uppfokshætta úr Hálslóni? Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/006. Unnið fyrir Landsvirkjun. ISBN 978-9979-780-52-6. 27 s.

Skúli Víkingsson [2007]. Stapafell. Útreikningur á efnistöku 1945 til 2006. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/061. Unnið fyrir landeigendur Ytri-Njarðvíkurhverfis með Vatnsnesi. 18 s.

Snorri Guðbrandsson, Anette K. Mortensen, Bjarni Kristinsson, Peter Eric Danielsen, Ómar Sigurðsson og Jón Árni Jónsson [2007]. Reykjanes – Hóla RN-26. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 102 m, öryggisfóðringu í 320 m og vinnslufóðringu á 693 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/059. Unnið fyrir Landsvirkjun. 58 s.

Steinþór Niélssson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir og Sandra Ósk Snæbjörnsdóttir [2007]. Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-34. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir 22<sup>1/2</sup>" yfirborðsfóðringu í 97 m, 18<sup>3/8</sup>" öryggisfóðringu í 301 m og 13<sup>3/8</sup>" vinnslufóðringu í 723 m djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/053. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 63 s.

Steinþór Niélssson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, Sandra Ósk Snæbjörnsdóttir, Anett Blichke, Snorri Guðbrandsson, Christa Feucht, Gunnlaugur M. Einarsson, Helga Margrét Helgadóttir, Hjalti Franzson og Egill Júlíusson [2007]. Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-31. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9<sup>5/8</sup>" leiðara frá 727 m í 2703 djúpi. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/050. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 109 s.

Steinunn Hauksdóttir, Ingibjörg Kaldal og Sigvaldi Thordarson [2007]. Þarfagreining gagna á ÍSOR. Niðurstöður hópstarfs og verkefnatillögur. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/028. 109 s.

Sverrir Thórhallsson, Árni Ragnarsson, Benedikt Steingrímsson, Einar Tjörfi Elíasson, Guðni Axelsson, Guðmundur Ómar Fridleifsson, Hjalti Franzson og Ólafur G. Flóvenz [2007]. Geothermal Energy Overview. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/049. Unnið fyrir Hydro and StatoilHydro. 131 s.

Sæunn Halldórsdóttir, Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson [2007]. Afkastageta hól SK-28 á jarðhitasvæðinu á Bræðrá í Hrolleifsdal. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/045. Unnið fyrir Skagafjarðarveitur ehf. 31 s.

Pórhildur Björnsdóttir og Guðni Axelsson [2007]. Jarðhitasvæðið á Ytri Reykjum við Laugabakka í Miðfirði. Um nýtingu svæðisins og líklega afkastagetu. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/011. Unnið fyrir Húnabingvestra. ISBN 978-9979-780-57-1. 26 s.

Þóroldur H. Hafstað og Sigurður G. Kristinsson [2007]. Reykjanesvirkjun – Sjóhólar við Sandvík. Jarðlagaskipan og afkastamælingar. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/051. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. 106 s.

Þóroldur H. Hafstað, Elsa G. Vilmundardóttir og Bjarni Rey Kristjánsson [2007]. Nesjavéllir. Rannsóknarborholur í hraunrunu á affallssvæði virkjunarinnar. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/058. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. ISBN 978-9979-780-67-0. 65 s.

Práinn Frídríksson, Magnús Ólafsson og Niels Giroud [2007]. Jarðefnafræðilegt vinnslueftirlit árið 2006. Svartsengi og Hafnir. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2007/040. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja hf. 69 s.

## Rittrúndar greinar

Brandon, A. D., Graham, D. W., Waight, T. og Gautason, B. [2007].  $^{186}\text{Os}$  and  $^{187}\text{Os}$  enrichments and high  $^3\text{He}/^4\text{He}$  sources in the Earth's mantle: Evidence from Icelandic picrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71 (18), 4570–4591.

Árni Hjartarson [2007]. Norðurheimskautsbaugurinn í Grímsey. *Náttúrufræðingurinn* 76 (1–2), 70–72.

Árni Hjartarson og Droplaug Ólafsdóttir [2007]. Náttúrufræðingurinn 2006. *Náttúrufræðingurinn* 76 (1–2), 73–76.

Lacasse, C., Sigurdsson, H., Carey, S. N., Jóhannesson, H., Thomas, L. E. og Rogers, N. W. [2007]. Bimodal volcanism at the Katla subglacial caldera, Iceland: insight into the geochemistry and petrogenesis of rhyolitic magmas. *Bulletin of Volcanology* 69 (4), 373–399.

Fridleifsson, G. Ó. og Elders, W. A. [2007]. Progress Report on the Iceland Deep Drilling Project (IDDP). *Scientific Drilling* (4), 26–29.

Khodayar, M. og Franzson, H. [2007]. Fracture pattern of Thjórárdalur central volcano with respect to rift-jump and a migrating transform zone in South Iceland. *Journal of Structural Geology* 29 (5), 898–912.

Arnórsson, S., Stefánsson, A. og Bjarnason, J. Ó. [2007]. Fluid-Fluid Interactions in Geothermal Systems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 65 (1), 259–312.

## Ráðstefnur og fagrit

Brandon, A. D., Graham, D. W., Waight, T. og Gautason, B. [2007]. Os-He isotope systematics of Iceland picrites: Evidence for a deep origin of the Iceland plume. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71, A119.

Pope, E. C., Bird, D. K., Arnórsson, S., Fridriksson, Th., Elders, W. A. og Fridleifsson, G. Ó. [2007]. The Iceland Deep Drilling Project (IDDP): (II) Fluid Origin and Evolution in the Reykjanes Geothermal System - A Stable Isotope Study of Hydrothermal Epidote. V41A-0390. Abstract and poster, AGU Fall meeting, San Francisco, California, USA.

Bruhn, D., Milsch, H., Spangenberg, E., Flóvenz, Ó., Kristinsdóttir, L. H. og Jaya, M. S. [2007]. Petrophysical Signatures of the Liquid-Steam Phase Transition in Geothermal Reservoir Rocks. Í: Manzella A. og Mayorga C. [ritstj.] *Proceedings of the Engine Workshop 2 "Exploring high temperature reservoirs: new challenges for geothermal energy"*, 1–4 April 2007, Volterra, Italy, 26.

Fridleifsson, G., Albertsson, A., Stefánsson, B., Gunnlaugsson, E. og Adalsteinsson, H. [2007]. Deep Unconventional Geothermal Resources: a major opportunity to harness new sources of sustainable energy. *20th World Energy Conference, Rome 2007*, 21.

Fridleifsson, G. Ó. [2007]. IDDP Deep Drilling, Status April 2007. Í: Manzella A. & Mayorga C. [ritstj.] *Proceedings of the Engine Workshop 2 "Exploring high temperature reservoirs: new challenges for geothermal energy"*, 1–4 April 2007, Volterra, Italy, 55.

Fridleifsson, G. Ó. og Elders, W. [2007]. Iceland Deep Drilling Project. Í: Thórhallsson, S. og Schulte, T. [ritstj.] *Workshop Abstracts of the Engine Workshop 4 "Drilling cost effectiveness and feasibility of high-temperature drilling"*, 2–5 July 2007,

Reykjavík, Iceland, 19–20.

Axelsson, G. og Thórhallsson, S. [2007]. Stimulation of geothermal wells in basaltic rock in Iceland. Í: Huenges E. og Ledru, P. [ritstj.] *Proceedings of the ENGINE Mid-Term Conference, 9–12 January 2007, Potsdam, Germany*, 52.

Ármannsson, H. [2007]. Application of geochemical methods in geothermal exploration. *Short Course on Surface Exploration for Geothermal Resources. UNU-GTP, KenGen, Lake Naivasha Simba Lodge, Kenya November 2–17, 9 s.*

Ármannsson, H., Fridriksson, Th., Wiese, F., Hernández, P. og Pérez, N. [2007]. CO<sub>2</sub> budget of the Krafla geothermal system, NE-Iceland. Í: *Water-Rock Interaction*, Bullen, T. D. og Wang, Y. [ritstj.], 189–192.

Ármannsson, H. [2007]. EIA - Example from Bjarnarflag in Iceland. *Short Course on Surface Exploration for Geothermal Resources. UNU-GTP, KenGen, Lake Naivasha Simba Lodge, Kenya November 2–17, 10 s.*

Ármannsson, H. og Ólafsson, M. [2007]. Geothermal sampling and analysis. *Short Course on Surface Exploration for Geothermal Resources. UNU-GTP, KenGen, Lake Naivasha Simba Lodge, Kenya November 2–17, 10 s.*

Ólafsson, M. [2007]. Geochemical methods in geothermal exploration and exploitation. Í: Huenges, E. og Ledru, P. [ritstj.] *Proceedings of the ENGINE Mid-Term Conference, 9–12 January 2007, Potsdam, Germany*, 66.

Jaya, M. S., Bruhn, D., Milsch, H., Flóvenz, Ó., Kristinsdóttir, L. H., Ciz, R. og Shapiro, S. [2007]. Seismo-Acoustic Signatures Analysis of Temperature and Pressure Dependence of Porous Rocks. Í: Manzella A. og Mayorga C. [ritstj.] *Proceedings of the Engine Workshop 2 "Exploring high temperature reservoirs: new challenges for geothermal energy"*, 1–4 April 2007, Volterra, Italy, 32.

Khodayar, M., Franzson, H., Einarsson, P. og Björnsson, S. [2007]. Faults and Dykes of Skarðsfjall in the South Iceland Seismic Zone. Í: *Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands*, 36.

Reed, M. H., Palandri, J. L., Elders, W. A. og Fridleifsson, G. Ó. [2007]. The Iceland Deep Drilling Project (IDDP): (III) Hydrothermal Fluid Geobarometry. V41A-0391. Abstract and poster, AGU Fall meeting, San Francisco, California, USA.

Flóvenz, Ó. og Jónsdóttir, B. [2007]. Dissemination of geothermal knowledge at ISOR. Í: Huenges, E. og Ledru, P. [ritstj.] *Proceedings of the ENGINE Mid-Term Conference, 9–12 January 2007, Potsdam, Germany*, 76.

Ledru, P., Bruhn, D., Calcagno, P., Genter, A., Huenges, E., Kaltschmitt, M., Kohl, T., le Bel, L., Manzella, A. og Thórhallsson, S. [2007]. Developments in Geothermal Drilling. *Proceedings of the ENGINE Mid-Term Conference, 9–12 January 2007, Potsdam, Germany*, 11–13.

Ledru, P., Huenges, E. og Flóvenz, Ó. [2007]. From an Enhanced Geothermal Innovative Network for Europe to an European Geothermal Drilling Program? Í: Thórhallsson, S. og Schulte, T. [ritstj.] *Workshop Abstracts of the Engine Workshop 4 "Drilling cost effectiveness and feasibility of high-temperature drilling"*, 2–5 July 2007, Reykjavík, Iceland, 16–17.

Pezard, P., Gibert, B., Ásmundsson, R., Fridleifsson, G. Ó., Sanjuan, B., Hennings, J., Halladay, N. og Deltombe, J.-L. [2007]. Probing of high temperature geothermal reservoirs from electrical methods: HiTI EC project and the IDDP. Í: Manzella A. og Mayorga C. [ritstj.] *Proceedings of the Engine Workshop 2 "Exploring high temperature reservoirs: new challenges for geothermal energy"*, 1–4 April 2007, Volterra, Italy, 56.

Troyer, R., Reed, M. H., Elders, W. A. og Fridleifsson, G. Ó. [2007]. Iceland Deep Drilling Project (IDDP): (IV) Fluid Inclusion Microthermometry of the Geitafell Hydrothermal System. A Possible Analog of the Active Krafla System? V41A-0392. Abstract and poster, AGU Fall meeting, San Francisco, California, USA.

Ásmundsson, R. [2007]. High temperature logging. Í: Thórhallsson, S. og Schulte, T. [ritstj.] *Workshop Abstracts of the Engine Workshop 4 "Drilling cost effectiveness and feasibility of high-temperature drilling"*, 2–5 July 2007, Reykjavík, Iceland, 50.

Birkisson, S. og Thórhallsson, S. [2007]. Top-down cementing of geothermal wells in Iceland. Í: Thórhallsson, S. og Schulte, T. [ritstj.] *Workshop Abstracts of the Engine Workshop 4 "Drilling cost effectiveness and feasibility of high-temperature drilling"*, 2–5 July 2007, Reykjavík, Iceland, 36–37.

Thórhallsson, S. [2007]. Challenges faced in drilling high-temperature geothermal wells in Iceland. Í: Thórhallsson, S. og Schulte, T. [ritstj.] *Workshop Abstracts of the Engine Workshop 4 "Drilling cost effectiveness and feasibility of high-temperature drilling"*, 2–5 July 2007, Reykjavík, Iceland, 33.

Thórhallsson, S. [2007]. Developments in Geothermal Drilling. Í: Huenges, E. og Ledru, P. [ritstj.] *Proceedings of the ENGINE Mid-Term Conference, 9–12 January 2007, Potsdam, Germany*, 47.

Waight, T., Brandon, A. D., Graham, D. W. og Gautason, B. [2007]. Isotopic constraints on picritic magmatism, Iceland. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71, A1078.

Fridriksson, Th. og Ármannsson, H. [2007]. Application of geochemistry in geothermal resource assessment. *Short Course on Geothermal Development in Central America - Resource Assessment and Environmental Management, UNU-GTP, LaGeoSanta Tecla, El Salvador, 25th November–2nd December 2007*, 11 s.

Fridriksson, Th., Ármannsson, H., Wiese, F., Hernández, P. og Pérez, N. [2007]. CO<sub>2</sub> budget of the Reykjanes and the Krafla geothermal systems in Iceland. Í: Manzella A. og Mayorga C. [ritstj.] *Proceedings of the Engine Workshop 2 "Exploring high temperature reservoirs: new challenges for geothermal energy"*, 1–4 April 2007, Volterra, Italy, 22.

Elders, W. A., Fridleifsson, G. Ó., Bird, D. K., Reed, M. H., Schiffman, P. og Zierenberg, R. [2007]. The Iceland Deep Drilling Project (IDDP): (I) A New Era in Geothermal Development? V41A-0389. Abstract and poster, AGU Fall meeting, San Francisco, California, USA.

## Aðrar greinar

Árni Hjartarson [2007]. Hekla og heilagur Brendan. *Saga* 45 (1), 161–171.

Árni Hjartarson [2007]. Tíðarfarir 2006. *Norðurlöð*, janúar 2006, 2.

# Atburðir ársins

## Janúar



Endurnýjuð rannsóknarstofa.

## Júní

Kristján Sæmundsson, jarðfræðingur var sæmdur **riddarakrossi Fálkaorðunnar** fyrir framlag sitt til jarðhitarannsókna.



Alexander Karsner, aðstoðarorkumálaráðherra **Bandaríkjanna** kom til Íslands í boði forseta Íslands til að kynna sér íslensk orkumál.

## Ágúst

Halldór Ármannsson var kjörinn **formaður framkvæmdanefndar Water Rock Interaction** ráðstefnunnar, sem er ein helsta ráðstefna jarðefnafræðinga.



## Desember

Aukið samstarf við Háskóla Íslands. Samningur um að Ólafur G. Flóvenz, forstjóri ÍSOR, og dr. Guðni Axelsson, deildarstjóri eðlisfræðideilda, gegni starfi gestaprófessors við verkfræði- og raunvísindadeildir HÍ.



## Mars

Ársfundur ÍSOR 2007 var haldinn 30. mars sl. á Hótel Selfossi. Um 90 manns sóttu fundinn. Meginefni fundarins var ítarleg umfjöllun um verkefni á sviði landgrunnsrannsókna og hafréttarmála sem staðið hafa yfir á ÍSOR um nokkurra ára skeið.



## Júlí



ÍSOR hefur verið þátttakandi í nokkrum samevrópskum rannsóknarverkefnum á sviði jarðhita sem njóta stuðnings úr rannsóknarsjóðum Evrópusambandsins. ENGINE er eitt slíkt og lýtur að samhæfingu **rannsóknarstarfsemi á sviði jarðhitatækni í Evrópu**. Í júlí var haldin ráðstefna á vegum ENGINE í aðalstöðvum ÍSOR. Ráðstefnan fjallaði um bortækni. Alls tók 67 manns þátt í ráðstefnunni, þar af 53 frá útlöndum. Heppnaðist ráðstefnan þrjúðlega.

## September



Heimsókn Össurar Skarphéðinssonar, iðnaðarráðherra.

ÍSOR tók þátt í **vísindavöku RANNÍS** sem haldin var í Listasafni Reykjavíkur.



## Mái



Meginþungi starfsemi ÍSOR snýst um að bæta umhverfi á veraldarvísu með því að stuðla að vaxandi notkun endurnýjanlegra orkugjafa, einkum jarðhita. Í samræmi við það ákvað ÍSOR að **kolefnisgjafna útblástur bifreiða** sinna með því að taka þátt í skógræktaverkefni Kolviðar.

Nýr Scania í bílafloata ÍSOR



ÍSOR hlaut viðurkenningu á innkauparáðstefnu Ríkiskaupa fyrir að tileinka sér rafrænt innkaupaperli með notkun á Innkaupakorti ríkisins og færslusíðu MasterCard á framúrskarandi hátt.

Ólafur G. Flóvenz, forstjóri, tók sæti í **stjórn jarðhitaráðs Evrópu** (European Geothermal Energy Council).

## Október

Benedikt Steingrímsson, eðlisfræðingur, kjörinn í stjórn **Alþjóðajarðhitasambandsins** (IGA).

## Nóvember

Sérfræðingar ÍSOR tóku þátt í skipulagningu og kennslu á tveimur námskeiðum í jarðhitafræðum á vegum **Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna** (UNU-GTP). Annað var haldið í Kenýa fyrir sérfræðinga frá Austur-Afríku: „Short Course II on Surface Exploration for Geothermal Resources“. Hitt var haldið í El Salvador og fjallaði um jarðhitamat og umhverfisstjórnun á jarðhitasvæðum: „Short Course on Geothermal Development in Central America - Resource Assessment and Environmental Management“.





ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. • Sími: 528 1500 • Fax: 528 1699

Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. • Sími: 528 1500 • Fax: 528 1599

isor@isor.is • www.isor.is