

Meðalvermis-jarðhitasvæði á Íslandi

Vinnslumöguleikar varma- og raforku

Björn Már Sveinbjörnsson

Þýðing úr ensku: Sigvaldi Thordarson

Unnið fyrir Orkustofnun

ÍSOR-2018/050

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699
Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599
isor@isor.is – www.isor.is

Meðalvermis-jarðhitasvæði á Íslandi

Vinnslumöguleikar varma- og raforku


Björn Már Sveinbjörnsson

Þýðing úr ensku: Sigvaldi Thordarson

Unnið fyrir Orkustofnun

ÍSOR-2018/050

September 2018

Skýrsla nr. ÍSOR-2018/050	Dags. September 2018	Dreifing <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Meðalvermis-jarðhitasvæði á Íslandi Vinnslumöguleikar varma- og raforku	Upplag 6	
	Fjöldi síðna 86	
Höfundur Björn Mór Sveinbjörnsson. Þýð. úr ensku: Sigvaldi Thordarson	Verkefnisstjóri Steinunn Hauksdóttir	
Gerð skýrslu / Verkstig	Verknúmer 18-0102	
Unnið fyrir Orkustofnun		
Útdráttur <p>Skýrsla þessi er þýðing á fjórða kafla skýrslunnar <i>Medium Enthalpy Geothermal Systems in Iceland – Thermal and Electric Potential</i> frá 2016 eftir Björn Mór Sveinbjörnsson yfir á íslensku.</p> <p>Jarðhitakerfi, þar sem berghiti í efstu 2000 m er milli 100 og 200 °C, eru skilgreind sem meðalvermis-jarðhitakerfi. Í þessari skýrslu eru 37 meðalvermis-jarðhitasvæði á Íslandi skoðuð og greining gerð á 81 svæði innan þeirra. Gagnagrunnurinn, sem greiningin byggist á, er unninn upp úr borholuskrá Orkustofnunar og skýrslum um einstaka holur/svæði.</p> <p>Á árunum 1928–2014 hafa 655 holur verið boraðar í meðalvermis-jarðhitasvæðum. Af þeim voru 289 vinnsluholur, þar sem bordýpi var milli 10–3085 m (mældýpi), að meðaltali 65 m. Um 60% þeirra voru vinnsluhæf eftir borun og 62% þeirra eru enn í notkun. Gögn um gæfni holnanna eru til fyrir 132 vinnsluhæfar holur og 54 holur sem ekki teljast vinnsluhæfar. Meðalgæfni þessara 186 holna er 12,1 l/s.</p> <p>Í heildarsafninu voru 193 borholur þar sem hitastigið er yfir 90 °C og voru þessar borholur skoðaðar nánar með það fyrir augum að kanna nýtingarmöguleika borholna með meðalvermi. Bordýpi þessara holna er milli 52–3085 m, að meðaltali um 861 m. Af þessum holum voru 77% þeirra nothæfar (strax) eftir borun og 70% þeirra eru enn í notkun. Meðalgæfni þessara holna, 132 nothæfar og 44 sem ekki töldust nothæfar, er 13 l/s. Um 89% af þeim æðum sem veita vatni inn í holurnar eru á minna en 1000 m dýpi og er innflæðið ansi misjafnt, í tveimur holum er mjög stórar æðar, 100 og 110 l/s, en að öðru leyti eru þær allar minni en 62 l/s. Þær æðar sem eru á yfir 1000 m dýpi eru yfirleitt minni og almennt er flæði þeirra innan við 20 l/s. Einungis þrjár borholur hafa flæði sem er yfir 18 l/s úr æðum á meira dýpi en 1000 m.</p> <p>Ef hiti vatns úr borholu er yfir 80 °C telst hún vel nothæf til húshitunar og af 193 borholum falla 132 í þann flokk, eða 68%. Ef hiti vatns úr borholu fer yfir 95 °C má hins vegar nota það til rafmagnsframleiðslu en af þessum 193 borholum reyndust 109 þeirra, eða 56,5%, vænlegar til þess.</p> <p>Niðurstaða þeirrar greiningar sem hér er gerð bendir til að úr þeim 37 meðalvermis-jarðhitasvæðum sem voru skoðuð, megi vinna samtals um 935 MW_{th}, með því að nýta vatnið niður að 35 °C hita, eða framleiða rafmagn með „organic Rankine cycle“ upp á um 44 MW_e og samtals 494 MW_{th} úr 80 °C frárennslisvatni (í seinna skrefi virkjunarferilsins). Tíu stærstu jarðhitakerfin gætu framleitt milli 37–132 MW_{th} og 1,0–7,4 MW_e.</p>		
Lykilorð Meðalvermis-lághitakerfi, varmaafli, rafafli, Orkustofnun, ÍSOR	Undirskrift verkefnisstjóra 	
	Yfirfarið HrH	

Efnisyfirlit

1	Inngangur	9
2	Lýsing á meðalvermis-jarðhitasvæðum á Íslandi	11
2.1	Reykjavík	11
2.1.1	Jarðhitinn í Laugarnesi	11
2.2	Seltjarnarnes	13
2.2.1	Seltjarnarnes	13
2.3	Hvalfjörður	15
2.3.1	Fremri-Háls	16
2.3.2	Möðruvellir	17
2.3.3	Hvammsvík	18
2.3.4	Miðsandur	18
2.4	Akranes og Leirársveit	19
2.4.1	Leirá-Geldingaá	19
2.4.2	Stillholt	21
2.5	Borgarfjörður	22
2.5.1	Brautartunga-England	24
2.5.2	Bær-Varmaland	26
2.5.3	Reykholt	29
2.6	Snæfellsnes	31
2.6.1	Eiðhús-Dalur	31
2.7	Barðaströnd	32
2.7.1	Reykhólar	32
2.8	Miðfjörður, Húnaþing Vestra	33
2.8.1	Ytri-Reykir, Laugarbakki	33
2.9	Skagafjörður	34
2.9.1	Reykjarhóll í Varmahlíð	35
2.9.2	Reykjarhóll á Bökkum í Fljótum	35
2.9.3	Langhús í Fljótum	36
2.10	Eyjafjörður	37
2.10.1	Laugaland á Þelamörk	37
2.11	Norðurþing	38
2.11.1	Hveravellir í Reykjahverfi	39
2.11.2	Húsavík	41
2.11.3	Ytribakki, Bakkahlaup í Öxarfirði	42
2.11.4	Ærlækjarsel (Skógarlón) í Öxarfirði	43
2.12	Hrunamannahreppur	44
2.12.1	Reykjaból	45
2.12.2	Flúðir	48
2.13	Holtahreppur	49

2.13.1 Laugaland í Holtum	49
2.14 Biskupstungur	50
2.14.1 Haukadalur.....	50
2.14.2 Bergstaðir í Eystritungu.....	54
2.14.3 Reykholt við Stórafljót	55
2.14.4 Efri-Reykir	56
2.15 Laugardalur	59
2.15.1 Laugarvatn.....	59
2.16 Grímsnes.....	60
2.16.1 Eyvík.....	60
2.16.2 Klausturhólar	61
2.16.3 Öndverðarnes.....	63
2.17 Flói.....	64
2.17.1 Þorleifskot-Laugardælir og Ósabotnar.....	64
2.18 Ölfus.....	67
2.18.1 Árbær.....	67
2.18.2 Hveragerði.....	68
2.18.3 Bakki	72
3 Heimildir	75

Myndir

Mynd 1. Framleiðsla rafmagns úr meðalvermis-jarðhitakerfum	9
Mynd 2. Staðsetning þeirra 37 jarðhitasvæða ásamt aldri bergrunns á Íslandi	10
Mynd 3. Staðsetning undirsvæða Laugarnesjarðhitasvæðisins: Laugarnes, Lækjarhvammur, Rauðarárholt og Hátún.....	11
Mynd 4. Borholudýpi, dæludýpi, meðalgæfni og vatnshiti úr vinnsluholum á Laugarnessvæðinu árið 2013	12
Mynd 5. Borholur á Laugarnessvæðinu.....	12
Mynd 6. Staðsetning borsvæða innan jarðhitasvæðisins á Seltjarnarnesi: Bakki, Nes, Nýibær, Bygggarður og Ráðagerði	14
Mynd 7. Yfirlit um borholur á jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi.....	14
Mynd 8. Staðsetning jarðhitasvæðanna Fremri-Háls, Möðruvellir, Hvammsvík og Miðsandur í Hvalfjarðarsveit	16
Mynd 9. Borholur á jarðhitasvæðinu við Fremri-Háls	16
Mynd 10. Borholur á jarðhitasvæðinu við Möðruvelli.	17
Mynd 11. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hvammsvík.....	18
Mynd 12. Borholur á jarðhitasvæðinu við Miðsand	18
Mynd 13. Jarðhitasvæðin Stillholt og Leirá-Geldingaá á Akranesi og í Leirársveit	19
Mynd 14. Staðsetning undirsvæðanna Leirár og Geldingaár.....	20
Mynd 15. Borholur á jarðhitasvæðinu við Leirá	20
Mynd 16. Borholur á jarðhitasvæðinu við Geldingaá.....	21

Mynd 17. Borholur á jarðhitasvæðinu við Stillholt	21
Mynd 18. Jarðhitasv. Brautartunga-England, Bær-Varmaland og Reykholt í Borgarfirði	22
Mynd 19. Heitar laugar í Borgarfirði og fjögur helstu jarðhitasvæðin þar	23
Mynd 20. Staðsetning undirsvæða jarðhitasvæðisins Brautartunga-England	24
Mynd 21. Borholur við Stóru-Drageyri.....	25
Mynd 22. Borholur við Hvamm.....	25
Mynd 23. Borholur við Snartarstaði.....	26
Mynd 24. Staðsetning undirsvæða Bær-Varmaland jarðhitasvæðisins.....	27
Mynd 25. Borholur á jarðhitasvæðinu Bær-Varmaland	27
Mynd 26. Borholur á jarðhitasvæðinu við Varmaland/Laugaland	28
Mynd 27. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykholt	30
Mynd 28. Borholur á jarðhitasvæðinu við Eiðhús-Dali.....	31
Mynd 29. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykhóla.....	32
Mynd 30. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ytri-Reyki, Laugarbakka.....	33
Mynd 31. Jarðhitasvæðin Reykjarhóll í Varmahlíð, Reykjarhóll á Bökkum í Fljótum og Langhús í Fljótum í Skagafirði	34
Mynd 32. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykjarhól (Varmahlíð)	35
Mynd 33. Borholur á jarðhitasvæðunum við Reykjarhól á Bökkum í Fljótum og Langhús í Fljótum.....	36
Mynd 34. Borholur á jarðhitasvæðinu við Laugaland á Þelamörk	37
Mynd 35. Staðsetning jarðhitasvæðanna í Norðurþingi: Hveravellir í Reykjahverfi, Húsavík, Ærlækjarsel og Ytribakki í Öxarfirði.....	38
Mynd 36. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hveravelli í Reykjahverfi	39
Mynd 37. Helstu sprungur, kortlagðar með segulmælingum og borholur á jarðhitasvæðinu við Hveravelli í Reykjahverfi.....	40
Mynd 38. Borholur við Húsavík og nágrenni.....	41
Mynd 39. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ytribakka.....	42
Mynd 40. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ærlækjarsel.....	43
Mynd 41. Staðsetning jarðhitasvæða í Hrunamannahreppi: Reykjaból og Flúðir	44
Mynd 42. Viðnámskort af jarðhitasvæðinu við Reykjaból	45
Mynd 43. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykjaból.....	46
Mynd 44. Borholur við Jötu og Haukholt í jarðhitakerfinu við Reykjadal.....	47
Mynd 45. Borholur á undirsvæðunum Hellisholti og Grafarbakka á jarðhitasvæðinu við Flúðir.....	48
Mynd 46. Borholur á jarðhitasvæðinu við Laugaland í Holtum	49
Mynd 47. Staðsetning jarðhitasvæða í Biskupstungum	50
Mynd 48. Staðsetning borsvæða á jöðrum háhitasvæðisins við Geysi.....	51
Mynd 49. Staðsetning hvera á Geysissvæðinu og borholur í nágrenni Kjarnholts, Neðridals og Helludals	52
Mynd 50. Borholur við Gýgjarhól, Kjarnholt og Neðridal á jaðri Geysissvæðisins	53
Mynd 51. Borholur á jarðhitasvæðinu við Helludal	54
Mynd 52. Borholur á jarðhitasvæðinu við Bergstaði	54
Mynd 53. Staðsetning undirsvæða jarðhitakerfisins við Reykholt	55

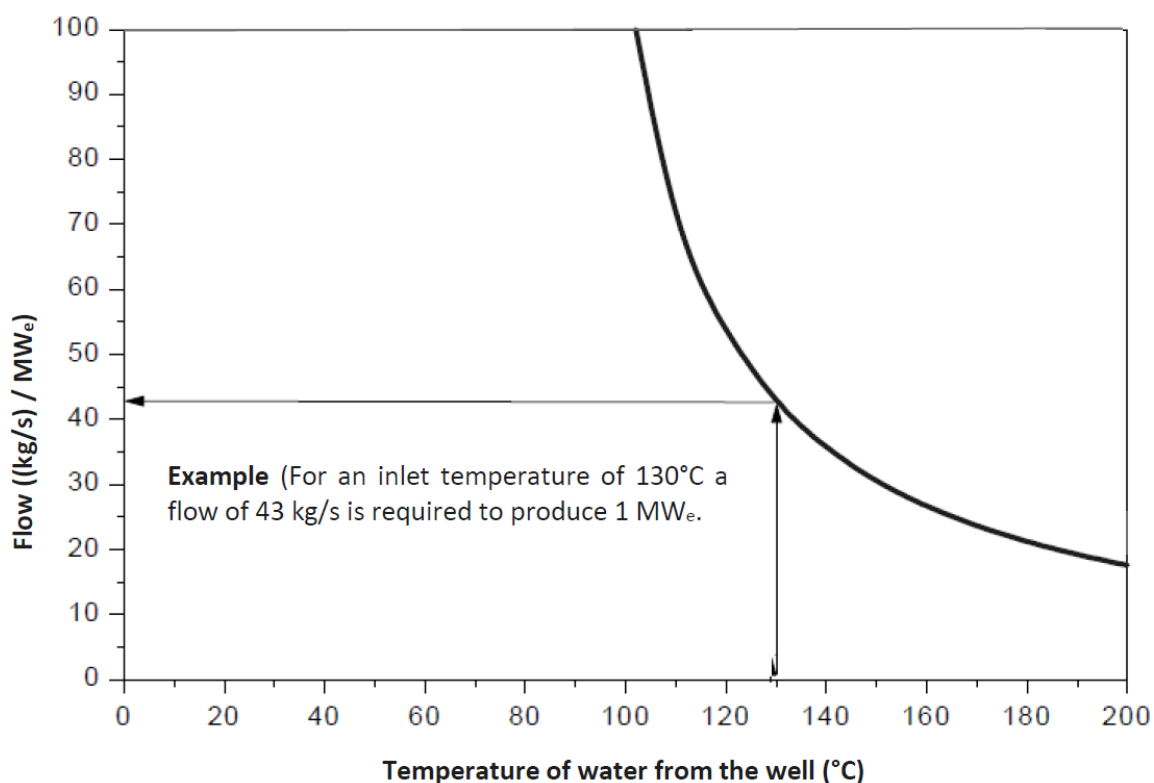
Mynd 54. Borholur á jarðhitasvæðinu við Stórafljót.	55
Mynd 55. Jarðhitasvæðin Efri-Reykir, Syðri-Reykir og Böðmódsstaðir	57
Mynd 56. Borholur á jarðhitasvæðinu við Efri-Reykir	57
Mynd 57. Borholur á jarðhitasvæðunum við Syðri-Reyki og Böðmódsstaði	58
Mynd 58. Kort af nágrenni Laugarvatns en helstu hverasvæðin eru við bæina Laugarvatn og Útey.....	59
Mynd 59. Jarðhitasvæðin Eyvík, Klausturhólar og Öndverðarnes í Grímsnesi	60
Mynd 60. Borholur á jarðhitasvæðinu við Eyvík.....	60
Mynd 61. Staðsetning undirsvæða jarðhitakerfisins við Klausturhóla	61
Mynd 62. Borholur á jarðhitasvæðunum við Hallkelshóla og Klausturhóla	62
Mynd 63. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hæðarenda	62
Mynd 64. Borholur á jarðhitasvæðinu við Öndverðarnes.	63
Mynd 65. Jarðhitasvæðin við Ósabatna og Þorleifskot-Laugardælir	64
Mynd 66. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ósabatna.	65
Mynd 67. Borholur á jarðhitasvæðinu við Þorleifskot-Laugardælir	66
Mynd 68. Jarðhitasvæðin við Árbæ, Hveragerði og Bakka í Ölfusi	67
Mynd 69. Borholur á jarðhitasvæðinu við Árbæ	67
Mynd 70. Staðsetning undirsvæða jarðhitakerfisins við Hveragerði.....	68
Mynd 71. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hverasvæðið og nágrenni þess	69
Mynd 72. Borholur á jarðhitasvæðinu við Gljúfurárholt.	70
Mynd 73. Borholur á jarðhitasvæðunum við Hveragerði	71
Mynd 74. Jarðhitasvæðin í nágrenni Bakka	72
Mynd 75. Borholur við Þóroddsstaði, Eystribakka, Bakka og Hjallakrók	73
Mynd 76. Borholur við Vindheima og Litlaland.....	74

1 Inngangur

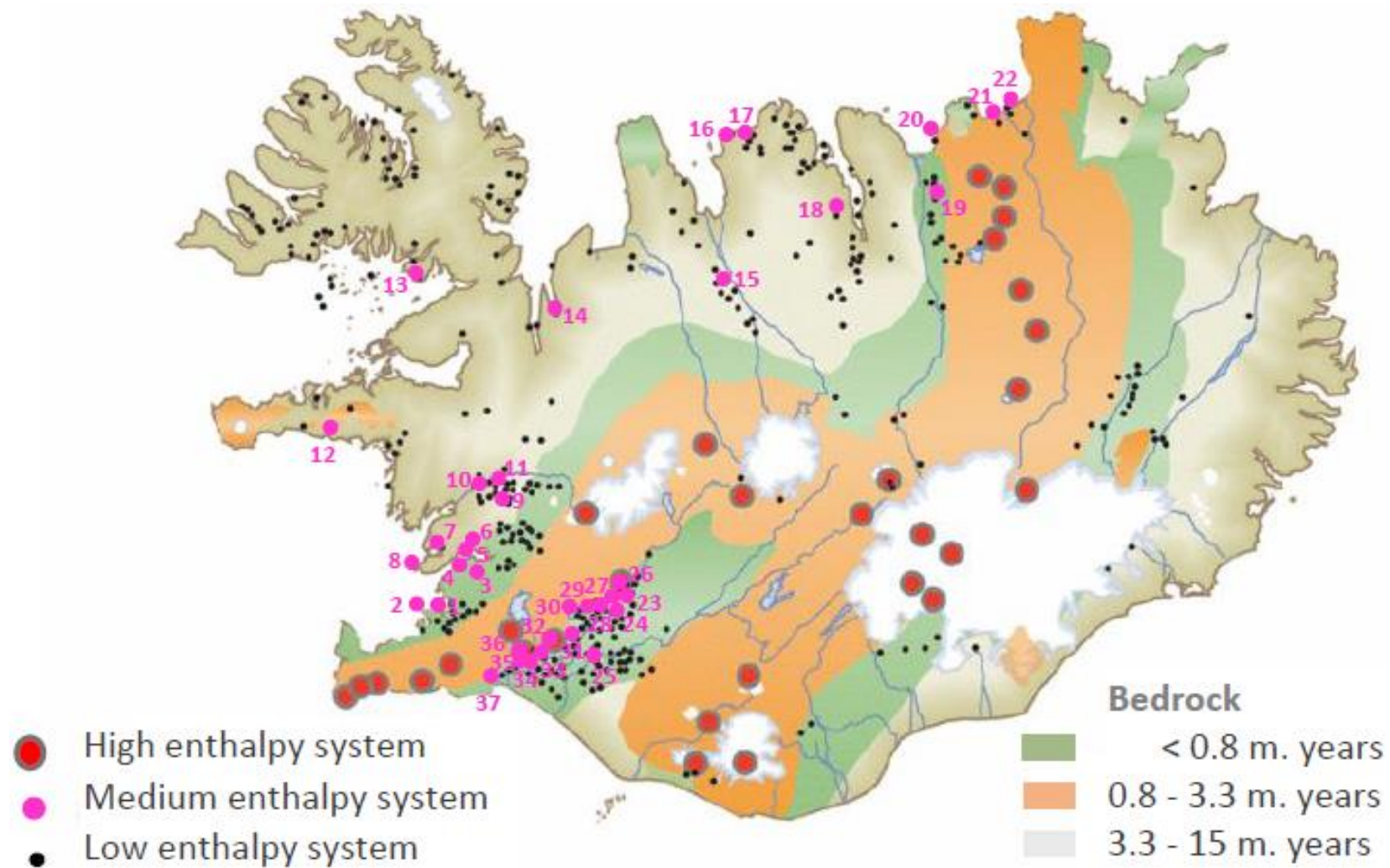
Skýrsla þessi er þýðing á fjórða kafla skýrslunnar *Medium Enthalpy Geothermal Systems in Iceland – Thermal and Electric Potential* frá 2016 eftir Björn Mát Sveinbjörnsson yfir á íslensku. Sú skýrsla var þáttur í samvinnuverkefni Orkustofnunar á vegum IEA-GIA, auk þess að vera framlag til fjölþjóðlegs samstarfs IPGT á sviði jarðhitánýtingar en þýðingin er gerð til að auka notagildi hennar hér innanlands.

Útreikningar á rafafla sem ná má úr meðalvermis-borholum byggist á útreikningum sem sýndir eru á mynd 1.

Í þeim kafla skýrslunnar sem hér er þýddur er lýsing á 37 meðalvermis-jarðhitasvæðum á Íslandi (mynd 2) en varðandi aðra kafla hennar verður að vísa til enska textans en þar er nánari umfjöllun um aðferðafræðina, gögnin og vinnslumöguleika, auk frekari túlkunar á þeim gögnum sem skoðuð voru.



Mynd 1. Framleiðsla rafmagns úr meðalvermis-jarðhitakerfum. Grafið sýnir hversu mikið rennsli (kg/s) þarf af vökva af tilteknu hitastigi til að framleiða 1 MW_e, miðað við 11% nýtingarstuðul í Organic Rankine Cycle, þar sem vatnið er kælt niður í 80 °C (aðhæft úr Arnórsson og Þórhallsson, 2001).



Mynd 2. Staðsetning þeirra 37 jarðhitasvæða sem lýst er í þessari skýrslu, ásamt aldri bergrunns á Íslandi (Iceland GeoSurvey, 2015).

2 Lýsing á meðalvermis-jarðhitasvæðum á Íslandi

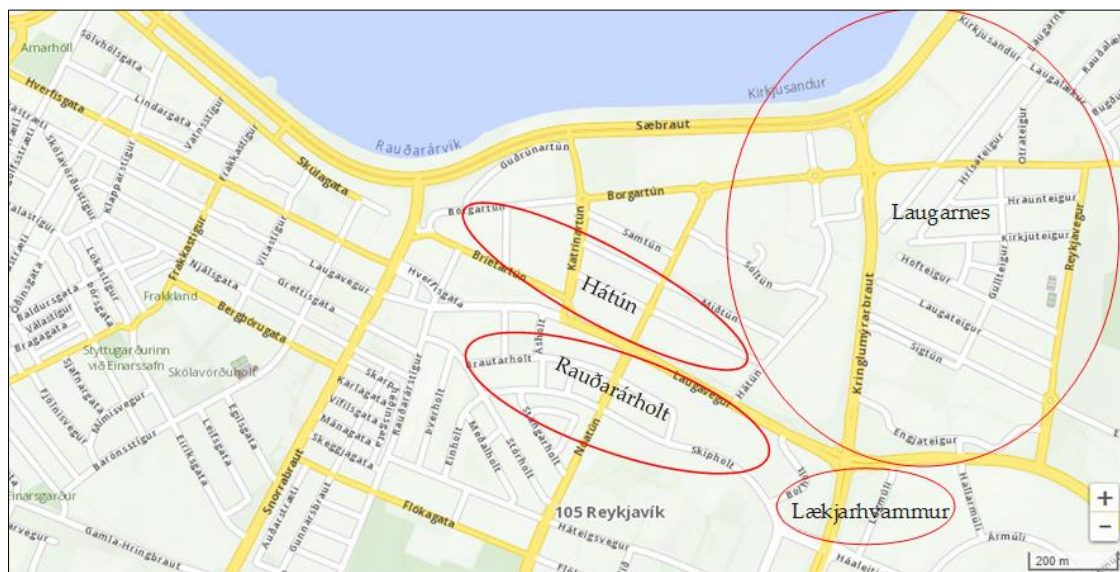
Í þessum kafla er gefið stutt yfirlit um boranir í 37 þekkt jarðhitasvæði á Íslandi þar sem meðalvermis-jarðhiti er til staðar. Þessi upptalning nær til allra helstu slíkra jarðhitasvæða en meðal þeirra sem ekki er fjallað um hér má nefna jarðhitasvæðin á Reykjanesi í Djúpi, Reyki við Hrótafjörð og Reyki í Fnjóskadal.

Í umfjölluninni hér er byrjað á jarðhitasvæðunum í Reykjavík og svo farið réttsælis kringum landið. Staðsetning borholna er sýnd á kortum en í einhverjum tilfellum eru ekki til hnit fyrir borholurnar og því ekki hægt að sýna þær á korti.

2.1 Reykjavík

2.1.1 Jarðhitinn í Laugarnesi

Innan borgarmarka Reykjavíkur er jarðhitasvæðið Laugarnes. Hér er því skipt upp í fjögur undirsvæði, Hátún, Laugarnes, Lækjarhvammur og Rauðarárholt, eins og sýnt er á mynd 3. Áður en boranir hófust á svæðinu var afrennsli frá heitum laugum þar um 11 l/s af 75–85 °C heitu vatni (Pálmason o.fl., 1985).



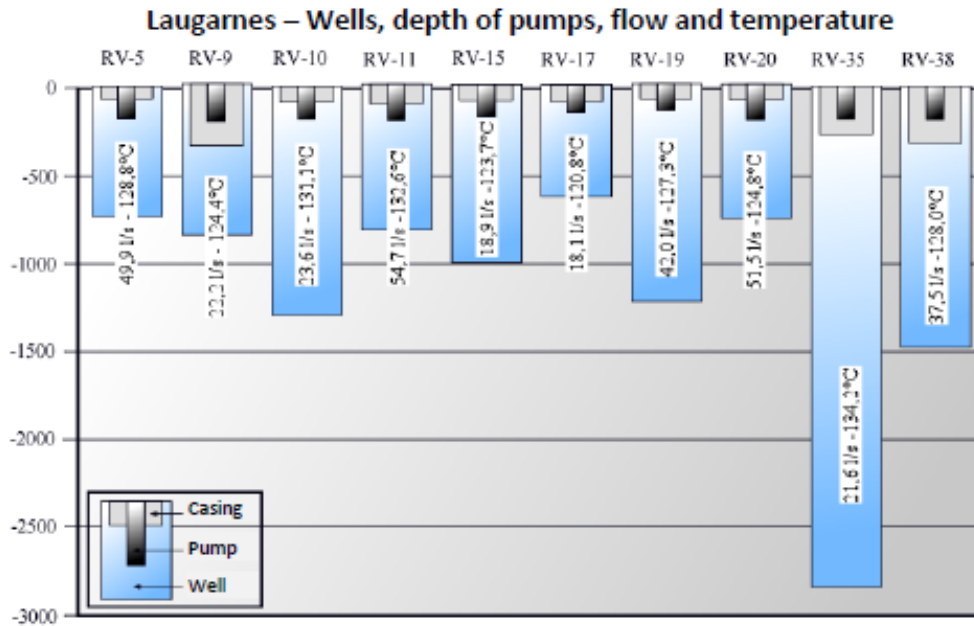
Mynd 3. Staðsetning undirsvæða Laugarnesjarðhitasvæðisins: Laugarnes, Lækjarhvammur, Rauðarárholt og Hátún (kort aðlagð frá ja.is).

Fyrstu tilraunir til borunar eftir jarðhita voru gerðar í Laugarnesi í ágúst 1755 (Stefánsson o.fl., 1993). Heita vatnið var notað til þvotta og böðunar en það var ekki fyrr en árið 1928 sem borun eftir heitu vatni til húshitunar hófst.

Á tímabilinu 1928–1965 var fjörutíu og ein borhola boruð í Reykjavík en dýpi þeirra var milli 20–770 m. Árið 1958 kom nýr bor til landsins sem gat borað niður á um 2000 m dýpi. Þá var ákveðið að endurbora svæðið með dýpri og víðari holum svo hægt væri að setja í þær dælur til að auka vatnstöku úr þeim. Annar stór bor var keyptur til landsins

árið 1975 en sá gat borað niður á 3600 m dýpi. Í framhaldi af því voru 43 nýjar borholur boraðar í Reykjavík en bordýpi þeirra var á milli 633–3085 m (Björnsson, 2007).

Tuttugu og sex af nýju holunum voru boraðar á Laugarnessvæðinu. Á dýptarbilinu 700–3085 m kom í ljós dýpri jarðhitageymir þar sem hitastigið var á bilinu 130–165 °C. Tíu holnanna, sem ná niður í 600–2850 m, eru enn notaðar til húshitunar á höfuðborgarsvæðinu. Lýsingin hér er einkorðuð við þessar tíu borholur og á mynd 4 er sýnt dýpi borholna á Laugarnessvæðinu, dæluþýpi, meðalgæfni og hitastig vatns úr borholum svæðisins (Ívarsson, 2014).



Mynd 4. Borholudýpi, dæluþýpi, meðalgæfni og vatnshiti úr vinnsluholum á Laugarnessvæðinu árið 2013 (Ívarsson, 2014).

Mynd 5 sýnir staðsetningu borholna á Laugarnessvæðinu.



Mynd 5. Borholur á Laugarnessvæðinu (úr borholuskrá Orkustofnunar).

2.1.1.1 Laugarnes

Innan þessa undirsvæðis eru fjórar borholur í notkun, R-5, R-10, R-17 og R-35 (mynd 5) sem spanna dýptarbilið 633–2857 m. Hæsti mældi hiti í þessum holum er 131–164 °C. Með dælingu var gæfni þeirra 113 l/s af 121–134 °C heitu vatni að meðaltali árið 2013 (Friðleifsson o.fl., 1995; Ívarsson, 2014).

2.1.1.2 Lækjarhvammur

Innan þessa undirsvæðis eru einnig fjórar borholur í notkun, R-11, R-15, R-19 og R-20 (mynd 5) en þær spanna dýptarbilið 765–1239 m. Hæsti mældi hiti þessara holna er 135–139°C. Með dælingu var gæfni þeirra 167 l/s af 124–133 °C heitu vatni að meðaltali árið 2013 (Ívarsson, 2014).

2.1.1.3 Rauðarárholt

Innan þessa undirsvæðis er ein borhola, R-9, í notkun (mynd 5). Hún er 862 m djúp, hámarkshiti hennar er 124 °C og með dælingu gaf hún 22 l/s af 124 °C heitu vatni að meðaltali árið 2013. e

2.1.1.4 Hátún

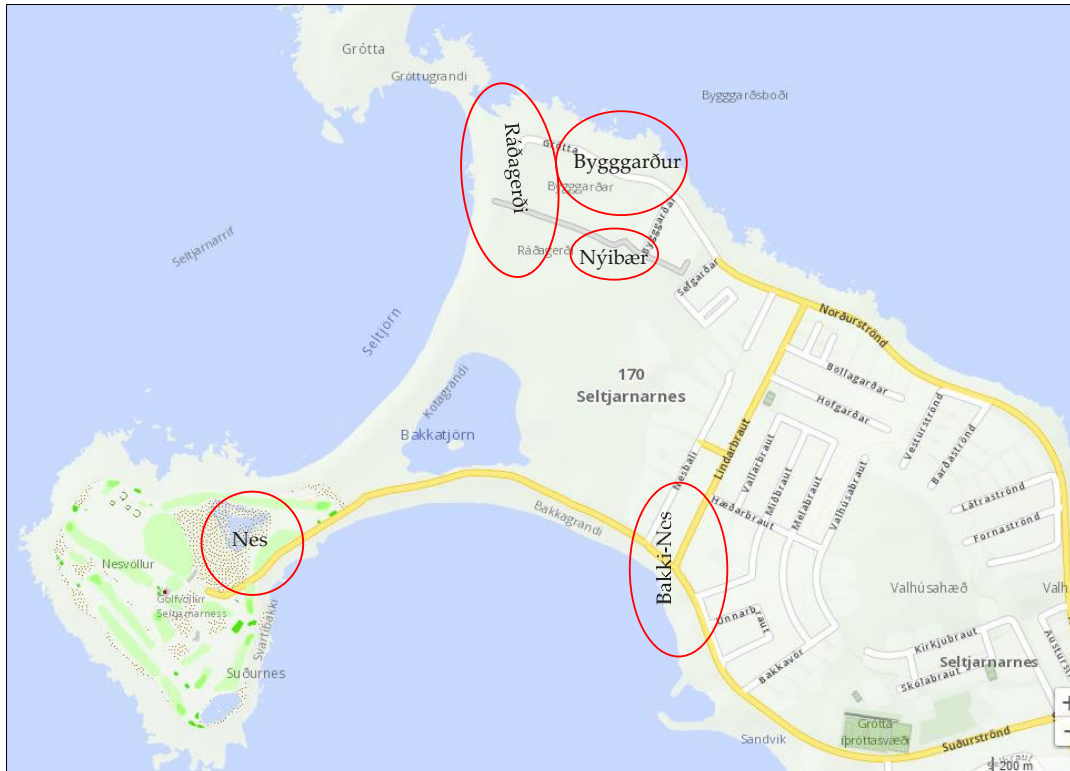
Hér er ein borhola, R-38, í notkun (mynd 5). Hún er 1488 m djúp, hámarkshiti hennar er 141 °C á 1130 m dýpi. Með dælingu gaf hún 37,5 l/s af 128 °C vatni (Ívarsson, 2014; Thorsteinsson, 1982).

Heildargæfni borholna á Laugarnessvæðinu er 340 kg/s af 127 °C heitu vatni, sem svarar til varmafls (ofan 35 °C) upp á 132 MW_{th} (Ívarsson, 2014). Samkvæmt útreikningum þarf 46 kg/s af 127 °C heitu vatni til að framleiða 1 MW_{th} (mynd 1). Það bendir til að hægt væri að framleiða 7,4 MW_e (340 l/s af 127 °C vatni) úr jarðhitasvæðinu í Laugardal, auk þess sem hægt væri að nýta 80 °C affallsvatn til húshitunar sem svarar til varmafls (ofan 35 °C) upp á 63,9 MW_{th}.

2.2 Seltjarnarnes

2.2.1 Seltjarnarnes

Jarðhitasvæðið á Seltjarnarnesi er í vesturjaðri höfuðborgarinnar. Ekkert náttúrulegt útstreymi heits vatns er sjáanlegt en hár hitastigull benti til falins jarðhitasvæðis. Svæðinu er hér skipt upp í fimm borsvæði: Bakki, Nes, Nýibær, Bygggarður og Ráðagerði (mynd 6).



Mynd 6. Staðsetning borsvæða innan jarðhitasvæðisins á Seltjarnarnesi: Bakki, Nes, Nýibær, Bygggarður og Ráðagerði (kort aðlagð frá ja.is).

Í upphafi var selta vatnsins 1‰, 550 ppm Cl, en hefur nú hækkað upp í 3,5‰. Seltan kemur úr grynnri vatnsgeymum kerfisins. Djúpu vatnsgeymarnir eru 120–140 °C heitir og vísbendingar gefa til kynna að enn dýpri vatnsgeymar séu minna saltir og yfir 150 °C heitir. Átta könnunarholur og sex vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið á Seltjarnarnesi (mynd 7) (Kristmannsdóttir o.fl., 2001; Kristmannsdóttir og Björnsson, 2014).



Mynd 7. Yfirlit um borholur á jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Bakki

Tvær könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar á Bakka (myndir 6 og 7). Vinnsluholan SN-1 er 1283 m djúp og er hæsti mældi hiti í henni um 117 °C en hún er ekki í notkun (Kristmannsdóttir o.fl., 2001).

2.2.1.1 Nes

Tvær könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar í Nesi (myndir 6 og 7). Hiti í þeim öllum reyndist lægri en 100 °C og er engin þeirra í notkun (Kristmannsdóttir o.fl., 2001).

2.2.1.2 Nýibær

Ein vinnsluhola, SN-6, hefur verið boruð í Nýjabæ (myndir 6 og 7). Hún er 2701 m djúp og hæsti mældi hiti í henni er um 144 °C á 2650 m dýpi og er hún í notkun hjá hitaveitunni. Gæfni hennar er allt að 25 l/s af 118–121 °C heitu vatni (Kristmannsdóttir o.fl., 2001; Kristmannsdóttir og Björnsson, 2014).

2.2.1.3 Bygggarður

Ein könnunarhola og þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar á svæðinu við Bygggarða, (myndir 6 og 7). Hola SN-4 er 2025 m djúp og er hæsti mældi hiti í henni 127 °C á 2000 m dýpi. Hola SN-5 er 2207 m djúp, hæsti mældi hiti í henni er 119 °C á 2180 m dýpi. Báðar þessar holur eru í notkun. Gæfni hola SN-4 er allt að 35 l/s af 85–114 °C heitu vatni en hola SN-5 gefur allt að 25 l/s af 98–109 °C heitu vatni (Kristmannsdóttir o.fl., 2001; Kristmannsdóttir og Björnsson, 2014).

2.2.1.4 Ráðagerði

Tvær könnunarholur og ein vinnsluhola, SN-12, hafa verið boraðar í Ráðagerði (myndir 6 og 7). SN-12 er 2714 m djúp og hæsti mældi hiti í henni er 145 °C á 2700 m dýpi og er hún í notkun. Gæfni hennar er allt að 35 l/s af 106–113 °C heitu vatni (Kristmannsdóttir o.fl., 2001; Kristmannsdóttir og Björnsson, 2014).

Vinnsluholurnar fjórar á jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi virðast hafa tengingu gegnum vatnsgeyminn og meðalhitastig vatnsins ræðst af því úr hvaða holum dælt er. Ef gert er ráð fyrir því að meðalvinnslan sé 46,4 l/s af 108 °C heitu vatni gætu þær skilað varmaafli (ofan 35 °C) upp á 14,2 MW_{th}, eða framleitt 0,6 MW_e af rafafli, ásamt 80 °C affallsvatns sem að auki gæti gefið 8,7 MW_{th} (ofan 35 °C). Með hjálp djúpdælna væri hægt að auka framleiðslugetu jarðhitasvæðisins verulega. Einnig myndi niðurdæling hjálpa til við að viðhalda þrýstingi innan jarðhitageymisins. Ef vinnslan færi í 100 l/s af 103 °C heitu vatni ykist varmaafli (ofan 35 °C) upp í 28,5 MW_{th}, eða 1,06 MW_e af rafafli ásamt varmaafli upp á 18,8 MW_{th} (ofan 35 °C).

2.3 Hvalfjörður

Í Hvalfirði eru jarðhitasvæðin Fremri-Háls, Möðruvellir, Hvammsvík og Miðsandur og eru þau sýnd á mynd 8.



Mynd 8. Staðsetning jarðhitasvæðanna Fremri-Háls, Möðruvellir, Hvammsvík og Miðsandur í Hvalfjarðarsveit (kort aðlagð frá ja.is).

2.3.1 Fremri-Háls

Fjórar könnunarholur og tvær vinnsluholur hafa verið boraðar á jarðhitasvæðinu við Fremri-Háls (mynd 9).



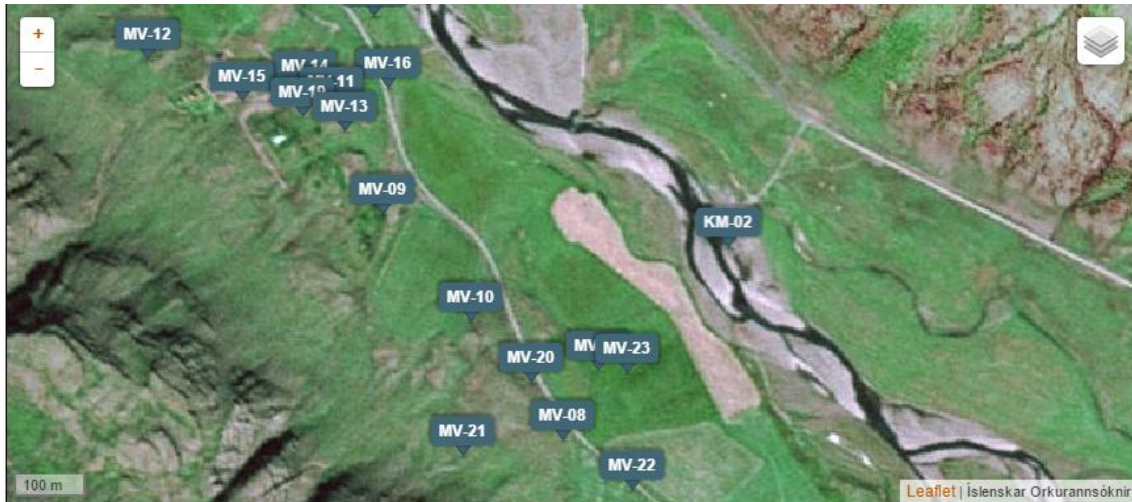
Mynd 9. Borholur á jarðhitasvæðinu við Fremri-Háls (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola FH-5 er 873 m djúp. Hæsti hiti í henni er 120 °C á 800 m dýpi en með dælingu gefur hún um 20–30 l/s af 89 °C heitu vatni, þá með um 65 m niðurdrætti (Stefánsson o.fl., 1993). Hola FH-6 er 404 m djúp en hæsti mældi hiti í henni er 97 °C á 400 m dýpi. Vatns-gæfni hennar er lítil og hún er notuð til að hita upp húsnæði á bænum.

Varmaafli sem hægt er að vinna úr 25 l/s af 89 °C heitu vatni (ofan 35 °C) er um 5,7 MW_{th}. Á þessu jarðhitasvæði gætir áhrifa frá vinnslu Orkuveitu Reykjavíkur á jarðhitasvæðinu við Reyki í Mosfellssveit (Hafstað, 2015b; Stefánsson o.fl., 1993; Steingrímsson, 1992).

2.3.2 Möðruvellir

Á jarðhitasvæðinu við bæinn Möðruvelli í Kjós hafa verið boraðar nítján grunnar könnunarholur og tvær djúpar vinnsluholur (mynd 10).



Mynd 10. Borholur á jarðhitasvæðinu við Möðruvelli (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola MV-19 er 822 m djúp og er hæsti mældi hiti í henni 80 °C á 650 m dýpi. Dælu-prófanir gáfu til kynna að hægt væri að nýta um 20 l/s með um 100 m niðurdrætti, sem svarar til varmaafls upp á um 3,8 MW_{th} (ofan 35°C). Hola MV-24 er 1704 m djúp og náði niður í dýpri jarðhitageymi þar sem hiti náði 144 °C á 1630 m dýpi. Berghiti á 1000 m dýpi er áætlaður um 140 °C. Afrennsli hennar er 19 l/s af 135 °C heitu vatni en með dælingu gefur hún 40 l/s með 120 m niðurdrætti (Hafstað, 2015b; Hjartarson og Sæmundsson, 2003b; Hafstað og Sæmundsson, 2013).

Ef hægt er að vinna 40 l/s af 135 °C heitu vatni úr holu MV-24 svarar það til varmaafls upp á um 16,8 MW_{th} (ofan 35 °C). Einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,98 MW_e, auk þess sem nýta má 80 °C affallsvatn til húshitunar, sem svarar til varmaafls upp á um 7,5 MW_{th} (ofan 35 °C). Sannreynt varmaafli þessara tveggja holna við Möðruvelli er því um 20,6 MW_{th}.

2.3.3 Hvammsvík

Níu könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar á jarðhitasvæðinu við Hvammsvík (mynd 11).



Mynd 11. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hvammsvík (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola HV-10 er 1466 m djúp og er hæsti mældi hiti í henni 117 °C, nærri botni (á 1458 m dýpi) og er afrennsli frá henni 3,7 l/s af 82,8 °C heitu vatni. Í tólf daga dæluþrófun gaf hola um 17 l/s af 89 °C heitu vatni. Með 25 l/s dælingu er niðurdráttur í henni um 85 m. Hitastig jarðhitageymisins hefur verið áætlað um 95–100 °C (Björnsson, 1992; Sigurðsson, 1995).

Ef gert er ráð fyrir gæfni upp á 25 l/s af 89 °C heitu vatni svarar það til varmaafis upp á 5,7 MW_{th} (ofan 35 °C).

2.3.4 Miðsandur

Átta könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar á jarðhitasvæðinu við Miðsand (mynd 12).



Mynd 12. Borholur á jarðhitasvæðinu við Miðsand (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola MS-4 var boruð í 1513 m dýpi og gefur um 7 kg/s af 140 °C heitu vatni við holu-
toppsprýsting upp á um 2 bar-g. Í langtímavinnslu er gert ráð fyrir að hægt verði að nýta
um 5–6 kg/s af vatni við holutoppsprýsting upp á um 4 bar-g (Þórhallsson o.fl., 2015).

Ef gert er ráð fyrir 7 l/s flæði af 140 °C heitu vatni í holu MS-4 svarar það til varmafls
upp á 3,1 MW_{th} (ofan 35°C), eða framleiðslu rafafls upp á 0,19 MW_e, auk nýtingar affalls-
vatns til framleiðslu varmafls upp á 1,3 MW_{th} (ofan 35 °C).

2.4 Akranes og Leirársveit

Tvö jarðhitasvæði eru á Akranesi og í Leirársveit, þ.e. Leirá-Geldingaá og Stillholt
(mynd 13).



Mynd 13. Jarðhitasvæðin Stillholt og Leirá-Geldingaá á Akranesi og í Leirársveit (úr borholu-
skrá Orkustofnunar).

2.4.1 Leirá-Geldingaá

Hér er litið á jarðhitann við Leirá-Geldingaá sem tvö undirsvæði, Leirá og Geldingaá
(mynd 14).



Mynd 14. Staðsetning undirsvæðanna Leirá og Geldingáir (kort aðlagð frá ja.is).

2.4.1.1 Leirá

Fjórar vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitageyminn við Leirá (mynd 15).



Mynd 15. Borholur á jarðhitasvæðinu við Leirá (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Ein þeirra, LG-4, er 2019 m djúp og með dælingu fást úr henni um 9 l/s af 128 °C heitu vatni og 65 m niðurdrátt. Vatnið úr henni er með hátt hlutfall CO₂ og með lágt pH-gildi. Vegna hættu á kalsítútfellingum og ætandi eignleka vatnsins er ekki hægt að nota það beint til húshitunar (Hjartarson og Sæmundsson, 2003a; Þórhallsson o.fl., 1976).

Varmafl holunnar er samkvæmt þessu um 3,5 MW_{th} (ofan 35 °C), eða rafafli upp á 0,2 MW_e auk 1,7 MW_{th} varmafls úr affallsvatninu (ofan 35 °C).

2.4.1.2 Geldingaá

Jarðhitinn við Geldingaá er um 2 km vestan við jarðhitann við Leirá (mynd 14). Sjö könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar í svæðið (mynd 16).



Mynd 16. Borholur á jarðhitasvæðinu við Geldingaá (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Efnasamsetning vatnsins er svipuð því sem er við Leirá. Könnunarholurnar benda til þess að hitastigull svæðisins geti verið hærri en 300 °C/km. Hóla GÁ-8 er 657 m djúp en ekki nothæf til vinnslu.

2.4.2 Stillholt

Tvær könnunarholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið við Stillholt á Akranesi (mynd 17).

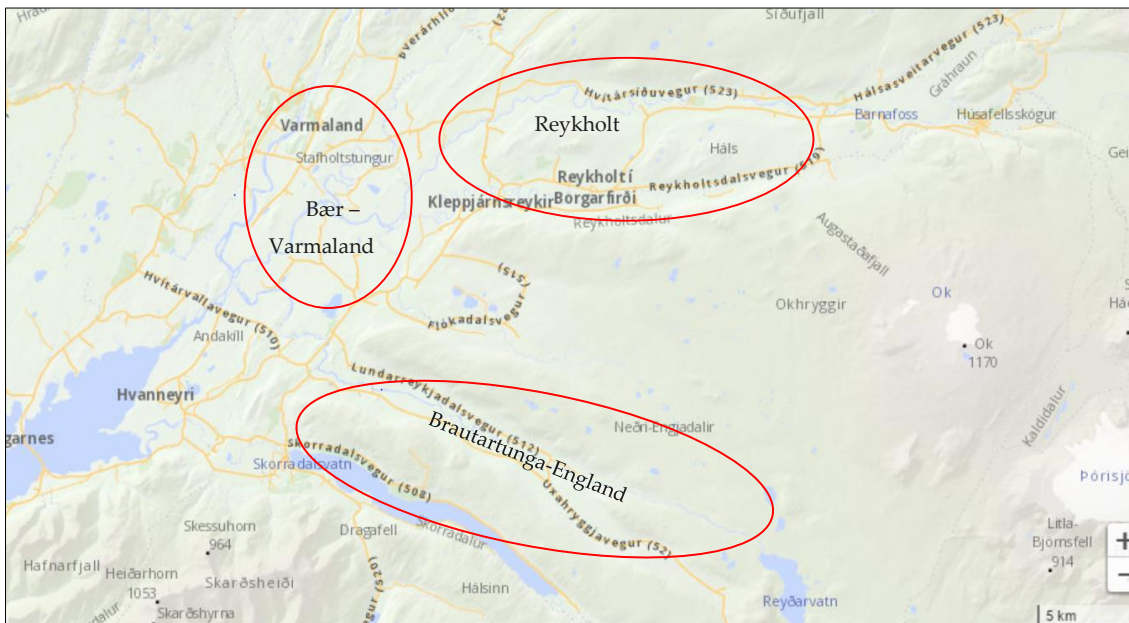


Mynd 17. Borholur á jarðhitasvæðinu við Stillholt (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola ST-2 var þurr en hitastigull í henni var 129 °C/km og náði hiti í henni 186 °C á 1350 m dýpi. Vatnið í henni er mjög klórrikt, um 2500–3000 ppm Cl (Hjartarson og Sæmundsson, 2003a; Sæmundsson o.fl., 1968).

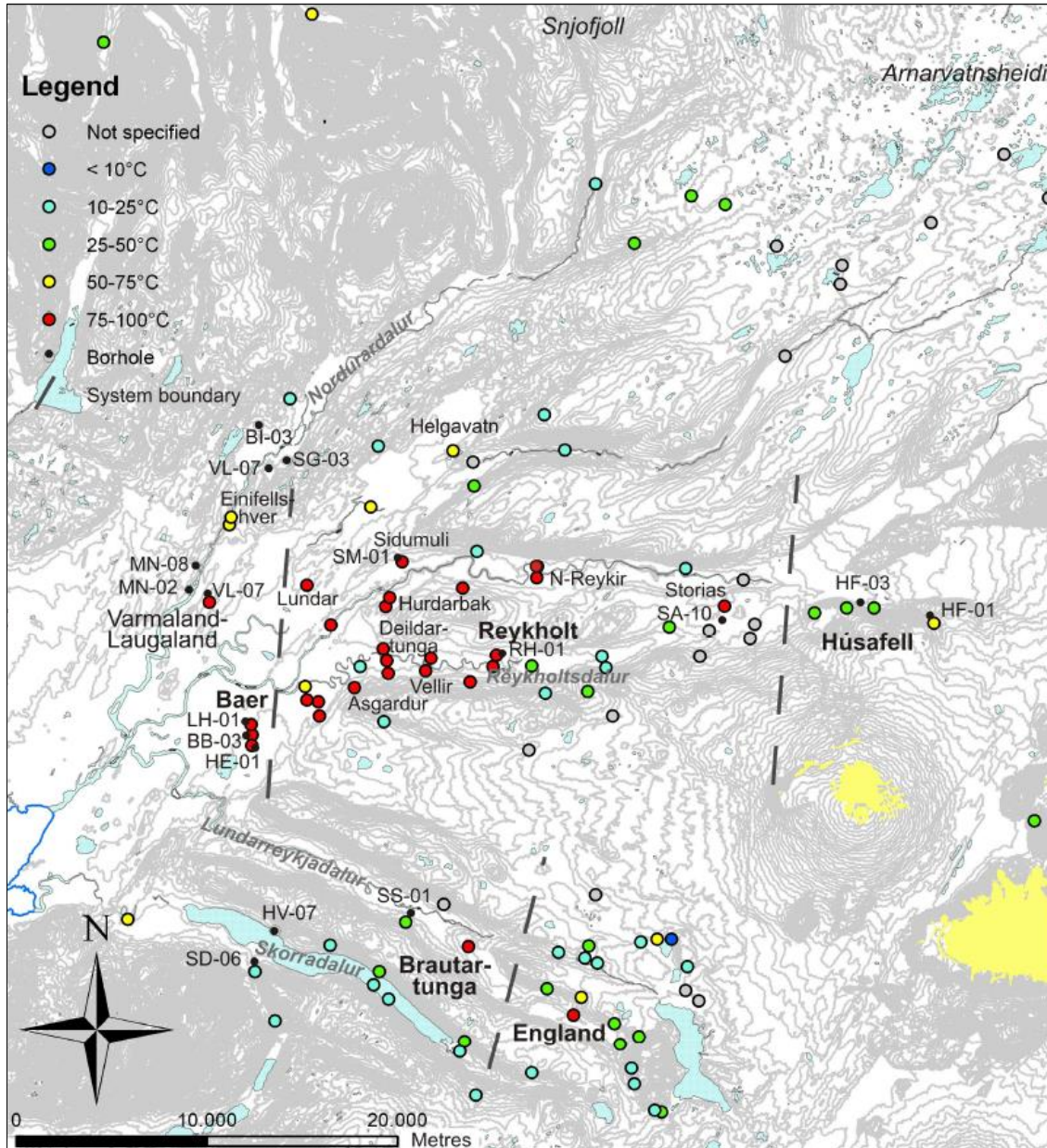
2.5 Borgarfjörður

Borgarfjörður er stærsta lághitasvæði landsins. Náttúrulegt flæði frá hverum er áætlað vera jafngildi 450 l/s af sjóðandi vatni. Jarðhitanaum er hér skipt upp í fjögur jarðhitasvæði en í þremur þeirra, Brautartungu-Englandi, Bæ-Varmalandi og Reykholti, er bergþiti yfir 100 °C (Georgsson o.fl., 2010) (mynd 18).



Mynd 18. Jarðhitasvæðin Brautartunga-England, Bær-Varmaland og Reykholt í Borgarfirði (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Á mynd 19 eru helstu hverir í Borgarfirði sýndir og jarðhitasvæðin fjögur sem þar eru, þ.e. Húsafell, Brautartunga-England, Bær-Varmaland og Reykholt. Einnig eru þarna sýndar helstu vinnsluholur jarðhitasvæðanna í Borgarfirði.



Mynd 19. Heitar laugar í Borgarfirði og fjögur helstu jarðhitasvæðin þar: Brautartunga-England, Bær-Varmaland, Reykholt og Húsafell. Einnig eru helstu vinnsluholur á svæðinu sýndar (Georgsson o.fl., 2010).

2.5.1 Brautartunga-England

Jarðhitasvæðið sem hér er kennt við Brautartungu-England er staðsett í innanverðum Lundarreykjadal, um 20–25 km sunnan við jarðhitasvæðið við Reykholt (myndir 18 og 19). Því er hér skipt í fjögur undirsvæði: England, Stóru-Drageyri, Hvammur og Snartarstaði (mynd 20).



Mynd 20. Staðsetning undirsvæða jarðhitasvæðisins Brautartunga-England: England, Stóra-Drageyri, Hvammur og Snartarstaðir (kort aðlagð frá ja.is).

2.5.1.1 Heitir hverir við England

Engar borholur hafa verið boraðar í jarðhitageyminn við England en nokkrir hverir eru þar sem staðfesta möguleika á jarðhitavinnslu. Heitustu hverirnir eru Englandshverir en stærsti hverinn af þeim gefur um 2,9 l/s af 94 °C heitu vatni og samtals gefa þeir um 5,8 l/s af 60–93 °C heitu vatni. Þeir raða sér á sprungu milli bæjanna Reykja og Englands. Reiknaður kísilhiti vatns úr hverunum bendir til að hitinn fari yfir 100 °C í kerfinu. (Sæmundsson, 1992).

Varmafl stærsta hversins er 0,7 MW_{th} (ofan 35 °C).

2.5.1.2 Stóra-Drageyri

Fimm könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar í jarðhitageyminn við Stóru-Drageyri (myndir 19 og 21).



Mynd 21. Borholur við Stóru-Drageyri (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Borholan SD-6 er 836 m djúp og gefur með dælingu 10–15 l/s af 98 °C heitu vatni (Björnsson og Sæmundsson, 1994; Georgsson o.fl., 2010).

Miðað við að holan gefi að jafnaði 12,5 l/s af 98 °C heitu vatni er varmaafli hennar um 3,3 MW_{th}.

2.5.1.3 Hvammur

Sex könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar í jarðhitageyminn við Hvamm (myndir 19 og 22).



Mynd 22. Borholur við Hvamm (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola HV-7 við Hvamm er dýpsta holan í Borgarfirði, 1237 m djúp. Botnhiti í henni er 120 °C og með 6 l/s dælingu er niðurdrátturinn í henni 90 m en ef dælt er 10 l/s er niðurdrátturinn 180 m, sem er fóðringardýpi holunnar (Hafstað and Björnsson, 2000b).

Ef gert er ráð fyrir gæfni upp á 10 l/s af 90 °C heitu vatni svarar það til varmaafli upp á 2,3 MW_{th} (ofan 35°C).

2.5.1.4 Snartarstaðir

Fjórar könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar í jarðhitageyminn við Snartarstaði (myndir 19 og 23).



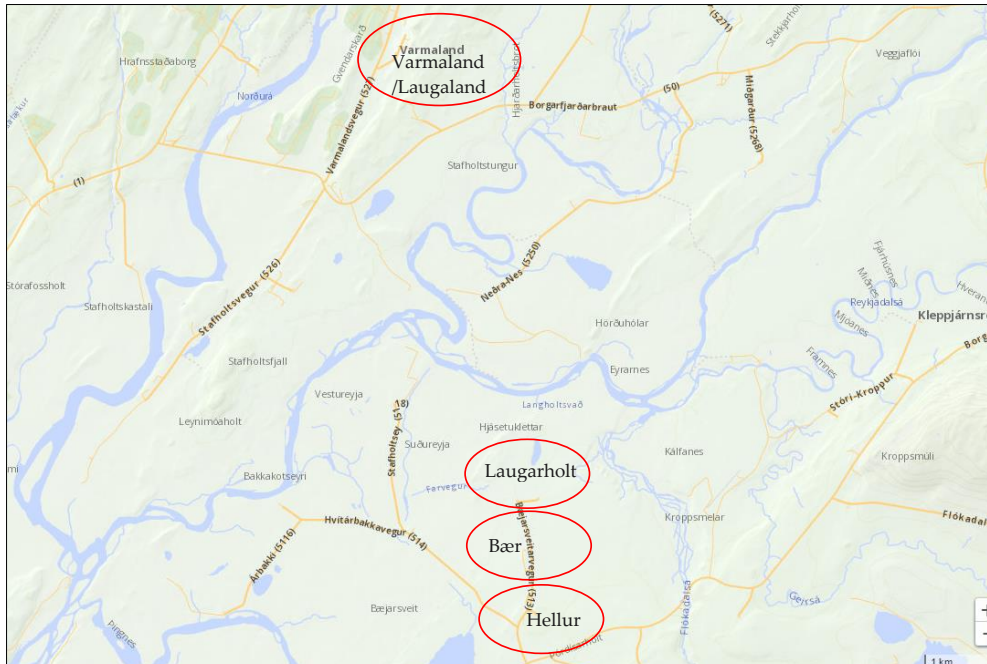
Mynd 23. Borholur við Snartarstaði (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola SS-5 er 309 m djúp og úr henni sjálfrenna um 7–8 l/s af 100 °C heitu vatni (National Energy Authority, 1992). Í þessu ástandi er varmafl hennar um 2,0 MW_{th} (ofan 35 °C).

Samanlagt varmafl jarðhitasvæðisins Brautartunga-England, miðað við fyrrgreindar forsendur, er því um 8,4 MW_{th}.

2.5.2 Bær-Varmaland

Jarðhitasvæðinu Bær-Varmaland er hér skipt upp í undirsvæðin Hellur, Bæ, Laugarholt og Varmaland/Laugaland (mynd 24).



Mynd 24. Staðsetning undirsvæða Bær-Varmaland jarðhitasvæðisins: Hellur, Bær, Laugarholt og Varmaland/Laugaland (kort aðlagð frá ja.is).

2.5.2.1 Hellur

Ein könnunarhola og þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar við Hellur (mynd 25).



Mynd 25. Borholur á jarðhitasvæðinu Bær-Varmaland: borsvæðin Hellur, Bær og Laugarholt (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola HE-1 er 1108 m djúp og hæsti mældi hiti í henni er 112 °C á 690 m dýpi en hita-mælirinn komst ekki dýpra vegna fyrirstöðu í holunni. Sjálfrennsli frá henni er einungis 0,1 l/s (Georgsson o.fl., 1981).

2.5.2.2 Bær

Fjórar vinnsluholur hafa verið boraðar við Bæ (mynd 25). Ein þeirra, hola BB-3, er 1151 m djúp og með dælingu má fá úr henni 17 l/s af 110–115 °C heitu vatni úr frekar grunnu heitavatskerfi (Axelsson, 2010; Georgsson o.fl., 1981; Georgsson o.fl., 2010; Olsen, 2014a).

Ef gert er ráð fyrir að holan gefi af sér 17 l/s af 112 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli hennar um 5,5 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,25 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmafls upp á 3,2 MW_{th}.

2.5.2.3 Laugarholt

Ein vinnsluhola, LH-1, hefur verið boruð við Laugarholt (mynd 25). Hún er 1013 m djúp og gaf vel af sér, sjálfrennsli af henni er um 28 l/s af 93 °C heitu vatni, sem kemur úr tveimur meginæðum á 323 og 580 m dýpi. Með djúpdælu er dælt úr henni 45 l/s af 93 °C heitu vatni (Axelsson, 2010). Varmaafli holunnar, ofan 35 °C, er samkvæmt þessu um 11,3 MW_{th}.

Það hefur verið áætlað að jarðhitasvæðin við Bæ og Laugarholt gætu gefið um 170 l/s af sjóðandi vatni úr fimm holum, með um 160 m niðurdrætti á vatnsborði (Axelsson, 2010; Georgsson o.fl., 1981; Georgsson o.fl., 2010).

Samkvæmt því er varmaafli svæðisins um 46,3 MW_{th}, eða rafafli upp á 1,57 MW_e auk varmafls affallsvatns upp á 32,0 MW_{th}.

2.5.2.4 Varmaland/Laugaland

Jarðhitasvæðið við Varmaland/Laugaland er á vesturjaðri jarðhitans í Borgarfirði (mynd 24). Sjö vinnsluholur hafa verið boraðar á jarðhitasvæðinu við Varmaland/Laugaland (mynd 26).



Mynd 26. Borholur á jarðhitasvæðinu við Varmaland/Laugaland (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Nokkur yfirborðsvirkni, í formi hvera, er á svæðinu en hverirnir gefa af sér um 5–10 l/s af 80–97 °C heitu vatni. Hóla VL-7, sem er um 671 m djúp, heppnaðist mjög vel. Afrennsli hennar var um 41,5 l/s af 105 °C heitu vatni en hitamælingar sýndu að á 650 m dýpi var hitinn um 113 °C. Enn fremur sýndu vinnsluprófanir að til lengri tíma gæti holan gefið af sér 15 l/s án dælingar og meira, ef á þyrfti að halda, með dælingu (Georgsson o.fl., 1984). Afrennsli holunnar hefur verið nýtt þannig að örlitlum holutoppsþrýstingi er haldið á henni og hefur þessi nýting hvorki haft áhrif á hverina eða eldri borholur á svæðinu.

Ef gert er ráð fyrir að holan gefi af sér 15 l/s af 105 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli hennar um 4,4 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,17 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafls upp á 2,8 MW_{th}.

Samanlagt varmaafli jarðhitasvæðisins Bær-Varmaland, miðað við fyrrgreindar forsendur, er því um 21,2 MW_{th}, eða rafafli upp á 0,42 MW_e auk varmaafls upp á 6,0 MW_{th}. Ef varmaafli Varmalands er bætt við mögulega nýtingu varmaafls svæðisins við Bæ og Laugarholt (170 l/s af sjóðandi vatni) mætti vinna um 50,7 MW_{th} af varmaafli úr svæðinu, eða rafafli upp á 1,74 MW_e auk varmaafls upp á 34,8 MW_{th}.

2.5.3 Reykholt

Jarðhitakerfið sem kennt er við Reykholt er langstærst þeirra sem finnast í Borgarfirði. Innan þess eru mörg stærstu lágheatasvæði landsins, þar á meðal jarðhitasvæðið Deildartunga-Kleppjárnsreykir en þar er Deildartunguhver sem gefur af sér um 180 l/s af sjóðandi vatni, auk Kleppjárnsreykjahvers sem gefur af sé 70 l/s (myndir 18 og 19). Náttúrulegt afrennsli úr kerfinu er um 450 l/s og það hefur verið metið jafngilda um 400 l/s af sjóðandi vatni (Georgsson o.fl., 2010) sem gefur varmaafli, ofan 35 °C, upp á um 109 MW_{th}, eða rafafli um 3,6 MW_e auk varmaafls um 75,2 MW_{th}.

Innan jarðhitakerfisins eru jarðhitasvæðin Reykholt, Deildartunga-Kleppjárnsreykir, Hurðarbak-Síðumúli, Vellir, Hægindi-Kópareykir og Norður-Reykir. Fáar holur hafa verið boraðar innan þessa jarðhitakerfis, enda er þarna nægt framboð af náttúrulegu afrennsli frá hverum.

2.5.3.1 Reykholt

Jarðhitasvæðið við Reykholt er í Reykholtsdal (myndir 18 og 19). Þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar í svæðið (mynd 27).



Mynd 27. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykholt (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola RH-1 var boruð við Reykholt árið 1974. Hún er 251 m djúp og sjálfrennsli af henni er um 20 l/s af 116 °C heitu vatni en hæsti mældi hiti í henni er um 127 °C á 175–225 m dýpi. Til að losna við grjótmulning í afrennslinu er flæðið takmarkað við 8 l/s. Holan er ennþá heitasta vinnsluhola svæðisins (Georgsson o.fl., 2010; Sæmundsson, 2010a; Þorbjörnsson og Guðmundsson, 2010).

Ef gert er ráð fyrir 20 l/s flæði af 116 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli hennar um 6,8 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,33 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafli upp á 3,8 MW_{th}.

Ef þessu er bætt við náttúrulegt afrennsli svæðisins (400 l/s af 100 °C heitu vatni) verður heildaraflið 115,8 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 4,03 MW_e ásamt varmafli upp á 79,1 MW_{th}.

2.6 Snæfellsnes

2.6.1 Eiðhús-Dalur

Jarðhitasvæðið Eiðhús-Dalur er kennt við samnefnda bæi (mynd 28). Hæsti hiti sem mælst hefur í borholum á þessu svæði er á bilinu 112–125 °C.



Mynd 28. Borholur á jarðhitasvæðinu við Eiðhús-Dali (úr borholuskrá Orkustofnunar).

2.6.1.1 Eiðhús

Svæðið við Eiðhús afmarkast af ánum Fáskrúði og Grímsá á Snæfellsnesi. Tuttugu rannsóknarholur hafa verið boraðar þar, auk þriggja vinnsluholna (mynd 28). Hæsti hiti sem mælst hefur þarna er um 125 °C í botni holu EH-8 (1140 m) en í holu EH-12 nær hitinn 121 °C á um 830 m djúpi. Sjálfrennsli tveggja þessara holna, EH-10 (350 m djúp) og EH-12 (1026 m djúp) er um 5 l/s af 104 °C heitu vatni. Það hefur verið áætlað að hægt væri að dæla 20 l/s úr holunum með um 100 m niðurdrætti, eða 9,5 l/s með 30 m niðurdrætti (Sæmundsson, 2013).

Ef gert er ráð fyrir 20 l/s af 104 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 5,9 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,22 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafls upp á 3,8 MW_{th}.

2.6.1.2 Dalur (Lynghagi)

Svæðið við Dal (Lynghaga) er rétt suðvestan við Eiðhús. Tvær könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar á þessu svæði (mynd 28). Vinnsluholan, LH-1 er 724 m djúp en hæsti mældi hiti í henni er um 121 °C í botni hennar og sjálfrennsli af henni er um 6,5 l/s af 103 °C heitu vatni (Skessuhorn, 2013). Varmaafli holunnar er 1,9 MW_{th} en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,07 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafls upp á 1,2 MW_{th}.

Ef vinnsla á öðru svæðinu hefur ekki áhrif á hitt svæðið er samanlagt varmaafli jarðhitasvæðisins við Eiðhús-Dal um 7,8 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,29 MW_e ásamt varmafli upp á 5,0 MW_{th}.

2.7 Barðaströnd

2.7.1 Reykhólar

Átta vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið við Reykhóla á Barðaströnd (mynd 29).



Mynd 29. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykhóla (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Náttúrulegt afrennsli af svæðinu áður en boranir hófust var um 30 l/s af 60–100 °C heitu vatni (Torfason, 2003). Í sex af þessum holum, sem eru 186–1070 m djúpar, hefur hæsti hiti mælst í holu RH-4, um 117 °C á 690 m dýpi. Holurnar gefa um 55 l/s af 90–111 °C heitu vatni en vegið meðaltal af hitanum er um 108 °C (Björnsson og Sigvaldason, 1989; Hafstað, 2012; Hafstað og Björnsson, 2000a; Harðardóttir, 2012a, b).

Miðað við þessar forsendur, þ.e. 55 l/s og 108 °C, svarar þetta til varmaafls upp á 16,8 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,71 MW_e ásamt varmaafli upp á 10,4 MW_{th}.

2.8 Miðfjörður, Húnaþing Vestra

2.8.1 Ytri-Reykir, Laugarbakki

Í Miðfirði er jarðhitasvæði sem kennt er við Ytri-Reyki. Þar hafa þrjár vinnsluholur verið boraðar, 230, 350 og 888 m djúpar (mynd 30).



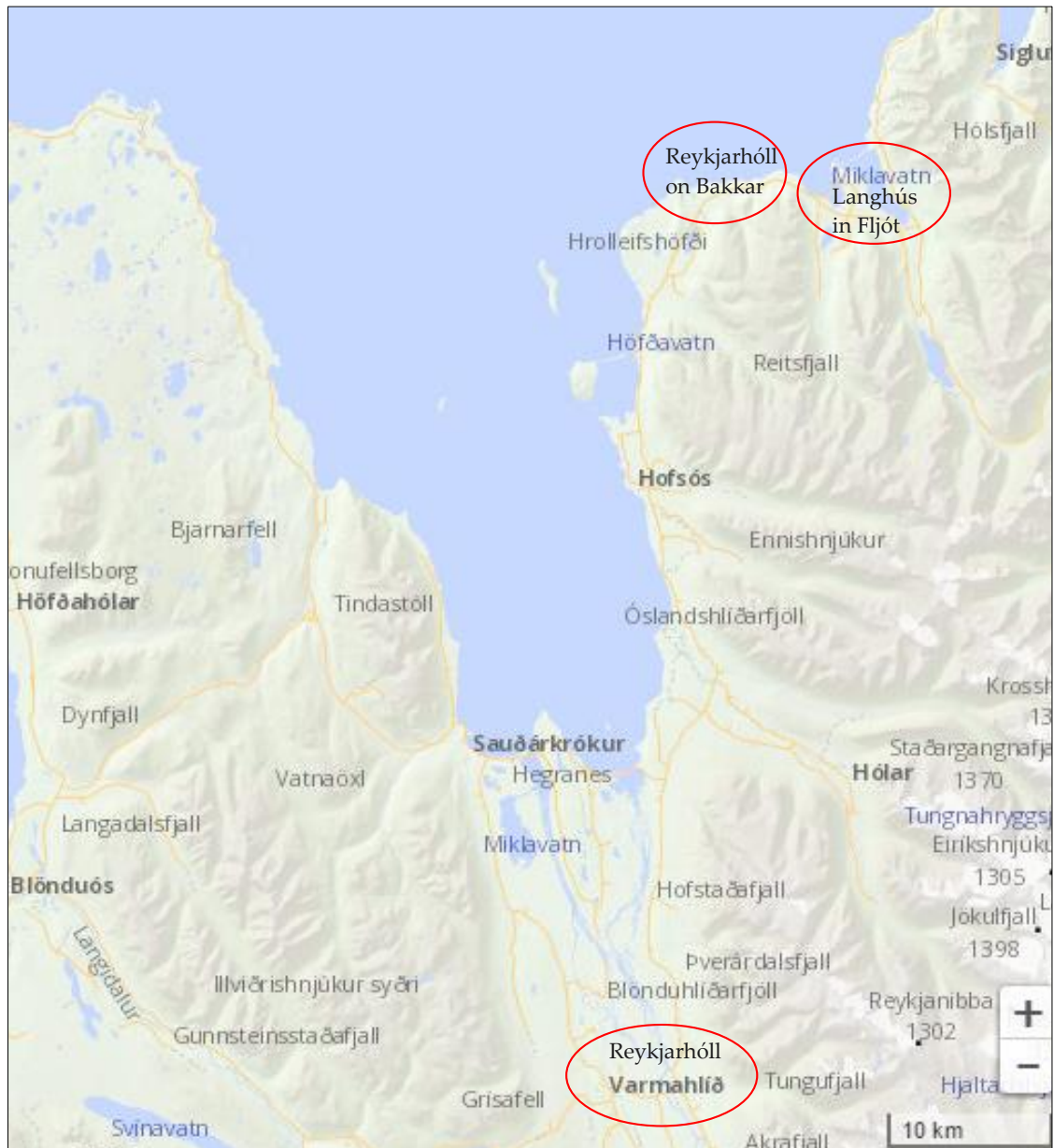
Mynd 30. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ytri-Reyki, Laugarbakka (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Í þessum holum hefur hæsti hiti mælst í holu LB-2 en hann mældist um 107 °C nærri botni (neðan við 725 m) einungis degi eftir að borun hennar lauk. Hóla LB-3 er í notkun og árið 2014 var dælt úr henni að meðaltali um 14,5 l/s af 95,8 °C heitu vatni (Ólafsson, 2015). Samkvæmt mati væri hægt að dæla úr svæðinu um 40–50 l/s til lengri tíma með 90 m niðurdrætti og allt að 50–100 l/s af 95 °C heitu vatni ef fleiri holur væru boraðar (Björnsdóttir and Axelsson, 2007).

Ef gert er ráð fyrir 50 l/s af 95 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 12,6 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,38 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafli upp á 9,4 MW_{th}.

2.9 Skagafjörður

Í Skagafirði eru jarðhitasvæðin, Reykjarhóll í Varmahlíð, Reykjarhóll á Bökkum í Fljótum og Langhús í Fljótum (mynd 31).



Mynd 31. Jarðhitasvæðin Reykjarhóll í Varmahlíð, Reykjarhóll á Bökkum í Fljótum og Langhús í Fljótum í Skagafirði (úr borholuskrá Orkustofnunar).

2.9.1 Reykjarhóll í Varmahlíð

Níu rannsóknarholur og þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið við Reykjarhól í Varmahlíð (mynd 32).



Mynd 32. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykjarhól (Varmahlíð) (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola VH-3 er 414 m djúp og sjálfrennsli af henni er um 20 l/s af 90 °C heitu vatni. Hola VH-12 er 427 m djúp og er hæsti hiti sem mælst hefur í henni um 95 °C á 200 m dýpi. Árið 2013 var dælt úr henni að meðaltali um 20 l/s af 95 °C heitu vatni. Það hefur verið áætlað að hægt sé að dæla úr henni meira en 40 l/s (Skagafjarðarveitur, 2015; Tryggvason o.fl., 2014).

Að samanlögðu er varmaafli þessara holna, miðað við 40 l/s af 95 °C heitu vatni, um 10,1 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,31 MW_e ásamt varmafli upp á 7,5 MW_{th}.

2.9.2 Reykjarhóll á Bökkum í Fljótum

Fimm vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið við Reykjarhól á Bökkum í Fljótum (mynd 33).



Mynd 33. Borholur á jarðhitasvæðunum við Reykjarhól á Bökkum í Fljótum og Langhús í Fljótum (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Í holu RH-5, sem er 479 m djúp, var komið í 95 °C hita á 460 m dýpi. Áætlað var að sjálfrennsli úr henni væri um 5,0 l/s af 84,5 °C heitu vatni (Ólafsson, 1987) en hægt væri að dæla 10–15 l/s með hámarksniðurdretti (Sæmundsson, 2005b).

Ef gert er ráð fyrir 12,5 l/s af 84,5 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 2,6 MW_{th} (ofan 35 °C).

2.9.3 Langhús í Fljótum

Tvær vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið við Langhús í Fljótum (mynd 33). Hola LH-1, sem er í notkun, og hola LH-2, sem til stendur að nota, eru 79 og 204 m djúpar og hæsti mældi hiti í þeim er 106 °C á 120 m dýpi í LH-2 en gæfni þeirra er 1,3 l/s af 101 °C (LH-1) og 5,4 l/s af 102 °C (LH-2) heitu vatni (Hafstað, 2014b; Hafstað, 2015a; Tryggvason o.fl., 2014). Lokunarþrýstingur holu LH-2 er 2,7 bar-g og heildargæfni um 8 l/s.

Ef gert er ráð fyrir að holurnar gefi af sér um 9 l/s af 102 °C heitu vatni er varmaafli þeirra, ofan 35 °C, um 2,5 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,09 MW_e ásamt varmafli upp á 1,7 MW_{th}.

2.10 Eyjafjörður

2.10.1 Laugaland á Þelamörk

Tólf vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið við Laugaland á Þelamörk (mynd 34).



Mynd 34. Borholur á jarðhitasvæðinu við Laugaland á Þelamörk (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Ein þeirra, hola LL-10, er 1707 m djúp og á ársgrundvelli er gæfni hennar um 14 l/s af 103 °C heitu vatni en getur gefið allt að 25 l/s (Norðurorka, 2015).

Hola LL-2 er 1089 m djúp og sjálfrennsli úr henni var um 5 l/s af 91 °C heitu vatni en hitastig í henni mældist 93 °C á 600 m dýpi. Hola LL-3 er 668 m djúp og runnu af henni 10–15 l/s af 91 °C heitu vatni og þar mældist hiti 93 °C á 640 m dýpi. Hola LL-11 er 645 m djúp og með dælingu gaf hún 5 l/s af 91 °C heitu vatni en í henni mældist hitinn 90 °C á 640 m dýpi (Flóvenz o.fl., 1985). Einungis hola LL-10 er í notkun.

Ef gert er ráð fyrir 14 l/s af 103 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 4,0 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,15 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmafls upp á 2,6 MW_{th}.

2.11 Norðurþing

Í Norðurþingi eru jarðhitasvæðin Hveravellir í Reykjahverfi, Húsavík, Ytribakki og Ærlækjarsel í Öxarfirði (mynd 35).



Mynd 35. Staðsetning jarðhitasvæðanna í Norðurþingi: Hveravellir í Reykjahverfi, Húsavík, Ærlækjarsel og Ytribakki í Öxarfirði (kort aðlagð frá ja.is).

2.11.1 Hveravellir í Reykjahverfi

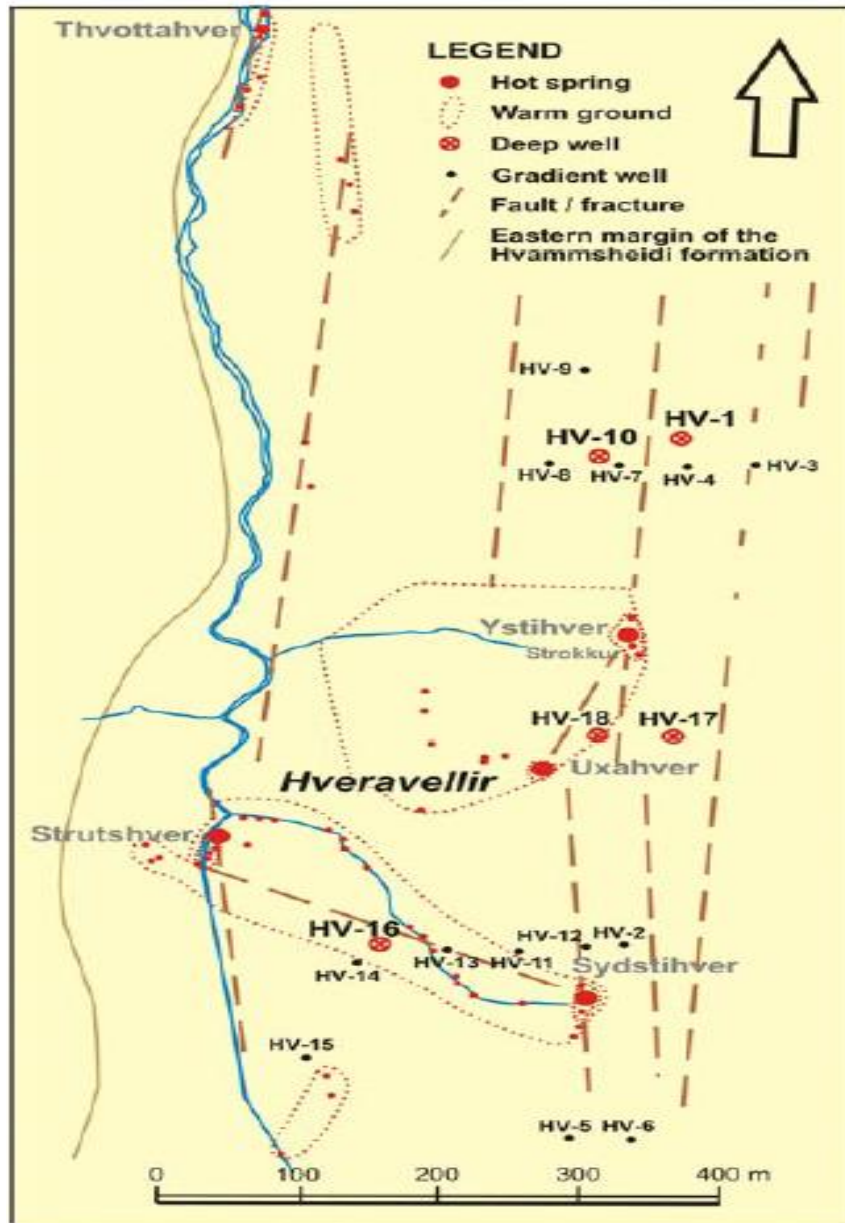
Jarðhitasvæðið sem kennt er við Hveravelli er í landi Stóru-Reykja í Reykjahverfi (myndir 36 og 37).



Mynd 36. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hveravelli í Reykjahverfi (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Á jarðhitasvæðinu eru bæði sjóðandi hverir og goshverir, þar á meðal nokkrir nafngreindir, eins og Ystihver, Strokkur, Uxahver, Syðstihver og Stúfur. Náttúrlegt afrennsli svæðisins áður en boranir hófust var um 55–60 l/s af sjóðandi vatni (Georgsson o.fl., 2005). Þrettán rannsóknarholur og fimm vinnsluholur hafa verið boraðar í svæðið (myndir 36 og 37). Þrjár þeirra, HV-1, HV-10 og HV-16 (450, 652 og 1027 m djúpar) gefa af sér 95 l/s af 124 °C heitu vatni undir 1,5 bar-g toppþrýstingi. Hæsti mældi hiti er um 128 °C á 449 m í HV-1 og á 540 m í HV-17. Mat á jarðhitageyminum bendir til þess að hægt sé að viðhalda vinnslu upp á um 190 l/s úr borholum án verulegra áhrifa á hverisvæðisins (Hjartarson o.fl., 2002; Ólafsson, 2011).

Mynd 37 sýnir helstu sprungur samkvæmt segulmælingum, ásamt borholum á jarðhitasvæðinu við Hveravelli.



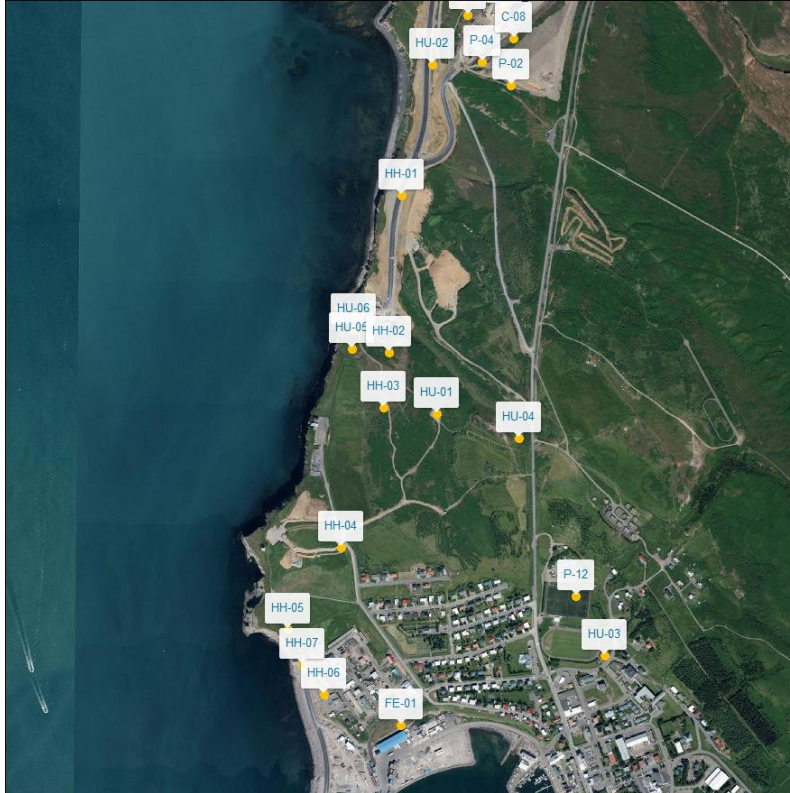
Mynd 37. Helstu sprungur, kortlagðar með segulmælingum og borholur á jarðhitasvæðinu við Hveravelli í Reykjaværfi (Georgsson o.fl., 2005).

Varmaafli, ofan 35°C, sem hægt er að vinna úr 190 l/s af 124 °C heitu vatni er um 71,1 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 3,88 MW_e ásamt varmaafli upp á 35,8 MW_{th}. Náttúrulegt afrennsli hveranna, 55 l/s af 100 °C heitu vatni, samsvarar varmaafli upp á 15,0 MW_{th}, eða rafafli um 0,51 MW_e ásamt varmaafli upp á 10,4 MW_{th}.

Heildarafli sem hægt væri að vinna úr svæðinu er því um 86,1 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 4,39 MW_e ásamt varmaafli upp á 46,2 MW_{th}.

2.11.2 Húsavík

Á jarðhitasvæðinu við Húsavík hafa verið boraðar sjö rannsóknarholur (mynd 38). Hóla HU-1 er 1505 m djúp og kemur í 110 °C hita á 1145 m.



Mynd 38. Borholur við Húsavík og nágrenni (úr borholuskrá Orkustofnunar). (Uppfærð mynd úr upprunalegri skýrslu.)

Jarðhitavatnið er salt. Samkvæmt mati er hægt að ná úr svæðinu um 8 l/s af 100 °C heitu vatni með um 70 m niðurdrætti (Hafstað, 2014a).

Varmaafli, ofan 35 °C, er því um 2,2 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,07 MW_e ásamt varmaafli upp á 1,5 MW_{th}.

2.11.3 Ytribakki, Bakkahlaup í Öxarfirði

Ein könnunarhola og tvær vinnsluholur hafa verið boraðar á jarðhitasvæðinu við Ytribakka (Bakka) í Bakkahlaupi í Öxarfirði (mynd 39).



Mynd 39. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ytribakka (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Ein þeirra, hola BA-2, er 1962 m djúp og mældist hiti í henni um 198 °C á 362 m dýpi og var sjálfrennsli af henni um 7,5 l/s af 120 °C heitu vatni. Samkvæmt mati má dæla úr holunni um 50 l/s með um 80 m niðurdrætti. Vatnið inniheldur 2500 ppm af Cl. Hola BA-3, sem er 704 m djúp, var mæld tveimur dögum eftir að borun lauk og þá var sjálfrennsli frá henni 17 l/s af 71 °C heitu vatni. Frekari boranir ættu að beinast að uppflæðinu kringum holu BA-2 (Axelsson og Gautason, 2010).

Varmaafli (ofan 35 °C) 50 l/s af 120 °C heits vatns er 17,9 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,93 MW_e ásamt varmaafli upp á 9,4 MW_{th}. Það er talið líklegt að hægt sé að vinna 50 l/s af um 200 °C heitu vatni úr kerfinu. Það myndi samsvara 35,3 MW_{th} í varmaafli (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,78 MW_e ásamt varmaafli upp á 9,4 MW_{th}.

2.11.4 Ærlækjarsel (Skógarlón) í Öxarfirði

Tvær könnunarholur og tvær vinnsluholur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið við Ærlækjarsel (mynd 40).



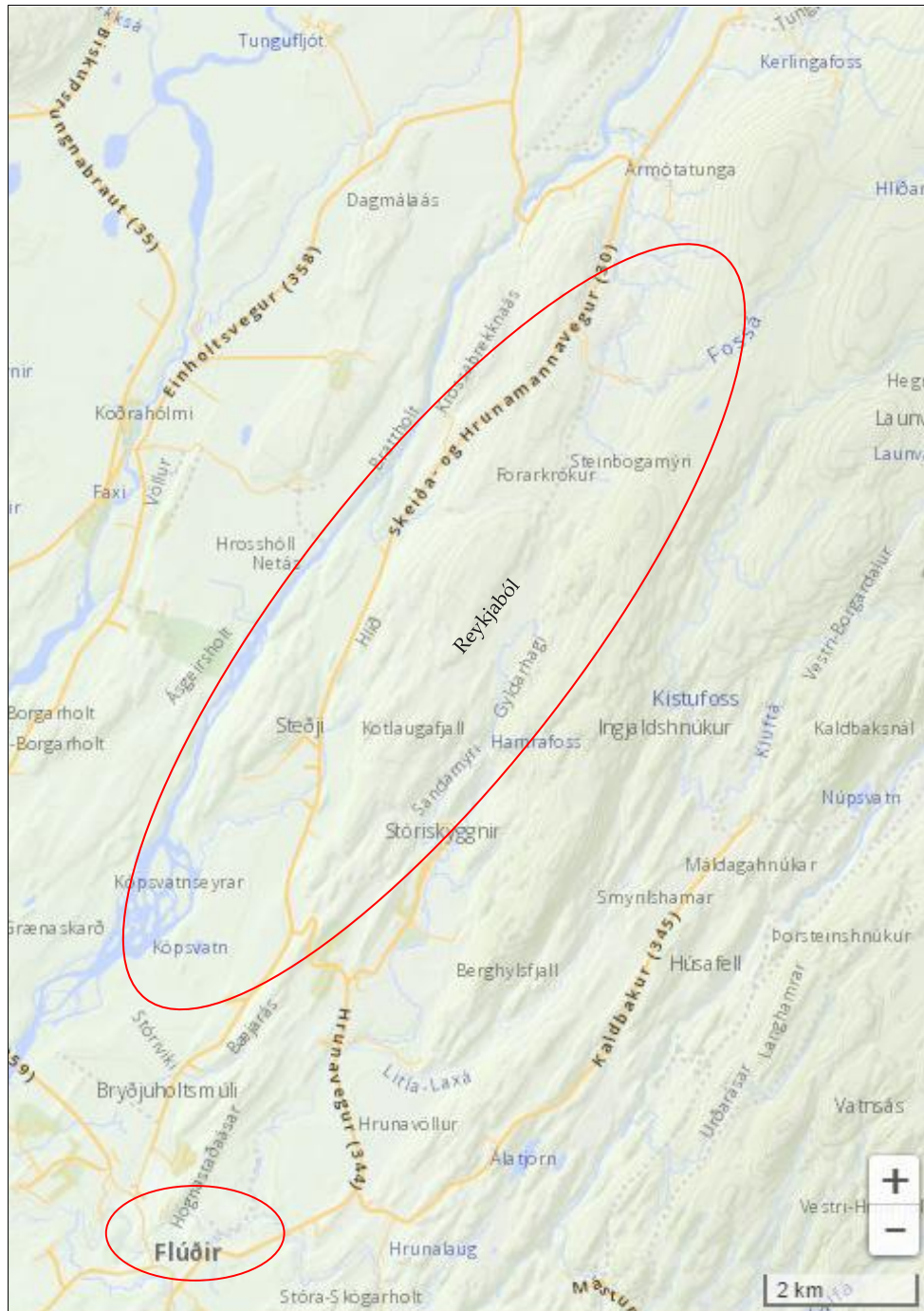
Mynd 40. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ærlækjarsel (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola ÆR-3 er 322 m djúp og í henni mældist hæsti hitinn, um 121 °C á um 203 m dýpi. Í sjálfrennsli gefur holan um 47 l/s af 106 °C heitu vatni í (Ólafsson, 1995). Hola ÆR-4 er 455 m djúp og hæsti hiti sem mælst hefur í henni er um 150 °C, á um 360 m dýpi. Hún gefur meira en 10 l/s af 132 °C heitu vatni með holutoppsprýsting um 2,6 bar-g (Ólafsson o.fl., 1992).

Varmaafli þessara holna (ofan 35 °C) er um 14,0 og 4,1 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,56 og 0,24 MW_e ásamt varmaafli upp á 8,9 og 1,9 MW_{th}. Ef hægt væri að vinna úr svæðinu 50 l/s af 132 °C heitu vatni væri varmaafli þess 20,4 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,20 MW_e ásamt varmaafli upp á 9,4 MW_{th}.

2.12 Hrunamannahreppur

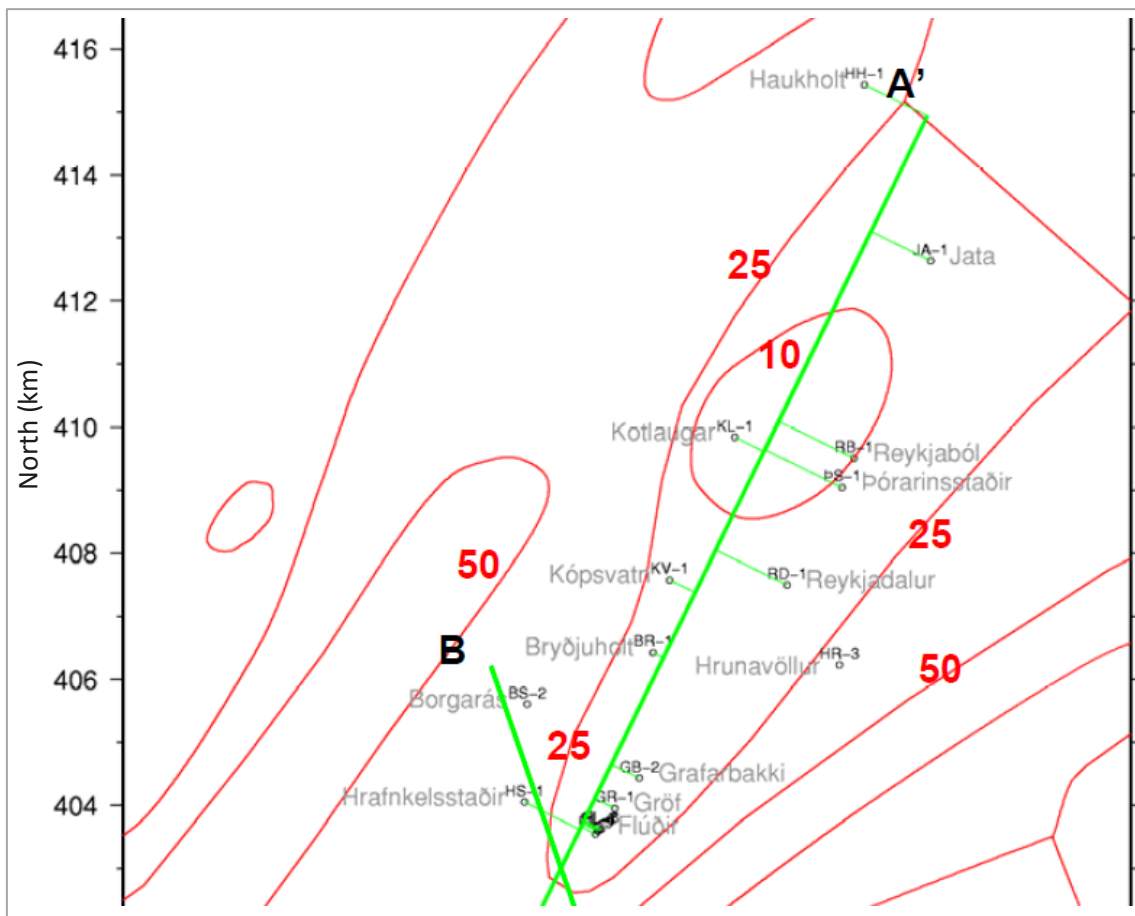
Í Hrunamannahreppi eru jarðhitasvæðin Reykjaból og Flúðir (mynd 41).



Mynd 41. Staðsetning jarðhitasvæða í Hrunamannahreppi: Reykjaból og Flúðir (kort aðlagð frá ja.is).

2.12.1 Reykjaból

Reykjaból er víðáttumikið og öflugt jarðhitasvæði þar sem hitastigið nær 160–180 °C í heitasta kjarna þess, sem liggur milli Reykjabóls og Jötu, en teygist hugsanlega til vesturs í átt til Kotlauga (mynd 42). Lárétt afrennsli svæðisins til suðvesturs er talið vera uppistaða jarðhitasvæðisins á Flúðum. Ekki hefur verið borað í miðju svæðisins en nokkrar borholur eru á jaðrinum. Á austurjaðrinum tilheyra þær Reykjabóli og Þórarinsstöðum, á suðurjaðrinum Reykjadal og Kópavatni, á vesturjaðrinum Kotlaugum og á norðurjaðrinum Jötu og Haukholti (mynd 43) (Björnsson og Sæmundsson, 2006).



Mynd 42. Viðnámskort af jarðhitasvæðinu við Reykjaból (Björnsson og Sæmundsson, 2006).

2.12.1.1 Reykjaból

Náttúrulegt afrennsli úr svæðinu við Reykjaból er um 2 l/s af 100 °C heitu vatni (Torfason, 2003). Ein vinnsluhola, RB-1, hefur verið boruð þarna (mynd 43) en hún var boruð niður á 820 m dýpi.



Mynd 43. Borholur á jarðhitasvæðinu við Reykjaból: Reykjaból, Þórarinsstaðir, Reykjadalur, Kópsvatn og Kotlaugar (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Botnhiti í holu RB-1 er um 147 °C en hæsti mældi hiti í henni er 152 °C á 400 m dýpi. Hitaferillinn í holunni er aðeins viðsnúinn, sem gæti bent til þess að holan sé suðvestan við meginuppstreymi jarðhitageymisins en kísilútfellingar hafa verið notaðar til að kortleggja hvar náttúrulegt afrennsli svæðisins hefur verið. Holan gefur um 13 kg/s við 3 barg toppþrýsting af vökva með vermi um 628 kJ/kg. Þetta vermi svarar til innflæðis vökva sem er 149 °C heitur (Björnsson og Sæmundsson, 2006; Sæmundsson, 2005a; Þórhallsson o.fl., 1976).

Ef gert er ráð fyrir 13 l/s af 149 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 6,3 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,4 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafls upp á 2,4 MW_{th}.

2.12.1.2 Þórarinsstaðir

Ein vinnsluhola, PS-1, hefur verið boruð við Þórarinsstaði (myndir 42 og 43). Hún er 657 m djúp og nær 127 °C hita í botni. Holan var loftdæld í 5 klst. áður en hún var mæld árið 1994 og gaf þá 5 l/s með 20 m niðurdrætti.

Ef gert er ráð fyrir að holuvökvinn sé 100 °C er varmaaflið 1,4 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,05 MW_e ásamt varmafli upp á 0,9 MW_{th}.

2.12.1.3 Reykjadalur

Ein vinnsluhola, RD-1, hefur verið boruð við Reykjadal (myndir 42 og 43). Holan er 784 m djúp og hæsti hiti í henni er 114 °C á 520 m dýpi en botnhitinn er um 105 °C. Sjálfrennsli er ekki úr holunni en áætlað hefur verið að hægt sé að dæla úr henni 2–4 l/s af 100 °C heitu vatni (Sæmundsson og Friðleifsson, 1980).

Útreiknað varmaafli 3 l/s af 100 °C heitu vatni er um 0,8 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,03 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafls upp á 0,6 MW_{th}.

2.12.1.4 Kópsvatn

Tvær vinnsluholur hafa verið boraðar við Kópsvatn (mynd 43). Sú seinni, KV-2, er 1500 m djúp og rennslið úr henni er um 62 l/s af 143 °C heitu vatni við 1,6 bar-g toppþrýsting (Flúðir District Heating, 2015; Sæmundsson og Friðleifsson, 1980).

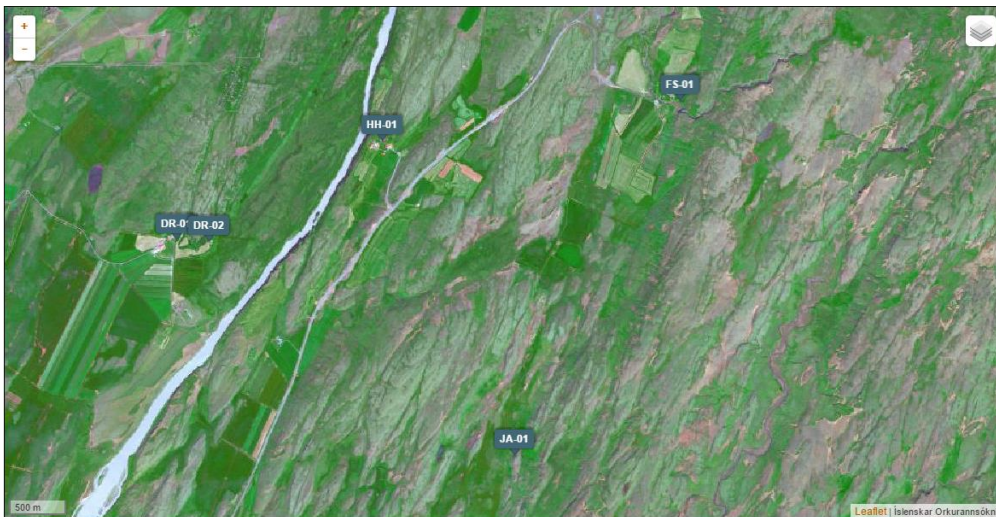
Varmaaflið ofan 35 °C er því um 28,2 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,78 MW_e ásamt varmafli upp á 11,7 MW_{th}.

2.12.1.5 Kotlaugar

Náttúrulegt sjálfrennsli úr jarðhitageyminum við Kotlaugar er um 3 l/s af 90–100 °C heitu vatni (Torfason, 2003). Tvær grunnar vinnsluholur hafa verið boraðar þarna (mynd 43). Hóla KL-1 er 180 m djúp og nær hæst 113 °C hita á 12 m dýpi. Hóla KL-2 er 66 m djúp og nær hæst 110 °C hita á 12 m dýpi, þar fyrir neðan lækkar hitinn snögglega í um 81 °C, en lækkar svo aftur þegar komið er niður fyrir ~35 m dýpi. e

2.12.1.6 Jata

Ein vinnsluhola hefur verið boruð í jarðhitageyminn við Jötu (mynd 44). Hún er 320 m djúp og nær einungis 55 °C hita í botni.



Mynd 44. Borholur við Jötu og Haukholt í jarðhitakerfinu við Reykjadal (úr borholuskrá Orkustofnunar).

2.12.1.7 Haukholt

Borsvæðið sem hér er kennt við Haukholt er milli bæjanna Drumboddsstaða (holur DR-1 og DR-2) og Foss (hóla FS-1) í Hrunamannahreppi (mynd 44). Ein rannsóknahóla, HH-1, hefur verið boruð og er hún 1346 m djúp með línulegum hitastigli og nær 162 °C hita nálægt botni (Vilmundardóttir o.fl., 1999; Sæmundsson og Friðleifsson, 1980). Holan er annaðhvort á jaðri jarðhitasvæðisins við Reykjaból eða á jaðri háhitasvæðisins við Geysi. Holan er ekki nýtanleg.

Heildarvarmaafli jarðhitasvæðisins við Reykjaból, ofan 35 °C, er því um 36,7 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,27 MW_e ásamt varmafli upp á 15,6 MW_{th}.

2.12.2 Flúðir

Á jarðhitasvæðinu á Flúðum eru borsvæði við bæina Hellisholt og Grafarbakka og hafa margar holur verið boraðar þarna (mynd 45).



Mynd 45. Borholur á undirsvæðunum Hellisholti og Grafarbakka á jarðhitasvæðinu við Flúðir (úr borholuskrá Orkustofnunar).

2.12.2.1 Hellisholt

Náttúrulegt sjálfrennsli þarna áður en boranir hófust var um 28 l/s af sjóðandi vatni (Pálmason o.fl., 1985; Torfason, 2003). Átta könnunarholur og ein vinnsluhola eru á þessu svæði (mynd 45). Fjórar þeirra (holur FL-4, FL-6, FL-7 og FL-8), sem eru 205–365 m djúpar, gefa af sér um 100–115 l/s af 104 °C heitu vatni með þrýsting um 0,6 bar-g á holutoppi (Flúðir District Heating, 2015).

Varmaafli þessara holna ofan 35 °C, miðað við 107 l/s af 104 °C heitu vatni, er um 31,4 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,49 MW_e ásamt varmaafli upp á 20,2 MW_{th}.

2.12.2.2 Grafarbakki

Við Grafarbakka var náttúrulegt sjálfrennsli fyrir boranir um 20 l/s af sjóðandi vatni (Chaturvedi, 1969; Torfason, 2003). Tvær vinnsluholur hafa verið boraðar þarna (mynd 45) og gefur sú seinni, GB-2, af sér um 110 l/s af 108 °C heitu vatni með um 1,6 bar-g toppþrýsting (Björnsson, 1999).

Slíkt rennsli svarar til varmaafls upp á um 33,7 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,42 MW_e ásamt varmaafli upp á 20,7 MW_{th}.

Samanlagt er því varmaafli jarðhitasvæðisins á Flúðum um 65,1 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,91 MW_e ásamt varmaafli upp á 40,9 MW_{th}.

2.13 Holtahreppur

2.13.1 Laugaland í Holtum

Jarðhitasvæðið við Laugaland í Holtum er við bæinn Nefsholt. Þrjár könnunarholur og þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar í svæðið (mynd 46).



Mynd 46. Borholur á jarðhitasvæðinu við Laugaland í Holtum (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Jarðhitageymirinn reyndist vera við nokkuð háan þrýsting í sínu náttúrulega ástandi, eða um 6,5 bar-g. Hiti í tveimur borholum, LL-3 og LL-4, fór yfir 100 °C. Hola LL-3 er 1308 m djúp og hæsti mældi hiti í henni er 102 °C á 1055 m dýpi en hún gefur einungis 0,5 l/s af 33 °C heitu vatni og er ekki í notkun. Hola LL-4 er 1014 m djúp og mældist hæsti hiti í henni um 104 °C nærri botni hennar og með dælu á 180 m dýpi, hefur verið dælt úr henni um 20 l/s af 97 °C heitu vatni. Með niðurdrætti upp á 80–110 m mætti dæla úr henni um 35 l/s af 97 °C heitu vatni (Olsen, 2014d; Sæmundsson and Hafstað, 2015; Thorsteinson og Georgsson, 1982).

Ef gert er ráð fyrir að holan gefi af sér 35 l/s af 97 °C heitu vatni, er útreiknað varmaafli hennar um 9,1 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,29 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmafls upp á 6,6 MW_{th}.

2.14 Biskupstungur

Í Biskupstungum eru jarðhitasvæðin Haukadalur, Bergstaðir, Reykholt við Stóraflijót og Efri-Reykir (mynd 47).

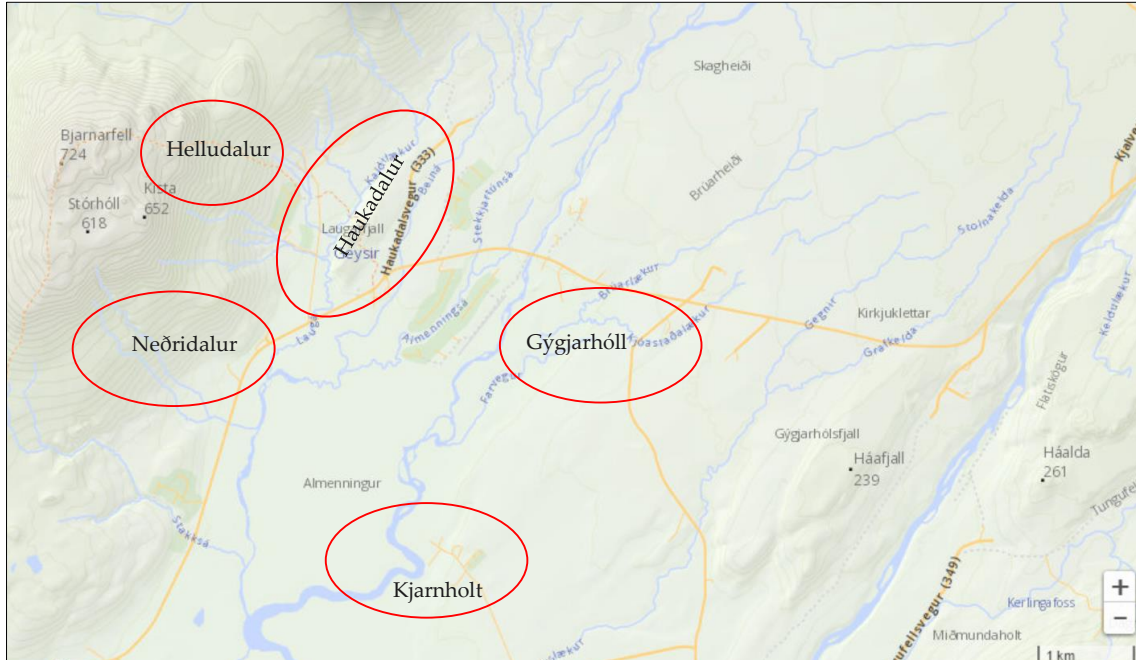


Mynd 47. Staðsetning jarðhitasvæða í Biskupstungum: Haukadalur, Bergstaðir, Reykholt og Efri-Reykir (kort aðlagð frá ja.is).

2.14.1 Haukadalur

Jarðhitasvæðið við Geysi í Haukadal er flokkað sem háhitasvæði sem er að kólna niður (Sæmundsson, 2009a). Frægasti hver svæðisins er auðvitað Geysir, en nafn hans hefur ratað inn í mörg erlend tungumál sem almennt heiti yfir goshveri. Svæðið er mikið sótt af ferðamönnum og vinsælt er að fylgjast með gosum í Strokk, sem er talsvert minni goshver en Geysir var. Gosrásin í Strokk var stífluð vegna grjóthruns en var hreinsuð með borun og er sú aðgerð skráð sem „Strokkur“ í borholuskránni. Sjálfrennsli úr svæðinu er um 20 l/s af 98–100 °C heitu vatni (Torfasón, 2003). Greining á jarðhitavökvanum bendir til þess að hitinn í jarðhitageyminum sé um 250 °C (Óskarsson, 2011). Jarðhitasvæðið við Geysi tengist flæði um jarðskjálftasprungu en ekki hefur tekist að staðsetja aðaljarðhitageyminn nákvæmlega. Til að forðast áhrif á núverandi yfirborðsvirkni á svæðinu eru allar djúpboranir bannaðar þar.

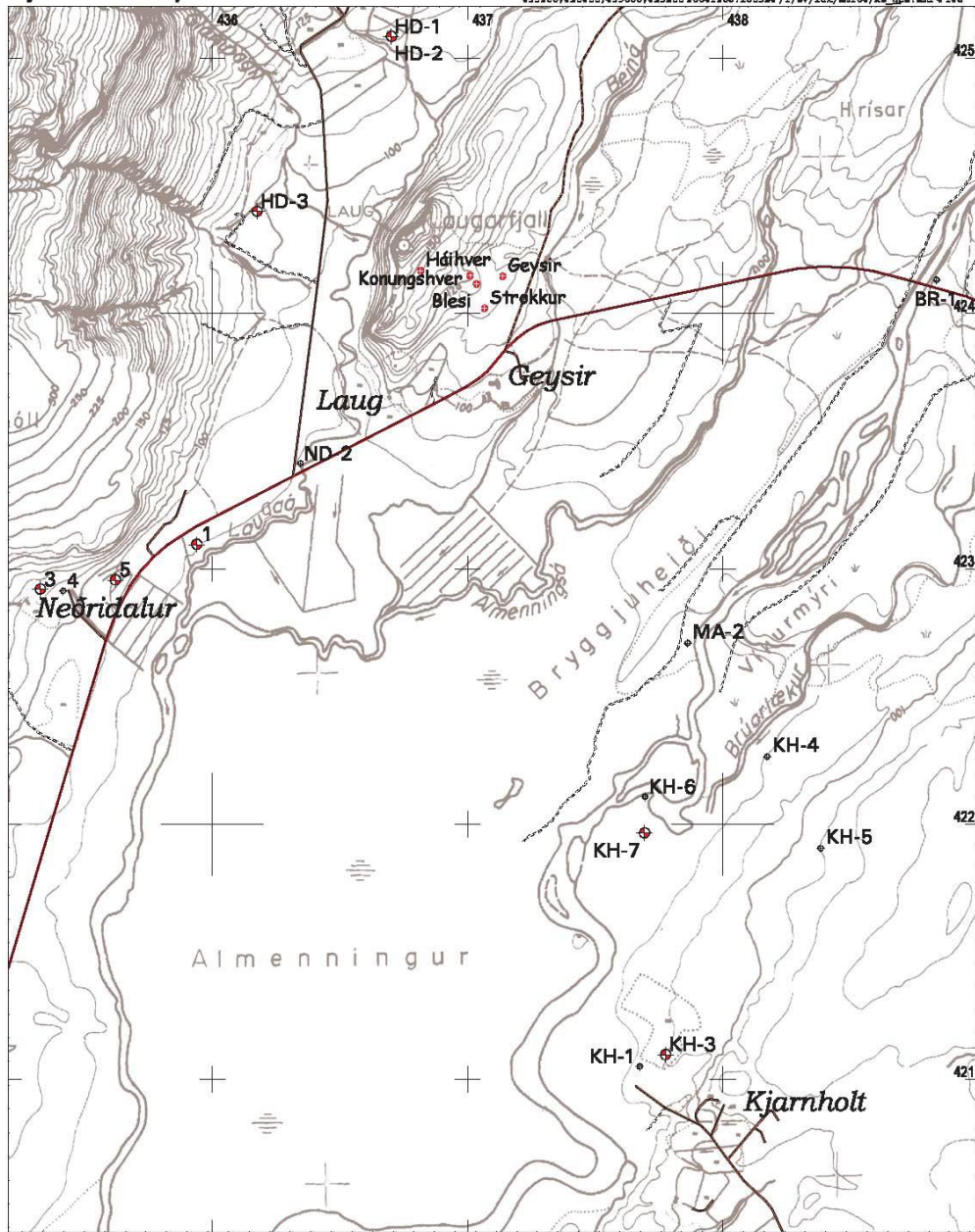
Nokkrar holur hafa verið boraðar á bæjum á jaðri jarðhitasvæðisins við Geysi. Borholur eru við Gýgjarhól, Kjarnholt, Neðridal og Helludalur (mynd 48). Hér er þetta skilgreint sem meðalvermis-jarðhitasvæði í Haukadál.



Mynd 48. Staðsetning borsvæða á jöðrum háhitasvæðisins við Geysi: Gýgjarhóll, Kjarnholt, Neðridalur og Helludalur (kort aðlagð frá ja.is).

Hinn háí hiti sem mælst hefur á þessum borsvæðum stafar af því að holurnar eru staðsettar á jaðri kólnandi háhitasvæðis, þ.e. jarðhitasvæðisins við Geysi. Á mynd 49 er staðsetning nokkurra hvera og goshvera sýnd, auk borholna við Kjarnholt (KH), Neðridal (ND) og Helludal (HD). e

Kjarnholt/Geysir 20041203



ÍSOR-JFR SV
20041203

0 1 2 km
1:20000

Mynd 49. Staðsetning hvera á Geysissvæðinu og borholur í nágrenni Kjarnholts, Neðridals og Helludals (Axelsson o.fl., 2006a).

2.14.1.1 Gýgjarhóll

Staðsetning svæðisins við Gýgjarhól er sýnt á mynd 48 og borholur á mynd 50. Svæðið er við bæina Gýgjarhól og Gýgjarhólskot. Holurnar GK-2 og GK-3 eru skráðar undir staðarheitinu Haukadalur í borholuskrá Orkustofnunar.



Mynd 50. Borholur við Gýgjarhól, Kjarnholt og Neðridal á jaðri Geysissvæðisins (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola GK-3 er 1002 m djúp og er hæsti mældi hiti í henni um 170 °C á 1000 m dýpi og hægt er að dæla úr henni um 7 l/s af 74 °C heitu vatni með um 61 m niðurdrætti (Sæmundsson, 2009a).

2.14.1.2 Kjarnholt

Svæðið við Kjarnholt er milli Neðridals og Gýgjarhóls (mynd 48). Fimm rannsóknarholur og tvær vinnsluholur hafa verið boraðar þarna (mynd 49). Ein þeirra, KH-7, er 1343 m djúp, hæsti mældi hiti í henni er um 185 °C á 825 m dýpi og er dælt úr henni 3 l/s af 90 °C heitu vatni með dælu á 150 m dýpi (Axelsson o.fl., 2006b).

2.14.1.3 Neðridalur

Svæðið sem kennt er við Neðridal er rétt vestan við bæinn Haukadal (myndir 48 og 49). Fimm rannsóknarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar þar (mynd 50). Tvær þeirra, holur ND-1 og ND-3, eru 850 og 600 m djúpar og þar hefur hæsti hiti mælst 172 °C og 106 °C nærri botni þeirra. Hægt er að vinna úr þessum holum um 10 l/s af 65–70 °C heitu vatni (Axelsson o.fl., 2006a; Axelsson o.fl., 2006b; Þórhallsson o.fl., 2004).

Sá háí hiti sem sést í svæðunum við Gýgjarhól, Kjarnholt og Neðridal er vísbending um að þar sé komið að jaðri háhitasvæðisins við Geysi.

2.14.1.4 Helludalur

Helludalur er rétt norðan við Neðridal (mynd 48). Þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar þar (mynd 51).



Mynd 51. Borholur á jarðhitasvæðinu við Helludal (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Tvær þeirra, holur HD-2 og HD-3, eru 360 og 481 m djúpar og hefur hiti mælst hæst í þeim um 118 °C á 358 m dýpi (HD-2) og 104 °C á 380 m dýpi (HD-3). Sjálfrennsli af holu HD-2 var 1,8 l/s af 54 °C heitu vatni og 2,0 l/s úr holu HD-3 (Þórhallsson o.fl., 2004).

2.14.2 Bergstaðir í Eystritungu

Jarðhitasvæðið við Bergstaði er við samnefndan bæ og liggur milli Tungufljóts og Hvítár í Eystritungu (mynd 47). Tvær könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar þar (mynd 52).



Mynd 52. Borholur á jarðhitasvæðinu við Bergstaði (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Vinnsluholan, BS-3, er 972 m djúp og hæsti mældi hiti í henni er um 105 °C á um 930 m dýpi og fást úr henni um 6 l/s af 96 °C heitu vatni (Sæmundsson, pers. uppl., 24. nóv., 2015).

Varmaafli holunnar ofan 35 °C er samkvæmt þessu um 1,5 MW_{th}.

2.14.3 Reykholt við Stórafljót

Jarðhitakerfinu við Reykholt, er skipt í þrjú undirsvæði, þ.e. Stórafljót, Reykjavelli og Laugarás (mynd 53).



Mynd 53. Staðsetning undirsvæða jarðhitakerfisins við Reykholt: Stórafljót, Reykjavelli og Laugarás (kort aðlagð frá ja.is).

2.14.3.1 Stórafljót

Tvær könnunarholur og tvær vinnsluholur hafa verið boraðar við Stórafljót (mynd 54).



Mynd 54. Borholur á jarðhitasvæðinu við Stórafljót (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Vinnsluholurnar RH-1 og RH-4 eru 756 m og 1146 m djúpar og af þeim renna 13 l/s og 15 l/s af 128 °C heitu vatni. Úr Reykholtshver renna 14 l/s af 98 °C heitu vatni (Ólafsson, 2010; Þorbjörnsson og Guðmundsson, 2010).

Holurnar gefa því samtals um 28 l/s af 128 °C heitu vatni, sem svarar til varmaafis upp á um 11,0 MW_{th} (ofan 35 °C), en einnig mætti nýta vatnið til að framleiðslu rafafis upp á 0,62 MW_e, auk varmaafis upp á um 5,3 MW_{th} úr affallsvatninu. Úr Reykholtshver bætast svo um 3,7 MW_{th}.

2.14.3.2 Reykjavellir

Jarðhitasvæðið við Reykjavelli er um 3 km suðvestan við Reykholt (mynd 53). Sjö vinnsluholur, 31–117 m djúpar, voru boraðar á árunum 1946–1949 en engin þeirra er hnitsett í borholuskrá Orkustofnunar. Í dýpstu holunni, RV-1, mældist hitinn 103 °C á 55 m dýpi meðan á borun stóð.

2.14.3.3 Laugarás

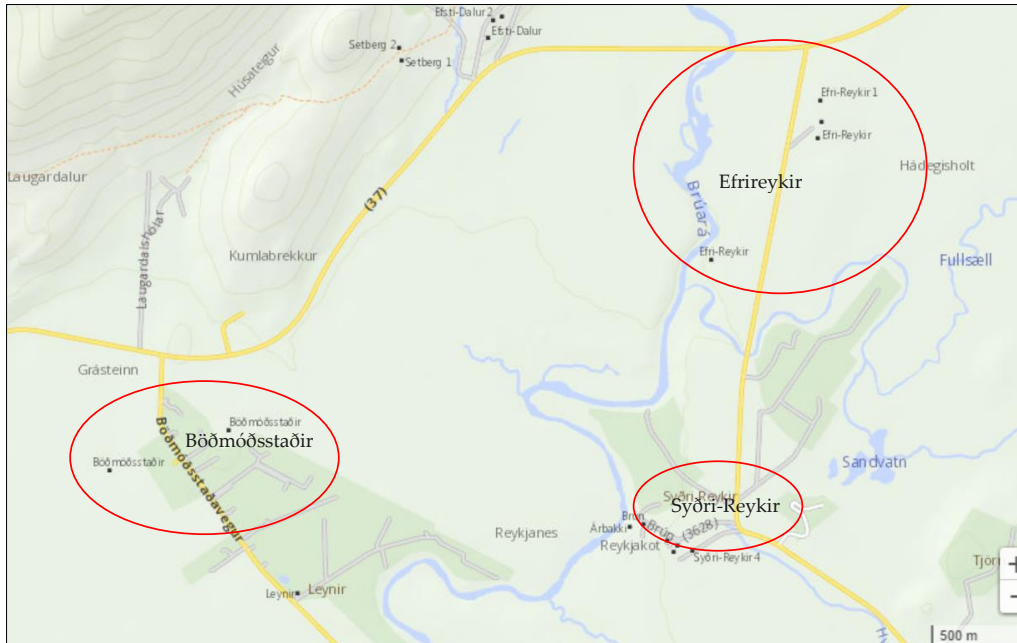
Þetta svæði er um 7 km suðvestan við Reykholt (mynd 53). Engar holur hafa verið boraðar á svæðinu við Laugarás en þar eru nokkrir stórir hverir. Úr Hildarhver renna um 55 l/s af 96 °C heitu vatni og úr Þvottahver um 14,5 l/s af 90 °C heitu vatni (Ólafsson, 1988). Samanlagt koma úr hverum þarna um 90 l/s af 90–99 °C heitu vatni (Pálmason o.fl., 1985). Talið er líklegt að um flæði frá kerfinu við Reykholt sé að ræða.

Ef gert er ráð fyrir 90 l/s af 95 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 22,6 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,69 MW_e ásamt varmaafli upp á 17,0 MW_{th}.

Heildarvarmaafli jarðhitakerfisins við Reykholt-Stórafljót er því metið um 37,3 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,3 MW_e ásamt varmaafli upp á 22,3 MW_{th}.

2.14.4 Efri-Reykir

Jarðhitakerfinu við Efri-Reyki er skipt upp í svæðin Efri-Reykir, Syðri-Reykir og Böðmódsstaðir (mynd 55).



Mynd 55. Jarðhitasvæðin Efri-Reykir, Syðri-Reykir og Böðmósstaðir (úr borholuskrá Orkustofnunar).

2.14.4.1 Efri-Reykir

Borholurnar á jarðhitasvæðinu við Efri-Reyki eru á austurbökkum Brúarár (mynd 55). Tuttugu rannsóknarholur og tvær djúpar vinnsluholur (mynd 56) sýndu háan hitastigul en ekki tókst að finna uppflæði jarðhitageymisins með þessum holum.



Mynd 56. Borholur á jarðhitasvæðinu við Efri-Reykir (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hins vegar fann hola ER-23 góða æð nálægt botni en hún er 722 m djúp. Við 1,4 bar-g toppþrýsting gefur hola ER-23 um 50 kg/s af 145 °C heitu vatni og 64 kg/s við 1 bar-g (Björnsson and Steingrímsson, 1996; Olsen, 2014c).

Útreiknað varmaafli 64 kg/s af 145°C heitu vatni er um 29,7 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 1,89 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmaafli upp á 12,1 MW_{th}.

2.14.4.2 Syðri-Reykir

Jarðhitasvæðið við Syðri-Reyki er um 2 km sunnan við Efri-Reyki (mynd 55). Einungis tvær hitastigulsholur hafa verið boraðar þar (mynd 57) og ná þær niður á 12 og 22 m dýpi en ekki var haldið áfram þar vegna viðsnúnings í hita.



Mynd 57. Borholur á jarðhitasvæðunum við Syðri-Reyki og Böðmódsstaði (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Rennsli úr hverum á svæðinu er um 40 l/s af 90–100 °C heitu vatni (Pálmason o.fl., 1985).

Varmaafli hveranna, ef gert er ráð fyrir að vatnið sé 95 °C heitt, er um 10,1 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,31 MW_e ásamt varmaafli upp á 7,5 MW_{th}.

2.14.4.3 Böðmódsstaðir

Jarðhitasvæðið við Böðmódsstaði í Laugardal er á vesturbakka Brúarár, um 4 km suðvestan við Efri-Reyki (mynd 55). Sjálfrennsli af svæðinu er um 1,5 l/s af 30–100 °C heitu vatni (Torfasón, 2003). Efnagreiningar benda til þess að hiti vatns í jarðhitageyminum sé yfir 120 °C. Sautján könnunarholur og fjórar vinnsluholur hafa verið boraðar á svæðinu og eru þær 480–1096 m djúpar en aðeins ein þeirra er hnitsett í borholuskrá Orkustofnunar (mynd 57). Hæsti mældi hiti þarna var á bilinu 116–130 °C. Ein holnanna gaf um 6 l/s af sjóðandi vatni (Sæmundsson, 1991). Nýjasta holan gefur af sér um 3 l/s (Sæmundsson, pers. uppl., 24. nóvember 2015).

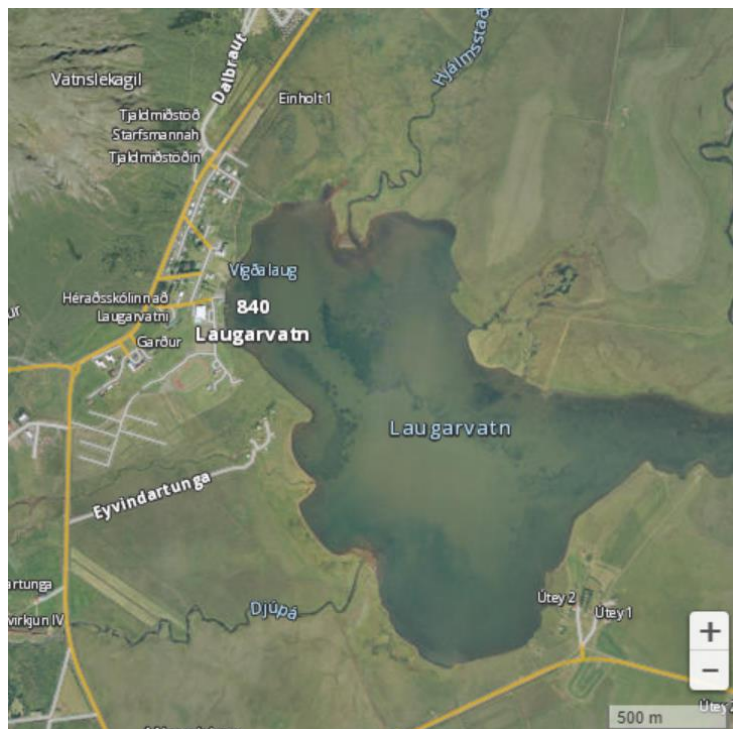
Ef gert er ráð fyrir 9 l/s af 116 °C heitu vatni, er útreiknað varmaafli þess um 3,1 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,15 MW_e ásamt varmaafli upp á 1,7 MW_{th}.

Ef allt er lagt saman er varmaafli jarðhitakerfisins við Efri-Reyki um 42,9 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,35 MW_e ásamt varmaafli upp á 21,3 MW_{th}.

2.15 Laugardalur

2.15.1 Laugarvatn

Ein grunn könnunarhola hefur verið boruð niður á 32 m dýpi í jarðhitasvæðið á Laugarvatni en engin hnit eru á henni í borholuskrá Orkustofnunar. Mynd 58 sýnir Laugarvatn og umhverfi þess.



Mynd 58. Kort af nágrenni Laugarvatns en helstu hverasvæðin eru við bæina Laugarvatn og Útey (kort aðlagð frá ja.is).

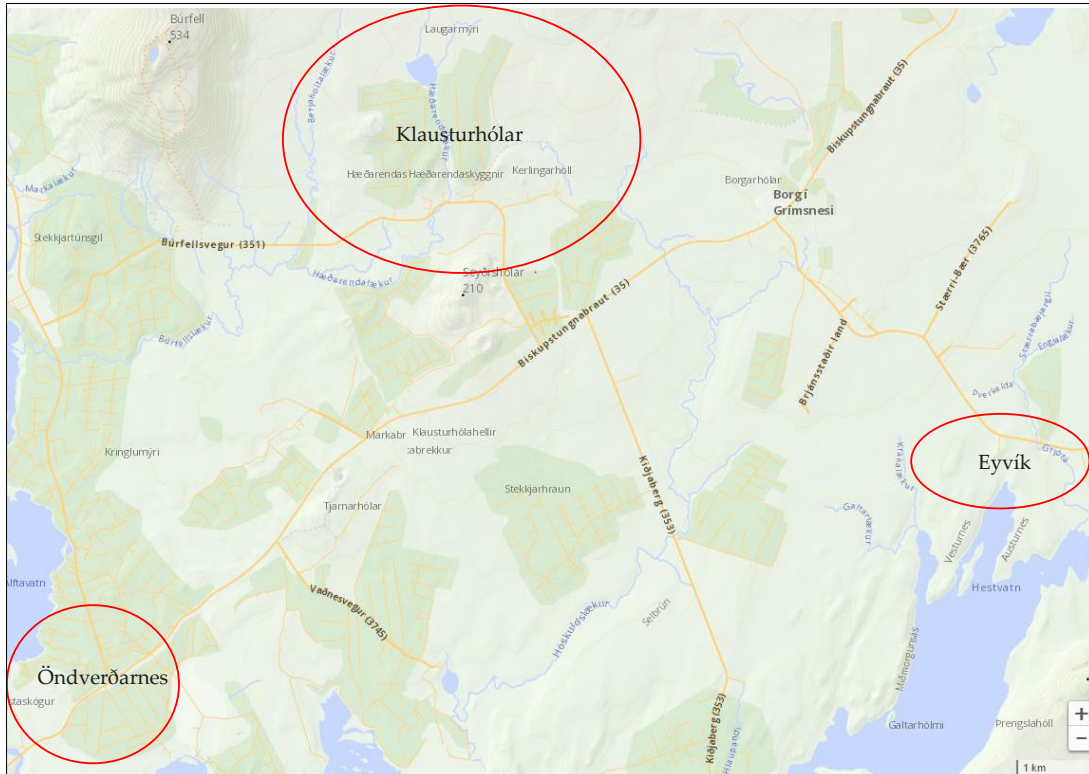
Af stærsta hvernnum við Laugarvatn renna um 30 l/s af 100 °C heitu vatni. Kísilhiti vatnsins bendir til að hiti jarðhitageymisins sé um 200 °C. Úr hverum við Útey renna um 17 l/s af 76–98 °C heitu vatni (Georgsson o.fl., 1988). Hugsanlega tilheyra þeir jarðhitageyminum við Laugarvatn.

Ef gert er ráð fyrir 40 l/s af 100 °C heitu vatni er útreiknað varmafl þess um 10,9 MW_{th} (ofan 35 °C) en einnig mætti nota vatnið til að framleiða 0,37 MW_e af rafafli og nýta affallsvatnið til framleiðslu varmafls upp á 7,5 MW_{th}.

Hugsanlega má ná úr svæðinu 40 l/s af 200 °C heitu vatni en það myndi samsvara varmafli upp á 28,2 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,22 MW_e ásamt varmafli upp á 7,5 MW_{th}.

2.16 Grímsnes

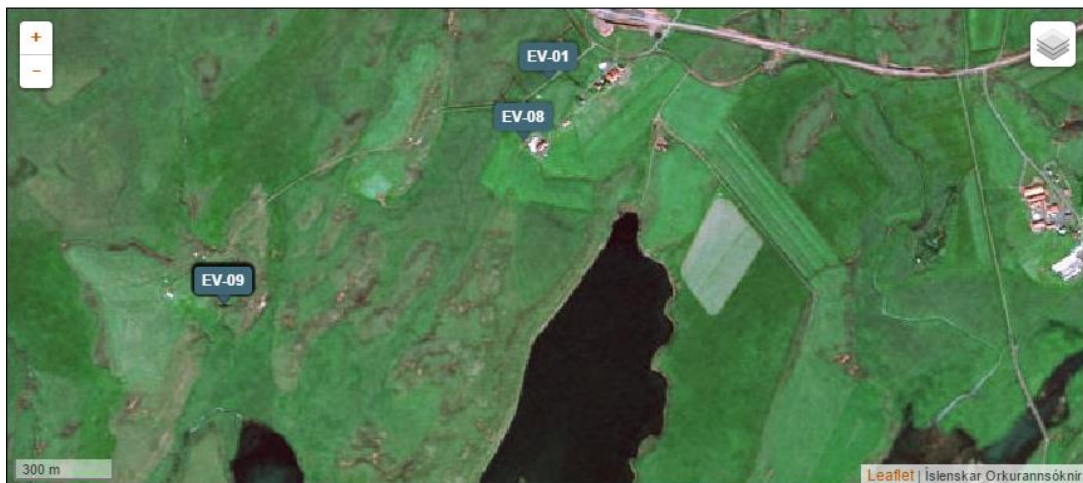
Jarðhitasvæðin Eyvík, Klausturhólar og Öndverðarnes eru í Grímsnesi (mynd 59).



Mynd 59. Jarðhitasvæðin Eyvík, Klausturhólar og Öndverðarnes í Grímsnesi (kort aðlagð frá ja.is).

2.16.1 Eyvík

Jarðhitasvæðið við Eyvík er rétt norðan við Hestvatn (mynd 59). Sjö rannsóknarholur og tvær vinnsluholur hafa verið boraðar á svæðinu (mynd 60).



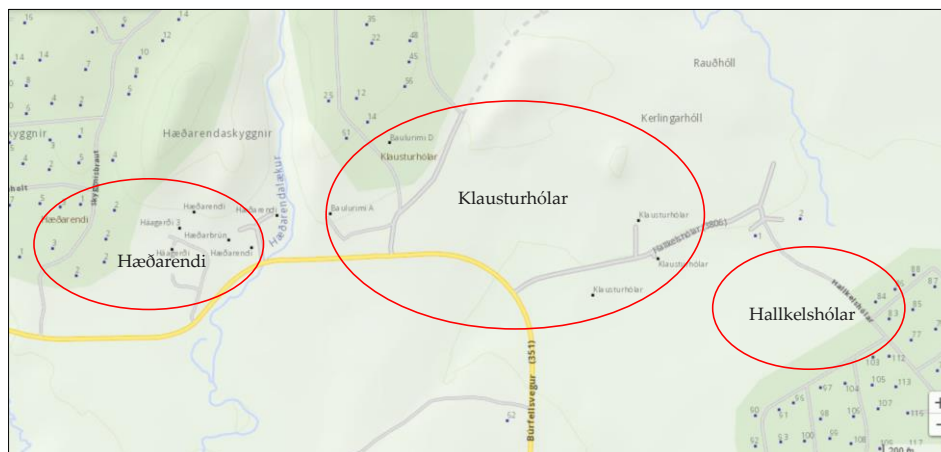
Mynd 60. Borholur á jarðhitasvæðinu við Eyvík (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola EV-1 er 650 m djúp og um 138 °C heit nálægt botni. Af henni renna 17,5 l/s af 68 °C heitu vatni. Hola EV-8 er 642 m djúp og þar mældist hiti um 128 °C á 440 m dýpi. Hún gefur af sér um 2,7 l/s af 130 °C heitu vatni undir 2,8 bar-g toppþrýstingi en um 6 l/s fullopin. Hæsti hiti í geyminum gæti verið nálægt 160 °C. Vökvinn í jarðhitageyminum við Eyvík er ekki eins ríkur af kalsíum og vökvinn í svæðinu við Klausturhóla. Því er ólíklegt að vandræði skapist vegna kalsítútfellinga en nokkur hætta er á kísilútfellingum í jarðhitavökvanum (Sæmundsson, 1995).

Ef gert er ráð fyrir 6 l/s af 130 °C heitu vatni, er útreiknað varmaafli þess um 2,4 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,14 MW_e ásamt varmaafli upp á 1,1 MW_{th}.

2.16.2 Klausturhólar

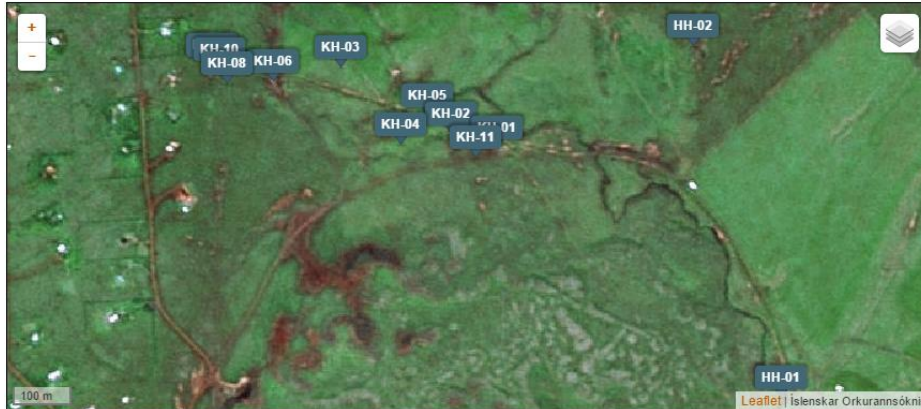
Jarðhitinn við Klausturhóla er leifar af fornu háhitakerfi en hitinn í jarðhitageyminum er núna um 180–200 °C. Svæðið nær frá Seyðishólum í suðri norður til Hrólfs hóla, vestur fyrir Hæðarenda og austur fyrir Hallkelshóla. Vatnið er kalsíumríkt, bergið þétt og vatnsleiðnin er að mestu um fjölmargar ungar sprungur. Algenzt er að borholur séu stíflaðar vegna kalsítútfellinga (Sæmundsson og Þórhallsson, 2002). Kerfinu er hér skipt upp í þrjú jarðhitasvæði, Hallkelshóla, Klausturhóla og Hæðarenda (mynd 61).



Mynd 61. Staðsetning undirsvæða jarðhitakerfisins við Klausturhóla: Hallkelshólar, Klausturhólar og Hæðarenda (kort aðlagð frá ja.is).

2.16.2.1 Hallkelshólar

Tuttugu og sex rannsóknarholur hafa verið boraðar við Hallkelshóla, auk einnar vinnsluholu, HH-2, sem er 825 m djúp (mynd 62).



Mynd 62. Borholur á jarðhitasvæðunum við Hallkelshóla og Klausturhóla (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Æð í botni holunnar virðist vera yfir 150 °C heit (Sæmundsson og Þórhallsson, 1988). Ekki er sjálfrennsli úr holunni.

2.16.2.2 Klausturhólar

Tvær könnunarholur og tíu vinnsluholur hafa verið boraðar við Klausturhóla (mynd 62). Fyrstu níu holurnar voru 184–1096 m djúpar og hiti í þeim var 164–187 °C í 600–1000 m. Rennsli úr holunum er 0–8 kg/s (Gunnarsdóttir o.fl., 2010; Sæmundsson, 1995; Sæmundsson og Þórhallsson, 2002; Sæmundsson o.fl., 2007). Hóla KH-11 var boruð niður á 2505 m dýpi og náði 222 °C hita í 2400 m. Hún gefur 13 kg/s af 190 °C vökva (Gunnarsdóttir o.fl., 2010).

Ef gert er ráð fyrir að holan gefi af sér 13 l/s af 190 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli hennar um 8,6 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,68 MW_e, ásamt varmaafli upp á 2,4 MW_{th}.

2.16.2.3 Hæðarendi

Sex könnunarholur og þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar við Hæðarenda (mynd 63).



Mynd 63. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hæðarenda (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Vinnsluholurnar HE-2 (546 m djúp), HE-7 (901 m) og HE-9 (778 m) komu í 160–170 °C heitt vatn á 500–900 m dýpi. Hóla HE-2 gefur 20 kg/s fullopin (Hafstað og Hjartarson, 2003). Hóla HE-9 gefur 40 kg/s af 161 °C heitum vökva við 12,6 bar-g toppþrýsting (Bjarnason, 2009).

Ef gert er ráð fyrir 60 l/s af 161 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 32,0 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,25 MW_e ásamt varmafli upp á 11,3 MW_{th}.

Samanlagt varmaafli allra jarðhitasvæðanna við Klausturhóla, miðað við fyrrgreindar forsendur, er því um 40,6 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,93 MW_e, ásamt varmafli upp á 13,7 MW_{th}.

2.16.3 Öndverðarnes

Jarðhitinn við Öndverðarnes liggur milli Hvítár og Sogsins (mynd 59). Tuttugu og tvær könnunarholur og sex vinnsluholur hafa verið borðaðar þar (mynd 64).



Mynd 64. Borholur á jarðhitasvæðinu við Öndverðarnes (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hóla ÖN-30 er 960 m djúp og nær 122 °C hita nálægt botni. Sjálfrennsli af henni er um 30 kg/s af 111 °C heitu vatni og líklegt er að hægt sé að dæla talsvert meiru úr henni (Axelsson o.fl., 2007).

Ef gert er ráð fyrir 50 l/s af 111 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 15,9 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,71 MW_e ásamt varmafli upp á 9,4 MW_{th}.

2.17 Flói

2.17.1 Þorleifskot-Laugardælir og Ósabotnar

Jarðhita norðan við Selfoss, austan Ölfusár, er hér skipt í tvö svæði, Ósabotna og Þorleifskot-Laugardælir (mynd 65).



Mynd 65. Jarðhitasvæðin við Ósabotna og Þorleifskot-Laugardælir (kort aðlagð frá ja.is).

2.17.1.1 Ósabotnar

Jarðhitinn við Ósabotna er á bænum Stóra-Ármót, um 4 km NNA af Selfossi, á austurbakka Ölfusár (mynd 65). Þar hafa verið boraðar fimm könnunarholur og þrjár vinnsluholur (mynd 66).



Mynd 66. Borholur á jarðhitasvæðinu við Ósaboatna. Einnig má sjá borholur við Laugabakka, vestan Ölfusár (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola ÓS-1 er 804 m djúp. Hún gefur 10–40 l/s af 80 °C heitu vatni (Axelsson og Ólafsson, 2006). Hola ÓS-2 er 1723 m djúp og nær 104 °C hita á 1720 m dýpi. Hægt er að dæla úr henni 50–60 l/s af 92 °C heitu vatni með 80–110 m niðurdrætti (Snæbjörnsdóttir, 2009). Hola ÓS-3 er 1500 m djúp. Úr henni má dæla 100 l/s af 83 °C heitu vatni með 65 m niðurdrætti (Hafstað og Gunnarsdóttir, 2014). Mat á afkastagetu svæðisins eftir fjögurra ára vinnslu bendir til að hægt sé að nýta úr jarðhitageyminum að meðaltali um 100 l/s (Axelsson og Ólafsson, 2006).

Ef gert er ráð fyrir að flæðið sé 100 l/s af 92 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 23,9 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,69 MWe, ásamt varmafli upp á 18,8 MW_{th}.

2.17.1.2 Þorleifskot-Laugardælir

Jarðhitasvæðið við Þorleifskot-Laugardælir er á austurbakka Ölfusár, um 1 km norðaustur af Selfossi (mynd 65). Þarna hafa verið boraðar tuttugu og sjö rannsóknarholur og átta vinnsluholur (mynd 67).



Mynd 67. Borholur á jarðhitasvæðinu við Þorleifskot-Laugardælir (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Holur ÞK-9 til ÞK-17 eru frá 1110 til 2381 m djúpar. Þær ná 140–150 °C hita á 1600–1900 m dýpi. Holurnar gefa 100–150 l/s af 70–120 °C heitu vatni en vegna kalds grunnvatns sem getur runnið ofan í jarðhitageyminn verður að takmarka niðurdrátt vegna vinnslu úr holunum (Axelsson, 1989; Axelsson o.fl., 1999; Hafstað og Gunnarsdóttir, 2012; Haraldsdóttir, 2013; Harðardóttir og Ólafsson, 2013; Harðardóttir, 2014; Ólafsson og Axelsson, 2007; Tómasson o.fl., 1986). Kæling vegna grunnvatnsstreymis niður í jarðhitageyminn jókst eftir Suðurlandsskjálftana árin 2000 og 2008. Hóla ÞK-17 var fóðruð niður á 550 m dýpi til að koma í veg fyrir innstreymi kalds vatns en engar almennilegar æðar voru í holunni neðan við 1100 m dýpi. Úr holunni má dæla 8 l/s með 150 m niðurdrætti.

Ef gert er ráð fyrir 100 l/s af 120 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 35,7 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,85 MW_e, ásamt varmafli upp á 18,8 MW_{th}.

Samanlagt varmaafli jarðhitasvæðanna við Þorleifskot-Laugardælir og Ósabotna, miðað við fyrrgreindar forsendur, er því um 59,6 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,54 MW_e, ásamt varmafli upp á 37,6 MW_{th}.

2.18 Ölfus

Í Ölfusi eru jarðhitasvæðin Árbær, Hveragerði og Bakki (mynd 68).



Mynd 68. Jarðhitasvæðin við Árbæ, Hveragerði og Bakka í Ölfusi (kort aðlagð frá ja.is).

2.18.1 Árbær

Átta könnunarholur og fimm vinnsluholur hafa verið boraðar við Árbæ (mynd 69).

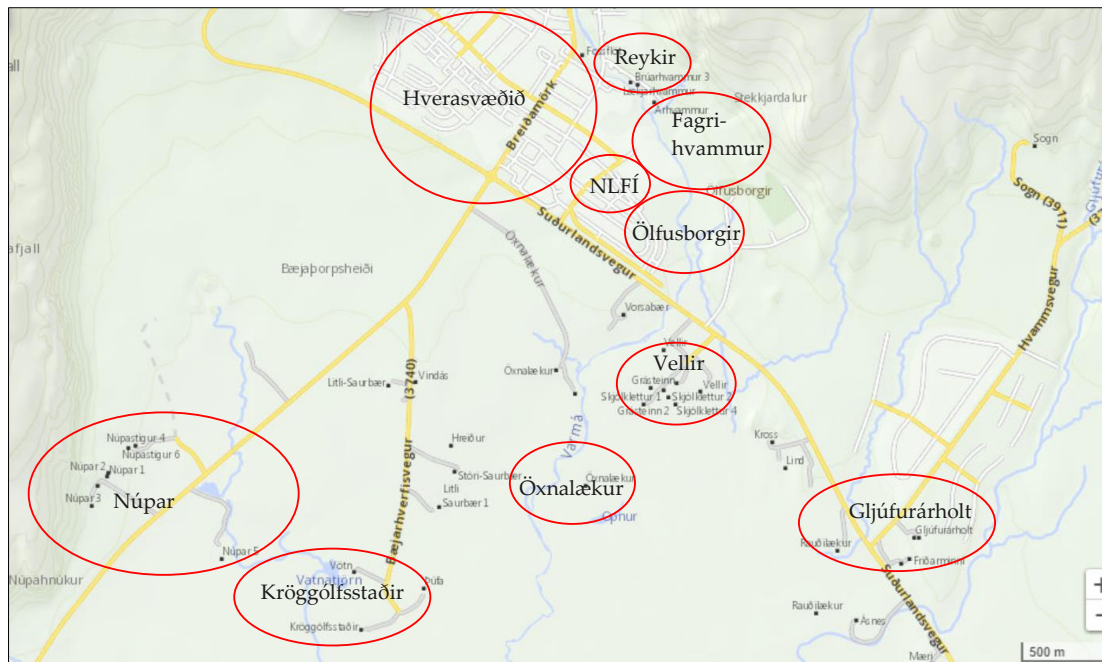


Mynd 69. Borholur á jarðhitasvæðinu við Árbæ (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Fimm dýpstu holurnar eru milli 465 og 956 m djúpar. Hola AB-2 kom í 137 °C hita á 930 m dýpi (Sæmundsson og Flóvenz, 2007). Dýpri hluti þessa jarðhitageymis gæti verið tengdur jarðhitanum við Þorleifskot. Sjálfrennsli úr holunum er um 5 l/s af 60 °C heitu vatni en með dælingu væri hægt að ná úr þeim 15 l/s (Axelsson o.fl., 1994).

2.18.2 Hveragerði

Jarðhitinn við Hveragerði er talinn vera útflæði frá háhitasvæðinu í Grændal sem er norðan við Hveragerði (Iceland GeoSurvey, 2015). Hér er jarðhitasvæðið við Hveragerði skilgreint sem Hverasvæðið ásamt borholum í nágrenni við Reyki, Fagrihvammur, NLFÍ, Ölfusborgir, Gljúfurárholt, Velli, Öxnalæk, Kröggólfsstaði og Núpa (mynd 70).



Mynd 70. Staðsetning undirsvæða jarðhitakerfisins við Hveragerði: Hverasvæðið, Reykir, Fagrihvammur, NLFÍ, Ölfusborgir, Gljúfurárholt, Velli, Öxnalækur, Kröggólfsstaðir og Núpar (kort aðlagð frá ja.is).

2.18.2.1 Hverasvæðið

Ellefu vinnsluholur hafa verið boraðar í Hverasvæðið (mynd 71). Fjórar þeirra eru í notkun og er dýpi þeirra 245–373 m og hefur hiti náð 160–180 °C.



Mynd 71. Borholur á jarðhitasvæðinu við Hverasvæðið og nágrenni þess (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Úr holunum eru tekin um 80 kg/s af 150 °C heitu vatni við 5 bar-g toppþrýsting (Björns-son o.fl., 2000; Jónasson, 2008; Þórhallsson, 2008; Þórhallsson o.fl., 1999). Það er örugglega hægt að vinna mun meira úr þessum jarðhitageymi en engar úttektir á því eru til.

Ef gert er ráð fyrir 80 l/s af 150 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 38,8 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 2,58 MW_e ásamt varmaafli upp á 15,1 MW_{th}.

2.18.2.2 Reykir

Svæðið sem hér er kennt við Reyki samanstendur af borholum sem boraðar hafa verið við Reyki (RE), Fagrahvamm (FH), NLFÍ og Ölfusborgir (ASÍ) (myndir 70 og 71). Í borholuskrá Orkustofnunar eru sex holur skráðar við Reyki. Holur RE-4, RE-5 og RE-6 eru 140, 80 og 510 m djúpar og hæsti mældi hiti í þeim er 174, 163 og 180 °C. Holur RE-4 og RE-5 voru í notkun (Sigurðsson, 1995) en skemmdust í Suðurlandsskjálftanum 2008.

Fjórar vinnsluholur hafa verið boraðar við Fagrahvamm (mynd 71). Þær komu í 150–163 °C hita ofan við 500 m dýpi en reyndust ekki nothæfar.

Tvær gufuholur voru boraðar við NLFÍ (mynd 71). Holurnar, NLFÍ-1 og NLFÍ-2, eru 883 og 190 m djúpar og mældist hiti í þeim hæst 170 °C á 474 og 170 m dýpi. Úr þeim eru teknir 44 l/s og 4 l/s af 150 °C heitu vatni við 4,9 bar-g toppþrýsting (Tryggvason og Þórhallsson, 2007; Þorbjörnsson og Kristinsson, 2010).

Ef gert er ráð fyrir 48 l/s af 150 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 23,3 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,55 MW_e ásamt varmaafli upp á 9,0 MW_{th}.

Tvær vinnsluholur hafa verið boraðar við Ölfusborgir (mynd 71). Hola ASÍ-2 er 487 m djúp. Hún kom í 181 °C hita á 484 m dýpi og af henni eru teknir 5 l/s af 160 °C heitu vatni. Varmaafli holunnar ofan 35 °C er samkvæmt þessu um 2,6 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,19 MW_e ásamt varmafli upp á 0,9 MW_{th}.

Samanlagt varmaafli jarðhitasvæðisins við Reyki, miðað við fyrrgreindar forsendur, er því um 25,9 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 1,74 MW_e ásamt varmafli upp á 9,9 MW_{th}.

2.18.2.3 Gljúfurárholt

Sex rannsóknarholur og þrjár vinnsluholur hafa verið boraðar við Gljúfurárholt (mynd 72).



Mynd 72. Borholur á jarðhitasvæðinu við Gljúfurárholt (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Holur GH-3 og GH-4 eru 328 og 1014 m djúpar. Hola GH-3 var ekki í notkun fyrir 2013 en áður en GH-4 var boruð fengust úr henni 15 l/s af 107 °C heitu vatni. GH-4 kom í 121 °C hita á 850 m dýpi. Úr henni hefur verið dælt 40 l/s með dælu á 69 m dýpi (Hafstað og Danielsen, 2006; Olsen, 2014b). Niðurdráttur við dælingu á 9 l/s af 117 °C heitu vatni reyndist um 2 m (Sæmundsson og Þórhallsson, 2007).

Útreiknað varmaafli 40 l/s af 115 °C heitu vatni er um 13,4 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,65 MW_e ásamt varmafli upp á 7,5 MW_{th}.

2.18.2.4 Vellir

Tvær könnunarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar við Velli (mynd 73).



Mynd 73. Borholur á jarðhitasvæðunum við Hveragerði: Vellir, Öxnalækur og Núpar (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola VE-2 er 588 m djúp. Hún kom í 144 °C hita á 440 m dýpi og blés af sér um 3 kg/s en skemmdist í Suðurlandsskjálftanum 2008. Árið 2009 var dælt úr henni 1 l/s af 65 °C heitu vatni (Sæmundsson, 2009b). Holan var dýpkuð árið 2011 en útkoman úr því er ekki enn þekkt.

2.18.2.5 Öxnalækur

Sex rannsóknarholur og ein vinnsluhola hafa verið boraðar við Öxnalæk (mynd 73). Hola ÖL-1 er 967 m djúp. Hún nær 160 °C hita á 850 m dýpi. Úr holunni fékkst 1,5 kg/s af 160 °C heitri gufu við 2,35 bar-g toppþrýsting (Sæmundsson, 2009b).

Þetta samsvarar varmaafli upp á 0,8 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,06 MW_e ásamt varmaafli upp á 0,3 MW_{th}.

2.18.2.6 Kröggólfsstaðir

Tvær vinnsluholur hafa verið boraðar við Kröggólfsstaði (mynd 73). Hola KS-1 er 939 m djúp og hefur hiti í henni mælst 166 °C á 268 m dýpi. Holan gefur um 10 kg/s af 140 °C heitu vatni (Axelsson o.fl., 1994).

Það svarar til varmaafls upp á 4,4 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,27 MW_e ásamt varmaafli upp á 1,9 MW_{th}.

2.18.2.7 Núpar

Ellefu könnunarholur og fimm vinnsluholur hafa verið boraðar við Núpa (mynd 73). Hola NU-8 er 1180 m djúp og nær 140 °C hita á 665 m dýpi. Hola NU-10 er 414 m djúp og gefur af sér 10–20 kg/s af sjóðandi vatni (National Energy Authority, 1987).

Ef gert er ráð fyrir 15 kg/s af 140 °C heitu vatni er útreiknað varmaafli þess um 6,6 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,41 MW_e ásamt varmafli upp á 2,8 MW_{th}.

Heildarvarmaafli jarðhitasvæðanna við Hveragerði er að minnsta kosti 89,9 MW_{th} (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 5,71 MW_e ásamt varmafli upp á 37,6 MW_{th}.

2.18.3 Bakki

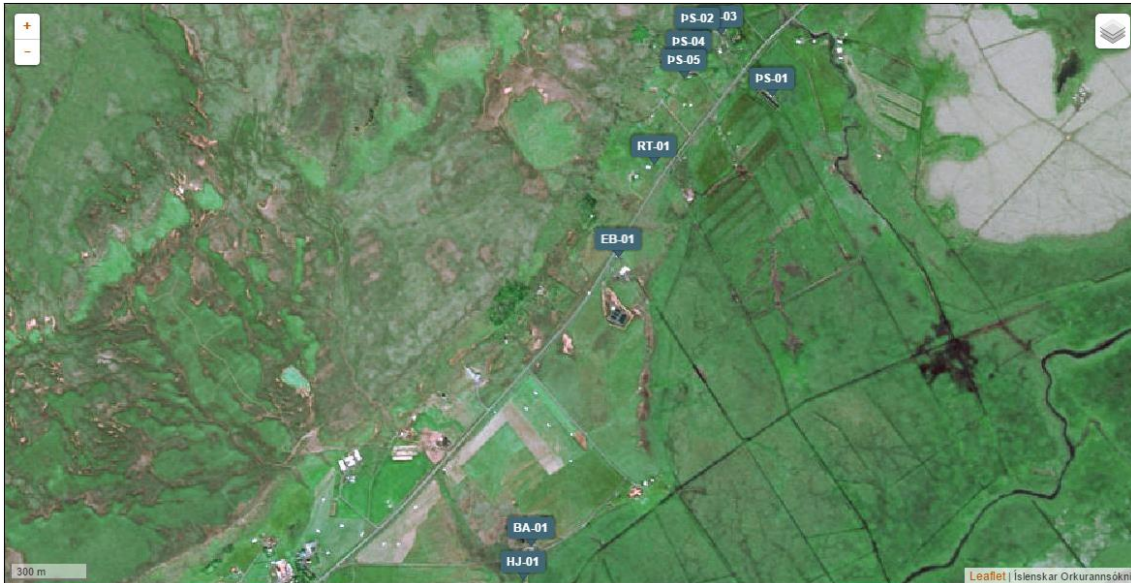
Jarðhitasvæðið við Bakka samanstendur af jarðhitageymum við Þóróddsstaði, Eystribakka, Bakka, Hjallakrók, Vindheima (Hlíðardalsskóli) og Litlaland (mynd 74) (Sigurðsson o.fl., 2007).



Mynd 74. Jarðhitasvæðin í nágrenni Bakka: Þóróddsstaðir, Eystribakki, Bakki, Hjallakrókur, Vindheimar (Hlíðardalsskóli) og Litlaland (kort aðlagð frá ja.is).

2.18.3.1 Þóroddsstaðir

Ein könnunarhola og ein vinnsluhola hafa verið boraðar við Þóroddsstaði (mynd 75).



Mynd 75. Borholur við Þóroddsstaði, Eystribakka, Bakka og Hjallakrók (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola ÞS-1 var boruð í 1734 m dýpi. Hún kom í 123 °C hita á 838 m dýpi. Í dælingu á 13 l/s af 117 °C heitu vatni var niðurdrátturinn í henni 130 m en í langtímaprófun þar sem 10 l/s var dælt úr henni var niðurdrátturinn 30–40 m (Sæmundsson og Georgsson, 1983). Holan hefur ekki verið í notkun síðan 2010 (Olsen, 2014e).

2.18.3.2 Eystribakki

Ein vinnsluhola, EB-1, hefur verið boruð við Eystribakka og er hún 1045 m djúp (mynd 75). Hún náði 122 °C hita á 592 m dýpi og fást úr henni 2,9 kg/s af 119 °C heitu vatni (Olsen, 2014e).

Slíkt rennsli svarar til varmaafls upp á 1,0 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,05 MW_e ásamt varmafli upp á 0,5 MW_{th}.

2.18.3.3 Bakki

Ein vinnsluhola, BA-1, er við Bakka og er hún 856 m djúp (mynd 75). Hún kom í 138 °C hita á 242 m dýpi. Árið 2012 var sjálfrennsli úr henni 11,6 kg/s af 113 °C heitu vatni (Olsen, 2013).

Varmafl holunnar ofan 35 °C er samkvæmt þessu um 3,8 MW_{th}, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, 0,18 MW_e ásamt varmafli upp á 2,2 MW_{th}.

2.18.3.4 Hjallakrökur

Ein vinnsluhola, HJ-1, hefur verið boruð við Hjallakrök og er hún 605 m djúp (mynd 75). Hún náði 117 °C hita á 450 m dýpi. Árið 2012 fengust ú holunni 18,8 kg/s af 104 °C heitu vatni með 7,35 m niðurdrætti (Olsen, 2013).

Það svarar til varmaafli upp á $5,4 \text{ MW}_{\text{th}}$, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, $0,21 \text{ MW}_e$ ásamt varmafli upp á $3,5 \text{ MW}_{\text{th}}$.

2.18.3.5 Vindheimar (Hlíðardalsskóli)

Ein rannsóknahola, HS-1, og ein vinnsluhola, HS-2, hafa verið boraðar við Vindheima (mynd 76).



Mynd 76. Borholur við Vindheima og Litlaland (úr borholuskrá Orkustofnunar).

Hola HS-2 er 1230 m djúp og kom í 171 °C hita á 1122 m dýpi. Af henni skvettast um 5 kg/s af $115\text{--}120 \text{ °C}$ heitu vatni (Tómasson, 1986b).

Ef gert er ráð fyrir 5 l/s af 120 °C heitu vatni er útreiknað varmafl þess um $1,8 \text{ MW}_{\text{th}}$ (ofan 35 °C), eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, $0,09 \text{ MW}_e$ ásamt varmafli upp á $0,9 \text{ MW}_{\text{th}}$.

2.18.3.6 Litlaland

Ein vinnsluhola, LL-1, hefur verið boruð við Litlaland og er hún 2183 m djúp (mynd 76). Hún kom í 190 °C hita á 2065 m dýpi en einungis 1 kg/s næst úr henni (Kristmannsdóttir o.fl., 1976).

Samanlagt varmafl jarðhitasvæðisins við Bakka, miðað við ofangreindar forsendur, er því að lágmarki $12 \text{ MW}_{\text{th}}$, eða ef vatnið er líka nýtt til rafmagnsframleiðslu, $0,5 \text{ MW}_e$ ásamt varmafli upp á $7,2 \text{ MW}_{\text{th}}$.

3 Heimildir

Heildarlisti úr upprunalegri skýrslu

- Arnórsson, S. (1972). *Properties of water from borehole G2 in Hveragerði – concerning utilization of the water for heating of farmhouses and greenhouses, and the risk of pollution of the river Varmá* (in Icelandic). National Energy Authority, May 1972, 18 p.
- Arnórsson, S. (1995). Geothermal systems in Iceland: Structure and conceptual models I. High-temperature areas. *Geothermics Vol. 24, No. 5/6*, 561–602, 1995.
- Arnórsson, S. and Þórhallsson, S. (2001). *Multiple use of geothermal boiling low temperature areas* (in Icelandic). Orkuþing 2001, 343–350.
- Axelsson, G. (1989). *Production test of well ÞÍ-14 at Þorleifskot* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GAx-89-02, 21 p.
- Axelsson, G. (1998). *The Hveravellir geothermal field, NE-Iceland: conceptual model and reservoir assessment*. National Energy Authority, short report, OS-GAx-98-08, 12 p.
- Axelsson, G. (2010). *The potential for increased production in wells LH-1 and BB-3 in Bæjarsveit* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, report prepared for Reykjavík Energy, ÍSOR-2010/034, 39 p.
- Axelsson, G. and Gautason, B. (2010). *The geothermal area at Bakkahlaup in Öxarfjörður – Proposal for production test* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-10012, 8 p.
- Axelsson, G. and Ólafsson, M. (2006). *The geothermal field in Ósaboðnar - Responses to the production and evaluation of capacity* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2006/059, 26 p.
- Axelsson, G., Hafstað, Þ. H. and Kristjánsson, B. R. (2007). *Testing of well ÖN-30 in Öndverðarnes in Oct/Nov. 2007* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-07269, 9 p.
- Axelsson, G., Sigurðsson, Ó., Hafstað, Þ. H., Björnsson, G., Guðmundsson, Á and Sæmundsson, K. (1999). *Drilling of well ÞK-16 and deepening of well ÞK-15 at Þorleifskot. Preliminary conclusions* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-Gax/Ómar/ÞHH/GrB/ÁsG/KS-99/03, 7 p.
- Axelsson, G., Torfason, H. and Sæmundsson, K. (1994). *Possible areas to utilize for Selfoss District Heating in Ölfus, Flói and Grímsnes* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GAx-HeTo-KS-94-02, 4 p.
- Axelsson, G., Torfason, H., Þórhallsson, S., Steingrímsson, B., Sæmundsson, K. and Magnússon, Þ. M. (2006a). *The Geyser area in Haukadalur – Research of impacts of pumping from hot water wells in the neighborhood* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, report prepared for Reykjavík Energy and Ministry of the environment, ÍSOR-2006/015, 31 p.

- Axelsson, G., Þórhallsson, S. and Magnússon, Þ. M. (2006b). *Effects on the geothermal system in the Geysir area while pumping from well 7 in Kjarnholt* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-06065, 9 p.
- Barber-Nichols (2015). *Organic Rankine Cycles*. Viewed December 1, 2015 from <http://www.barber-nichols.com/products/heat-engines/rankine-cycles> Design & Manufacture of Specialty Turbomachinery.
- Bendritter, Y., and Cormy, G. (1990). *Possible approach to geothermal research and relative costs*, in Dickson, M.H., and Fanelli, M., eds., *Small Geothermal Resources: A Guide to Development and Utilization*. UNITAR, New York, p. 59-69.
- Bjarnason, J. Ö. (2009). *Chemicals in steam and hot water from well HE-09 at Hæðarendi in Grímsnes in May 2009* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR 09097, 10 p.
- Björnsdóttir, Þ. and Axelsson, G. (2007). *The geothermal area in Ytri-Reykir at Laugarbakkar in Miðfjörður* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, report prepared for Western Húnaþing, ÍSOR-2007/011, 29 p.
- Björnsson, G. (1992). *Stimulation and injection test of well 10 in Hvammsvík* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GrB-92-04, 8 p.
- Björnsson, G. (1994). *Flow measurements of wells at Flúðir in July 1994* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GrB-94-03, 12 p.
- Björnsson, G. (1997). *Measurements in well 2 at Grafarbakki in Hrunamannahreppur* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GrB-97-04, 9 p.
- Björnsson, G. (1998). *Producing of hot water from well 3 at Laugaland in Holt* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GrB-98-07, 8 p.
- Björnsson, G. (1999). *Flow measurement of well 2 in Grafarbakki in May 1998 and it's connection with wells at Flúðir* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GrB-99-01, 9 p.
- Björnsson, G. and Sigvaldason, H. (1989). *Reykhólar in Barðaströnd - Borehole logging in October 1989* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-89043/JHD-18 B, 21 p.
- Björnsson, G. and Steingrímsson, B. (1996). *Power and condition of well ER-23 at Efri-Reykir in July 1996* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GrB-96-06, 8p.
- Björnsson, G. and Sæmundsson, K. (1994). *Tests of well 6 at Stóra-Drageyri in Skorradalur at the end of drilling in June 1994* (in Icelandic) Nation Energy Authority, short report, OS-GrB/KS-94/02, 10 p.
- Björnsson, G. and Sæmundsson, K. (2006). *Temperature model of Hrunamannahreppur* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, prepared for Flúðir District Heating, ÍSOR-06004), 17 p.
- Björnsson, G., Einarsson, E. M. and Hafstað, Þ. H. (2000). *Production test of well 9 in Hveragerði June 5, 2000* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GrB-EME-PHH-2000-01, 6 p.

- Björnsson, H., Ármannsson, H. and Jónsson, S. S. (2009). *Overview of the measurements in wells HV-6, HV-7 and HV-8 in Ölfusdalur 2008-2009* (in Icelandic), Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2009/049, 24 p.
- Björnsson, L. (2007). *History of Reykjavik District Heating 1928-1998* (in Icelandic). Reykjavík Energy, 327 p.
- Björnsson, S. (1975). *Wells in Ölfusdalur – Power and possible utilization* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, 16 p.
- Björnsson, S. (2009). *Geothermal Development and Research in Iceland, 2nd edition*. National Energy Authority, report, 40 p.
- Böðvarsson, G. (1961). Physical characteristics of natural heat resources in Iceland. *Jökull* 11, 29–38.
- Chandrasekhar, D. and Bundschuh, J. (2008). *Low-enthalpy geothermal resources for power generation*. Taylor & Francis; 2008, 149 p.
- Chaturvedi, L. N. (1969). *Geological structure and its effect on the geothermal hydrology*. PhD Thesis, New York, USA: Cornell University.
- Einarsson, S.S (1961). Proposed 15 - Megawatt Geothermal Power Station at Hveragerdi, Iceland. *UNU Conf. Rome August 1961. Proceedings UN Conf., Vol. 3*, 354–363.
- Elefsen, S. and Hauksson, T. (1984). *Ölfusdalur Well G-8. Separator equipment – Production test* (in Icelandic). OS-84097/JHD-42 B, December 1984, 21 p.
- Flóvens, Ó. G., Kjartansdóttir, M., Einarsson, S., Eysteinnsson, H. and Guðlaugsson, S. Þ. (1984). *Laugaland at Þelamörk – Geothermal investigations 1983-1984* (in Icelandic). National Energy Authority, OS-84095/JHD-17, 87 p.
- Flóvenz, Ó. G., Axelsson, G., Björnsson, G., Tómasson, J., Sverrisdóttir, G., Sigvaldason, H. and Benediktsson, S. (1994). *Laugaland at Þelamörk – Drilling and operation test in the years 1992-1993* (in Icelandic). National Energy Authority, OS-94032/JHD-07, 122 p.
- Flúðir District Heating (2015). *History of the district heating*. Viewed December 1, 2015, from <http://www.fludir.is/index.php/veitur/hitaveitan>.
- Friðleifsson, G. Ó. (1998). *Wells HV-16, HV-17 and HV-18 at Hveravellir, Reykjahreppur in south Þingeyjarsýsla* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-GÓF-98-11, 11 p.
- Friðleifsson, G. Ó., Tulinius, H., Tómasson, J., Thorsteinsson, Þ., Guðmundsson, G. and Hermannsson, G. (1995). *Reykjavík – Well RV-35 – Drilling and borehole researches* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-85106/JHD-61 B, 91 p.
- Friðleifsson, I. B. (1979). Geothermal activity in Iceland. *Jökull* 29, 47–56.
- Georgsson, L. S., Haraldsson, G. I., Ólafsson, M. and Sigurðsson, Ó. (1984). *Varmaland/Laugaland in Stafholtstungur – Drilling and measurements in well 7* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-84025/JHD-07 B, 13 p.
- Georgsson, L. S., Hjartarson, Á., Harðarson, B. A., Sigurðsson, F., Torfason, H. and Sæmundsson, K. (1988). *Natural conditions for fish farming in upstate of Árnes- and*

- Rangárvellir County – Special projects in fish farming 1987* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-88045/JHD-08, 46 p.
- Georgsson, L. S., Jóhannesson, H. and Bjarnason, Þ. (2010). Geothermal Activity in Borgarfjörður, W-Iceland, and the Exploration, Development and Utilization of the Varmaland / Laugaland Geothermal Field. In *Proceedings of the World Geothermal Congress 2010 held in Bali, Indonesia, April 25–29, 2010*, 10 p.
- Georgsson, L. S., Jóhannesson, H., Gunnlaugsson, E., Kjartansdóttir, M., Sigvaldason, H., Thorsteinsson, Þ. and Haraldsson, G. I. (1981). *Bær in Bæjarsveit – Geothermal research and drilling* (in Icelandic). National Energy Authority, OS-81014/JHD09, 149 p.
- Georgsson, L. S., Sæmundsson, K. and Hjartarson, H. (2005). Exploration and Development of the Hveravellir Geothermal Field, N-Iceland. *World Geothermal Congress 2005. Antalya, Turkey, 24-29 April 2005*, 10 p.
- Gestsson, S. M. (2012). *Maximum utilization and future possibilities of Seltjarnarnes District Heating* (in Icelandic). University of Akureyri, Business and Science Faculty, LOK 1223, 57 p.
- Grigull, U., ed. (1979). *Properties of Water and Steam in SI-Units*, 2nd edition, Springer Verlag, Berlin, 190 p.
- Guðmundsson, J. S., Freeston, D. H., and Lienau, P. J. (1985). “*The Lindal Diagram*,” Transactions, Geothermal Resources Council, 9 (part 1), Davis, California, 15–19.
- Gunnarsdóttir, S. H., Jónsson, S. S., Sigurgeirsson, M. Á., Kjartansson, O. and Tryggvason, H. H. (2010). *Klausturhólar – Well KH-11. Drilling of well KH-11 to 2,505 m depth* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, report, ÍSOR-2010/077, 69 p.
- Hafstað, Þ. H. (2011). *About performance measurement in well LG-03 at Leirá* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, memory note, September 14, 2011.
- Hafstað, Þ. H. (2012). *Reykhólar District Heating - Assessment of the capacity* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2012/040, 22 p.
- Hafstað, Þ. H. (2014a). *Considerations due to planned use of a downhole pump* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, memory note, 2013, ÞHH, 6 p.
- Hafstað, Þ. H. (2014b). *Langhús in Fljót – About the hot water well LH-1* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-14001, 6 p.
- Hafstað, Þ. H. (2015a). *Langhús in Fljót – The hot water well LH-2* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-15001, 12 p.
- Hafstað, Þ. H. (2015b). *Seeking geothermal in Kjós - Production wells drilled in Möðruvellir field* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, report, ÍSOR-2015/023, 224 p.
- Hafstað, Þ. H. and Björnsson, G. (2000a). *Reykhólar: Flow from wells* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-ÞHH-GrB-2000-03, 13 p.
- Hafstað, Þ. H. and Björnsson, G. (2000b). *Hvammur in Skorradalur – Test of well HV-07 in the end of drilling* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-ÞHH-GrB-2000-04, 13 p.

- Hafstað, Þ. H. and Danielsen, P. E. (2006). *Reykjavík Energy – Austurveita – Production measurement of well GH-4 at Gljúfurárholt in Ölfus* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-06150, 19 p.
- Hafstað, Þ. H. and Gautason, B. (2013). *Well BA-2 in Öxarfjörður – About possible pump test* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-13049, 9 p.
- Hafstað, Þ. H. and Gunnarsdóttir, S. H. (2012). *Well ÞK-17 in Þorleifskot – Drilling and stimulation experiments* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2012/039, 68 p.
- Hafstað, Þ. H. and Gunnarsdóttir, S. H. (2014). *Well ÓS-3 – Drilling and productivity assessment* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2014/027, 75 p.
- Hafstað, Þ. H. and Hjartarson, A. (2003). *Hæðarendi in Grímsnes – Production test in well HE-07 in the end of drilling* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-PHH-ArH-2003/08, 10 p.
- Hafstað, Þ. H. and Sæmundsson, K. (2013). *Geothermal exploration - Proposal for new hot-water well* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-13082, 12 p.
- Haraldsdóttir, S. H. (1984a). *Seltjarnarnes, Well SN-1 – Borehole measurements* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-84059/JHD-19 B, 20 p.
- Haraldsdóttir, S. H. (1984b). *Seltjarnarnes, Well SN-5 – Temperature measurements* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-84061/JHD-21 B, 19 p.
- Haraldsdóttir, S. H. (1986). *Þorleifskot – Measurements in wells ÞG-8 and ÞG-12* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-86010/JHD-03 B, 103 p.
- Haraldsdóttir, S. H. (2013). *Geothermal monitoring – Monitoring of temperature changes in the geothermal system at Þorleifskot the years 2006-2013* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2013/051, 71 p.
- Harðardóttir, V. (2012a). *Reykhólar in Reykhólasveit - Control of the chemical composition of water at the Reykhólar District Heating in the years 2006, 2008 and 2011* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2012/036, 19 p.
- Harðardóttir, V. (2012b). *The seaweed factory at Reykhólar - Control of the chemical composition of water at the factory in the year 2011* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2012/037, 19 p.
- Harðardóttir, V. (2014). *Selfossveitur – Monitoring of chemical composition in the geothermal water in the year 2013* (in Icelandic) Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2014/014, 16 p.
- Harðardóttir, V. and Ólafsson, M., (2013). *Selfossveitur – Chemical monitoring of the geothermal water in the years 2006-2011* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2013/024, 33 p.
- Hjartarson, Á. and Sæmundsson, K. (2003a). *Geothermal activity in the districts south of Skarðsheiði. Hvalfjarðarstrandarhreppur, Skilmannahreppur, Leirár- and Melahreppur* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2003/010. 21 p.
- Hjartarson, Á. and Sæmundsson, K. (2003b). *Probability finding geothermal resources close to Akranes and Borgarnes* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-2003/018, 25 p.

- Hjartarson, Á., Axelsson, G. and Hauksdóttir, S. (2001). *Operation test of well LPN-10 in Laugaland Þelamörk* (in Icelandic). National Energy Authority, OS-2001/056, 52 p.
- Hjartarson, H., Maack, R. and Jóhannesson, S. (2002). *Multiple use of geothermal heat* (in Icelandic). Orkuveita Húsavíkur, report on Thermie project no. GE 321 / 98 / IS / DK, 27 p.
- Iceland GeoSurvey (2015). *Geothermal at Hengilssvæðið*. Reference: Sæmundsson, K. Viewed December 1, 2015 from: <http://isor.is/jardhiti-hengilssvaedinu>
- Ívarsson, G. (2014). Reykjavík District Heating – *Production and chemistry of the water 2013* (in Icelandic). Reykjavík Energy – Department of Resource Exploration, report, 2014-12, 42 p.
- Jónasson, Þ. (2008). *Wells in Hveragerði* (in Icelandic). Reykjavík Energy and National Energy Authority, report, New plants 21-2008, 64 p.
- Jónsson, S. L. (1976). *Pumping test in wells 1 and 2 at Laugarbakki in Miðfjörður* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-JHD-7656, 18 p.
- Jónsson, S. L., Axelsson, G. and Ingimarsdóttir, A. (1988). *Gljúfurárholt – Pumping test of well 3* (in Icelandic). National Energy Authority, OS-88049/JHD-25 B, 14 p.
- Ketilsson, J., Björnsson, H., Halldórsdóttir, S and Axelsson, G. (2009). *Assessment of potential of high temperature fields* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-2009/09, 17 p.
- Kristmannsdóttir, H. (1995). *Pumping test in well SN-12 on Seltjarnarnes* (in Icelandic) National Energy Authority, short report, OS-HK-95-10, 16 p.
- Kristmannsdóttir, H and Björnsson, A. (2014). *Energy production for district heating of Seltjarnarnes - Increased water resources and improved utilization* (in Icelandic). Geologic research of Hrefna Kristmannsdóttir and Axel Björnsson, report, TS14:01, 50 p.
- Kristmannsdóttir, H. and Tómasson, J. (1975). *Well 2 at Hlíðardalsskóli - History of drilling, strata and the study of alteration* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-JHD-7539 in May 1975, 20 p.
- Kristmannsdóttir, H. and Tulinius, H. (1984). *Primary results of measurements and chemical analyses on deep samples from well SN-4 on Seltjarnarnes* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-HK-HTul-84-06, 6 p.
- Kristmannsdóttir, H., Ólafsson, M., Sigvaldason, H., Tulinius, H., Þórhallsson, S and Sæmundsson, K. (1990). *Þorlákshöfn District Heating – Impact of production on the geothermal area and proposals for improvement* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-90021/JHD-09 B, 41 p.
- Kristmannsdóttir, H., Tómasson, J. and Thorsteinsson, Þ. (1976). *Well 1 at Litlaland in Ölfus – Drilling, lithology and pressure tests* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-JHD-7605, 28 p.
- Kristmannsdóttir, H. Tulinius, H., and Björnsson, J. H. (2001). *Exploitation of the geothermal district on Seltjarnarnes for 30 years* (in Icelandic). Orkuþing 2001, 8 p.
- National Energy Authority (1987). *Measurement in well NU-10 on 20. Jan 1987*.

- National Energy Authority (1992). *Measurement in well SS-05 on 4. May 1992*.
- Norðurorka (2015). *Active production areas of Norðurorka*. Viewed December 1, 2015 from <http://www.no.is/is/um-no/vinnslusvaedi-nordurorku>
- Olsen, S. (2013). *Water production at Þorlákshöfn District Heating in 2012* (in Icelandic). Reykjavík Energy – Department of Resource Exploration, report, 2013-04, 22 p.
- Olsen, S. (2014a). *Water production at Akranes and Borgarnes District Heating 2013* (in Icelandic). Reykjavík Energy – Department of Resource Exploration, report, 2014-01, 25 p.
- Olsen, S. (2014b). *Water production at Austurveita District Heating 2013* (in Icelandic). Reykjavík Energy – Department of Resource Exploration, report, 2014-10, 23 p.
- Olsen, S. (2014c). *Water production at Hlíðar District Heating 2013* (in Icelandic). Reykjavík Energy – Department of Resource Exploration, report, 2014-08, 13 p.
- Olsen, S. (2014d). *Water production at Rangá District Heating 2013* (in Icelandic). Reykjavík Energy – Department of Resource Exploration, report, 2014-02, 25 p.
- Olsen, S. (2014e). *Water production at Ölfus District Heating in 2013* (in Icelandic). Reykjavík Energy – Department of Resource Exploration, report, 2014-007, 19 p.
- Ólafsson, M. (1987). *Reykjarhóll on Bakkar – Fljótalax – Chemical composition of hot water* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-MÓ-87-07, 3 p.
- Ólafsson, M. (1988). *Laugarás District Heating – Precipitations in the distribution system* (in Icelandic). National Energy Authority, short report prepared for Laugarás District Heating, OS-MÓ-88/06, 7p.
- Ólafsson, M. (1995). *Öxarfjörður District Heating – Hot water from well 3 at Skógalón and utilization of it* (in Icelandic). National Energy Authority, report prepared for the Öxarfjörður District Heating, OS-95012/JHD-07, 11 p.
- Ólafsson, M. (2010). *Collection of samples and measurements at Reykholt District Heating in Bláskógabyggð in April 2010* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report prepared for Bláskógaveita, ÍSOR-10047, 15 p.
- Ólafsson, M. (2011). *Húsavík Energy – Chemical monitoring in 2007 and 2011* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2011/004, 21 p.
- Ólafsson, M. (2015). *District heating of the Western Húnaþing* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2015/004, 29 p.
- Ólafsson, M. and Axelsson, G. (2007). *Geothermal production at Selfossveitur – Chemical monitoring and temperature measurements in the year 2006* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-07034, 19 p.
- Ólafsson, M., Friðleifsson, G. Ó., Eiríksson, J., Sigvaldason, H. and Ármannsson, H., (1992). *Exploration of gas origin – Drilling and measurements in well ÆR-04 at Skógalón* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-92031/JHD-03, 78 p.
- Óskarsson, F. (2011). *Results of chemical analysis of water- and gas samples from Gýgjarhóll* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-11081, 5 p.

- Óskarsson, F. (2013). *Well LG-3 in Leirársveit - Chemical Properties of the borehole water* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-13056, 7 p.
- Pálmason, G., Johnsen, G. V., Torfason, H., Sæmundsson, K., Ragnars, K., Haraldsson, G. I., and Halldórsson, G. K. (1985). *Assessment of Iceland's geothermal resources* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-85076/JHD-10, 134 p.
- Ragnars, K., Ármannsson, H. and Steingrímsson, B. (1979). *Measurements in wells G-3, G-6 and G-7 – Progress report* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-79053/JHD25, 49 p.
- Rubio-Maya, C., Ambríz Diaz, V.M., Pastor Martínez, E., and Belman-Flores, J. M. (2015). Cascade utilization of low and medium enthalpy geothermal resources - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 52 (2015), 689–716.
- Schuster, A., Karellas, S., Kakaras, E., Spliethoft, H. (2009). Energetic and economic investigation of Organic Rankine Cycle applications. *Appl. Therm. Eng.* 2009; 29:1809–17.
- Sigurðsson, Ó. (1991). *Production tests in wells HV-6, HV-7 and HV-8 in Ölfusdalur 2008-2009* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, Ómar-2003/01, 11 p.
- Sigurðsson, Ó. (1995). *Reykjavik District Heating - Pump test of well HV-10 in Hvammssvík* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-Ómar-95-02, 5 p.
- Sigurðsson, Ó. and Axelsson, G. (1996). *Performance of well ÞK-15 at Þorleifskot – Preliminary conclusions* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-ÓMAR-GAx-96-03, 4 p.
- Sigurðsson, Ó. and Sæmundsson, K. (2001). *Eiðhús – Flow measurement from well 12* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-Ómar- KS-2001-04, 4 p.
- Sigurðsson, Ó., Árnason, K., Hjartarson, Á., Friðleifsson, G. Ó. and Sæmundsson, K., (2007). *Status of research at Bakki in Ölfus* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report prepared for Reykjavík Energy, ÍSOR-06078, 13 p.
- Skagafjarðarveitur (2015). *History of the district heating services*. Viewed December 1, 2015 from: <http://www.skv.is/is/fyrirtaekid/saga-og-myndir/saga-hitaveitanna>
- Skessuhorn (2012). *Drilling after hot water at Geldingá successful*. Viewed December 1, 2015 from: <http://www.skessuhorn.is/frettir/nr/134361/>
- Skessuhorn (2013). *Hot water found at Lynghagi in Eyja- and Miklaholtshreppur*. Viewed December 1, 2015 from: <http://www.skessuhorn.is/frettir/nr/181011/>
- Snæbjörnsdóttir, S. Ó. (2009). *Lithology and alterations in well ÓS-2 at Ósabotnar North of the town Selfoss* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, BS. Thesis at Iceland University, ÍSOR 2009/015, 45 p.
- Stefánsson, V., Axelsson, G. and Steingrímsson, B. (1993). *The success of geothermal research* (in Icelandic). Article presented at the seminar SÍH and OS January 21, 1993. National Energy Authority, report OS-93003/JHD-01, 15 p.
- Steingrímsson, B. (1991). *Wells in Ölfusdalur – Condition, temperature and power* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-BS-91/01, 7 p

- Steingrímsson, B. (1992). *Well H-5 at Fremri-Háls in Kjós. Drilling, measurements and information about the wells productivity* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-BS-92/03, 7 p.
- Steingrímsson, B., Björnsson, G. and Sigurðsson, Ó. (2000). *Lowered reservoir pressure in Hveragerði and Ölfusdalur* (in Icelandic). National Energy Authority, Research department, short report BS/GrB/Ómar-2000/03, 3 s.
- Stober, I. and Bucher, K. (2013). *Geothermal energy: from theoretical models to exploration and development*. Springer-Verlag; 2013, 291 p.
- Sveinbjörnsdóttir, Á. E., Tulinius, H., Tómasson, J., Thorsteinsson, Þ. and Hermannsson, G. (1985). *Reykjavík, well RV-34 – Drilling and borehole logging* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-85095/JHD-52 B, 125 p.
- Sveinbjörnsson, B. M. (2014). *Success of High Temperature Geothermal Wells in Iceland*. Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2014/053, 42 p.
- Sæmundsson, K. (1967). Vulkanismus und Tektonik des Hengils - Gebietes in Südwest-Island. *Acta Naturalia Islandica*, vol. 2, no. 7, 105 p.
- Sæmundsson, K. (1985). *Hot water drilling at Flúðir* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-85-09, 8 p.
- Sæmundsson, K. (1987). *Drilling of well KÍ 6 at Klausturhólar*. Fjallalax (Mountain salmon) (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-87-06 4 p.
- Sæmundsson, K. (1991). *Geothermal drilling at Böðmódsstaðir in Laugardalur, Árnessýsla* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-91-10, 5 p.
- Sæmundsson, K. (1992). *Note on geothermal activity in inner Lundareykjadalur* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-92-15, 6 p.
- Sæmundsson, K. (1993a). *Location of hot water well at Þórarinsstaðir in Hrunamannahreppur* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-93-22, 4 p.
- Sæmundsson, K. (1993b). *Location of a new hot water well at Eyvík in Grímsnes* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-93-19, 3 p.
- Sæmundsson, K. (1994a). *Positioning of well for Flúðir District Heating* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-94-07, 8 p.
- Sæmundsson, K. (1994b). *Measurement in wells 4 and 6 at Flúðir* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-94-10, 2 p.
- Sæmundsson, K. (1995). *Geothermal activity in Grímsnes. The main characteristics and potential production areas* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-95-04, 4 p.
- Sæmundsson, K. (1998). *Production potential at Þorleifskot and Laugardælir* (in Icelandic). National Energy Authority, OS-KS-98006, 28 p.
- Sæmundsson, K. (2005a). *Laugar in Hrunamannahreppur - Notes about drilling for hot water* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-05205, 5 p.

- Sæmundsson, K. (2005b). *Skagafjörður District Heating - Geothermal exploration east of Skagafjörður* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR 2005/017, 19 p.
- Sæmundsson, K. (2007). *Drilling of well ÓS-2 in Ósabotnar* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-07229, 8 p.
- Sæmundsson, K. (2009a). *Gýgjarhóll – Drilling for hot water and tests after drilling* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-09062, 11 p.
- Sæmundsson, K. (2009b). *Vellir in Ölfus – Actions because of hot water well* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-09020, 10 p.
- Sæmundsson, K. (2010a). *District heating of Akranes and Borgarfjörður - Key benefits of the acquisition of additional water* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-10074, 15 p.
- Sæmundsson, K. (2010b). *Drilling for hot water in Eiðhús – Exploratory wells in preparation of new production well* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-10092, 8 p.
- Sæmundsson, K. (2013). *Eiðhús – Location of new production well – EH-22* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-13054, 20 p.
- Sæmundsson, K. (2014). *Efrireykir in Biskupstungur – Location of new production well* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-14056, 34 p.
- Sæmundsson, K. and Arnórsson, S. (1971). *Short report about well ASÍ-1 at Ölfusborgir in Ölfus* (in Icelandic), National Energy Authority, short report, OS-1971-Dec, 16 p.
- Sæmundsson, K. and Flóvenz, Ó. G. (2007). *Geothermal exploration and hot water wells at Árbær in Ölfus* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-07088, 22 p.
- Sæmundsson, K. and Friðleifsson, I. B. (1980). *About the application for a loan from the Energy Fund to deepen wells at Kópavatn and Reykjadal in Hrunamannahreppur* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-IBF-80/18, 3 p.
- Sæmundsson, K. and Georgsson, L. S. (1983). *Size of the geothermal area at Bakki in Ölfus* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-LSG-83-08, 9 p.
- Sæmundsson, K. and Hafstað, Þ. H. (2015). *Laugaland in Holt – About solution of water shortages at Rangá District Heating* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-15023, 16 p.
- Sæmundsson, K. and Steingrímsson, B. (1994). *Drilling for the settled by Geyser* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-BS-94-03, 11 p.
- Sæmundsson, K. and Þórhallsson, S. (1988). *Fjallalax hf. (Mountain salmon). Drilling of well 2 at Hallkelshólar* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-SÞ-88-01, 3 p.
- Sæmundsson, K. and Þórhallsson, S. (2002). *Geothermal activity in the lands of Hallkelshólar and Klausturhólar in Grímsnes* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-KS-SÞ-2002-02, 22 p.
- Sæmundsson, K. and Þórhallsson, S. (2007). *Hot water for a new house district in Hveragerði east of the river Varmá* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-07036, 5 p.

- Sæmundsson, K., Axelsson, G. and Steingrímsson, B. (2013a). Geothermal systems in global perspective. Presented at “Short Course on Conceptual Modelling of Geothermal Systems”, organized by UNU-GTP and LaGeo, in Santa Tecla, El Salvador, February 24 – March 2, 2013, 13 p.
- Sæmundsson, K., Bjarnason, J. Ö. and Þórhallsson, S. (2007). *The geothermal area around Klausturhólar in Grímsnes and proposal for location of a new well* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-07189, 8 p.
- Sæmundsson, K., Björnsson, G., Ólafsson, M. and Magnússon, Þ. M. (2004). *Hot water drilling in Kjarnholt 2003* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report ÍSOR-04080, 17 p.
- Sæmundsson, K., Hjartarson, Á. and Ármannsson, H. (2013). *Possibilities of geothermal resources near Húsavík* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-13016, 15 p.
- Sæmundsson, K., Jónsson, J., Tómasson, J. and Pálmason, G. (1968). *Geothermal exploration and deep drilling at Akranes* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-March-1968, 35 p.
- Thorsteinsson, Þ. (1982). *Well RG-38 in Reykjavík – Pumping test and air pumping* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-ÞTh-82-07, 7 p.
- Thorsteinsson, Þ. (1985). *Stimulation and production potential of well SN-6 on Seltjarnarnes* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-ÞTh-85-06, 9 p.
- Thorsteinsson, Þ. and Georgsson, L. S. (1982). *Performance of well LGN-4 at Laugaland in Holt* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-ÞTh-LSG-82/03, 6 p.
- Torfason, H. (2003). *Geothermal map and registry of Iceland* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-2003/062-NI-03016, 168 p.
- Tómasson, J. (1986a). *Drilling of well ÞG-12* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-JT-83/01, 16 p.
- Tómasson, J. (1986b). *Possibilities of success in pressure test in well 1 at Bakki in Ölfus* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-JT-86-12, 3 p.
- Tómasson, J., Thorsteinsson, Þ., Kristmannsdóttir, H. and Friðleifsson, I. B.1(977). *The Capital Area – Geothermal investigations in 1965-1973* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-JHD/7703, 240 p.
- Tómasson, J., Guðmundsson, G., Friðleifsson, G. Ó., Tulinius, H and Thorsteinsson, Þ., (1984). *Reykjavík, well RV-40 – Drilling of the production section* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-84035/JHD-10 B, 67 p.
- Tómasson, J., Kjartansdóttir, M., Ólafsson, M., Haraldsdóttir, S. H. and Thorsteinsson, Þ. (1986). *Drilling of well 13 and production from the geothermal area at Þorleifskot* (in Icelandic). National Energy Authority, OS-86052/JHD-13, 71 p.
- Tryggvason, H and Þórhallsson, S. (2007). *Production test in well 1 and 2 at NLFÍ* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-07001, 9 p.

- Tryggvason, H., Óskarsson, F. and Gautason, B. (2014). *Skagafjarðarveitur - Monitoring of geothermal production 2011–2013* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, ÍSOR-2014/064, 50 p.
- Tulinius, H. (1995). *Temperature measurement in well SN-12, Seltjarnarnes* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-HTul-95-01, 3 p.
- Vilmundardóttir, E. G., Friðleifsson, G. Ó. and Guðlaugsson, S. T. (1999). *Borehole HH-01 – Haukholt in Hreppar – Geological Report*. National Energy Authority, OS-99009, 19 p.
- Zheng, B., Xu, J., Ni, T., Li, M. (2015). Geothermal energy utilization trends from a technological paradigm perspective. *Renew. Energy* 2015; 77, 430–41.
- Xi-Xiang, Z. (1980). Interpretation of subsurface temperature measurements in the Mosfellssveit and Ölfusdalur geothermal areas, SW-Iceland. National Energy Authority. *UNU-GTP Report 1980-7*, 100 p.
- Porbjörnsson, D. and Guðmundsson, H. (2010). *Reykholt - Flow measurement in well RH-1* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-10052, 4 p.
- Porbjörnsson, D. and Kristinsson, S. G. (2010). *Well NLFÍ-2 – Flow test* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-10026, 4 p.
- Pórhallsson, S. (1976). *Power- and temperature measurements in well at Reykjaból in Hrunamannahreppur* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-JHD-7637, 4 p.
- Pórhallsson, S. (2008). *Test of well 8 in Hveragerði - production test* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, memory note 09.10.2008.
- Pórhallsson, S. and Sigurðsson, Ó. (1994). *Öxarfjörður District Heating. Exploration of a leaking and measurements in wells at Ærlækjarsel* (in Icelandic). National Energy Authority, short report, OS-SP-Ómar-94-01, 11 p.
- Pórhallsson, S. and Sæmundsson, K. (2011). *Project and prospectus of drilling production well ÞK-17 in Þorleifskot for Selfossveitur* (in Icelandic) Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-11099, 28 p.
- Pórhallsson, S., Sæmundsson, K. and Steingrímsson, B. (2004). *The Geyser Area in Haukadalur – Pumping test of well ND-3 in Neðridalur* (in Icelandic). Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-04127, 21 p.
- Pórhallsson, S., Thorsteinsson, Þ. and Gíslason, G. (1976). *Progress report on research at Leirá* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-JHD-7617, 19 p.
- Pórhallsson, S., Porbjörnsson, D. and Egilson, Þ. (2015). *Flow test of Hvalur Well MS-4*. Iceland GeoSurvey, short report, ÍSOR-15015, 16 p.
- Pórhallsson, S., Sæmundsson, K., Ármannsson, H., Friðleifsson, G. Ó. and Karlsdóttir, H. (1999). *Hveragerði District Heating – Finding resources for district heating in Hveragerði* (in Icelandic). National Energy Authority, report, OS-99034, 27 p.