

**ÍSOR**  
ICELAND GEOSURVEY

ÁRSSKÝRSLA  
ANNUAL REPORT

**2010**



# Efnisyfirlit

## Contents

Helstu atburðir ársins	4
Ávarp stjórnarformanns	5
Forstjóri ÍSOR	6
Rekstraryfirlit fyrir árið 2010	8
Jarðfræði og umhverfismál	10
Jarðeðlis- og forðafræði	14
Jarðhitaverkfræði	18
Borholumælingar og mælitækni	20
Jarðhitaverkefni í Chile	22
Jarðhitapjálfun og kennsla	24
Útgefið efni	26
Mannauður	31

Highlights of the Year	4
Chairman of the Board	5
General Director	6
Financial Statements for the Year 2010	9
Geology and Environment	10
Geophysics and Reservoir Physics	14
Geothermal Engineering	18
Geothermal Logging	20
Geothermal Projects in Chile	22
Geothermal Training and Education	24
Publications	26
Human Resources	31

ÍSOR – Iceland GeoSurvey – Grensásvegur 9, 108 Reykjavík, Iceland – Sími/Tel: +354 528 1500 – Fax: +354 528 1699 – isor@isor.is – www.isor.is  
Verkefnisstjóri/Project leader: Brynja Jónsdóttir – Þýðing/Translation: Guðmundur H. Guðfinnsson, Björn S. Harðarson – Prentun/Printing: PIXEL – ISBN: 978-9979-780-92-2  
Forsíða og mynd að neðan: Viðnámsmælingar í Grímsvötnum/Cover and photograph below: Resistivity surveying in Grímsvötn, Vatnajökull glacier: Egill Árni Guðnason  
Allar ljósmyndir í skýrslunni eru teknar af starfsfólki ÍSOR – All photographs were taken by the staff of Iceland GeoSurvey



# *Jarðvísindarannsóknir, ráðgjöf og þjónusta í sex áratugi*



***Scientific and technical services  
to the geothermal industry  
for six decades***



# Helstu atburðir ársins

## Highlights of the Year

janúar/January

### Ráðherraheimsókn

#### Visit by the Minister of Energy



Íðnaðarráðherra, Katrín Júlíusdóttir, heimsótti ÍSOR á árinu.

The Minister of Energy, Katrín Júlíusdóttir, came to visit.

apríl/April

### Alþjóðajarðhitaráðstefnan á Balí í Indónesíu

Ráðstefnan, sem haldin er fimmta hvert ár, var sú fjölmennasta til þessa. Þátttakendur voru um 2500 en 22 sérfræðingar frá ÍSOR sóttu hana. Alls birtust 55 greinar eftir þá í vefriti ráðstefnunnar sem geymir 1034 ritrýndar greinar. Samhliða ráðstefnunni tók ÍSOR þátt í sýningu og kynnti starfsemi sína ásamt sex öðrum fyrirtækjum frá Íslandi. Forseti Íslands, hr. Ólafur Ragnar Grímsson, var heiðursgestur ráðstefnunnar og flutti erindi á opnunaráttíðinni.

júlí/July

### Jarðfræðikort af Suðvesturlandi

#### Geological Map of Southwest Iceland



Nýtt jarðfræðikort í mælikvarða 1:100.000 var gefið út.

A geological map (1:100 000) of SW Iceland was published.

september/September

### Orkumálaráðherra Indlands

#### Indian Minister of Energy

Orkumálaráðherra Indlands, dr. Farooq Abdullah, kom til landsins og átti fund um aukið samstarf á sviði endurnýjanlegrar orku.

The Energy Minister of India, dr. Farooq Abdullah, came to Iceland to attend meetings on cooperation in renewable energy development.

febrúar/February

### Dagur evrópskra framhaldsnema

#### European Geothermal PhD day



Framhaldsnemadagur var haldinn í fyrsta sinn í Potsdam í Þýskalandi. Framhaldsnemar ÍSOR tóku þátt í dagskránni.

The European Geothermal PhD day was held in Potsdam, Germany. Several representatives of ISOR took part.



september/September

### Vísindavaka

#### Researchers Night

Mikill áhugi var hjá þeim rúmlega 2000 gestum sem komu á Vísindavökuna. Á sýningarsvæði ÍSOR var hægt að skoða öskusýni frá Eyjafjallajökli og bráðið berg frá 2 km dýpi úr djúpbörunarholu við Kröflu.

Researchers Night elicited much interest, and about 2000 people visited the ÍSOR booth. Tephra from Eyjafjallajökull was on display, as was freshly quenched magma recovered from the 2 km Iceland Deep Drilling Project (IDDP) well in Krafla, N-Iceland.



október/October

### Jarðhitavika

#### Geothermal Week in Reykjavík



Yfir 100 jarðhitasérfræðingar frá Evrópu, Ameríku, Japan og Eyjaálfu áttu fund um jarðhitamál og var hann haldinn í Orkugarði fyrstu vikuna í október.

More than a 100 geothermal experts from Europe, America, Japan and Oceania had meetings at ÍSOR's headquarters in October.

mars/March

### Ársfundur

#### Annual Meeting

Ársfundur ÍSOR var haldinn 19. mars 2010 í Orkugarði. Að loknu ávarpi iðnaðarráðherra og forstjóra ÍSOR voru flutt fræðileg erindi með áherslu á líkangerð.

ÍSOR's annual meeting was held on 19 March 2010. Several talks, emphasising geothermal modelling, followed the opening addresses by the Minister of Energy and the General Director.

apríl/April

### World Geothermal Congress 2010

The World Geothermal Congress (WGC) is organized every five years by the International Geothermal Association (IGA). Last year saw a record of about 2500 participants in Bali, Indonesia. A total of 22 specialists from ISOR attended the conference. Some 55 papers were published by ISOR staff on the WGC on-line web site which contains 1034 peer-reviewed articles for 2010. In conjunction to the conference ISOR participated in an exhibition and presented its activities along with six other Icelandic companies. The president of Iceland, Ólafur Ragnar Grímsson, was guest of honour and presented the opening speech.

# Ávarp stjórnarformanns

Guðrún Helga Brynleifsdóttir

Ársfundur Íslenskra orkurannsóknna (ÍSÖR) er nú sá áttundi í röðinni. Rekstrarumhverfið hefur verið erfitt hjá ÍSÖR sl. tvö ár eins og hjá flestum íslenskum fyrirtækjum. Samdráttur hefur verið mikill og verkefnastaðan slæm. Í rekstraráætlun vegna 2010 var gert ráð fyrir að boraðar yrðu sex holur á háhitavæðum á árinu en þær urðu tvær. Tekjur urðu 9% undir áætlun en frá 2008 hafa tekjur ÍSÖR lækkað um 41%. Veltan er nú farin að nálgast það sem hún var fyrir árið 2007.

Í ljósi þessa hefur aukin áhersla verið lögð á að afla verkefna erlendis og hlutur erlendra verkefna því farið vaxandi undanfarið. Tekjur vegna erlendra verkefna árið 2010 námu um 31% af heildartekjum ÍSÖR, sem er vissulega fagnaðarefni þegar samdrátturinn hér heima er jafn mikill og raun ber vitni. Tekist hefur að lækka rekstrargjöld með margvíslegum aðgerðum sem voru unnar í náninni samvinnu við starfsmenn. Slíkar aðgerðir eru auðvitað ekki sársaukalausar og ber að þakka starfsmönnum sem fært hafa fórnir í þeim efnum.

Þrátt fyrir þennan samdrátt er fjárhagsstaða ÍSÖR nokkuð traust. Þó er ljóst að ekki er viðunandi að ganga á eigin fé til langs tíma eins og ÍSÖR gat gert til að bregðast við „kreppunni“ og fékk þannig svigrúm til aðlögunar.

Tekjur fyrir erlend verkefni verða að vaxa þar sem ekki eru miklar líkur á auknum verkefnum innanlands á næstu misserum og árum. Við höfum margt fram að færa til alþjóðasamfélagsins og það er skylda okkar að sinna því. Spurn eftir umhverfisvænni og endurnýjanlegri orku á eftir að aukast í framtíðinni. Sérfræðileg ÍSÖR er óumdeild á þessu sviði og hafa ber í huga að þekking á auðlindinni er jafnvel verðmætari en auðlindin sjálf.

Að lokum vil ég þakka starfsmönnum og viðskiptavinum ÍSÖR ánægjulega samfylgd og samskipti á síðasta starfsári. Fráfarandi stjórn var skipuð fyrir átta árum og lætur nú af störfum. Vil ég sérstaklega þakka samstarfið og þau forréttindi sem það hafa verið að fá að starfa með stjórninni og starfsmönnum ÍSÖR á þessum vettvangi. Nýrri stjórn óska ég velfarnaðar í störfum sínum. Þá óska ég ÍSÖR alls hins besta og veit að fyrirtækið verður í stakk búið til góðra verka í framtíðinni.



## Chairman of the Board

Guðrún Helga Brynleifsdóttir

This is the eighth Annual General Meeting of Iceland GeoSurvey (ÍSÖR). The business environment has been difficult during the last two years for Iceland GeoSurvey as it has been for most Icelandic companies. Significant contraction has taken place and the project situation is poor. Whereas the operation plan for 2010 assumed drilling of six high-temperature wells, only two were actually drilled. Income was 9% less than projected and from the year 2008 it has fallen 41%. Turnover is now approaching levels seen before 2007.

In light of this, increased emphasis has been put on obtaining projects abroad with the result that foreign projects are becoming an ever more important part of the operation. In 2010, revenue from foreign projects amounted to 31% of the total revenue of Iceland GeoSurvey, which is encouraging considering how substantial the contraction has been in Iceland. Operation expenditures have been reduced by various measures taken in close cooperation with employees. Such measures are not painless and thanks are due to the employees for their sacrifices.

In spite of the contraction, the finances of Iceland GeoSurvey are fairly robust. However, it is not acceptable to continue drawing on company equity for a prolonged period, like Iceland GeoSurvey was able to do in response to the recession to gain some time for adaptation.

Revenues from foreign projects must grow because the likelihood for an increasing number of domestic projects in the coming years is low. We have much to offer to the international community and it is our duty to act on this. The demand for environmentally friendly and sustainable energy resources will keep on increasing. The expertise of Iceland GeoSurvey in this field is unquestionable and it should be noted that knowhow about resources is even more valuable than the resources themselves.

I would like to thank Iceland GeoSurvey personnel and clients for pleasurable cooperation and relations during the operational year. The company board that was nominated eight years ago is now stepping down. I would like to express my gratitude for the cooperation and the privilege to work with the board and the personnel of Iceland GeoSurvey. I wish the new board all success in its activities. I wish Iceland GeoSurvey the very best and am convinced that the company will be well prepared to meet future challenges.



## Forstjóri ÍSOR

Ólafur G. Flóvenz

Starfsemi ÍSOR á árinu miðaði að því að ná jafnvægi í rekstrinum eftir liðlega 41% fall í tekjum innanlands í kjölfar bankahrunsins árið 2008, þar af 14% milli árána 2009 og 2010. Samdrátturinn varð mestur í verkefnum vegna undirbúnings nýrra jarðgufuvirkjana, einkum hvað varðar þjónustu við boranir. Aðeins voru boraðar tvær holur á háhitasvæðum landsins árið 2010 en tíu holur árið á undan.

Bókfært tap ársins nam 94,5 m.kr. en áætlað tap hafði verið 68,7 m.kr. Tap umfram áætlanir er vegna fjármagnsliða; í stað áætlaðra fjármagnstekna upp á 15 m.kr. nam tap af fjármagnsliðum 21,3 m.kr. Helsta ástæða þessa er að hækku á gengi krónunnar á árinu leiddi til gengistaps á gjaldeyrisreikningum ÍSOR auk þess sem vextir af bankainnistæðum lækkuðu mjög á árinu. Gjaldamegin lækkaði launakostnaður um 14,4% og annar rekstrar-kostnaður um 11,7%. EBITA var neikvæð um 2,8%. Eftir sem áður er fjárhagsstaða ÍSOR nokkuð traust, handbært fé í árslok var 244,6 m.kr. og lækkaði um 41,6 m.kr. á árinu.

Þrátt fyrir tapið hefur gengið þokkalega að lækka rekstrar-kostnað. Fylgt hefur verið stefnu sem stjórnendur og starfsmenn mótuðu í sameiningu í árslok 2008 um hvernig mæta skyldi fyrirsjáanlegum tekjusamdrætti. Á tveimur árum hefur þannig tekist að lækka rekstrargjöld ÍSOR um 355 m.kr. á ári, eða um 28,5%. Launakostnaður hefur lækkað af fjórum ástæðum; nokkrir starfsmenn hafa hætt eða farið í launalaust leyfi, yfirvinna hefur verið greidd út í fríum, nokkrir starfsmanna hafa farið í hlutastarf tímabundið og laun eru tengd við rekstrarafkomu samkvæmt stofnanasamningi. Þá hefur verið leitast við að spara á sem flestum öðrum sviðum.

Þrátt fyrir erfiða fjárhagsstöðu gerðist margt jákvætt á árinu. Þannig varð veruleg aukning í tekjum vegna starf-semi erlendis. Lögð hefur verið áhersla á markaðsstarf, og fyrirtækið GeoThermHydro ehf., sem ÍSOR á og rekur með verkfræðistofunni Verkís, hefur gengið vel og aflað ÍSOR verulegra verkefna. Samtals námu tekjur af verk-efnum erlendis 268 m.kr., eða 31% tekna, árið 2010 á móti 117 m.kr., eða 8% tekna, árið 2008. Hluti þessara tekna er vegna íslenskrar þróunarsamvinnu á sviði jarðhita, bæði gegnum Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóð-anna og Þróunarsamvinnustofnun Íslands. Helstu verk-efni ÍSOR erlendis voru í Chile, Níkaragva, Kenía, Tyrklandi, Indónesíu, Ungverjalandi og Þýskalandi.

Á vordögum sóttu 22 sérfræðingar ÍSOR ráðstefnu Alþjóða-jarðhitasambandsins, WGC-2010, sem haldin var á Balí í Indónesíu. Þetta er helsta jarðhitaráðstefna í heiminum og er hún haldin á fimm ára fresti. Um 2500 þátttakendur mættu til leiks og gefið var út vefrænt ráðstefnurit með 1034 ritrúndum greinum. Sérfræðingar ÍSOR voru höfundar að 55 greinum, þar af fyrstu höfundar 28 greina. Þá var ÍSOR stór aðili að íslenska sýningarbásnum á ráðstefnunni. Forseti Íslands var heiðursgestur á ráðstefnunni og hélt yfirlitsræðu við opnunarathöfnina. Fyrrverandi styrkþegar Jarðhitaskólans voru áberandi enda höfundar að 199 greinum. Meirihluti þeirra stundaði nám sitt á Íslandi undir leiðsögn sérfræðinga ÍSOR. Á ráðstefnunni kom glögglega fram hve mikils áhlits Íslendingar njóta erlendis fyrir störf sín og árangur á sviði jarðhitamála, bæði á Íslandi og erlendis, ekki síst í þróunarríkjunum.

Auk sölu á þjónustu og ráðgjöf á grundvelli rannsókna ver ÍSOR nokkrum hluta tekna sinna til eigin rannsóknar-verkefna, bæði til að efla eigin rannsóknarfærni og til að afla grunnþekkingar á sviði jarðvísinda og jarðhita. Mörg þessara verkefna eru að hluta unnin fyrir rannsóknastyrki sem tekist hefur að afla gegnum sjóði Evrópusambandsins og jarðhitaklasann GEORG sem ÍSOR er aðili að. Meðal þessara verkefna er útgáfa vandaðs jarðfræðikorts af Suðvesturlandi í mælikvarðanum 1:100.000 sem ÍSOR vann á eigin kostnað og gaf út sumarið 2010 til sölu á almennum markaði. Er þetta í fyrsta sinn sem jarðfræði-kort í þessum mælikvarða er gefið út af heilum landshluta en slík kort eru einkar hentug fyrir ferðamenn.

Á árinu lauk viðamiklum endurbótum á húsnæði ÍSOR í Orkugarði í Reykjavík. Við það batnaði vinnuumhverfið verulega. Má segja að nú sé aðstaða öll í Orkugarði orðin hin besta að því frátöldu að vinnu við bílastæði í porti á bak við húsið er ólokið. Þá hefur verið unnið ötullega að endurbótum á vinnuaðstæðum á verkstæði ÍSOR og uppbygging gæðakerfis er á lokastigi.

ÍSOR tók sem fyrr virkan þátt í alþjóðasamstarfi á sviði jarð-hita og jarðvísinda. ÍSOR er m.a. aðili að EuroGeoSurvey, sem er samstarfsvettvangur jarðfræðistofnana Evrópu, og að European Geothermal Energy Council (EGEC). ÍSOR er einnig þátttakandi í European Energy Research Alliance Geothermal Programme (EERA-GP), á fulltrúa í stjórn Alþjóðajarðhitasambandsins, í stjórnarnefnd og vinnuhópum International Partnership on Geothermal Technology og í jarðhitasamstarfi Alþjóðaorkustofnunarinnar (IEA). Í tengslum við þetta alþjóðasamstarf beittu ÍSOR og Orkustofnun sér fyrir því að haldin var alþjóðleg jarðhitavika í Reykjavík í október þar sem um hundrað erlendir sérfræðingar komu til funda í hinum ýmsu samstarfsverkefnum um jarðhita.

Síðla árs lét Íslandsbanki vinna fyrir sig alþjóðlega könnun á stöðu Íslands í jarðhitamálu. Könnunin náði til yfir 30 landa og allra geira jarðhitaiðnaðarins. Í ljós kom að 65% aðspurðra þekkti til ÍSOR, 40% mjög vel. Sambærilegar meðaltalstölur fyrir íslensk verkfræðifyrirtæki voru 51% og 31% og er ÍSOR inni í þeim tölum. Af þessu má ljóst vera að ÍSOR hefur tekist á stuttum tíma að verða mjög þekkt rannsóknarstofnun eða fyrirtæki í jarðhitaheiminum. Þetta ætti ÍSOR að geta nýtt sér í markaðsöflun næstu ára.



# General Director

Ólafur G. Flóvenz

In 2010 ÍSOR aimed to achieve financial balance in its operations. The banking collapse of 2008 led to 41% fall in domestic revenue for the company, of which 14% occurred between 2009 and 2010. The decline was greatest in projects involving developments for the preparation of new geothermal power plants, particularly in departments servicing drilling operations. Only two wells were drilled in the high-temperature geothermal fields in Iceland whilst ten were drilled 2009.

Revenues in 2010 were negative by 94.5 million ISK but losses had been estimated to be around 68.7 million ISK. Deficit in excess of estimates was caused by financial expenses; instead of estimated net financial income of 15 million ISK the deficit came to 21.3 million ISK. The main reasons were the increased exchange rates of the ISK which resulted in losses on ÍSOR's currency bank accounts and, furthermore, interest rates on bank accounts in general were significantly marked down during the year. Salary costs were reduced by 14.4% and other operating expenses by 11.7%. EBITA was negative by 2.8%. Even so, ÍSOR's financial situation is relatively solid. Cash on hand at the end of 2010 was 244.6 million ISK and had slumped by 41.6 million during the year.

Despite the loss, ÍSOR has been pretty successful in lowering operating expenses. The company has followed a policy agreed by management and staff in late 2008 and designed to meet the predictable revenue decline. In two years we have managed to reduce the operating expenses by 355 million ISK, or about 28.5%.

Even though ÍSOR has been battling the difficult financial situation many positive things occurred this year. For example, there were significant increases in revenues for operations abroad. Emphasis has been placed on marketing and the company GeoThermHydro ehf., which ÍSOR owns and runs jointly with the engineering company Verkis, has been successful and led to several significant projects. Total revenue from overseas projects was 268 million ISK, or 31% of revenues, in 2010 compared to 117 million ISK, or 8% of revenues, in 2008. Part of this income is due to the collaboration regarding geothermal energy, both through the United Nations University in Iceland and the Icelandic International Development Agency. The main projects abroad were in Chile, Nicaragua, Kenya, Turkey, Indonesia, Hungary and Germany.

In the spring of 2010 some 22 experts from ÍSOR attended the conference of the International Geothermal Union (WGC-2010), held in Bali in Indonesia. This is the main geothermal conference in the world and is held every five years. About 2500 people attended the conference and 1034 peer-reviewed articles were published on-line. Experts from ÍSOR co-authored 55 papers, of which they were first authors of 28. ÍSOR collaborated on the Icelandic exhibition booth at the conference. The President of Iceland was the guest of honour at the conference and held a summary speech at the opening ceremony. Former fellows of the United Nations University Geothermal Training

Programme in Iceland were prominent being the authors of 199 papers. Most of them had indeed achieved their diplomas in Iceland under the guidance of experts from ÍSOR. Feedback at the Bali confirmed how highly Iceland is regarded internationally for work and achievements in the field of geothermal energy, both in Iceland and abroad, particularly for its projects in developing countries.

In addition to sales of services and advice based on research at ÍSOR, the company spends some part of its income on research projects pursued by the staff both to expand their own understanding and to search for ground breaking knowledge in the field of earth sciences and geothermal energy. Many of these projects are partially financed by research grants that have been acquired through the European Union and the Geothermal Research Group (GEORG) of which ÍSOR is a part. Among these projects is the publication of a high quality geological map of Southwest Iceland in a scale of 1:100.000 which ÍSOR completed at their own expense and released in 2010 for sale on the open market. This is the first time that a geological map of this scale is made of a whole region in Iceland, but such maps are particularly suitable for tourists.

During 2010 extensive renovations of the ÍSOR building at Orkugardur were completed, significantly improving the work environment. Facilities at Orkugardur are now of a very high standard, with the exception of car parking in the square behind the building which is unfinished. Significant effort has been put into improving the working conditions at ÍSOR's workshops and the construction of a quality system is being finalized.

ÍSOR remains active in international collaboration in the field of geothermal energy and earth sciences. For example, ÍSOR is a member of the EuroGeoSurvey and the European Geothermal Energy Council (EGEC). ÍSOR is also a participant in the European Energy Research Alliance Geothermal Programme (EERA-GP), has a representative in the board of the International Geothermal Association (IGA), is in the steering committee and working groups of the International Partnership on Geothermal Technology and cooperates with in the Geothermal Implementing Agreement of the International Energy Agency (IEA-GIA). In connection with this international collaboration, ÍSOR and the National Energy Authority of Iceland were a driving force in holding an international geothermal week in Reykjavik in October 2010. Around a hundred foreign experts met to discuss a variety of collaborative projects in geothermal energy.

Late 2010 Íslandsbanki organised an international survey on the status of Iceland regarding geothermal issues. The survey covered over 30 countries and all sectors of the geothermal industries. The results showed that 65% of respondents knew about ÍSOR and 40% knew it very well. The corresponding average figures for Icelandic engineering companies were 51% and 31%, and ÍSOR is included in these numbers. From this it is clear that ÍSOR has succeeded in a short time to become a well known research organisations in the geothermal world. ÍSOR will maintain and take advantage of this high profile in gaining further markets in coming years.

# Rekstraryfirlit fyrir árið 2010

	2010	2009
<b>Rekstrarreikningur (þús. kr.)</b>		
Rekstrartekjur	866.593	1.002.813
Rekstrargjöld	890.707	1.015.116
Afskriftir	49.017	67.289
	<u>939.724</u>	<u>1.082.405</u>
Rekstrarhagnaður fyrir fjármagnsliði	(73.131)	(79.592)
Fjármagnstekjur og (gjöld)	(21.349)	29.878
Hagnaður (tap) ársins	<u>(94.480)</u>	<u>(49.714)</u>
<b>Efnahagsreikningur (þús. kr.)</b>		
Fastafjármunir	181.508	217.595
Veltufjármunir	414.897	443.763
Eignir alls	<u>596.405</u>	<u>661.358</u>
Eigið fé	365.687	460.167
Skammtímaskuldir	230.718	201.191
Eigið fé og skuldir alls	<u>596.405</u>	<u>661.358</u>
<b>Sjóðstreymi (þús. kr.)</b>		
Veltufé frá rekstri	(45.463)	17.575
Breytingar á rekstartengdum eignum og skuldum	16.792	89.604
Fjárfestingahreyfingar	(12.930)	(26.852)
Hækkun (lækkun) á handbæru fé	(41.601)	80.327
<b>Kennitölur</b>		
EBITA	(24.114)	(12.303)
EBITA hlutfall	-2,8%	-1,2%
Eiginfjárlutfall	61,3%	69,6%
Arðsemi eigin fjár	-20,5%	-9,8%
Starfsmenn	80	84



# Financial Statements for the Year 2010

	2010	2009
<b>Income statement (ISK thousands)</b>		
Operating revenues	866,593	1,002,813
Operating expenses	890,707	1,015,116
Depreciation	49,017	67,289
	<u>939,724</u>	<u>1,082,405</u>
Operating profit before financial expenses	(73,131)	(79,592)
Net financial income	(21,349)	29,878
<b>Net profit (loss)</b>	<u><b>(94,480)</b></u>	<u><b>(49,714)</b></u>

<b>Balance sheet (ISK thousands)</b>		
Fixed assets	181,508	217,595
Current assets	414,897	443,763
<b>Total assets</b>	<u><b>596,405</b></u>	<u><b>661,358</b></u>
Total equity	365,687	460,167
Liabilities	230,718	201,191
<b>Total liabilities and equity</b>	<u><b>596,405</b></u>	<u><b>661,358</b></u>

<b>Cash flow (ISK thousands)</b>		
Working capital from operating activities	(45,463)	17,575
Cash provided by operating activities	16,792	89,604
Cash flows from investing activities	(12,930)	(26,852)
<b>Free Cash flow</b>	<b>(41,601)</b>	<b>80,327</b>

<b>Key figures</b>		
EBITA	(24,114)	(12,303)
EBITA ratio	-2.8%	-1.2%
Equity ratio	61.3%	69.6%
Return on Equity	-20.5%	-9.8%
Employees	80	84

## Jarðfræði og umhverfismál

*Þekking á jarðfræði landsins er undirstaða skynsamlegrar nýtingar auðlinda eins og heita og kalda vatnsins. Hún fæst meðal annars með jarðfræðikortlagningu á yfirborði og rannsóknum á svarfi úr borholum sem eru einu áþreifanlegu gögnin um það sem er ofan í jörðinni.*

Jarðfræðikort af Suðvesturlandi í mælikvarða 1:100.000 var gefið út á árinu til sölu á almennum markaði. Með því er almenningi veittur aðgangur að þeim miklu upplýsingum um jarðfræði þessa svæðis sem safnast hafa saman um áratugaskeið við vinnu fyrir ýmsa aðila eins og Orkuveitu Reykjavíkur, HS Orku og sveitarfélögin á höfuðborgarsvæðinu. Jafnframt útgáfu kortsins var ýmsum fróðleik og upplýsingum um 40 skoðunarverða staði, sem merktir eru á kortið, komið fyrir á vef ÍSOR.

Af öðrum verkefnum á þessu sviði má nefna að unnið var við rannsóknir vegna skriðuvár í Esjuhlíðum fyrir Veðurstofu Íslands og áfram var haldið með kortlagningu bergsprungna í skjálftabeltum, m.a. vegna virkjana í Neðri-Þjórsá fyrir Landsvirkjun. Jarðhiti var kortlagður víða um land og lokið var m.a. við skýrslu um heitavatnsöflun fyrir Vesturbýggð.

Unnið var að forrannsókn, jarðhitakortlagningu og sýnasöfnun í norður- og miðhluta Chile fyrir þarlend orkufyrirtæki á svæðunum Alitar í Atacama-eyðimörkinni og Colimapu, rétt sunnan Sa ntiago. Einnig var unnið að jarðfræðikortlagningu í San Francisco Libre og Tuestepe í Níkaragva, í samstarfi við jarðhitadeild þarlends námu- og orkumálaráðuneytis á vegum PSSÍ.

Vegna mikils samdráttar í borunum gafst tóm til að sinna úrvinnslu og rannsóknum á gögnum sem safnast hafa við boranir á undanförunum árum. Má þar nefna samanburð á viðnámsmælingum sem beitt er í borholum og á yfirborði og frekari úrvinnslu á jarðfræðigögnum úr fjölda borholna. Fjórir sérfræðingar ÍSOR og einn nemandi í Háskóla Íslands unnu að ritgerðum til meistaraþrófs þar sem megináhersla er lögð á kortlagningu jarðhitakerfisins í suðurhluta Hengilssvæðisins.

Á haustdögum lauk borun nýrrar rannsóknar- og vinnsluholu á Skarðdal í Siglufirði fyrir RARIK. Á undanförunum árum hefur dregið úr afköstum jarðhitakerfisins í Skútudal við Siglufjörð og er talið líklegt að það sé vegna þess að jarðgöngin milli Skútudals og Héðinsfjarðar hafi skorið sprungur tengdar jarðhitakerfinu. Starfsmenn ÍSOR hafa unnið að jarðfræði- og forðafræðirannsóknum auk reglulegs eftirlits með vinnslu hitaveitunnar í Siglufirði á undanförunum áratugum. Nú hefur verið gert líkan af jarðhitakerfinu á Skarðdal og er núja holan boruð á grundvelli þess. Borað var niður á 702 m dýpi með góðum árangri. Aðalæðar holunnar eru á 302 m og 480 m dýpi og afkasta-

## Geology and Environment

*Information about the geology of Iceland is the basis for prudent management of resources such as groundwater and geothermal water. Among other things, this entails mapping of surface geology and studies of borehole cuttings, which are the only subsurface samples available.*

The publication of a geological map of Southwest Iceland in the scale 1:100,000 gives the general public access to a large amount of information about this area. The information has been gathered over many decades and comes from a number of sources, including Reykjavik Energy, HS Orka and the capital area municipalities. Information about 40 sites of interest marked on the map can be found at the ÍSOR web site.

Other projects include a study for the Icelandic Meteorological Office of landslide and avalanche hazards at the base of Mt. Esja, and continued mapping of faults in earthquakes zones, for example in connection with possible hydroelectric plants proposed by Landsvirkjun. Mapping of geothermal resources was undertaken in many parts of Iceland which resulted in several published reports.

A preliminary study, geothermal mapping and sample collection were conducted for Chilean energy companies in north and central Chile. Geological mapping was also carried out in Nicaragua in collaboration with the geothermal energy division of the local mining and energy ministry and the Icelandic International Development Agency.

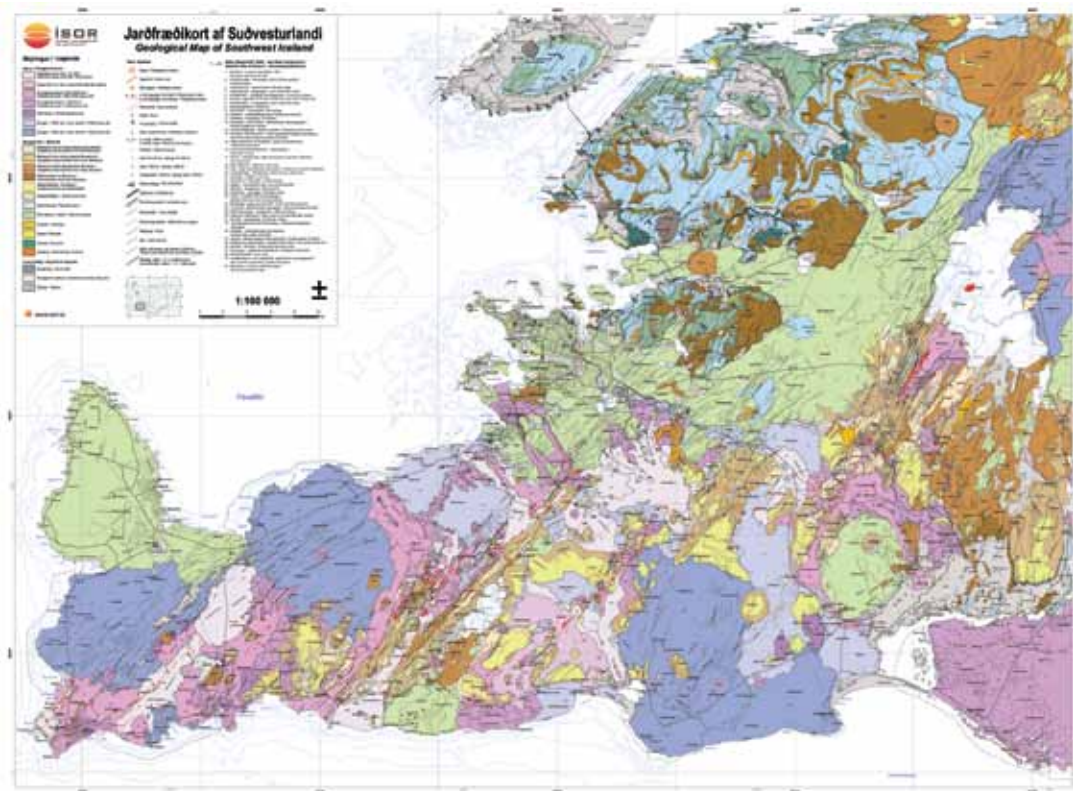
The lull in drilling gave opportunity for studying and processing drilling data from previous years, such as comparing resistivity measurements in wells and at the surface, and continued processing of geological data from a number of wells. Four specialists from Iceland GeoSurvey and one student from the University of Iceland worked on M.Sc. theses with special emphasis on geological mapping of the southern part of the Hengill geothermal area.

The drilling of an exploration and production well for RARIK in N-Iceland was completed in the autumn. In the preceding years, the output of the geothermal reservoir of Skútudalur near Siglufjörður had been decreasing, probably because a road tunnel intersects faults connected to the geothermal system. In the last few decades, specialists at ÍSOR have carried out geological and reservoir engineering studies in addition to regular checks of the operation of the district heating service at Siglufjörður. The siting of a new well was



Fróðleik og upplýsingar um 40 skoðunarverða staði sem merktir eru á kortið má finna á vef ÍSOR. Hér má sjá nokkra af þessum stöðum: Frá vinstri Valahnúksmöl, gjárnar á Þingvöllum, yngri Stampagígaröðin á Reykjanesi og Seltjörn á Seltjarnarnesi. Information about 40 sites of interest marked on the map can be found at the Iceland GeoSurvey web site. A few of these sites can be seen here. From left Valahnúksmöl, chasms at Þingvellir, the younger Stampar crater row at Reykjanes, and Seltjörn at Seltjarnarnes.

Suðvesturlandið er einstakt á heims- vísu frá jarðfræðilegu sjónarmiði. Þar gengur Mið-Atlantshafshryggurinn á land og hliðrast austur eftir Reykjaneskaganum, um Hengil og Þingvelli. Þarna eru fjölbreyttar jarð- fræðiminjar, eins og fjölmargar gerðir eldfjalla, móbergshryggir, litskrúðug jarðhitasvæði, misgengi og sprungur og margs konar landmótunarfyrir- bæri. Á kortinu eru sýnd alls 163 mismunandi hraun sem runnið hafa eftir að ísaldarjökullinn leysti. Hraunin hafa verið aldursgreind með ýmsum aðferðum, einkum þó öskulögum, kolefnisgreiningum og afstæðri legu hraunanna. Jarðlög á kortinu spanna rúmlega 4 milljóna ára tímabil og veita góða innsýn í meginþætti í sérstæðri jarðfræði Íslands. Elstu jarðlögin eru í undirstöðum Akrafjalls en þau yngstu eru hraun frá sögulegum tíma, þeirra yngst eru hraun frá Reykjaneseldum 1211-1240.



Southwest Iceland is globally unique from a geological point of view. This is where the Mid-Atlantic Ridge enters land and is deflected eastward along the Reykjanes peninsula, and then runs through Hengill and Þingvellir. A large variety of geological formations includes many different types of volcanoes, hyaloclastite ridges, colorful geothermal fields, faults and fractures, and diverse geomorphological features. The map shows 163 different lavas which have flowed after the disappearance of the Ice Age glaciers. The lavas have been dated with different methods, mainly tephrochronology, radiocarbon dating, and the relative position of the lavas. The stratigraphy of the map spans 4 million years and provides a good overview of Iceland's extraordinary geology. The oldest strata can be found at the base of Mt. Akrafjall but the youngest lavas are historical, formed in the Reykjanes eruptions of 1211-1240.



Við borun nýrrar vinnsluholu á Skarðdal í Siglufirði. Nýtt jarð- hitalíkan af svæðinu var notað við staðsetningu holunnar, sem gaf góðan árangur. Borað var niður á 702 m dýpi. Afkastamat sem gert var við lok borunar bendir til þess að holan gefi 30 l/s af 73°C heitu vatni við hóflegan niðurdrátt. Er það góð viðbót við heita vatnið sem hitaveitan nýtir úr eldri borholum í Skútudal.

Drilling of a new production well at Skarðalur near Siglufjörður. Siting was successfully based on a new reservoir model for the area. The well is 702 m deep and yields 30 L/s of 73°C hot water at a moderate water level drawdown according to measurements after the end of drilling. This is a significant addition to the hot water available from older wells in Skútudalur.



mat sem fram fór við lok borunar bendir til þess að holan gefi 30 l/s af 73°C heitu vatni við hóflegan niðurdrott. Er það góð viðbót við heita vatnið sem hitaveitan nýtir úr eldri borholum í Skútudal. Af erlendum borverkum má helst nefna undirbúning að borverki í Chile fyrir námafyrirtækið Collahuasi. Búið er að staðsetja eina rannsóknarholu og vonir standa til að borun byrji fljótlega á árinu 2011.

Rannsóknir á efnasamsetningu jarðhitavökva og ferskvatns eru meðal viðfangsefna deildarinnar. Rannsóknarstofa ÍSOR er vel búin tækjum til greininga á öllum aðal-efnum í vatni og helstu snefilefnum. Sýnin sem koma til greiningar eru margvísleg. Sum eru tekin úti í náttúrunni; úr uppsprettum, hverum eða laugum, lækjum, vötnum eða gufuaugum, en önnur eru tekin úr borholum. Þá er drjúgur hluti þeirra efnasýna sem greind eru safnað úr lögnum orkuvera eða hitaveitna.

Margvísleg verkefni voru einnig unnin í röntgengeisla-brotsmælingum (XRD). Alls voru gerðar um 2000 mælingar á ummyndunar- og leirsteindum úr borholum á háhitasvæðum og sýnum af útfellingum í lagnakerfum. Rannsóknir á kristalbyggingu lyfjaefna hafa orðið sífellt stærri þáttur í rekstri rannsóknarstofunnar og hefur umfang þeirra vaxið á síðustu árum.

Lokið var við gerð skýrslu um efnagreiningar á ferskvatni við Svartsengi. Þetta er liður í reglulegu eftirliti á þeim slóðum, en einnig er árlega gerð grein fyrir breytingum á seltu og hita á vatnsvinnslusvæði virkjunarinnar. Sinnt var reglubundnu eftirliti og sýnatöku fyrir vatnsveiturar í Hafnarfirði og Kópavogi og hjá vatnstöppunarverksmiðjum.

Unnin var skýrsla um vatnsvernd á höfuðborgarsvæðinu fyrir samtök sveitarfélaganna þar vegna hugsanlegrar endurskoðunar vatnsverndarsvæða. Einnig var gert yfirlit um ferskvatnsvinnslumöguleika í Grindavík í tengslum við endurskoðun á aðalskipulagi.

Gerð var grein fyrir stöðu grunnvatns- og frárennslismála á Peistareykjum fyrir Landsvirkjun Power. Unnið var yfirlit um ferskvatns- og niðurrennslisholur í grennd við Helliðsvirkjun og ýmsum ráðgjafarstörfum sinnt vegna frárennslismála þar og á Nesjavöllum.

ÍSOR veitti margvíslega ráðgjöf varðandi neysluvatnsöflun og vatnsvernd víðs vegar um land, til dæmis í Reykholtssdal og við Akrafjall fyrir Orkuveitu Reykjavíkur, við Ingólfsfjall fyrir Sveitarfélagið Árborg og í Hvalfirði fyrir Faxaflóahafnir. Einnig var unnið að vatnsöflunarmálum fyrir Skagafjarðarveitur, vatnsveituna í Hveragerði, á Hólmavík, í Rangárþingi, við Laka, við Dettifoss og í Tálknafirði, svo einhverjir staðir séu nefndir.

ÍSOR kom víða að borunum eftir vatni og jarðsjó fyrir fiskeldi, m.a. sem ráðgjafi við vel heppnaðar boranir eftir sjó í Óxarfirði fyrir Samherja og í Vogum fyrir Stofnisk. Ferskvatnsrannsóknir voru einnig gerðar við allmargar fiskeldisstöðvar, til að mynda í Grindavík, Ölfusi og ekki síst í Hjaltadal þar sem boraðar voru holur fyrir Hólalax og Hólaskóla með góðum árangri.

Starfsmenn ÍSOR hafa frá árinu 2004 fylgst með breytingum á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi og nágrenni þess og var gefin út lokaskýrsla um þær rannsóknir á árinu. Þetta hefur verið hluti af eftirliti sem miðar að því að leggja mat á áhrif jarðhitánýtingar á Reykjanesi á umhverfi þess.

based on a new model of the geothermal reservoir. The drilling was highly successful and the new well provides a significant addition to the hot water available from earlier wells. Notable projects abroad include preparation for drilling in Chile for the mining company Collahuasi. One exploration well has already been sited and it is hoped that drilling can start in early 2011.

The mission of ÍSOR includes research on the chemical composition of geothermal fluids and freshwater. The geochemical laboratory of ÍSOR is well equipped for analyses of all major constituents in water and the main trace elements. Samples for analysis are diverse. Some are natural, from hot and cold springs, brooks, lakes and fumaroles, but other come from boreholes. A sizable number of samples come from the pipelines of power plants and district heating services.

A range of X-ray diffraction projects were conducted. A total of about 2000 analyses of secondary and clay minerals from high-temperature wells and of samples of scale in pipelines were completed. In recent years, studies of the structures of pharmaceuticals have become a growing part of the operation of the laboratory.

A report on the analyses of freshwater at Svartsengi was published. This is part of monitoring of the area, but changes in salinity and temperature in the exploitation range of the power plant are described in annual reports. Regular inspections and sampling were carried out for the waterworks in SW-Iceland and at bottling plants.

A report written for the association of the capital area municipalities discusses water protection because of possible changes to the water protection area. A report of the freshwater prospects for Grindavík was prepared in connection with a review of the town plan.

The groundwater and drainage situation at Peistareykir, N-Iceland, was outlined at the behest of Landsvirkjun Power. A review of freshwater and reinjection wells near Hellið power plant was prepared, and consultation regarding drainage there and at the Nesjavellir field was provided.

All over the country, diverse consultation regarding search for potable water and water protection was given, for example, for Reykjavík Energy, Árborg municipality and for Faxaflóahafnir port authority. ÍSOR also searched actively for freshwater for communities all around Iceland.

ÍSOR was involved in highly successful drilling projects for freshwater and seawater for fish farming in NE- and SW-Iceland. From 2004, specialists at ÍSOR have monitored changes in the Reykjanes geothermal field with a final report published during the year. This is part of environmental monitoring of the impact of geothermal exploitation at the Reykjanes peninsula.

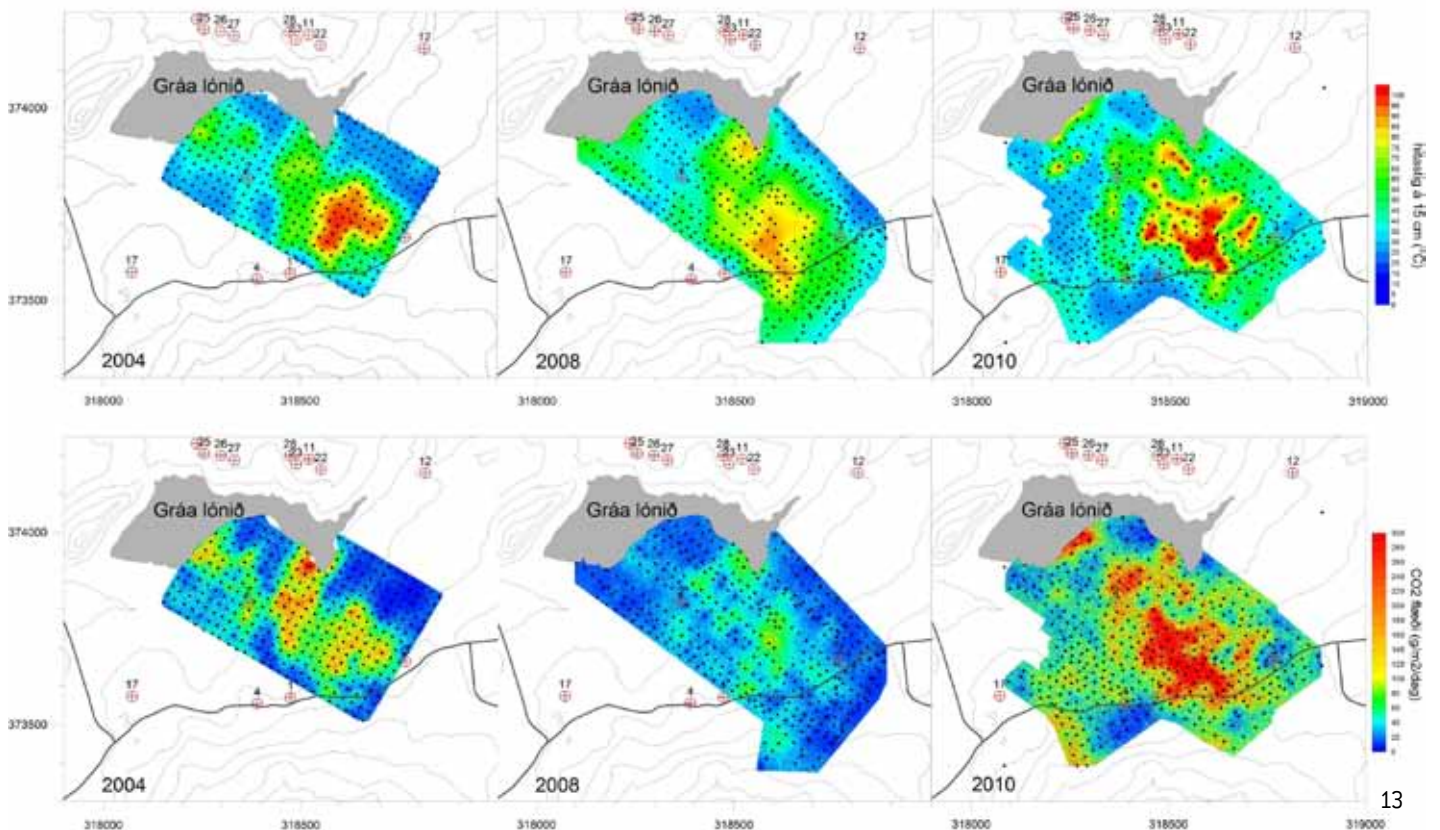
Sigurður G. Kristinsson jarðfræðingur  
við kortlagningu í Nikaragva.

Geologist Sigurður G. Kristinsson  
doing field work in Nicaragua.



Unnið var að eftirliti sem miðar að því að leggja mat á áhrif jarðhitanýtingar á Reykjanesi á umhverfi þess. Heimildir um rannsóknir manna á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi og nýtingu þess frá miðri 19. öld voru skoðaðar. Í ljós kom að náttúrulegar breytingar á síðustu 130 árum hafa verið umtalsverðar. Tímabil mikillar og lítillar yfirborðsvirkni hafa skipst á. Virkni eykst í kjölfar jarðskjálfta en svo dregur úr henni eftir því sem frá liður. Yfirborðsathuganir gefa til kynna að jarðhita gæti nú á stærra svæði en árin fyrir gangsetningu virkjunarinnar. Hið sama má segja um flæði koldíoxíðs um jarðveg, þó minnkaði flæðið verulega árið 2008 (sjá breytingar á hita og gasflæði á mynd).

Environmental monitoring for assessing the impact of geothermal exploitation at Reykjanes was carried out. An examination of written accounts about the Reykjanes geothermal field since the middle of the 19th century shows that natural changes in the previous 130 years have been substantial. Periods of variable surface activity alternate, with increasing activity after earthquake episodes and then gradual decrease. Observations indicate that geothermal activity presently covers larger area than before the startup of the power plant. The same applies to the flow of carbon dioxide, although the flow decreased considerably in 2008. (See changes in heat and gas flow in figure).





## Jarðeðlis- og forðafræði

*Viðnámsmælingar eru ein helsta aðferðin sem beitt er við jarðhitaleit og afmörkun jarðhitakerfa í dag. Með aðstoð þrívíðra líkanafæstraunsannari myndafkerfunum. Umfang jarðskjálftarannsókna fer vaxandi hér á landi og eru þær taldar gefa nýja innsýn í gerð og eðli jarðhitakerfa.*

Umfang viðnámsmælinga var nokkru minna en undanfarin ár hér innanlands, en þó voru gerðar bæði TEM- og MT-mælingar á Reykjanesi og Reykjaneskaga. Unnið var úr þessum mælingum og þær túlkaðar seinni hluta árs. Eldri mælingar frá jarðhitasvæðum á NA-landi og á hálendinu voru einnig túlkaðar og niðurstöðum skilað í skýrslum. Í tengslum við verkefni styrkt af jarðhitaklasanum GEORG voru gerðar viðnámsmælingar í Grímsvötnum, en það var í fyrsta sinn sem slíkar mælingar voru gerðar á jökli héraðs. Jafnframt var unnið að úrvinnslu þeirra mælinga. Notuð var einskonar blanda af hefðbundnum TEM- og LOTEM mælingum og var tilgangurinn fyrst og fremst sá að meta ágæti mæliaðferðarinnar, sem er nokkuð nýstárleg. Þrátt fyrir erfitt árferði var ferðin árangursrík og er stefnt á aðra ferð á næsta ári. Rannsóknin á að leiða í ljós umfang jarðhitakerfisins í Grímsvötnum, en jafnframt verður reynt að afmarka frekar kvikuskrokka í efstu 3-5 km jarðskorpunnar. Með því að nota jökulinn sem einskonar kaloríumæli á hitaústreymi úr kerfinu má gera samanburðarrannsóknir á hegðun óraskaðs jarðhitakerfis og annarra sem nýtt eru til raforkuframleiðslu eða hitaveitu. Það ætti að auka skilning fólks á jarðhitakerfum almennt.

Verkefnum erlendis fjölgaði verulega á árinu, einkum þó túlkun viðnámsmælinga. Á því sviði var bryddað upp á þeirri nýjung að túlka viðnámsmælingar á grundvelli tví- og þrívíðra líkana sem gefur raunsannari mynd af innri gerð jarðhitakerfanna. Gerð var þrívíð túlkun á gögnum frá þremur svæðum í Chile og tvívíð túlkun á gögnum frá einu svæði í Tyrklandi. ÍSOR kom jafnframt að skipulagningu umfangsmikilla jarðeðlisfræðilegra verkefna í Afríku, aðallega í Kenía.

Aukin áhersla er lögð á jarðskjálftarannsóknir á jarðhitasvæðum, en þessar rannsóknir eru taldar gefa nýja innsýn í gerð og eðli jarðhitakerfa. Slíkar rannsóknir voru m.a. gerðar í Kröflu og á Reykjanesi og í tengslum við verkefni styrkt af GEORG og Evrópusambandinu. Þá voru gerðar umfangsmiklar GPS-landmælingar og þyngdarmælingar á Reykjaneskaga til að fylgjast með breytingum í jarðhitakerfum þar, m.a. í tengslum við verkefni styrkt af GEORG.

Nokkuð dró úr forðafræðiverkefnum á háhitasvæðum vegna mikils samdráttar í jarðhitaborunum. Þó var nokkuð um verkefni tengd mælingum í einstökum háhitaholum og prófunum þeirra. Nefna má úrvinnslu og túlkun mælinga frá upphitun og blæstri djúpborunarholu (IDDP) í Kröflu og

## Geophysics and Reservoir Physics

*Resistivity measurements are among the most important methods for geothermal exploration and demarcation of geothermal reservoirs. 3-D models provide more realistic assessment of reservoirs. Seismic methods are becoming more important in geothermal exploration in Iceland, and offer a new perspective of the properties and processes of geothermal systems.*

While fewer resistivity measurements were conducted than in previous years, TEM and MT surveys took place at Reykjanes Peninsula with processing and interpretation of the measurements being completed in the latter part of the year. Previous measurements from geothermal fields in the northeast and the interior highlands were also interpreted and published. Resistivity measurements (LOTEM) were performed in the Grímsvötn caldera as a part of a project supported by the geothermal research group GEORG. This was the first time such measurements have been conducted on top of a glacier in Iceland. The data is still being processed.

Last year the number of foreign projects increased significantly, especially projects involving the interpretation of resistivity measurements. Now, 2-D and 3-D models are being used, which gives more realistic view of the interior of geothermal systems. 3-D interpretation was applied to data from three fields in Chile and 2-D on data from one field in Turkey. Iceland GeoSurvey was also involved in organizing large geophysical projects in Africa, mainly in Kenya.

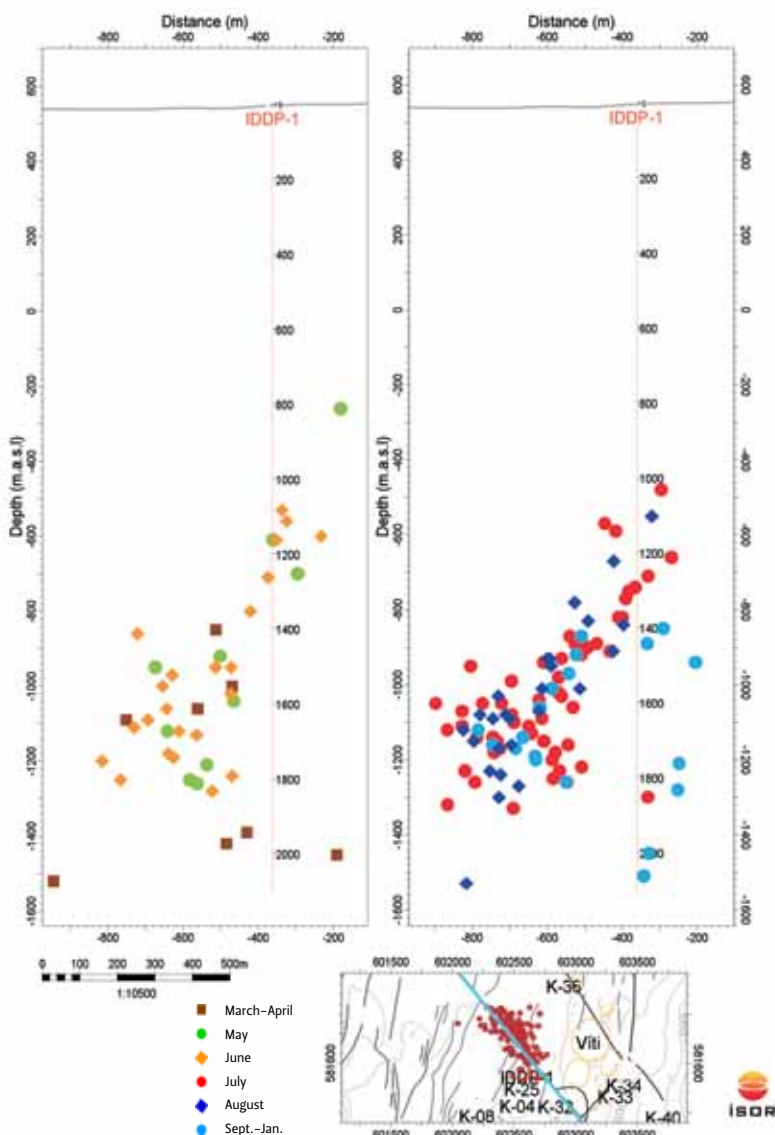
Seismic studies of geothermal fields are increasingly being used as they yield a new perspective of the properties and processes of geothermal reservoirs. Such methods were, for instance, used at Krafla and Reykjanes and in projects supported by GEORG and the EU. Extensive GPS and gravity surveys to monitor changes in geothermal systems were conducted at Reykjanes Peninsula, partly in connection with a project supported by GEORG.

Fewer high-temperature reservoir engineering projects were carried out because of the reduction in geothermal drilling. However, there were a number of projects related to measurements and testing of individual wells. This includes processing and interpretation of data acquired during the recovery and discharge tests of the IDDP well at Krafla, and processing of geophysical logs from wells and correlating them with geophysical measurements at the surface. Regular temperature and pressure logs in wells



Síðustu aldirnar hefur eldstöðva-kerfið undir Grímsvötnum verið það virkasta á Íslandi og jarðhitakerfi þess er eitt það orkumesta í heiminum. Eldstöðin er hinsvegar þakin þykkum ís sem hefur hamlað hefðbundnum rannsóknnum á jarðhitakerfinu. Síðastliðið sumar voru viðnámsmælingar gerðar í fyrsta skipti á svæðinu með styrk frá jarðhitaklasanum GEORG.

Grímsvötn has been the most active volcanic system in Iceland during the last few centuries, and the geothermal system is one of the most powerful in the world. However, because the volcano is covered with thick ice, conventional geothermal research is problematic. Last summer, resistivity measurements were conducted for the first time in the area with financial support from the geothermal research group GEORG.



Myndin sýnir staðsetningu smáskjálfta við djúpborunarholu (IDDP-1) í Kröflu, en þeir mældust í staðbundnu kerfi jarðskjálftamæla í 11 mánuði meðan borun og prófun holunnar stóð yfir. Virknin var mest þegar vatni var dælt á holuna. Atburðarásina má túlka sem svo að vatn, sem dælt er niður í holuna, streymi frá henni uns það finnur veikleika í berginu, sem hallar upp á við og gæti verið sprunga. Við áðælingu eykst poruþrýstingur í berginu og vinnur á móti þeim þrýstingi sem heldur sprungum saman og veikir því bergið þannig að spennur í berginu losna með jarðskjálfta. Einnig geta áhrif vegna lægri hita og efnasamsetningar vökvans sem dælt er niður skipt máli.

The figure shows the location of microquakes near the deep-drilling well at Krafla (IDDP-1). The microquakes were detected by a system of local seismometers during the 11 months of drilling and testing of the well. Most activity occurred during water injection. A possible explanation is that the injected fluid flows away from the borehole until it finds an inclining permeable structure, perhaps a fault. During the injection, pore pressure increases and counteracts the pressure that closes the fault. Consequently, the strength of the rock is reduced and deviatoric stresses can be released by an earthquake. The low temperature of the injected liquid and its chemical composition might also be of importance.

úrvinnslu jarðlagamælinga úr borholum og tengingu þeirra við niðurstöður jarðeðlisfræðimælinga á yfirborði. Unnið var úr reglulegum hita- og þrúðingismælingum sem eru gerðar í völdum borholum á háhitasvæðum til eftirlits með viðbrögðum þeirra við nýtingu. Slíkt eftirlit er lykillinn að farsælli langtímanýtingu svæðanna.

Pá má nefna viðamikil verkefni vegna endurgerðar nákvæms reiknilíkans af jarðhitakerfinu í Námafjalli, sem byggist m.a. á gögnum úr nýjustu þremur borholunum á svæðinu. Einnig hefur ÍSOR komið að gerð slíks líkans fyrir jarðhitakerfið á Peistareykjum. Að lokum má nefna verkefni, styrkt af GEORG, sem ÍSOR er í forsvari fyrir og snýr að samtúlkun hefðbundinna forðafræðigagna og gagna sem safnað er á yfirborði, einkum landhæðar- og þyngdarmælinga, með nákvæmum líkanreikningum.

Töluvert var um forðafræðiverkefni erlendis sem ÍSOR vann ýmist að beint eða með samstarfsaðilum hérlendis og erlendis. Má þar m.a. nefna ýmsa vinnu tengda mati á afkastagetu jarðhitakerfis í Ortaklar í Tyrklandi, prófanir á nýboruðum jarðhitaholum í Oberhaching í S-Pýskalandi, úttekt á jarðhitakerfinu í Momotombo í Níkaragva, einfalda úttekt á jarðhitakerfinu í Lightning Dock í New Mexico í Bandaríkjunum og mat á hagkvæmnisathugun á stækkun virkjunar jarðhitasvæðisins í Kizildere í Tyrklandi.

Undanfarin ár hefur ÍSOR komið töluvert að umræðu um sjálfbæra nýtingu jarðhitans, bæði með alþjóðlegu samstarfi (IEA-GIA) og með vinnu starfshóps Orkustofnunar og Rammaáætlunar. Jafnframt hefur ÍSOR verið ráðgjafi fyrirtækisins LaGeo í El Salvador, sem stefnir að því að vinna eftir sjálfbærnimarkmiðum.

ÍSOR kemur reglulega að ýmsum lághitarannsóknunum og þjónustu við þau fyrirtæki sem nýta hin ótalmörgu lághitasvæði landsins, aðallega hitaveitur. Þessar rannsóknir féllu í skugga hinna viðamiklu háhitarannsókna uppgangsáranna, en ÍSOR leggur mikla áherslu á að sinna lághitanum samhliða háhitanum. Fastur þáttur í því er forða- og efnafræðilegt eftirlit með fjölmörgum lághitasvæðum í samvinnu við viðkomandi hitaveitu. Þá sinnir ÍSOR ýmsum tilfallandi verkefnum, jafnt tengdum staðsetningu nýrra vinnsluholna og frekari jarðhitaleit, prófunum nýrra holna og jarðhitakerfa vegna breytinga í rekstri, úttektum á afkastagetu sem oft byggjast á einföldum líkanreikningum, og svo ýmis konar niðurdælingarrannsóknunum.

Landgrunns- og hafsbotsrannsóknir eru stundaðar áfram hjá ÍSOR fyrir utanríkisráðuneytið, bæði vegna afmörkunar landgrunns Íslands og vegna olíuleitar.

in high-temperature geothermal fields for monitoring the effects of exploitation are the key to successful long-term exploitation. Iceland GeoSurvey continues to work on such data.

A detailed numerical model for the geothermal system at Námafjall was revised on the basis of data from three new wells in the area. Iceland GeoSurvey also took part in developing a model for the geothermal reservoir at Peistareykir. A project supported by GEORG and led by Iceland GeoSurvey may also be mentioned. This project entails detailed model calculations with the use of reservoir engineering data and data acquired at the surface, mostly surface deformation and gravity data.

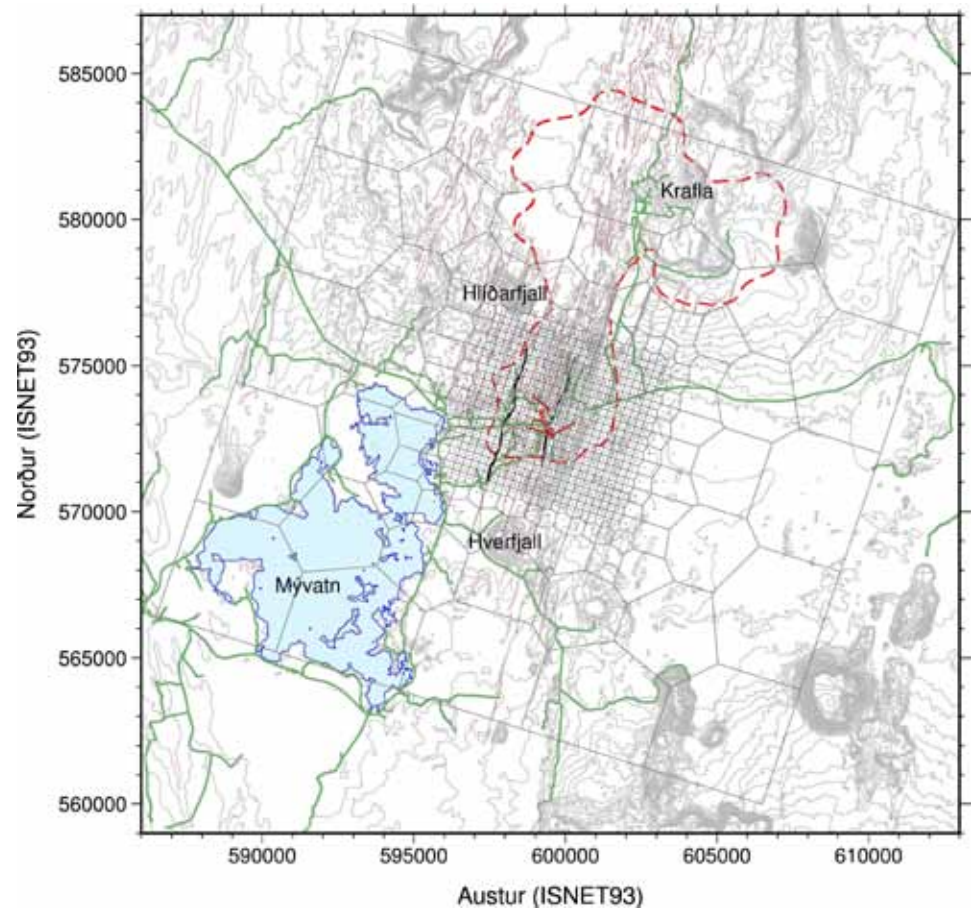
Iceland GeoSurvey carried out a number of reservoir engineering projects abroad, by itself, or along with domestic and foreign collaborators. Among other things, this includes an assessment of the potential of the Ortaklar geothermal field in Turkey, testing of newly drilled wells in Oberhaching, South Germany, evaluation of the Momotombo geothermal system in Nicaragua, preliminary evaluation of the geothermal system at Lightning Dock, New Mexico, USA, and a feasibility study of an enlargement of the Kizildere geothermal power plant in Turkey.

In recent years, Iceland GeoSurvey has participated in the discussion on sustainable use of geothermal energy, both through international cooperation (IEA-GIA) and by taking part in a working group of the National Energy Authority and the Master Plan for Geothermal and Hydropower Development in Iceland. In addition, ÍSOR has consulted the company LaGeo in El Salvador, which plans to implement sustainability goals.

Iceland GeoSurvey is engaged in research on low-temperature geothermal systems and service to companies, mainly public utilities, which harness the numerous low-temperature systems in Iceland. During the boom years of high-temperature exploitation, this research received less attention. However, both low-temperature and high-temperature research are important to Iceland GeoSurvey. To this end, Iceland GeoSurvey undertakes the physical and chemical monitoring of many different low-temperature fields in cooperation with the space heating utilities concerned. Iceland GeoSurvey also attends to irregular projects such as siting of new production wells and continuing exploration; the testing of new wells and geothermal reservoirs in conjunction with operational changes, capacity evaluations, often based on simple model calculations, and various reinjection studies.

Iceland GeoSurvey continues to conduct research on the continental shelf and the ocean floor around Iceland for the Ministry of Foreign Affairs both in order to determine the limits of the continental shelf and to aid the search for hydrocarbons.





Á kortinu er búið að afmarka svæðið sem reiknilíkanið fyrir jarðhitakerfið í Námafjalli byggist á.

The map shows the grid used for numerical modelling of the Námafjall geothermal system in North Iceland.



Við prófanir á borholu í Oberhaching í Suður-Pýskalandi.

Flow test of a well in Oberhaching in southern Germany.





## Jarðhitaverkfræði

ÍSOR hefur um áratugaskeið veitt þjónustu og ráðgjöf á sviði borana eftir jarðhita og nýtingu hans, bæði til raforkuvinnslu og beinnar nýtingar.

Borun rannsóknarholu er kostnaðarsamt verkefni og verður því að vanda vel til staðsetningar hennar. Hár bor-kostnaður á rannsóknartíma jarðhitasvæðis er einn þeirra þátta sem hamlað hafa rannsóknum og virkjun nýrra jarðhitasvæða. Af þessum ástæðum hefur áhugi á að bora grennri rannsóknarholur farið vaxandi. Jarðrask og umhverfisáhrif eru minni þar sem grennri holur krefjast minni aðfanga, minni bora og minni skolvökva. Á árinu var unnið að hönnun borholu af grannri gerð og útlit er fyrir að þeirri hönnun verði beitt í tveimur borverkum erlendis árið 2011.

Samhliða þessari vinnu og í tengslum við hana var unnið að þróun skráningarkerfis fyrir litla bora. Gríðarlega mikilvægt er að fylgst sé með helstu mælipunktum á meðan á borverki stendur, bæði til þess að auðvelda bormönnum verkið og til þess að auka þekkingu á jarðhitasvæðinu sjálfu. Skráningarkerfið er hugsað til leigu eða sem hluti af borraráðgjöf ÍSOR. Annað þróunarverk fólst í því að mæla titring á borstreng og tengja niðurstöður við aðrar upplýsingar úr skráningarkerfi borsins. Það verk hlaut styrk úr Nýsköpunarsjóði námsmanna (RANNÍS) og var unnið í samvinnu við Jarðboranir hf. Haldið var áfram tilraunum með notkun örsmárra skráningartækja fyrir fiska (Stjörnu-Oddi) til að safna upplýsingum um hita og þrýsting við borkrónu á meðan borun stendur og við örvunaraðgerðir. Markmiðið með þessum verkefnum öllum er að auka við þær upplýsingar um vatnsæðar, sprungur og ástand í holunni sem hægt er að safna samhliða borun.

Umhverfis- og orkurannsóknarsjóður Orkuveitu Reykjavíkur (UOOR) veitti ÍSOR og Birni Má Sveinbjörnssyni styrk til að vinna að verkefni um bættu ákvarðanatöku við háhitaboranir. Er þar m.a. litið til forspárgildis mælinga við borun um það hve djúpt þurfi að bora eða hvort aðrar aðgerðir séu nauðsynlegar.

Búnaður til skráningar á vatnsborði í háhitaholum, svo nefndur vatnsborðsmælir, var smíðaður hjá ÍSOR, og einnig skömmtunarbúnaður fyrir ferilefni til rennslis- og afkastamælinga á háhitaholum. Þrír vatnsborðsmælir voru seldir erlendum verkkaupa til nota við álagsprófun á jarðhitakerfi en skömmtunarbúnaðurinn var nýttur til að ákvarða rennslis vatns og gufu í söluverkum innanlands.

Undanfarin tvö ár hefur staðið yfir vinna á vegum milliríkjanefndar Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (IPCC) við gerð skýrslu um hvernig endurnýjanleg orka getur nýst við að draga úr loftslagsbreytingum (IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation - SRREN). ÍSOR hefur tekið þátt í þessari vinnu fyrir hönd íslenskra stjórnvalda og átt fulltrúa í tíu manna hópi sérfræðinga sem skrifa jarðhitakafla skýrslunnar. Áætlað er að hún komi út árið 2011.

## Geothermal Engineering

For decades Iceland GeoSurvey has provided services and consultancy regarding drilling for geothermal energy and its utilization, both for electric power and hot water production.

The drilling of research wells is a very costly enterprise. Consequently, research leading to the precise siting of such wells is crucial. However, the budget associated with geothermal exploration has been a limiting factor in expanding geothermal fields. Consequently the interest in drilling slimholes (see figure) has increased in recent years. Such wells are not only cost effective but also more environmentally friendly compared to larger wells. In relation to this a development project was initiated to develop a data collecting system for small rigs. It is very important to monitor the main drilling parameters during drilling in order to assist the drilling crew and also to increase the knowledge of the geothermal system itself. The data collecting system will be rented in addition to being part of ÍSOR's drilling consultancy.

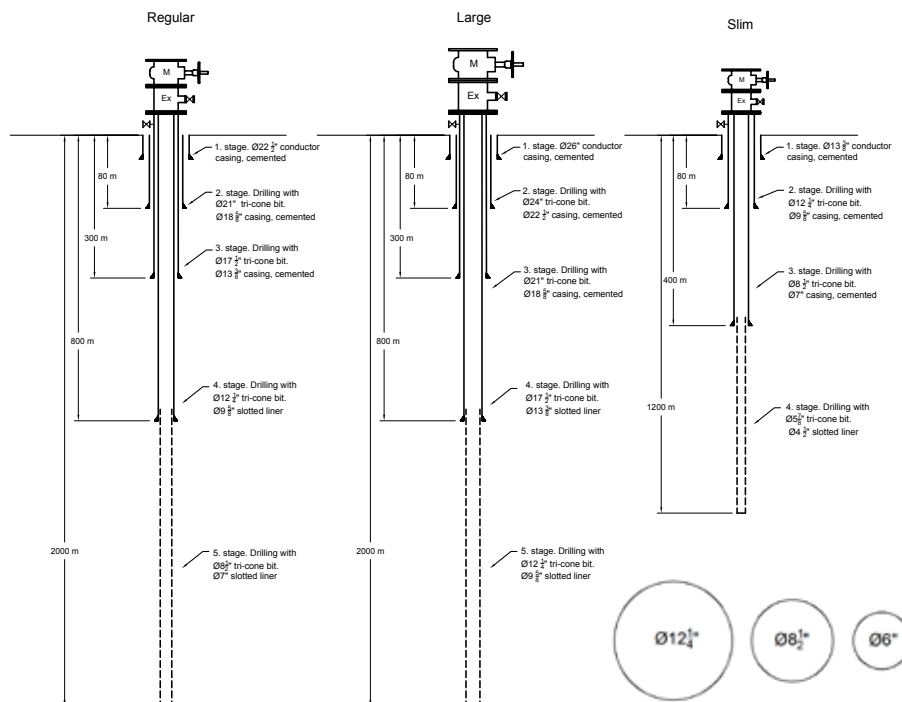
Another development project that received support from the Icelandic Student Innovation Fund of the Icelandic Centre for Research (RANNIS) was to measure the vibration of drill strings and correlate it with other drilling data from the rig. This was a collaborative project with the Iceland Drilling Company Ltd. In addition, research using micro-recording devices developed by Star-Oddi, intended for fish, continued. They are used to collect data on temperature and pressure next to the drill bit while drilling and during stimulation operations. The objective of this work is to increase the data on permeability zones, fractures, faults and other relevant factors.

ÍSOR and Björn Már Sveinbjörnsson received a grant from The Environmental and Energy Research Fund (UOOR) of Reykjavik Energy on enhanced decision making in geothermal drilling. The project involves, for example, the prognostic value of borehole logging carried out during drilling and how deep wells have to reach or if some other operations are needed to achieve the target performance.

Equipment for measuring the water levels (dipper) in high-temperature wells was built by ÍSOR specialists and also dosing equipment to process tracer flow and performance measurements in such wells. Three dippers were sold to a foreign buyer to use in the load testing of geothermal systems, but the dosing device was used to determine the flow of water and steam in domestic projects.

Grannar rannsóknarholur hafa verið skilgreindar sem holur með vinnsluhluta 150 mm í þvermál eða grannri. Þegar borað er svo grannt er oftast miðað við kjarnaborun, en ÍSOR hefur lagt til að bora þannig holur með snúningsborum og sterkari fóðringum.

Slim exploratory wells have been defined as wells with a production section of 150 mm diameter or less. In most cases, drilling of such wells is done by coring but Iceland GeoSurvey has proposed to produce such wells with rotary drilling and stronger casings.



Over the past two years work by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has been ongoing. The aim is to prepare a report on how renewable energy can be used to mitigate climate change (IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation

- SRREN). ÍSOR has been involved in this work on behalf of the Icelandic government and had a representative in a group of experts who are writing the geothermal section of the report. It is estimated that the report be published by mid 2011.

## Varma má nýta beint til kælingar

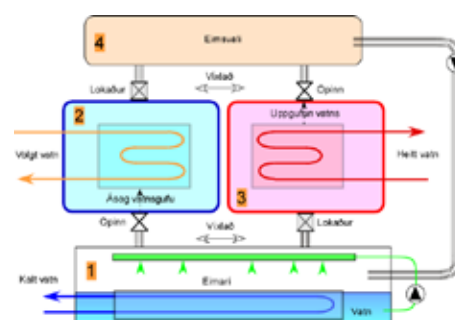
## Heat can be used directly for cooling

Þetta kann að hljóma einkennilega en hinni hefðbundnu rafknúnu þjöppu í varmadælum má skipta út fyrir varmaknúna þjöppu. Þá er gas í lokaðri hringrás ýmist látið setjast á fast þurrkefni (ásog) eða gasið er leyst upp í vökva (ísog). Slíkt ferli þarfnast kælingar þegar gasið þéttist en við uppgufun í eimara dregst varmi aftur inn í kerfið sem þá kælist umhverfið. Dæling í hringrásinni fæst frá ytri varmagjafa sem sér til þess ýmist að þurrka þurrefnið eða losa gas úr vökvalausn, þá við hærri þrýsting.

Hjá ÍSOR hefur verið unnið að rannsóknum tengdum varmadælum um allnokkurt skeið. Hagkvæmni þeirra til upphitunar húsnæðis á Íslandi hefur m.a. verið könnuð, á svæðum sem ekki njóta húshitunar beint frá jarðhita.

This may sound strange but the customary electric compressor in heat pumps can be exchanged for a heat-powered compressor. In this case, gas in a closed circuit is either adsorbed on a solid desiccant or absorbed by a liquid. Such a process requires cooling for condensation of the gas, but by evaporation in an evaporator heat flows into the system again, cooling the surroundings. Pumping through the system is achieved by an outer heat source, which either dries the desiccant or releases gas from solution at a higher pressure.

For some time now, Iceland GeoSurvey has conducted research on heat pumps. The economics of their use for space heating in Iceland has been studied, including in areas where geothermal water is not available.



## Borholumælingar og mælitækni

*Eitt af markmiðum ÍSOR er að vera í forsvari fyrir þróun og smíði tækjabúnaðar til jarðhitarannsóknna í samstarfi við orkufyrirtæki og aðra aðila.*

Flestar borholur á háhitasvæðum, sem boraðar hafa verið undanfarin ár, eru stefnuboraðar. Umhverfisáhrif vegna borframkvæmda minnka verulega þar sem hægt er að bora margar holur út frá einum og sama borteignum. Aðferðir við halla- og stefnumælingar (gírósmælingar) sem ÍSOR hefur gert á undanförunum árum eru í stöðugri þróun. Annar framleiðandi mælitækjanna sem ÍSOR hefur notað er sænska fyrirtækið Stockholm Precision Tools (SPT) og undirritaði ÍSOR samstarfsyfirlýsingu við þá á árinu. Samstarfið felst m.a. í að nýta þá miklu reynslu sem ÍSOR hefur öðlast undanfarin ár við gírósmælingar í yfir 70 háhitaholum og veita SPT aðgang að mælibúnaði og borholum. Lokatilraunir með nýja gerð mælitækja voru gerðar á Helliðshéið.

Þróun aðferða til töku vídeómynda í borholum var fram haldið á árinu og skilaði mjög góðum árangri. ÍSOR á nú tvær myndavélar sem báðar taka myndir beint niður holuna eða til hliðanna. Önnur vélin er 8,9 cm að þvermáli, en hin einungis 5,3 cm, og er því unnt að koma henni fyrir í grennstu gerð af borholum. Hægt er að ná upptökum niður á allt að 600 m dýpi með þessum búnaði.

Þróun og smíði háhitamælis sem þolir yfir 300°C hita í borholum lauk á árinu. Hingað til hefur einungis verið hægt að mæla svo heitar holur með minnistólum eða vélrænum mælum þar sem vitja þarf mælinganna eftir að mælir er endurheimtur úr holu. Nú er hægt að sjá hitamælinguna um leið og mælt er, en það er heppilegt þegar snöggra hitabreytinga er að vænta í borholum, sérstaklega við örvunar- eða álagsprófani. ÍSOR smíðaði hitamælinn í samstarfi við frönsku jarðvísindastofnunina BRGM. Var það einn liður í samstarfsverkefninu HITI, sem hafði það markmið að þróa eðlis- og efnafræðilegar aðferðir til að leggja mat á jarðhitakerfi í yfirmarksástandi jarðhitavatns.

Af erlendum verkefnum borholumælinga má nefna samstarf ÍSOR við tyrkneskt orkufyrirtæki, BM-Holding, um langtímaprófun á tveimur vinnsluholum og áhrif jarðhitavinnslu á fyrirhuguðu virkjunarsvæði í Gümüşköy í vesturhluta Tyrklands. Samningurinn fól í sér hönnun og smíði þriggja tækja til að mæla vatnsborð í borholum en þau byggjast á þekktri tækni sem hefur mikið verið notuð í mælingum á yfirborðsvatni og borholum á Íslandi. Með tækinu er köfnunarefni dælt niður í borholuna og þrýstingur mældur á ákveðnu dýpi til að ákvarða vatnsborð.

## Geothermal Logging and Measurement Techniques

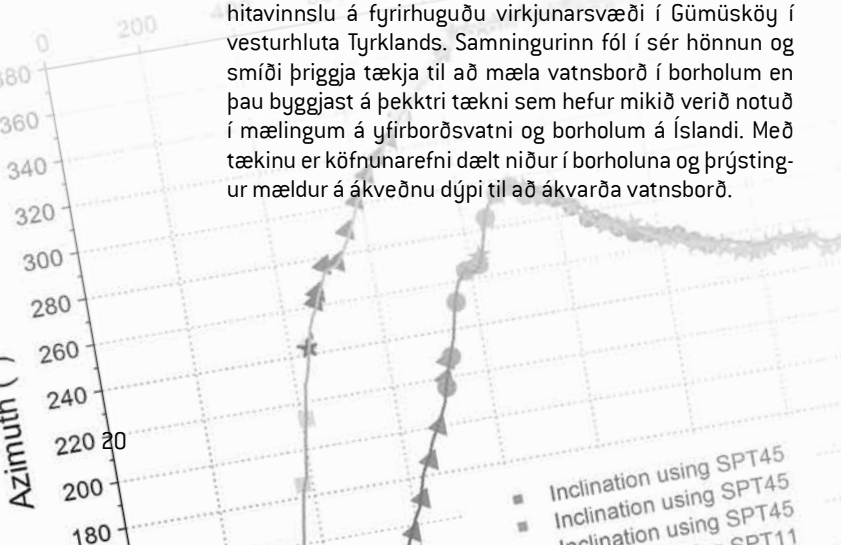
*Iceland GeoSurvey's goal is to remain a leader in the development and production of instruments for geothermal research in cooperation with energy companies and other interested parties.*

In the last few years, most high-temperature geothermal wells in Iceland have been directionally drilled. This reduces environmental impacts as several such wells can be drilled from the same pad. The methods for orientation measurements (gyro measurements) used by Iceland GeoSurvey are undergoing continuous development. This year, Iceland GeoSurvey signed a cooperation agreement with Stockholm Precision Tools (SPT), which is one of two manufacturers of the equipment that is used by Iceland GeoSurvey. The aim of the cooperation is to take advantage of the intensive experience Iceland GeoSurvey has gained in recent years with gyro measurements in over 70 high-temperature wells.

Continuing development of methods for downhole video recording has yielded good results. Presently, Iceland GeoSurvey owns two downhole videocameras that can be directed either straight down or sideways. As the cameras are small they can be lowered into the narrowest types of wells and recording can reach as deep as 600 m.

The development and assembly of a high-temperature logging tool, which can be used at up to 300°C, was completed this year. Previously, it was only possible to use memory tools in such wells, in which case the data only becomes available after retrieving the tool from the well. Now, however, temperature logs can be inspected in real time. This is important when sudden temperature changes occur, especially during stimulation and injection tests. Iceland GeoSurvey and the French geosciences institute BRGM built the tool together under the auspices of the cooperative project HITI. The objective of HITI is to develop physical and chemical methods for examining geothermal reservoirs at supercritical conditions.

Foreign borehole logging projects include collaboration with the Turkish energy company BM Holding, involving long-term testing of two production wells and determination of the effects of exploitation on the planned production area of Gümüşköy in western Turkey. According to an agreement with BM Holding, Iceland GeoSurvey has designed and built three instruments for measuring water levels in wells. These instruments are based on a tried and tested technology that has been used in measuring surface water levels and well water levels in Iceland. When the instruments are being used, nitrogen is pumped into a well and the pressure is measured at a predetermined depth.





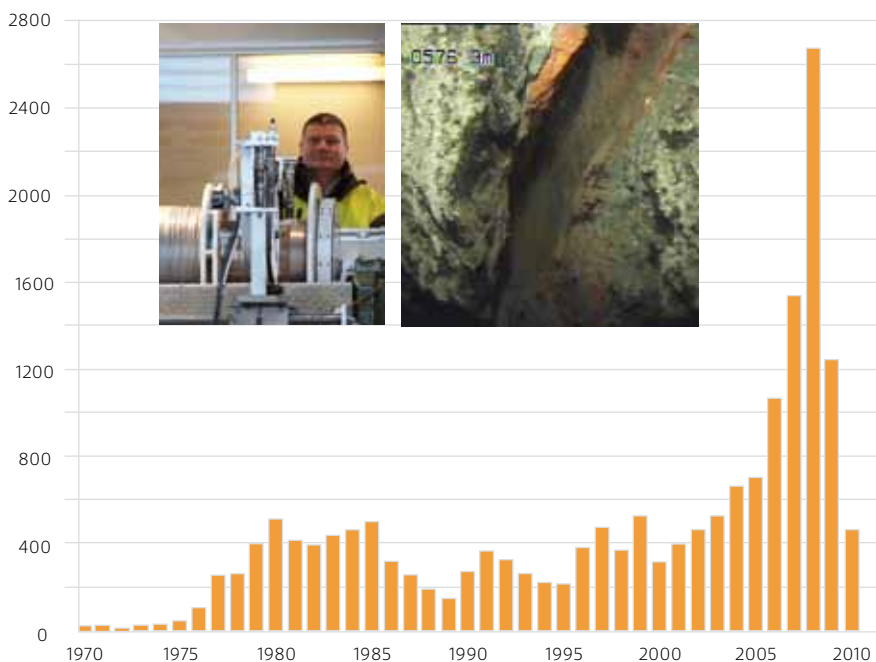


▲ ÍSOR á sex bíla sem sérútbúnaðir eru til borholumælinga. Í þremur þeirra er búnaður til rauntíðamælinga í allt að 5 km djúpum borholum, en hinir þrír bílarnir eru notaðir til eftirlítmælinga í borholum sem eru heitari en 150°C.

ÍSOR maintains six specially equipped trucks for well logging. Three of them are for real-time logging in wells to a depth of 5000 m and the other three are for regular monitoring of wells at temperatures higher than 150°C.

► Mældir kílómetrar í borholum árin 1970-2010.  
Measured kilometers in wells during the period 1970-2010.

Lengd (km) Length (km)



► Hæsti hiti sem mælt hefur í borholu á Íslandi er u.þ.b. 385°C á 2500 m dýpi í Kröflu

► Smíðuð voru tæki til að mæla vatnsborð í borholum. Þrjú slík voru síðan seld til Tyrklands.

Instruments for measuring water levels in wells were built. Three of these were sold to Turkey.

The highest temperature ever measured in a well in Iceland was about 385°C at a depth of 2500 m in the Krafla geothermal field.



## Jarðhitaverkefni í Chile

Árið 2009 stofnuðu ÍSOR, Verkís og Mannvit fyrirtækið GeoThermHydro (GTH), bæði á Íslandi og í Chile. Ætlunin var að fyrirtækið aflaði íslensku fyrirtækjunum verkefna, sérstaklega í Chile, en einnig annars staðar í Suður-Ameríku. Snemma árs 2010 dró Mannvit sig út úr samstarfinu því það taldi hættu á hagsmunaaðreksstrum í verkefnaöflun þar sem það á stóran hlut í þýsku fyrirtæki (GTN) sem einnig leitar verkefna í lághita í Chile. Taldi Mannvit því eðlilegt að einbeita sér að vinnu með aðeins öðru félaginu.

Töluverð vinna hefur farið í að kynna þetta nýja fyrirtæki fyrir hugsanlegum verkkaupum og samstarfsaðilum og fljótlega náðist samkomulag við verktakafyrirtækið SNC Lavalin í Chile, sem var upphaflega kanadískt, um að gerast tengiliður ÍSOR og samstarfsaðili í Chile. Skrifstofa GTH er m.a. í húsnæði þeirra í Santiago og hafa bæði fyrirtækin lagst á eitt við að afla verkefna.

Nokkrar fyrirspurnir komu í kjölfarið á kynningarátaki GTH, bæði í Chile og á GRC-ráðstefnum 2009 og 2010, og var greinilegt að töluverður áhugi var meðal orku- og námafyrirtækja á jarðhitaráðgjöf og þjónustu. Jarðhitarannsóknir í Chile eru á byrjunarstigi, og þar er engin hefð fyrir jarðvarmavinnslu. Undanfarin tvö eða þrjú ár hefur þó áhugi aukist verulega á því sviði. Stjórnvöld í Chile hafa gefið út um það bil 40 leyfi til rannsókna og 20 í viðbót eru í undirbúningi.

Undanfarna mánuði hefur GTH sent mannskap reglulega til Chile í allt að tvo mánuði í senn til að vinna við einstök verkefni sem og að afla nýrra. Hefur sú vinna gengið nokkuð vel og hafa fengist nokkur verkefni fyrir aðila eins og Colbún, Polaris, Barrick og Geotech. Á haustmánuðum tókst svo að landa stórum samningi við Collahuasi, sem er stórt námafyrirtæki í norðurhluta Chile. Sá samningur er til sveggja ára og snýr að allsherjar utanumhaldi um jarðhitarannsóknir, boranir og ráðgjöf. Viðræður eru auk þess í gangi við fleiri fyrirtæki um víðtæka þjónustu. Þeirra á meðal eru Magma Energy (Alterra), ECM Ingenieria og Energia Andina, auk þeirra fyrirtækja sem áður voru nefnd.

Því virðist sem þar stefni í að töluvert geti orðið um verkefni á næstu misserum og árum í Chile ef áætlanir ríkisstjórnarinnar ganga eftir. En ljóst er í það minnsta að þeir sem nú þegar hafa leyfi til rannsókna þurfa að uppfylla ákveðna rannsóknarskyldu á næstu árum til að geta sótt um vinnsluleyfi.

## Geothermal Projects in Chile

GeoThermHydro (GTH) was formed in 2009 by ÍSOR in collaboration with the engineering and consulting firms Verkís and Mannvit. The company, which operates both in Iceland and Chile, is seeking projects for the Icelandic parent companies, particularly in Chile, but also elsewhere in Latin America. In early 2010 Mannvit withdrew from the partnership because its management believed there was a risk of a conflict of interest in acquiring projects since it owns a large share of a German firm (GTN) which is bidding for low-temperature projects in Chile. The company felt it natural to focus on working with only one company in the field.

Considerable effort has gone into presenting GTH to potential research acquisition and project partners, and soon an agreement was reached with the contractor SNC Lavalin, which was originally Canadian, to collaborate with ÍSOR in Chile. The GTH office is based on their premises in Santiago. Both companies have focused together in acquiring project contracts.

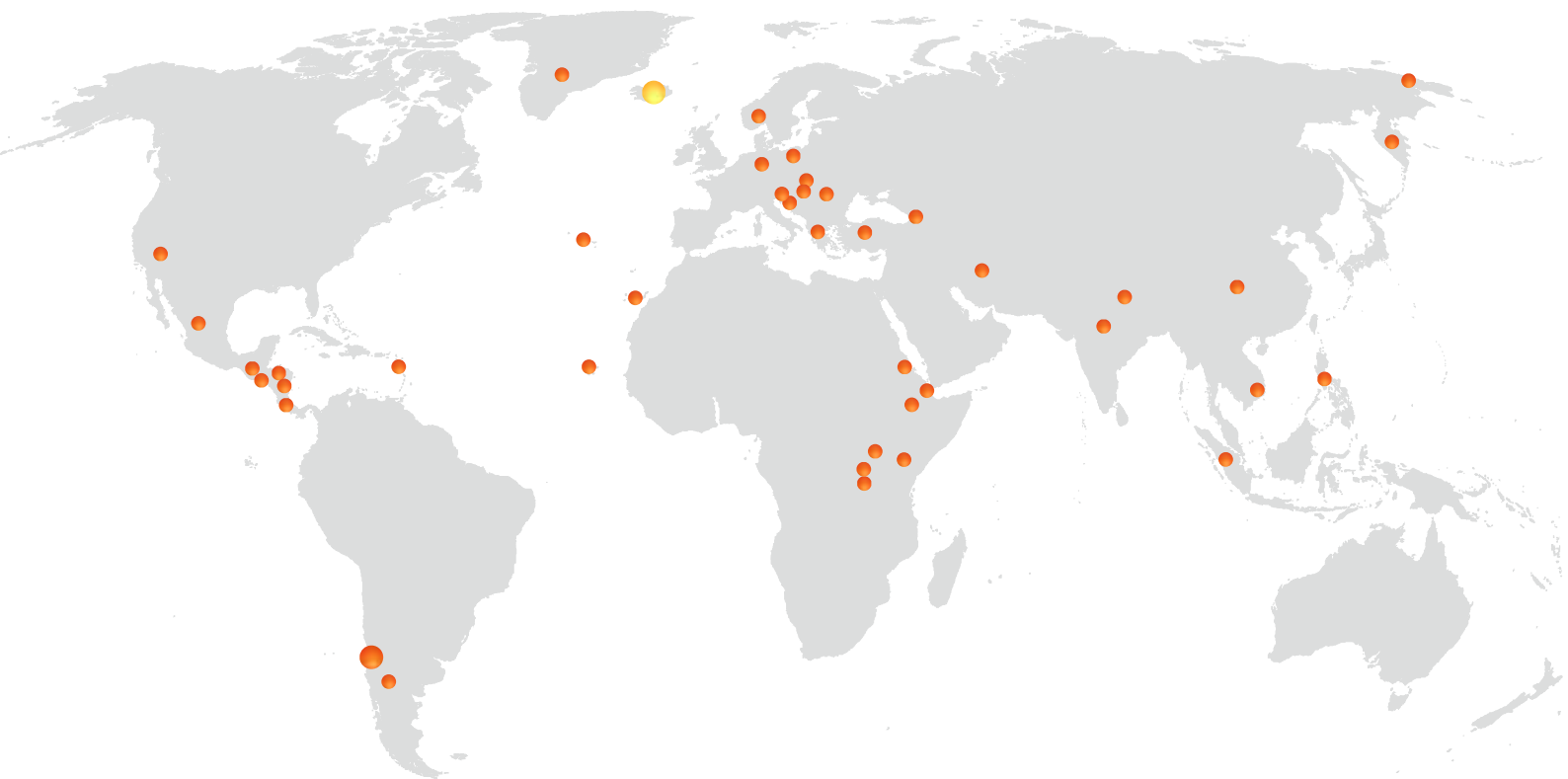
Some inquiries were made following the GTH promotion, both in Chile and at GRC-conferences, and there was obviously a considerable interest among the energy companies in the geothermal services offered by GTH. Geothermal research in Chile is in its early stages and there is no tradition of sourcing energy via geothermal. However, during the past two or three years interest has increased dramatically in that sector. The government of Chile has now issued about 40 licences for research and 20 more are in preparation.

During the last few months, GTH personnel have been going regularly to Chile for periods of up to two months to work on specific projects and to acquire new ones. This work has gone well and has resulted in several small projects for parties such as Colbún, Polaris, Barrick and Geotech. In the fall GTH was successful in landing a large contract with Collahuasi, which is a major mining company in northern Chile. The contract is for two years and involves the oversight of all operations with regard to geothermal exploration, drilling and consulting. Talks are also underway with other companies concerning comprehensive services. These companies include Magma Energy (Alterra), ECM Ingenieria Energia and Energia Andina, as well as the firms previously mentioned.

If Chilean government plans are realised, there are clear prospects for several exploration projects in coming years. It is clear in any case that those who already hold exploration licences must meet specific research goals in the next few years in order to qualify for production licences.



**GeoThermHydro**  
Renewable Energy



▲ Verkefni ÍSOR erlendis á undanföörnum árum.  
Iceland GeoSurvey project sites overseas.

Myndin er tekin í áttina að jarð-  
hitasvæði í Irruputungu í Atacama-  
eyðimörkinni í Norður-Chile.

A view towards the Irruputungu  
geothermal area in the Atacama  
Desert in northern Chile.



▲ Colimapu, rétt sunnan Santiago í Chile.  
Colimapu, just south of Santiago, Chile.





## Jarðhitabjálfun og kennsla

*Kennsla og bjálfun af ýmsum toga er snar þáttur í vinnu ÍSOR. Má þar fyrst nefna kennslu við Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna en ÍSOR hefur undanfarin ár séð um meira en helming kennslu og bjálfunar fyrir nemendur skólans. Óvenju stór hópur nemenda var við skólann árið 2010, eða alls 28.*

Auk bjálfunar og kennslu við Jarðhitaskólann tóku starfsmenn ÍSOR að sér nokkur námskeið erlendis í samstarfi við skólann. Fyrst ber að nefna umfangsmikið 11 vikna námskeið í Kenía þar sem níu leiðbeinendur frá ÍSOR komu að. Þar var tekið á öllum þáttum yfirborðsrannsókna við jarðhitaleit. Námskeiðið var í þremur hlutum, fyrirlestrar, feltvinna og verkefnavinna. Þátttakendur voru um 40 talsins, allt starfsmenn KenGen, raforkufyrirtækis Kenía, en stjórnvöld þar í landi hafa ákveðið að stórauka raforkuframleiðslu í landinu með nýtingu jarðhita.

Mánaðarlangt bornámskeið „Geothermal Drilling Technology“ var haldið í Indónesíu. Samningurinn var við ÍSOR, með aðkomu Jarðhitaskólans, og sáu tveir stafsmenn ÍSOR um kennsluna ásamt þremur Filippseyingum. Áður en námskeiðið hófst var farið með hópinn á fimm jarðhitasvæði á þremur eyjum, Súmötru, Norður-Sulawesi og Jövu. Á þeim svæðum eru borframkvæmdir hafnar vegna virkjanaáforma og gafst því tækifæri til að kynnast aðstæðum og sérkennum hvers svæðis fyrir sig.

ÍSOR skipulagði í samvinnu við Jarðhitaskólann vikulangt námskeið í Indónesíu um útfellingar og tæringu við jarðhitavirkjanir, „Geothermal Scaling and Corrosion“ fyrir fyrirtækið Pertamina Geothermal. Þar tóku þátt tveir fyrirlesarar frá ÍSOR og einn ráðgjafarverkfræðingur.

Áfram var haldið með umfangsmikið bjálfunarverkefni ÍSOR í Níkaragva fyrir Þróunarsamvinnustofnun. Þar er unnið að bjálfun og kennslu sérfræðinga opinberra eftirlitsaðila sem hafa eftirlit með rannsóknum og virkjun jarðhita í landinu.

Auk þess má nefna námskeið í forðafraðilegum aðferðum fyrir franska fyrirtækið CFG (Cie Française de Géothermie) sem haldið var í Orkugarði. Þá hafa starfsmenn ÍSOR sinnt kennslu og bjálfun framhaldsnema við Háskóla Íslands og Háskólann í Reykjavík, auk REYST og RES-orkuskólanna.

## Geothermal Training and Education

*In recent years specialists at ÍSOR have carried out more than half of the teaching and training in the UNU Geothermal Training Programme. An unusually large number of 28 students attended the school in 2010. This indicates a growing interest in the use of geothermal energy.*

A significant proportion of activities at ÍSOR relate to teaching and training in different fields of expertise. In particular, these include teaching at the Geothermal Training Programme of the United Nations University (UNU-GTP) which is a postgraduate training programme, aimed at assisting developing countries in capacity building within geothermal exploration and development. In addition, a number of ÍSOR employees coordinated several training courses abroad in cooperation with the UNU-GTP. For example, an extensive 11-week course was held in Kenya in which nine specialists from ÍSOR were the key players. The training involved all the disciplines of surface geothermal exploration. The course was divided into three parts, lectures, field work and practical assignments. There were about 40 participants, all employees of KenGen. A similar course, extending over four weeks, was held for the Geothermal Development Company (GDC), the other main geothermal company in Kenya. This corresponds with the intention of the Kenyan government to massively increase electricity production in the country by utilising geothermal energy.

A month long borehole course “Geothermal Drilling Technology” was held in Indonesia. The contract was with ÍSOR, with involvement of the UNU-GTP. Two ÍSOR specialists developed and taught the course with the aid of three Filipinos. Before the course began the trainees were taken to five geothermal fields on three islands, Sumatra, North Sulawesi and Java. Drilling operations in these areas have already commenced to coincide with imminent plans for power plant constructions. The field work provided an excellent opportunity for trainees to learn about the special conditions and characteristics of each individual field separately.

ÍSOR constructed a week-long workshop in Indonesia, in cooperation with the UNU-GTP, relating to scaling and corrosion affecting geothermal power plants (“Geothermal Scaling and Corrosion”) for the company Pertamina Geothermal. Two lecturers from ÍSOR and one consultant engineer took part in this course.



Pátttakendur í vettvangsferð á jarðhitanámskeiði í Kenía. Stjórnvöld í Kenía hafa ákveðið að stórauka raforkuframleiðslu í landinu með nýtingu jarðhita. Rannsóknir þykja benda til þess að virkja megi 7.000 MWe í sigdalnum í Kenía en þar eru fyrir virkjanir á Olkaria-svæðinu sem framleiða samtals 202 MWe. Stefnt er að því að auka framleiðsluna um 1.500 MW fyrir árið 2018 og um önnur 4.000 MW til viðbótar fyrir árið 2030. Gert er ráð fyrir að boraðar verði 1.000 borholur og reistar 30 stórar virkjanir í þessum tilgangi.

Participants in one of the geothermal field courses in Kenya. The government of Kenya has decided to increase electricity production significantly in the country by utilising geothermal energy. Studies seem to indicate that about 7,000 MWe may be harnessed in the Rift Valley of Kenya. Power plants in the Olkaria field already produce a total of 202 MWe. The aim is to increase the production by 1,500 MW by 2018 and by additional 4,000 MWe by the year 2030. At least 1,000 wells are expected to be drilled and some 30 large power plants will be built for this purpose.

An extensive development project organised by ÍSOR in Nicaragua continued, but the contract is via the Icelandic International Development Agency. The objective is to train state employed official inspection officers who will subsequently supervise geothermal research and exploitation of geothermal power in the country.

In addition, courses in geothermal resource assessment were held at the ÍSOR headquarters, Orkugardur, for the French company CFG (Cie Francaise de Géothermie). Furthermore, ÍSOR specialists continue to supervise and train postgraduate students at the University of Iceland and the University of Reykjavik in addition to students at the REYST and RES energy schools.



## Geothermal Short Courses 2012

ÍSOR offers geothermal short courses at the headquarters in Reykjavík in the spring of 2012. These are specialised courses for professionals taught by lectures with decades of experience.

The duration of each course is five days.

Interested parties are referred to our website for description of these courses and registration information: [www.geothermal.is](http://www.geothermal.is)

- *Geophysical Methods*  
*in Geothermal Exploration for Non-Experts (ÍSOR 1)*
- *Geochemical Methods*  
*in Geothermal Exploration (ÍSOR 2)*
- *Geothermal Drilling (ÍSOR 3)*
- *Injection and Production Testing*  
*of High-Enthalpy Geothermal Wells (ÍSOR 4)*
- *Conceptual Model Development*  
*Volumetric Resource Assessment (ÍSOR 5)*

# Útgefið efni

## Skýrslur

Andri Stefánsson, Þráinn Friðriksson, Sigurður H. Markússon og Júlía K. Björke (2010). **Jarðhitavatn, ummyndun og útfellingar á yfirborði háhitavæða á Íslandi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/006, Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, RH-01-2010.

Anette K. Mortensen, Christa Feucht og Hörður Tryggvason (2010). **Nesjavellir – NJ-27. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 90 m, öryggisfóðringu í 336 m og vinnslufóðringu í 774 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/070. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Anette K. Mortensen, Sigurveig Árnadóttir, Þorsteinn Egilsson, Bjarni Gautason, Magnús Á. Sigurgeirsson, Auður Ingimarsdóttir, Hörður Tryggvason, Hjalti Steinn Gunnarsson, Ragnar Bjarni Jónsson, Sveinbjörn Sveinbjörnsson og Elías Þorsteinsson (2010). **Krafla – IDDP-1. Drilling completion and geology report for drilling stage 3.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/115. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/130.

Ari Elíasson og Jón Andri Hjaltason (2010). **Ferlunar-búnaður til rennismælinga. Frágangur á mælíbúnaði.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/046.

Ari Elíasson og Jón Andri Hjaltason (2010). **Titrings-mælingar á borstreng við háhitaborun. Niðurstöður mælinga úr þróunarverki.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/047.

Auður Agla Óladóttir (2010). **Gasflæðismælingar um yfirborð í Námafelli sumarið 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/075. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/128.

Árni Hjartarson (2010). **Norðúrardalur í Borgarfirði. Skýringar með vatnafarskort og berggrunnskorti.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/081. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Árni Hjartarson (2010). **Volgur jarðsjór í Núpsmýri í Öxarfirði. Boranir 2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/038. Unnið fyrir Silfurstöðjuna.

Árni Hjartarson og Guðjón Eyjólfur Ólafsson (2010). **Undirgöng undir Reykjanesbraut við Straumsvík. Sveiflur grunnvatnsborðs.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/044. Unnið fyrir Vegagerðina.

Bjarni Gautason, Sigurveig Árnadóttir, Anette K. Mortensen, Þorsteinn Egilsson, Guðmundur H. Guðfinnsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Ragnar Bjarni Jónsson, Hörður Tryggvason, Hjalti Steinn Gunnarsson, Sveinbjörn Sveinbjörnsson, Elías Þorsteinsson, Sveinbjörn Sveinbjörnsson, Auður Ingimarsdóttir og Cécile Massiot (2010). **Krafla – IDDP-1. Drilling completion and geology report for drilling stage 4.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/116. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/131.

Bjarni Richter og Karl Gunnarsson (2010). **Overview of hydrocarbon related research in Tjörnes Basin.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/007. Unnið fyrir Orkustofnun.

Björn S. Harðarson, Guðmundur H. Guðfinnsson, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Hellisheiði – Hóla HN-8. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 98 m, öryggisfóðringu í 307 m og vinnslufóðringu í 752 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/104. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Björn S. Harðarson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Hörður Tryggvason og Christa Feucht (2010). **Hellisheiði – Hóla HE-32. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 98 m, öryggisfóðringu í 307 m og vinnslufóðringu í 752 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/090. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Björn S. Harðarson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Hörður

# Publications

## Reports

Tryggvason og Helga Margrét Helgadóttir (2010). **Gráuhnúkar – Hóla HN-7. 1., 2. og 3. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 103 m, öryggis- og vinnslufóðringu í 849 m og 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara í 2211 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/103. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Björn S. Harðarson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Hörður Tryggvason, Steinþór Níelsson og Snorri Guðbrandsson (2010). **Hellisheiði – Hóla HE-32. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara frá 752 m í 2465 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/091. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Björn S. Harðarson, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, Sigurjón Vilhjálmsson, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Magnús Á. Sigurgeirsson og Christa Feucht (2010). **Hellisheiði – Hóla HE-35. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara frá 1039 m í 2450 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/110. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Björn S. Harðarson, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Svanbjörg H. Haraldsdóttir og Hjalti Steinn Gunnarsson (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-49. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 98 m, öryggisfóðringu í 273 m og vinnslufóðringu í 802 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/101. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Björn S. Harðarson, Steinþór Níelsson, Guðmundur H. Guðfinnsson og Hörður Tryggvason (2010). **Hellisheiði – Hóla HN-8. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara frá 965 m í 2580 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/105. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa Feucht og Halldór Ingólfsson (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-38. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 89 m, öryggisfóðringu í 322 m og vinnslufóðringu í 778 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/068. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa Feucht og Hörður Tryggvason (2010). **Hellisheiði – HE-47. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 93 m, öryggisfóðringu í 326 m og vinnslufóðringu í 779 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/118. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa Feucht og Hörður Tryggvason (2010). **Hellisheiði – HE-47. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>” krónu fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara frá 779 m í 2514 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/119. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa Feucht, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, Sigurður Sveinn Jónsson, Svanbjörg H. Haraldsdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-33. 3. áfangi: Borun 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>” vinnsluhluta fyrir 7” leiðara frá 835 m í 2325 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/097. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa Feucht, Sigurlaug María Hreinsdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-44. 3. áfangi: Borun fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara frá 837 m í 2606 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/099. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa Feucht, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Theódóra Matthíasdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-44. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 95 m, öryggisfóðringu í 450 m og vinnslufóðringu í 837 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/098. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa Feucht, Theódóra Matthíasdóttir og Svanbjörg Helga Haraldsdóttir (2010). **Nesjavellir – Hóla NJ-26. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara frá 1091**

**m í 2509 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/063. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Christa M. Feucht, Halldór Ingólfsson og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hóla HE-38. 3. áfangi: Borun með 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>” krónu fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara frá 778 m í 2726 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/094. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Ester Eyjólfssdóttir, Finnbogi Óskarsson og Þráinn Friðriksson (2010). **Gufu- og vatnsgæðaeftirlit í Svartsengi árið 2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/037. Unnið fyrir HS Orku hf.

Finnbogi Óskarsson og Þráinn Friðriksson (2010). **Jarðefnafræðilegt vinnslueftirlit á Reykjanesi árið 2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/067. Unnið fyrir HS Orku hf.

Finnbogi Óskarsson og Þráinn Friðriksson (2010). **Jarðefnafræðilegt vinnslueftirlit í Svartsengi 2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/117. Unnið fyrir HS Orku hf.

Gudni Axelsson (2010). **Review of the production capacity of the Lightning Dock geothermal resource, New Mexico.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/088. Unnið fyrir Efla Consulting Engineers.

Gudni Axelsson, Árni Ragnarsson, Benedikt Steingrímsson, Kristján Saemundsson, Magnús Á. Sigurgeirsson og Ólafur G. Flóvenz (2010). **Review of Power Supply Feasibility for the First Phase of the Proposed Helguvík Aluminium Smelter, SW-Iceland.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/014. Unnið fyrir Hatch Associates Ltd.

Guðmundur H. Guðfinnsson, Björn S. Harðarson og Halldór Ingólfsson (2010). **Kolviðarhöll – Hóla HN-15. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðs- og öryggisfóðringu í 87 m, vinnslufóðringu í 408 m og vinnsluhluta í 1024 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/059. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðmundur H. Guðfinnsson, Björn S. Harðarson og Hörður Tryggvason (2010). **Hellisheiði – Húsmúli – Hóla HN-11. 1., 2. og 3. áfangi: Borun fyrir öryggisfóðringu í 103 m, vinnslufóðringu í 705 m og vinnsluhluta í 2703 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/053. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðmundur H. Guðfinnsson, Björn S. Harðarson, Héðinn Björnsson og Sigvaldi Thordarson (2010). **Hverahlíð – Hóla HE-53. Viðgerð.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/016.

Guðmundur H. Guðfinnsson, Helga Margrét Helgadóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Hverahlíð – Hóla HE-55. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 102 m, öryggisfóðringu í 309 m og vinnslufóðringu í 810 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/058. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðmundur H. Guðfinnsson, Helga Margrét Helgadóttir, Christa Feucht og Halldór Ingólfsson (2010). **Húsmúli – Hóla HN-16. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 95 m, vinnslufóðringu í 660 m og vinnsluhluta í 2204 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/069. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðmundur H. Guðfinnsson, Magnús Á. Sigurgeirsson og Hörður Tryggvason (2010). **Hellisheiði – Hóla HE-55. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 7” leiðara frá 810 m í 2782 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/096. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðmundur H. Guðfinnsson, Theódóra Matthíasdóttir og Hjalti Steinn Gunnarsson (2010). **Hellisskarð – Hóla HE-41. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 783 m í 2843 m dýpi fyrir 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” leiðara.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/056. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðni Axelsson (2010). **Möguleikar á aukinni vinnslu**



**HAB úr holum LH-1 og BB-3 í Bæjarsveit.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/034. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðni Axelsson (2010). **Temperature condition modeling for well IDDP-1.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/051. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/119.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson (2010). **Staða jarðhitavinnslu í Skútudal vorið 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/021. Unnið fyrir RARIK.

Gylfi Páll Hersir og Ragna Karlsdóttir (2010). **Viðnámsmælingar sunnan við Skálafell.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/078. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Gylfi Páll Hersir, Arnar Már Vilhjálmsson, Guðni Karl Rosenkjær, Hjálmar Eysteinnsson og Ragna Karlsdóttir (2010). **Jarðhitasvæðið í Krýsuvík. Viðnámsmælingar 2007 og 2008.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/025. Unnið fyrir HS Orku hf.

Halldór Ármannsson (2010). **Investigations of geothermal areas in Uganda other than Katwe-Kikorongo, Buranga and Kibiro.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/003. Unnið fyrir Þróunarsamvinnustofnun Íslands (ICEIDA).

Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2010). **Háhitaholur á Þeistareykjum. Efnasamsetning vökvu og gufu í blásturspröfunum 2002-2008.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/082. Unnið fyrir Þeistareyki ehf.

Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson og Ester Eyjólfssdóttir (2010). **Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/018. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/055.

Haukur Jóhannesson (2010). **Vesturbýggð. Valkostir vegna heitavatsnóflunar fyrir Patreksfjörð, Bíldudal og Barðaströnd.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/072. Unnið fyrir Vesturbýggð og Orkubú Vestfjarða.

Haukur Jóhannesson, Sigurður G. Kristinnsson, Haraldur Jónasson, Hörður Tryggvason, Þorsteinn Egilsson og Magnús Ólafsson (2010). **Borun holu SD-01 á Skarðdal í Siglufurði. 2. áfangi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/036. Unnið fyrir RARIK.

Helga Margrét Helgadóttir (2010). **Gráuhnúkar – Hóla HE-57. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 95 m, öryggisfóðringu í 343 m og vinnslufóðringu í 1046 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/004. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Helga Margrét Helgadóttir og Halldór Ingólfsson (2010). **Gráuhnúkar – Hóla HE-57. 3. áfangi: Borun fyrir 7" leiðara í 3118 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/005.

Héðinn Björnsson (2010). **Mælingaefirlit á Nesjavöllum 2007-2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/019. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Hjalti Franzson, Grímur Björnsson, Ragnar Ásmundsson og Anett Blische (2010). **Heimaey. Borun og rannsóknir í holu HH-8.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/027. Unnið fyrir HS Orku hf.

Hjálmar Eysteinnsson (2010). **Stefnur í MT-gögnum á Kröflusvæðinu.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/030. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/082.

Hjálmar Eysteinnsson, Ragna Karlsdóttir og Gylfi Páll Hersir (2010). **Joint interpretation of TEM and MT measurements from 2009 in the Irruputuncu and Olca areas in Collahuasi, Chile.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/022. Unnið fyrir Compañía Minera Doña Inés Collahuasi.

Ingvar Þór Sigurðsson (2010). **GNSS-mælingar á Hengillssvæði í september og október 2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/017. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Íslenskar orkurannsóknir (2010). **2D resistivity modeling of MT data from Pazarlar, Turkey.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/055. Unnið fyrir Kayen Sigma Enerji Elektrik Urtem Sanayi ve Ticaret AC.

Íslenskar orkurannsóknir (2010). **Preliminary Drilling Program for Olca.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/035. Unnið fyrir Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

Íslenskar orkurannsóknir (2010). **Preliminary Drilling Program for Olca – Slim Holes. Addendum to ÍSOR Report 2010/035.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/041. Unnið fyrir Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

Knútur Árnason, Arnar Már Vilhjálmsson og Þórhildur Björnsdóttir (2010). **A study of the Krafla volcano using gravity, microearthquake and MT data.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/066. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/121.

Kristján Ágústsson og Aurore Franco (2010). **HYDRORIFT. Report on data acquisition in the HYDRORIFT project.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/002. Unnið fyrir GEORG.

Kristján Ágústsson, Gunnlaugur Einarsson, Sigrún Gunnarsdóttir, Ólafur G. Flóvenz og Egill Árni Guðnason (2010). **GEISER. Status report for the GEISER project.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/043. Unnið fyrir GEORG.

Kristján Ágústsson, Sigríður Kristjánsdóttir, Aurore Franco og Ólafur G. Flóvenz (2010). **HYDRORIFT. Status report for the HYDRORIFT project.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/042. Unnið fyrir GEORG.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Björn S. Harðarson, Anette K. Mortensen, Theódóra Matthíasdóttir, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Hjalti Steinn Gunnarsson og Þorsteinn Egilsson (2010). **Hellisheiði – Húsmúli. Hóla HN-9. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9½" leiðara frá 785 m í 3011 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/073. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Björn S. Harðarson, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Svanbjörg H. Haraldsdóttir og Hjalti Steinn Gunnarsson (2010). **Hellisheiði – Húsmúli. Hóla HN-9. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 82 m, öryggisfóðringu í 293 m og vinnslufóðringu í 785 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/026. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Guðmundur H. Guðfinnsson og Hörður H. Tryggvason (2010). **Kolviðarhóll – Hóla HN-14. Forborun, 1. og 2. áfangi: Forborun fyrir yfirborðsfóðringu í 88 m, borun 1. áfanga fyrir öryggis- og vinnslufóðringu í 690 m og borun 2. áfanga í 2039 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/012. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Guðmundur H. Guðfinnsson, Steinþór Níelsson og Hjalti Steinn Gunnarsson (2010). **Hellisheiði – Hóla HE-56. 3. áfangi: Borun fyrir 9½" leiðara frá 656 m í 1467 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/102. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Guðmundur H. Guðfinnsson, Sveinborg H. Gunnarsdóttir, Helga Margrét Helgadóttir, Halldór Ingólfsson, Páll Jónsson og Halldór Ö. Stefánsson (2010). **Reykjanes – RN-29. Borun holu RN-29: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 902 m, öryggisfóðringu í 306 m, vinnslufóðringu í 92 m og leiðara í 2837 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/032. Unnið fyrir HS Orku hf.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Sigurður S. Jónsson, Steinþór Níelsson, Hjalti Franzson og Hörður Tryggvason (2010). **Endurborun vinnsluhluta holu NJ-25. Borun fyrir 9½" vinnslufóðringu í 759 m og 7" leiðara í 2098 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/095. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir,

Steinþór Níelsson, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Kolviðarhóll – Hóla HE-43. 3. áfangi: Borun fyrir 9½" leiðara frá 882 m í 2400 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/107. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Magnús Ólafsson (2010). **Efnasamsetning sigvatns á sorpurðunarsvæðinu á Glerárdal vorið 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/024. Unnið fyrir Flokkun ehf.

Magnús Ólafsson (2010). **Hitaveita Suðureyrar. Eftirlit með efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum hitaveitunnar 2007-2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/061. Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða.

Maryam Khodayar (2010). **Surface deformation of May 29, 2008 earthquake near Hveragerði, South Iceland Seismic Zone and Hengill geothermal area.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/033. Unnið fyrir Bergsprungur Project.

Maryam Khodayar (2010). **Urriðafoss Hydroelectric Project, South Iceland Seismic Zone. The 2008-2010 Tectonic Investigations and Recommendations.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/054. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/112.

Páll Jónsdóttir (2010). **Production and recovery testing of the well GT2 at Oberhaching, Germany, in January 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/013. Unnið fyrir Erdwärme Grünwald GmbH.

Páll Jónsson, Héðinn Björnsson og Sæunn Halldórsdóttir (2010). **Svartsengi – Reykjanes. Hita- og þrýstingsmælingar 2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/020. Unnið fyrir HS Orku hf.

Ragna Karlsdóttir og Hjálmar Eysteinnsson (2010). **MT-mælingar á Reykjanesi 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/049. Unnið fyrir HS Orku hf.

Ragna Karlsdóttir, Hjálmar Eysteinnsson og Arnar Már Vilhjálmsson (2010). **Kerlingarfjöll. TEM- og MT-mælingar 2008.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/001. Unnið fyrir Orkustofnun.

Ragnar K. Ásmundsson og Elías Þorsteinnsson (2010). **Tækifæri til varmavirkunar á Vestfjörðum. Varmadætur og samnýting varma.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/045. Unnið fyrir Orkustofnun.

Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir (2010). **Kolviðarhóll – Hóla HE-52. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12¼" krónu fyrir 9½" leiðara frá 897 m í 2516 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/087. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir (2010). **Kolviðarhóll – Hóla HE-52. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 83 m, öryggisfóðringu í 317 m og vinnslufóðringu í 897 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/086. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, Björn S. Harðarson, Theódóra Matthíasdóttir og Tómas Pálsson (2010). **Hellisheiði – Húsmúli – Hóla HN-13. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðs- og öryggisfóðringu í 88 m, vinnslufóðringu í 457 m og 9½" leiðara í 1000 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/057. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sigurður G. Kristinnsson og Þorsteinn Egilsson (2010). **Afkastamæling SD-01 á Skarðdal í Siglufurði.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/079. Unnið fyrir RARIK.

Sigurður Sveinn Jónsson, Anette K. Mortensen, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, Steinþór Níelsson, Hörður Tryggvason og Christa Feucht (2010). **Kolviðarhóll – Hóla HE-40. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 87 m, öryggisfóðringu í 310 m og vinnslufóðringu í 849 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/085. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sigurður Sveinn Jónsson, Anette K. Mortensen, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, Steinþór Níelsson, Hörður Tryggvason og Christa Feucht (2010). **Kolviðarhóll –**

**Hola HE-40. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9½" og 7" leiðara frá 849 m í 2820 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/123. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sigurður Sveinn Jónsson, Bjarni Reykr Kristjánsson, Halldór Ingólfsson og Magnús Á. Sigurgeirsson (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-23. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12¼" krónu fyrir 9½" leiðara frá 774 m í 1968 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/120. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sigurður Sveinn Jónsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Ómar Sigurðsson og Halldór Ingólfsson (2010). **Reykjanes – Hola RN-15. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 804 m í 2507 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/050. Unnið fyrir HS Orku hf.

Sigurður Sveinn Jónsson, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir og Sigurjón Böðvar Þórarinnsson (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-28. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12¼" krónu frá 661 m í 1473 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/122. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sigurður Sveinn Jónsson, Steinþór Níelsson, Björn S. Harðarson, Ómar Sigurðsson, Ragnar Ásmundsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Gísli Örn Bragason og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-27. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12¼" krónu frá 753 m í 2116 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/121. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sigvaldi Thordarson, Hjalti Franzson og Gunnlaugur M. Einarsson (2010). **Hugmyndir að hönnun holu HN-17.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/048. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Skúli Víkingsson (2010). **Stapafell. Útreikningur á efnistöku 1945–1999 og 1999–2006.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/028. Unnið fyrir Landeigendafélag Ytra-Njarðvíkurhverfis með Vatnsnesi.

Snorri Guðbrandsson, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir, Sigurjón Böðvar Þórarinnsson og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-28. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 111 m, öryggisfóðringu í 245 m og vinnslufóðringu í 661 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/113. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Steinunn Hauksdóttir (2010). **Efnaeftirlit með laugum neðan Háslóns 2006 og 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/076. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/129.

Steinunn Hauksdóttir og Bjarni Gautason (2010). **Efnaeftirlit í Hrísey 2005–2010. Jarðhitavatn og neysluvatn.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/080. Unnið fyrir Norðurorku.

Steinþór Níelsson og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-34. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9½" leiðara frá 723 m í 1397 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/071. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Steinþór Níelsson, Sigurjón Vilhjálmsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir og Christa Feucht (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-48. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 90 m, öryggisfóðringu í 451 m og vinnslufóðringu í 837 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/111. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Steinþór Níelsson og Svanbjörg H. Haraldsdóttir (2010). **Nesjavellir – Hola NJ-27. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12¼" krónu fyrir 9½" og 7" leiðara frá 774 m í 2503 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/089. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Steinþór Níelsson, Halldór Ingólfsson og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-48. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12¼" krónu fyrir 9½" leiðara frá 837 m í 2288 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/112. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinborg H. Gunnarsdóttir, Björn S. Harðarson, Christa Feucht, Theódóra Matthíasdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Kolviðarhóll – Hola HE-46. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9½" leiðara frá 1032 m í 2744 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/062. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir og Christa Feucht (2010). **Hellisskarð – Hola HE-42. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 922 m í 3322 m dýpi fyrir 9½" og 7" leiðara.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/065. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-37. 3. áfangi: Borun frá 755 m í 3111 m dýpi fyrir 9½" leiðara.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/011. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Guðmundur H. Guðfinnsson og Hjalti Steinn Gunnarsson (2010). **Hellisskarð – Hola HE-41. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 92 m, öryggisfóðringu í 302 m og vinnslufóðringu í 782 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/015. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Guðmundur H. Guðfinnsson og Hjalti Steinn Gunnarsson (2010). **Hellisheiði – Hola HE-50. 3. áfangi: Borun með 12¼" krónu fyrir 9½" leiðara frá 695 m í 2000 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/084. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Magnús Á. Sigurgeirsson, Svanbjörg Helga Haraldsdóttir og Sigurjón Vilhjálmsson (2010). **Hellisskarð – Hola HE-42. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 86 m, öryggisfóðringu í 341 m og vinnslufóðringu í 920 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/064. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Sigurður Sveinn Jónsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Oddur Kjartansson og Hörður Tryggvason (2010). **Klausturhólar – Hola KH-11. Borun holu KH-11 í 2505 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/077. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og HS Orku hf.

Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Steinþór Níelsson, Guðmundur H. Guðfinnsson og Hjalti Steinn Gunnarsson (2010). **Hellisheiði – Hola HE-50. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 91 m, öryggisfóðringu í 303 m og vinnslufóðringu í 695 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/083. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sæunn Halldórsdóttir, Sigríður Sif Gylfadóttir, Héðinn Björnsson, Anette K. Mortensen og Guðni Axelsson (2010). **Jarðhitakerfið í Námafjalli. Endurskoðað hugmyndalíkan og hermun á náttúrulega ástandi kerfisins.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/074. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/132.

Theódóra Matthíasdóttir og Halldór Ingólfsson (2010). **Hellisheiði – Hola HE-51. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 98 m, öryggisfóðringu í 330 m og vinnslufóðringu í 737 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/108. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir og Halldór Ingólfsson (2010). **Hellisheiði – Hola HE-51. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 8½" krónu fyrir 7" leiðara frá 737 m í 2620 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/109. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir og Hörður Tryggvason (2010). **Kolviðarhóll – Hola HE-46. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 83 m, öryggisfóðringu í 338 m og vinnslufóðringu í 1032 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/060. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir og Sveinborg H. Gunnarsdóttir (2010). **Hverahlíð – Hola HE-54. Forborun, 1. og 2.**

**áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 94 m, öryggisfóðringu í 293 m og vinnslufóðringu í 759 m.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/009. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir, Guðmundur H. Guðfinnsson og Halldór Ingólfsson (2010). **Hellisskarð – Hola HE-45. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 92 m, öryggisfóðringu í 300 m og vinnslufóðringu í 772 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/092. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir, Guðmundur H. Guðfinnsson, Halldór Ingólfsson og Hörður Tryggvason (2010). **Hellisskarð – Hola HE-45. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta með 12¼" krónu fyrir 9½" leiðara frá 772 m í 2415 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/093. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir, Magnús Á. Sigurgeirsson og Hörður Tryggvason (2010). **Kolviðarhóll – Hola HE-43. Forborun, 1. og 2. áfangi: Borun fyrir yfirborðsfóðringu í 92 m, öryggisfóðringu í 315 m og vinnslufóðringu í 882 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/106. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir, Magnús Á. Sigurgeirsson, Héðinn Björnsson og Halldór Ingólfsson (2010). **Hverahlíð – Hola HE-54. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 759 m í 2436 m dýpi fyrir 7" leiðara.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/010. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Theódóra Matthíasdóttir, Sveinborg Hlíf Gunnarsdóttir, Hörður Tryggvason, Svanbjörg H. Haraldsdóttir og Magnús Á. Sigurgeirsson (2010). **Skarðsmýrarfjall – Hola HE-39. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta fyrir 9½" leiðara frá 782 m í 3056 m dýpi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/114. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Thorsteinn Egilson (2010). **Boulliant Guadeloupe. BO-2, BO-4 and BO-7. Static Temperature and Pressure Profiles prior to re-injection in BO-2.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/031. Unnið fyrir og í samstarfi við CEG Services, Frakklandi.

Thóroddur F. Thóroddsson og Halldór Ármannsson (2010). **Consultancy, workshop, field visits, El Salvador and Nicaragua, December 2009. Further co-operation of ICEIDA with MARENA, Nicaragua.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/008. Unnið fyrir Þróunarsamvinnustofnun Íslands (ICEIDA).

Þorsteinn Egilson (2010). **Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi árin 2006–2009.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/029. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/078.

Þorsteinn Egilson, Halldór Ingólfsson og Sveinbjörn Sveinbjörnsson (2010). **Eftirlitsmælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/039. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/104.

Þorsteinn Egilson, Halldór Ingólfsson og Sveinbjörn Sveinbjörnsson (2010). **Ýmsar borholumælingar í Kröflu og Bjarnarflagi 2010. Holur KJ-21, KG-26, AE-10, BJ-11 og BJ-12.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/040. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/105.

Þráinn Friðriksson og Auður Agla Óladóttir (2010). **Gasflæðimælingar um yfirborð í Kröflu sumarið 2010.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/052. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/113.

Þráinn Friðriksson, Kristján Sæmundsson, Auður Agla Óladóttir, Gunnlaugur M. Einarsson, Sigurður G. Kristinnsson, Halldór Ármannsson og Ester Eyjólfssdóttir (2010). **Umhverfiseftirlit á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/100. Unnið fyrir HS Orku hf.

Þráinn Friðriksson, Þóroldur H. Hafstað og Sigurður G. Kristinnsson (2010). **Svartsengi. Efnagreiningar á ferskvatni 2008.** Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2010/023. Unnið fyrir HS Orku hf.

## Ritgrúndar greinar Reviewed Articles

Axelsson, G. (2010). Sustainable geothermal energy utilization. **International Review of Applied Sciences and Engineering** 1, (1–2), 21–30.

Axelsson, G. (2010). Sustainable geothermal utilization – Case histories; definitions; research issues and modelling. **Geothermics** 39, (4), 283–291.

Axelsson, G., Gunnlaugsson, E., Jónasson, Th., Ólafsson, M. (2010). Low-temperature geothermal utilization in Iceland. Decades of experience. **Geothermics** 39, (4), 329–338.

Árnason, K., Eysteinnsson, H., Hersir, G. P. (2010). Joint 1D inversion of TEM and MT data and 3D inversion of MT data in the Hengill area, SW Iceland. **Geothermics** 39, 13–34.

Árni Hjartarson (2010). HÍN í 120 ár. **Náttúrufræðingurinn** 80, s. 3.

Árni Hjartarson (2010). Hvar er Gerpir upprunninn? **Náttúrufræðingurinn** 80, 71–75.

Árni Hjartarson (2010). Kvæðið Eyjafallajökull. Kvæði eftir Bjarna Thorarensen 1786–1841. **Náttúrufræðingurinn** 80, 157–158.

Árni Hjartarson og Droplaug Ólafsdóttir (2010). Náttúrufræðisannáll 2008. **Náttúrufræðingurinn** 80, 161–165.

Gislason, S. R., Wolff-Benisch, D., Stefánsson, A., Oelkers, E. H., Gunnlaugsson, E., Sigurðardóttir, H., Sigfússon, B., Broecker, W. S., Matter, J. M., Stute, M., Axelsson, G., Friðriksson, Th. (2010). Mineral sequestration of carbon dioxide in basalt: A pre-injection overview of the CarbFix project. **International Journal of Greenhouse Gas Control** 4, (3), 537–545.

Harðardóttir, V., Hannington, M. D., Hedenquist, J., Kjarsgaard, I. og Hoal, K. (2010). Cu-rich Scales in the Reykjanes Geothermal System, Iceland. **Economic Geology** 105, (6), 1143 – 1155.

Houssein, D. E., Axelsson, G. (2010). Geothermal resources in the Asal Region, Republic of Djibouti: An update with emphasis on reservoir engineering studies. **Geothermics** 39, (3), 220–227.

Jaya, M. J., Shapiro, S. A., Kristinsdóttir, L. H., Bruhn, D., Milsch, H., Spangenberg E. (2010). Temperature dependence of seismic properties in geothermal rocks at reservoir conditions. **Geothermics** 39, 115–123.

Khodayar, M., Björnsson, S., Einarsson, P., Franzson, H. (2010). Effect of tectonics and earthquakes on geothermal activity near plate boundaries: A case study from South Iceland. **Geothermics** 39, (3), 207–219.

Kristinsdóttir, L. H., Flóvenz, Ó. G., Árnason, K., Bruhn, D., Milsch, H., Spangenberg E., Kulenkampff, J. (2010). Electrical conductivity and P-wave velocity in rock samples from high-temperature Icelandic geothermal fields. **Geothermics** 39, 94–105.

Marks, N., Schiffman, P., Zierenberg, R. A., Franzson, H. og Friðleifsson, G. Ó. (2010). Hydrothermal alteration in the Reykjanes geothermal system: Insights from Iceland deep drilling program well RN-17. **Journal of Volcanology and Geothermal Research** 189, (1–2), 172–190.

Milsch, H., Kristinsdóttir, L. H., Spangenberg, E., Bruhn, D., Flóvenz, Ó. G. (2010). Effect of the water-steam phase transition on the electrical conductivity of porous rocks. **Geothermics** 39, 106–114.

Skinner, A., Bowers, P., Thórhallsson, S., Friðleifsson, G. Ó., Guðmundsson, H. (2010). Design, Manufacture and Operation of a Core Barrel for the Iceland Deep Drilling Project (IDDP). **Scientific Drilling** No. 10, Sept. 2010.

Tómas Jóhannesson, Árni Hjartarson og Halldór G. Pétursson (2010). Ofanflóðahættumat fyrir Kerhóla á Kjalarnesi. **Veðurstofa Íslands**, 77 s.

## Ráðstefnurnir Conference Proceedings

Ármannsson, H. og Hardardóttir, V. (2010). Geochemical patterns of scale deposition in saline high temperature geothermal systems. Í: Birkle, P. og Torres-Alvarado, I. S. (ritstj.) **Water–Rock Interaction XIII**, 133–136.

Franzson, H., Guðinnsson, G. H., Helgadóttir, H. M. og Frolova, J. (2010). Porosity, density and chemical composition relationships in altered Icelandic hyaloclastites. Í: Birkle, P. og Torres-Alvarado, I. S. (ritstj.) **Water–Rock Interaction XIII**, 199–202.

Friðriksson Th. og Padrón E. (2010). CO<sub>2</sub> flux and soil gas CO<sub>2</sub> and He concentrations in the Reykjanes geothermal system, SW Iceland. **Cities on Volcanoes 6 Conference . Puerto de la Cruz. Tenerife, Canary Islands, Spain, May 31 – June 4, 2010.**

Hjalti Franzson, (2010). Einkenni tvö þúsund metra jarðlagastöfla neðan Vestmannaeyja. Í: **Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands**, 15–19.

Khodayar, M. (2010). A simplified model of Tertiary rift-jumps and a migrating transform zone in West Iceland. Í: **The 2010 Spring Meeting of the Icelandic Geosciences Society, Reykjavík**, 29–30.

Kristmannsdóttir, H., Arnórsson, S., Sveinbjörnsdóttir, Á.E. og Ármannsson, H. (2010). Geochemistry and classification of cold groundwater in Iceland. Í: Birkle, P. og Torres-Alvarado, I. S. (ritstj.) **Water–Rock Interaction XIII**, 207–210.

Proust, E., Widory, D., Gautason, B., Rogers, K. og Morrison, J. (2010). Tracking atmospheric sulphur pollution from the study of Racomitrium lanuginosum mosses in Iceland: A multi-isotope approach (<sup>34</sup>S, <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, <sup>δ13</sup>C and <sup>δ15</sup>N). **American Geophysical Union, Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 13–17 Dec.** Abstract A41C–0099.

Magnús Á. Sigurgeirsson og Kristján Sæmundsson (2010). Eldgos á Reykjaneskaga á 8.–9. öld. Í: **Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands**, 49–52.

Sveinbjörnsdóttir, Á.E., Arnórsson, S., Heinemeier, J., Ármannsson, H. og Kristmannsdóttir, H. (2010). Dissolved inorganic carbon isotopes in natural waters in Iceland. Í: Birkle, P. og Torres-Alvarado, I. S. (ritstj.) **Water–Rock Interaction XIII**, 99–102.

**Eftirfarandi rit birt á Alþjóðajarðhitaráðstefnunni á Balí, Indónesíu: Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia, 25–29 April 2010.**

Arnórsson, S., Angcoy, E., Bjarnason, J. Ö., Giroud, N., Gunnarsson, I., Kaasalainen, H., Karingithi, C., Stefánsson, A. (2010). Gas Chemistry of Volcanic Geothermal Systems.

Axelsson, G., Bromley, C., Mongillo, M., Rybach, L. (2010). The Sustainability Task of the International Energy Agency's Geothermal Implementing Agreement.

Axelsson, G., Jónasson, Th., Ólafsson, M., Egilson, Th., Ragnarsson, Á. (2010). Successful Utilization of Low-Temperature Geothermal Resources in Iceland for District Heating for 80 Years.

Ármannsson, H. (2010). IDDP. The Chemistry of the Krafla Geothermal System in Relation to the IDDP Well.

Árnadóttir, S., Gunnarsson, H. S., Gautason, B., Axelsson, G., Flóvenz, Ó. G., Hjartarson, Á., Árnason, Á., Árnason, F. (2010). The Reykir geothermal area in Fnjóskadalur North-Iceland: District heating in rural Iceland.

Bromley C. J., Mongillo, M., Hiriart, G., Goldstein, B., Bertani, R., Huenges, E., Ragnarsson, A., Tester, J., Muraoka, H., Zui, V. (2010). Contribution of Geothermal Energy to Climate Change Mitigation: the IPCC Renewable Energy Report.

Calcagno, P., Genter, A., Huenges, E., Kaltschmitt, M., Karytsas, C., Kohl, T., Ledru, P., Manzella, A.,

Thórhallsson, S., Diederik J. W. (2010). The ENGINE Coordination Action (Enhanced Geothermal Innovative Network for Europe).

Christenson, B. W., Ármannsson, H., Kennedy, B. M., van Soest, T. J. (2010). Geochemical Reconnaissance of Fluids from the Krafla and Nesjavellir Thermal Areas, Iceland: Baseline Studies in Support of the IDDP.

Danielsen, P. E. (2010). Servicing Geothermal Wells during Completion and Follow-up Monitoring.

Dereinda, F.H., Ármannsson, H. (2010). CO<sub>2</sub> Emissions from the Krafla Geothermal Area, Iceland.

Einarsson, G. M., Kristinsson, S. G. (2010). Thermal Imaging of Geothermal Features.

Einarsson, G. M., Hauksdóttir, S. (2010). Geoinformation in Geothermal Development.

Einarsson, K., Pálsson, B., Guðmundsson, Á., Hólmgeirsson, S., Ingason, K., Matthíasson, J., Hauksson, T., Ármannsson, H. (2010). Acid Wells in the Krafla Geothermal Field.

Erlingsson, Th., Jóhannesson, Th., Ólafsson, E., Axelsson, G. (2010). Geothermal District Heating System in XianYang, Shaanxi, China.

Eysteinnsson, H., Teklesenbet, A., Rosenkjær, G. K., Karlsdóttir, R. (2010). Resistivity Survey in the Alid Geothermal Area, Eritrea, a Joint Interpretation of TEM and MT Data.

Flóvenz, O. G., Árnason, F., Gautason, B., Axelsson, G., Egilson, Th., Steindórrsson, S. H., Gunnarsson, H. S. (2010). The District Heating of the Town of Akureyri, N-Iceland; 35 Years of Problems, Solutions and Success.

Franzson, H., Gunnlaugsson, E., Árnason, K., Sæmundsson, K., Steingrímsson, B., Harðarson, B. S. (2010). The Hengill Geothermal System, Conceptual Model and Thermal Evolution.

Freedman, A. J. E., Bird, D. K., Arnórsson, S., Friðriksson, Th., Elders, W. A., Friðleifsson, G. Ó. (2010). Hydrothermal Minerals Record CO<sub>2</sub> Partial Pressures in the Reykjanes Geothermal System, Iceland.

Friðleifsson, G. Ó., Richter, B. (2010). The geological significance of two IDDP-ICDP spot cores from the Reykjanes geothermal field, Iceland.

Friðriksson, Th., Guevara, G., Steingrímsson, B. (2010) Geothermal Capacity Building in Nicaragua.

Friðriksson, Th., Óladóttir, A. A., Jónsson, P., Eyjólfsson, E. I. (2010). The Response of the Reykjanes Geothermal System to 100 MWe Power Production: Fluid Chemistry and Surface Activity.

Gaoxuan, G., Axelsson, G., Chao, Y., Baodong, X. (2010). Assessment of the Hofstadir Geothermal Field, W-Iceland, by Lumped Parameter Modelling, Monte Carlo Simulation and Tracer Test Analysis.

Gautason, B., Guðmundsson, Á., Hjartarson, H., Blischke, A., Mortensen, A. K., Ingimarsdóttir, A., Gunnarsson, H. S., Sigurgeirsson, M. Á., Árnadóttir, S., Egilson, Th. (2010). Exploration Drilling in the Theistareykir High-Temperature Field, NE-Iceland: Stratigraphy, Alteration and Its Relationship to Temperature Structure.

Gebrehiwot, K., Koestono, H., Franzson, H., Mortensen, A.K. (2010). Borehole Geology and Hydrothermal Alteration of Well HE-24, Hellisheidi Geothermal Field, SW-Iceland.

Guðmundsson, Á., Mortensen, A. K., Hjartarson, Á., Karlsdóttir, R., Ármannsson, H. (2010). Exploration and Utilization of the Námafjall High Temperature Area in N-Iceland.

Halladay, N., Deltombe, J.-L., Naisse, J.-M., Johnston, C., Lebert, F., Asmundsson, R. (2010). Borehole Instruments for Supercritical Geothermal Reservoirs.

Halldórsdóttir, S., Björnsson, H., Mortensen, A. K.,



- Axelsson, G., Guðmundsson, Á. (2010). Temperature Model and Volumetric Assessment of the Krafla Geothermal Field in N-Iceland.
- Haraldsdóttir, S. H., Franzson, H., Árnason, K., Einarsson, G. M., Björnsson, H. (2010). Comparison of Down-Hole and Surface Resistivity Data from the Hellisheiði Geothermal Field, SW-Iceland.
- Hardardóttir, V., Hedenquist, J. W., Hannington, M. D., Brown, K., Friðriksson, Th., Thorhallsson, S. (2010). Composition of Reservoir Liquid and Metals in Pipeline Scale, Reykjanes Geothermal System, SW Iceland.
- Harðarson, B. S., Einarsson, G. M., Kristjánsson, B. R., Gunnarsson, G., Helgadóttir, H. M., Franzson, H., Árnason, K., Ágústsson, K., Gunnlaugsson, E. (2010). Geothermal Reinjection at the Hengill Triple Junction, SW Iceland.
- Helgadóttir, H. M., Snæbjörnsdóttir, S. O., Nielsson, S., Gunnarsdóttir, S. H., Matthíasdóttir, Th., Harðarson, B. S., Einarsson, G. M., Franzson, H. (2010). Geology and Hydrothermal Alteration in the Reservoir of the Hellisheiði High Temperature System, SW-Iceland.
- Hjartarson, Á., Ármannsson, H. (2010). Geothermal research in Greenland.
- Hólmgeirsson, S., Guðmundsson, Á., Pálsson, B., Ingason, K., Thórhallsson, S. (2010). Drilling operations of the first Iceland Deep Drilling well (IDDP).
- Ingason, K., Albertsson, A., Pálsson, B., Ballzus, C., Ármannsson, H., Matthíasson, J., Thórhallsson, S., Gunnarsson, T. (2010). Iceland Deep Drilling Project (IDDP) – Fluid Handling and Evaluation.
- Karlsdóttir, R., Flovenz, O. G. (2010). How the Use of TEM Changed the Resistivity Model of Oxarfjörður Temperature Field from an Earlier DC Survey – a Case History.
- Ketilsson, J., Axelsson, G., Björnsson, A., Björnsson, G., Pálsson, B., Sveinbjörnsdóttir, A. E., Saemundsson, K. (2010). Introducing the Concept of Sustainable Geothermal Utilization into Icelandic Legislation.
- Koestono, H., Siahaan, E. E., Silaban, M., Franzson, H. (2010). Geothermal Model of the Lahendong Geothermal Field, Indonesia.
- Kristmannsdóttir, H., Arnórsson, S., Sveinbjörnsdóttir, Á., Ármannsson, H. (2010). Chemical Variety of Water in Icelandic Heating Systems.
- Georgsson, L. S., Johannesson, H., Bjarnason Th. (2010). Geothermal Activity in Borgarfjörður, W-Iceland, and the Exploration, Development and Utilization of the Varmaland/Laugaland Geothermal Field.
- Marks, N., Schiffman, P., Zierenberg, R., Elders, W. A., Friðleifsson, G. O., Franzson, H. (2010). Isotopic Evidence of Hydrothermal Exchange and Seawater Ingress from Alteration Minerals in the Reykjanes Geothermal System: Results from the IDDP.
- Massiot C., Asmundsson R., Pezard P.A. (2010). Achievements and Ongoing Progress of the European HiTi Project: High Temperature Instruments for Supercritical Geothermal Reservoir Characterization and Exploitation.
- Milsch, H., Spangenberg, E., Raab, S., Schepers, A., Blöcher, G., Bruhn, D., Kristinsdóttir, L. H., Flóvenz, Ó. G., Huenges E. (2010). Effects of Pressure, Temperature, Fluid-Rock Interactions, and Phase Changes on the Physical Properties of Geothermal Reservoir Rocks: the Experimental Perspective.
- Mortensen, A. K., Grönvold, K., Guðmundsson, Á., Steingrímsson, B., Egilson, Th. (2010). Quenched Silicic Glass from Well KJ-39 in Krafla, North-Eastern Iceland.
- Mutonga, M. W., Sveinbjörnsdóttir, A., Gislason, G., Ármannsson, H. (2010). The Isotopic and Chemical Characteristics of Geothermal Fluids in Hengill Area, SW-Iceland (Hellisheiði, Hveragerði and Nesjavellir Fields).
- Nielsson, S., Franzson, H. (2010). Geology and Hydrothermal Alteration of the Hverahlid HT-System, SW-Iceland.
- Olsen, N. J., Bird, D. K., Arnórsson, S., Friðriksson, Th., Friðleifsson, G. Ó., Elders, W. A. (2010). Iceland Deep Drilling Project (IDDP): Arsenic Distribution and Mobility in Active and Fossil Geothermal Systems in Iceland.
- Ólafsdóttir, S. M., Garðarsson, S. G., Ármannsson, H. (2010). Concentration of hydrogen sulphide from geothermal power plants in the vicinity of Reykjavík City, Iceland.
- Pope, E. C., Bird, D.K., Arnórsson, S., Friðriksson, Th., Elders, W. A., Friðleifsson, G. Ó. (2010). Iceland Deep Drilling Project (IDDP): Stable Isotope Evidence of Fluid Evolution in Icelandic Geothermal Systems.
- Ragnarsson, Á. (2010). Geothermal Development in Iceland 2005–2009.
- Richter, B., Steingrímsson, B., Ólafsson, M., Karlsdóttir, R. (2010). Geothermal Surface Exploration in Iceland.
- Sanjuan, B., Millot, R., Brach, M., Asmundsson, R., Giroud, N. (2010). Use of a new Sodium/Lithium (Na/Li) geothermometer relationship for High Temperature dilute geothermal fluids from Iceland.
- Skinner, A., Bowers, P., Thórhallsson, S., Friðleifsson, G. O. (2010). Coring at Extreme Temperatures, Design and Operation of a Core Barrel for the Iceland Deep Drilling Project (IDDP).
- Teklesenbet, A., Eysteinnsson, H., Rosenkjær, G. K., Karlsdóttir, R. (2010). Resistivity Survey in Alid Geothermal Area, Eritrea.
- Thórhallsson, S., Pálsson, B., Hólmgeirsson, S., Ingason, K., Matthíasson, M., Bóasson, H. A., Sverrisson, H. (2010). Well design and drilling plans of the Iceland Deep Drilling Project (IDDP).
- Violay, M., Gibert, B., Mainprice, D., Evans B., Pezard P.A., Flovenz O.G., Asmundsson, R., (2010). The Brittle Ductile Transition In Experimentally Deformed Basalt Under Oceanic Crust Conditions: Evidence For Presence Of Permeable Reservoirs At Supercritical Temperatures And Pressures In The Icelandic Crust.

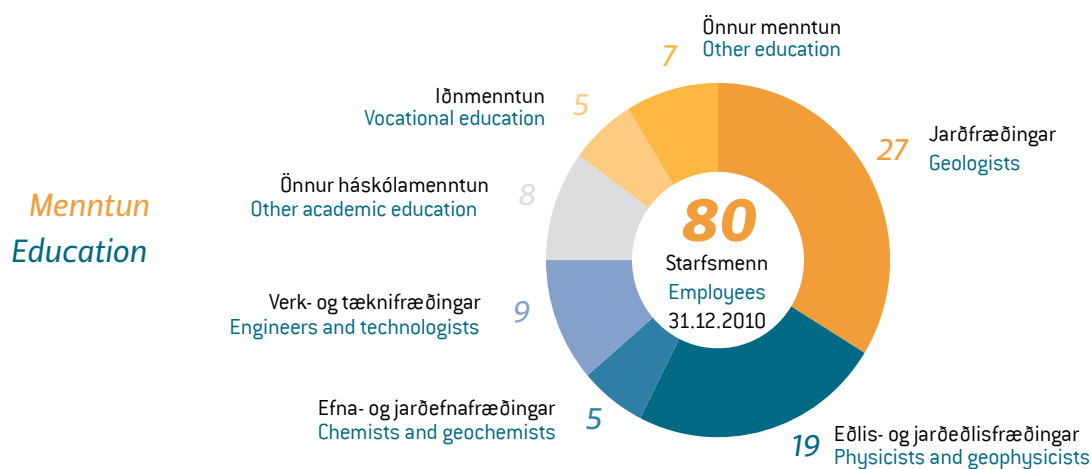
#### Kort Maps

Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson, Árni Hjartarson, Sigurður G. Kristinsson og Magnús Á. Sigurgeirsson (2010). **Jarðfræðikort af Suðvesturlandi, 1:100 000.** Íslenskar orkurannsóknir.



# Mannauður

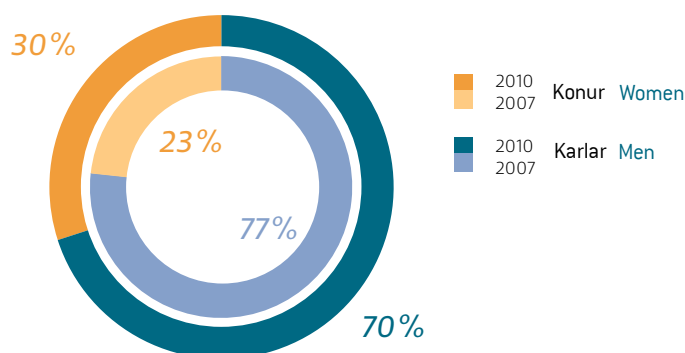
## Human Resources



**Kynjaskipting**  
Gender ratio

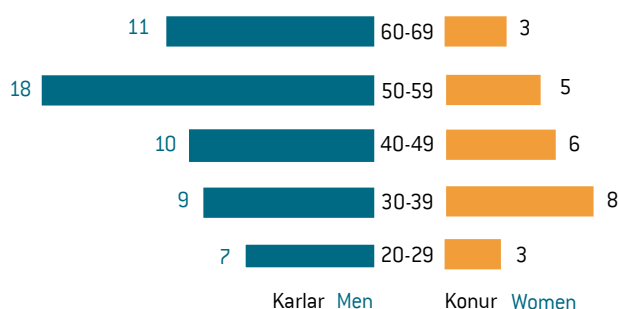
Hlutfall kvenna hefur farið vaxandi, var 23% árið 2007 en er 30% árið 2010.

The proportion of women has grown, from 23% in 2007 to 30% in 2010.



### Aldursdreifing

#### Age Distribution



Hermann Guðmundsson tæknimaður og Sveinbjörn Sveinbjörnsson bifvélavirki við rætur Heklu.

Technician Hermann Guðmundsson and Mechanic Sveinbjörn Sveinbjörnsson near Hekla.

Christa Feucht borholujarðfræðingur við svarfsýni á Hellisheiði.

Borhole geologist Christa Feucht collecting samples of cuttings.





**ADALSKRIFSTOFA • HEAD OFFICE**

Grensásvegur 9

108 Reykjavík

Iceland

Sími/Tel: +354 528 1500 / Fax: +354 528 1699

isor@isor.is

**ÚTIBÚ • BRANCH OFFICE**

Rangárvellir, P.O. Box 30

602 Akureyri

Iceland

Sími/Tel: +354 528 1500 / Fax: +354 528 1599

**DÓTTURFYRIRTÆKI • SUBSIDIARY**

GeoThermHydro

President Riesco 5335, Piso 2

Las Condes, Santiago

Chile

Sími/Tel: +562 431 2956

[www.geothermhydro.com](http://www.geothermhydro.com)

**[www.isor.is](http://www.isor.is)**